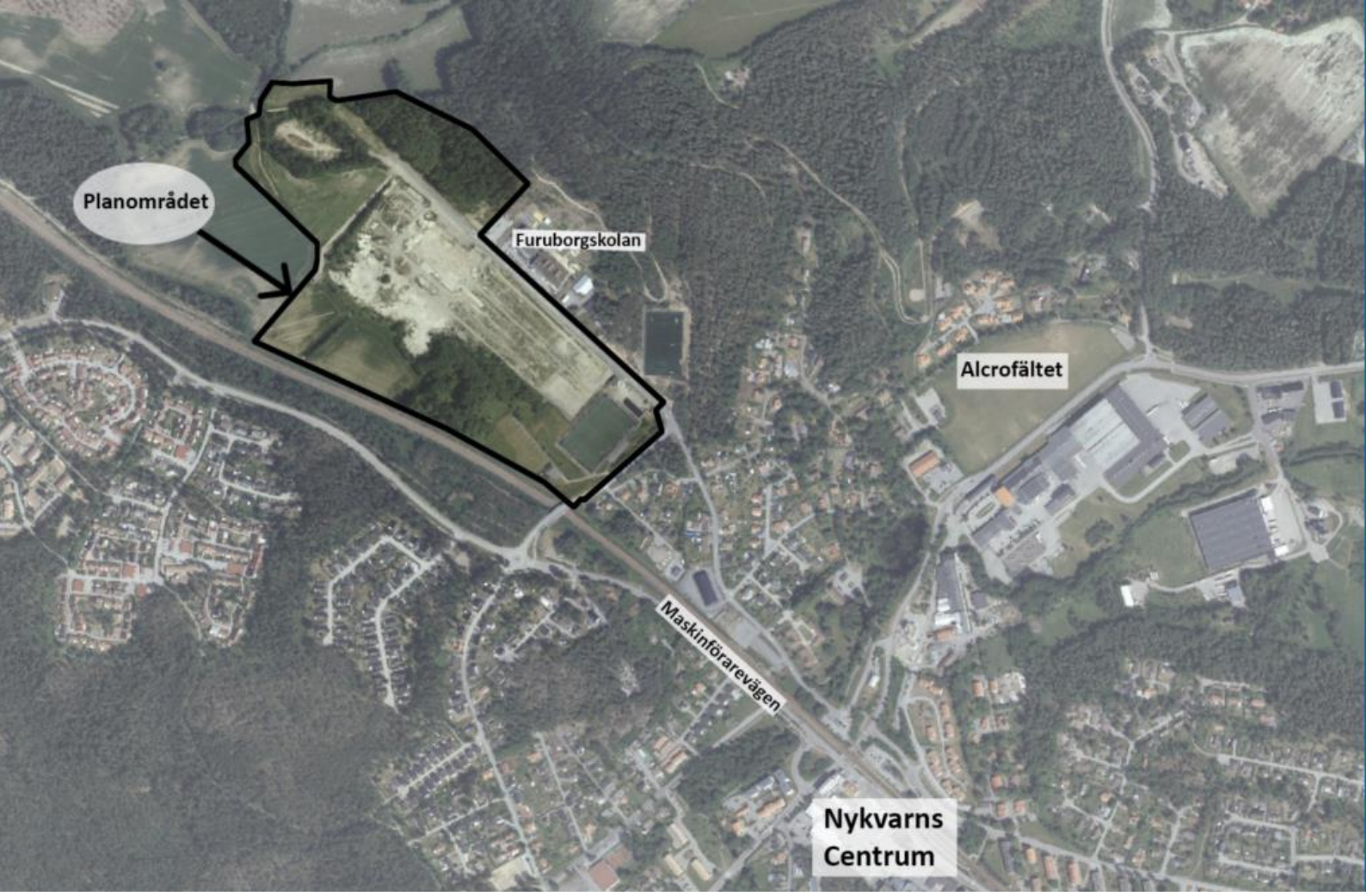


Kund: Paradoumo Gruppen

Projekt: Riskutredning för detaljplan Cementen 1 och Cementen 2 samt en del av Nykvarn 1:74 m.fl.

Projektnummer: 206160

ÅF-Infrastructure AB
Frösundaleden 2 (goods 2E)
SE-169 99 Stockholm
Sweden

Tel: 010-5050000
Registered office in Solna
Corp. id: 260110
VAT: SE556185210301

afry.com

Riskutredning

Handläggare
Olivia Wernberg
Telefon
010-505 47 39

E-post
olivia.wernberg@afry.com

Datum
05/11/2021
Projekt ID
206160
Beställare
Sargon Kerimo
E-post
sargon.kerimo@paradoumo.se

Kund
Paradoumo Gruppen

Riskutredning för detaljplan Cementen 1 och Cementen 2 samt en del av Nykvarn 1:74 m.fl.

Uppdragsledare: Jennifer Wolsing
Handläggare: Olivia Wernberg
Intern kvalitetsgranskning: Niclas Grahn

Copyright © AFRY

Riskutredning

Innehållsförteckning

1 Inledning 8
1.1 Bakgrund och syfte 8
1.2 Avgränsningar 8

2 Metod 10
2.1 Programvara 11
2.2 Styrande lagstiftning och riktlinjer 11
2.3 Kvantitativa riskmått 13
2.3.1 Individrisk 13
2.3.2 Samhällsrisk 13
2.4 Riskvärdering 14

3 Skyddsvärda objekt 17

4 Beskrivning av planområde 18
4.1 Angränsande områden 19
4.2 Persontäthet 19
4.2.1 Nollalternativ 20
4.2.2 Utvecklingsalternativ 21

5 Riskinventering 23
5.1 Riskobjekt: Svealandbanan 23
5.1.1 Olycka farligt gods 25
5.1.2 Mekanisk påverkan av urspårande tåg 32
5.1.3 Tågbrand 33
5.1.4 Kollision med mötande tåg 33
5.2 Riskobjekt: Ishall 34
5.3 Riskobjekt: Simhall 35
5.4 Sammanfattning olycksscenarion 35

6 Riskanalys 36
6.1 Kvantitativ analys: Svealandsbanan 36
6.1.1 Individrisk 36
6.1.2 Samhällsrisk 39
6.2 Kvalitativ analys: Ishall 40
6.3 Kvalitativ analys: Simhall 42
6.3.1 Erfarenhet från tidigare olyckor 42

7 Kvalitativ osäkerhets- och känslighetsanalys 44
7.1 Känslighetsanalys 44

Copyright © AFRY

Riskutredning

7.1.1 Personbelastning 44
7.1.2 Konsekvenser för studerade olycksscenarier 44
7.1.3 Känslighetsanalys explosivämnen 45
7.2 Osäkerhetsanalys 47

8 Riskvärdering och säkerhetshöjande åtgärder 49
8.1 Riskvärdering per riskobjekt 49
8.1.1 Riskvärdering: Svealandsbanan 49
8.1.2 Riskvärdering: Ishall 49
8.1.3 Riskvärdering: Simhall 50
8.2 Säkerhetshöjande åtgärder 51
8.2.1 Stockholms läns riktlinjer 51
8.2.2 Säkerhetsavstånd 51
8.2.3 Luftintag för byggnader 51
8.2.4 Befintlig vall 52
8.2.5 Entréer 52
8.2.6 Övrigt 52

9 Slutsatser 53

10 Referenser 55

Beräkningsbilaga

Copyright © AFRY

Riskutredning

Dokumenthistorik

Ver.	Datum	Kommentar
A	2021-10-20	Första utkast till kund
B	2021-11-05	Slutleverans

Copyright © AFRY

Riskutredning

Sammanfattning

I Nykvarn kommun pågår en detaljplaneprocess som syftar till att utveckla Cementen 1 och Cementen 2 samt en del av Nykvarn 1:74 m.fl. Markanvändningen inom fastigheten utgörs idag av oexploaterad mark samt idrottsområde, men den nya detaljplanen kommer medge byggnation av bostäder samt ett större idrottsområde. Detaljplaneområdet är beläget invid Svelandsbanan, som trafikeras av både persontåg och godståg, inkl. transport av farligt gods. Eftersom avståndet till detaljplanen understiger Länsstyrelsens riktlinjer ska risker kopplade till transport av farligt gods undersökas. Även rekommendationer från Trafikverket om planläggning intill järnvägar anger att en riskutredning ska tas fram då bebyggelse planeras inom 150 meter från närmsta spårmitt av järnvägen.

Inom det större idrottsområdet som det planeras för kommer eventuell simhall och/eller ishall uppföras. Inom dessa anläggningar kan farliga ämnen i form av klorgas alternativt ammoniak förekomma, därför har risker kopplade till denna typ av anläggningen även analyserats kvalitativt i utredningen. Syftet med denna riskutredning var att undersöka personrisker kopplat till urspårning och farligt gods-transporter på Svealandsbanan och även risker kopplade till övriga riskobjekt inom området och i områdets närhet.

Utifrån de beräkningar som genomförts samt kvalitativa analyser har följande konstaterats:

- Individriskberäkningarna för transport av farligt gods når inte upp till oacceptabla nivåer. Individriskberäkningar för visar att bortom 12 meter ligger risken för urspårning på acceptabla nivåer. Järnvägen är belägen ca 20 m från planområdets närmsta gräns, vilket innebär att urspårning av tåg inte förväntas medföra konsekvenser inom planområdet.
- Samhällsriskberäkningarna visar att samhällsrisknivån inte når oacceptabla nivåer, varken för utvecklings- eller nollalternativet, samt i genomförd känslighetsanalys då transporter med klass 1 även inkluderats.

Sannolikheten att en olycka med farliga ämnen (klorgas eller ammoniak) inom eventuell is- eller simhall påverkar planområdet bedöms som liten. Konsekvensen för en eventuell olycka med farliga ämnen inom idrottsområdet kan minskas med föreslagna säkerhetshöjande åtgärder.

Följande åtgärder föreslås för att uppfylla en acceptabel risknivå:

- Ett minsta bebyggelsefritt avstånd om 25 meter[1] från närmsta spårmitt ska hållas mellan ny bebyggelse och Svealandsbanan.
- 25-30 meter från Svealandsbanans närmsta spårmitt kan bebyggelse placeras enligt framräknade risknivåer. Trafikverket anser dock att det inom 30 meter endast bör placeras verksamhet som inte är störningskänslig och där människor endast tillfälligtvis vistas, till exempel parkering, garage och förråd. Om bebyggelse placeras inom 25-30 meter från järnvägen ska följande åtgärder genomföras[2]:
    - bebyggelsen får endast omfatta bebyggelse med låg persontäthet samt ej känsliga personer och endast i vaket tillstånd

[1] Trafikverket tillåter generellt inte bebyggelse närmare än 30 meter från järnvägar. Vid bebyggelse inom 30 meter från Svealandsbanans närmsta spårmitt bör hänsyn tas till att det ska gå att genomföra underhåll på järnvägsanläggningen.
[2] Enligt riktlinje från Länsstyrelsen i Stockholms län

Copyright © AFRY

Riskutredning

    - glas ska utföras i lägst brandteknisk klass EW30
    - fasader ska utföras i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass EI30
    - friskluftsintag ska riktas bort från vägen
    - det ska vara möjligt att utrymma bort från vägen på ett säkert sätt
- Ett minsta avstånd om 50 meter ska hållas mellan eventuell ishall samt eventuell simhall och känslig bebyggelse, så som flerbostadshus, skola/förskola och LSS-boende.
- Inom 150 meter från Svealandsbanan och idrottsområdet ska:
    - friskluftsintag riktas bort från Svealandsbanan och fastighetsgräns för idrottsområde för ny bostadsbebyggelse inom området
    - friskluftsintag placeras så högt upp som möjligt på fasad som vetter bort från Svealandsbanan samt eventuell ishall och simhall.
    - byggnader utföras så att det är möjligt att utrymma bort från Svealandsbanan samt idrottsområdet.

Utöver detta rekommenderas även att det finns möjlighet att stänga av ventilation inom de utrymmen som kommer hantera eventuell klorgas alternativt ammoniak inom simhall respektive ishall. Dessutom bör transporter av farliga ämnen till dessa anläggningar möjliggöras på baksidan av byggnaderna, där färre människor vistas. Befintlig vall mellan Svealandsbanan och aktuellt område samt tillträdesskydd (stängsel) rekommenderas att bevaras.

Om rekommenderad markanvändning och förslag till planbestämmelser tas i beaktande i detaljplanen bedöms föreslagen exploatering vara lämplig och acceptabel ur ett personriskperspektiv.

Copyright © AFRY

Riskutredning

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

I Nykvarn kommun pågår en detaljplaneprocess som syftar till att utveckla Cementen 1 och Cementen 2 samt en del av Nykvarn 1:74 m.fl. Markanvändningen inom fastigheten utgörs idag av oexploaterad mark samt idrottsområde, men den nya detaljplanen kommer medge byggnation av bostäder samt ett större idrottsområde. Detaljplaneområdet är beläget vid Svelandsbanan, som trafikeras av både persontåg och godståg, inkl. transport av farligt gods. Eftersom avståndet till detaljplanen understiger de avstånd som föreslås i Länsstyrelsens riktlinjer [1] ska risker kopplade till transport av farligt gods undersökas. Även rekommendationer från Trafikverket om planläggning intill järnvägar anger att en riskutredning ska tas fram då bebyggelse planeras inom 150 meter från närmsta spårmitt av järnvägen.

Syftet med denna riskutredning var att undersöka personrisker kopplat till urspårning och farligt gods-transporter på Svealandsbanan och även risker kopplade till övriga riskobjekt inom området och i områdets närhet.

Vid behov föreslås åtgärder och planbestämmelser för att reducera riskerna så att en acceptabel risknivå kan erhållas.

Målet är att markanvändningen inom studerat planområde är lämplig i relation till påverkan på människors liv och hälsa. Detta med avseende på riskbidraget från Svealandsbanan och från eventuell hantering av farliga ämnen inom planerade verksamheter.

1.2 Avgränsningar

Riskutredningen omfattar planärendet för Cementen 1 och Cementen 2 samt en del av Nykvarn 1:74 m.fl.

Riskanalysen avgränsas till att beakta påverkan på människors hälsa från oavsiktliga olyckor på Svealandsbanan (inkl. farligt godstransporter), hantering och transporter av farliga ämnen till ishall och simhall samt eventuella andra risker som identifieras inom projektet inom ca 150 meter från planområdet. Bortanför 150 meter är riskbidraget generellt acceptabel från de flesta riskobjekt.

Särskilt riskfyllda anläggningar, exempelvis så kallade Sevesoverksamheter[3], kan hantera och förvara stora mängder brandfarliga, explosiva och/eller giftiga ämnen och kan innebära att längre avstånd än 150 meter bör utredas. Inga sådana anläggningar har identifierats på ett sådant avstånd att det bör omfattas i denna riskutredning.

Risken från transporter av farligt gods på Svealandsbanan samt urspårning analyseras kvantitativt vilket innebär att beräkningar genomförs. Övriga risker som identifieras i denna riskutredning bedöms kvalitativt, dels då det i nuläget är osäkert hur dessa utformas och

[3] Sevesoverksamheter är verksamheter som lyder under Sevesolagstiftningen som omfattar lagen (1999:381), förordningen (2015:236) och föreskrifterna (MSBFS 2015:8) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor

Copyright © AFRY

Riskutredning

placeras, dels då det i detta skede är osäkert vilka typer och mängder av ämnen som kommer hanteras.

De kvantitativa beräkningarna omfattar olyckor som kan medföra påverkan på människor så att dessa förväntas omkomma. Skador som inte leder till dödsfall undersöks ej. Med olyckor menas i denna rapport händelser som resulterar i en konsekvens där människors hälsa kan påverkas negativt, men där ingen avsikt har funnits från någon ingående aktör att åsamka skada. Händelseförlopp där istället avsikten är att medvetet skada människor, så kallade antagonistiska händelser, omfattas ej av föreliggande utredning.

Vidare tas ingen hänsyn till exempelvis skador på miljön, skador orsakade av långvarig exponering eller materiella skador inom området (om inte dessa i sin tur kan innebära en personrisk).

Copyright © AFRY

Riskutredning

2 Metod

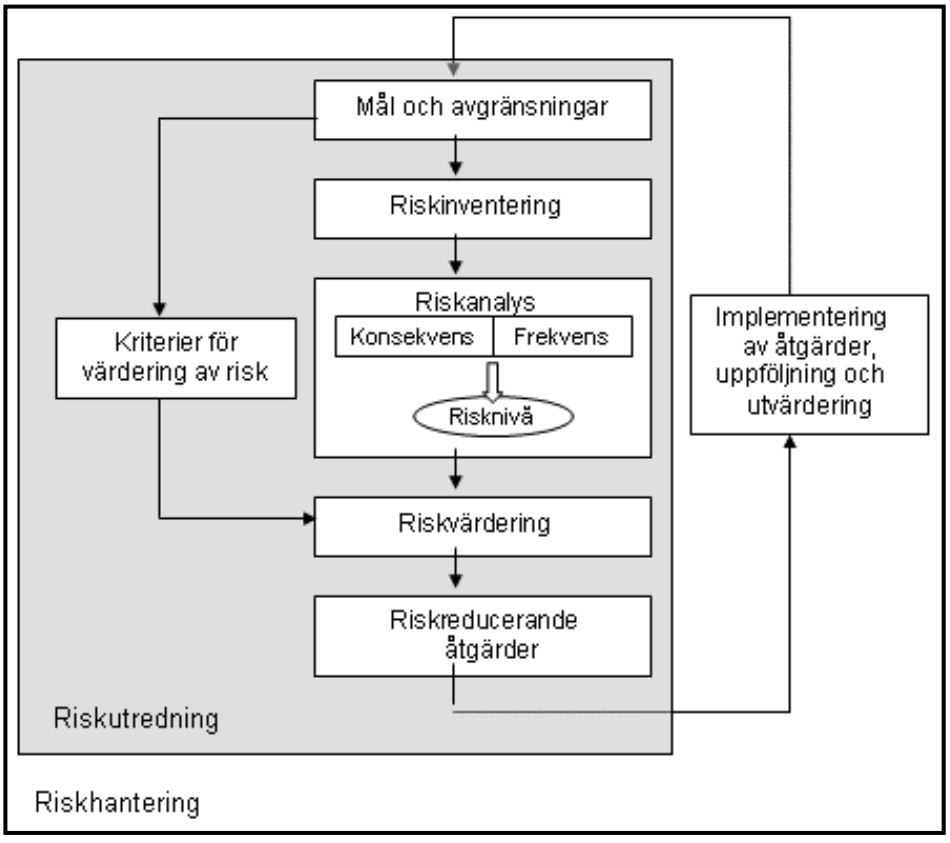
Att genomföra en riskutredning innebär i sig flera olika delmoment. Inledningsvis bestäms de **mål och avgränsningar** som gäller för den aktuella riskutredningen. Även principer för hur risken värderas ska fastställas.

Därefter tar **riskinventeringen** vid, som syftar till att förstå vilka risker som påverkar riskbilden för det aktuella objektet. Aktuella olycksscenarion presenteras i en så kallad olyckskatalog.

I **riskanalysen** analyseras sedan de identifierade olycksscenariorna avseende deras konsekvenser och sannolikhet. Riskanalysen kan göras kvalitativt eller kvantitativt beroende på omfattningen av riskutredningen.

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. Processen åskådliggörs i Figur 2-1 nedan.



Figur 2-1. Riskhanteringsprocessen.

Copyright © AFRY

Riskutredning

2.1 Programvara

I denna riskutredning har konsekvens- och frekvensberäkningar gjorts med programvaran Riskcurves [2]. Programmet har tagits fram av The Netherlands Organisation for applied scientific research (TNO) som är ett oberoende forskningsinstitut. Frekvensberäkningar i föreliggande studie baseras till stor del på de källor som används i Riskcurves [3]. 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.

2.2 Styrande lagstiftning och riktlinjer

Det finns lagstiftning på nationell nivå som föreskriver att riskanalys ska genomföras, plan- och bygglagen (2010:900) och Miljöbalken (1998:808). 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 och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser. I miljöbalken anges att när val av plats sker för en verksamhet ska det göras med hänsyn till olägenheter för människors hälsa och miljön.

Det anges i lagtext 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 markanvändning som kan användas vid planering.

I denna utredning används Länsstyrelsen i Stockholms läns dokument *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods* [4]. Även rekommendationer från Trafikverket om planläggning intill järnvägar beaktas som anger att en riskutredning ska tas fram då bebyggelse planeras inom 150 meter från närmsta spårmitt av järnvägen.

Länsstyrelsen i Stockholms län anser i dokumentet att risker förknippade med transport av farligt gods ska beaktas vid framtagande av detaljplaner inom 150 meters avstånd från en led för farligt gods. Närmare detaljeringsgrad eller på det sätt som riskerna ska beaktas anges inte utan beror på planförslagets riskbild.

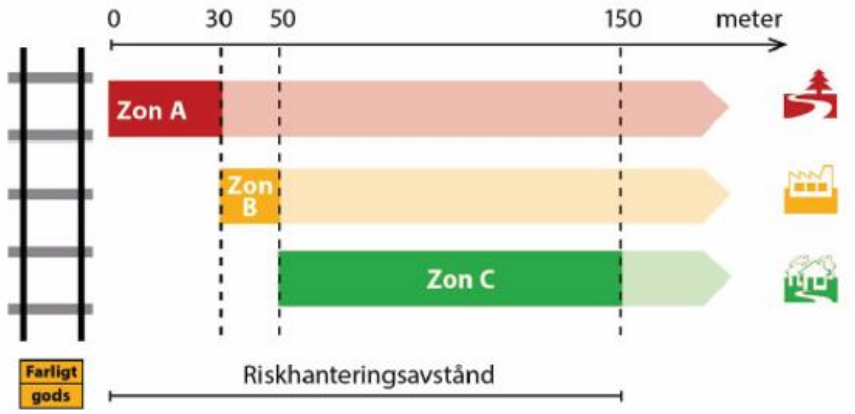
Figur 2-2 visar en rekommenderad indelning av tre olika zoner och deras skyddsavstånd invid en farligt gods-led gällande både väg- och järnväg. Zonerna har i länsstyrelsens riktlinjer specificerats med fasta avståndsgränser.

Tabell 2-1 redogör för olika typer av markanvändning för de tre zonerna där zon A är närmast och zon C är längst ifrån farligt gods-leden i det aktuella plan-/programområdet. Den genomgående tanken är att verksamheter och markanvändning som är förknippad med en stor persontäthet skall befinna sig så långt bort från farligt gods-leden som rimligen kan vara möjligt för att minska individ- och samhällsrisken för tredje person. Generellt kan dock sägas att ju kortare skyddsavstånd desto större krav på utförlig riskutredning. Mellan 50-150 meter behövs det vanligtvis inte tas fram någon fullständig riskutredning, men risker och förutsättningar ska beskrivas på sådant sätt att Länsstyrelsen anser att riskerna beaktats.

Copyright © AFRY

Riskutredning

Länsstyrelsen i Stockholms län menar vidare att det för bebyggelse intill järnväg där farligt gods transporteras ska det finnas ett bebyggelsefritt avstånd på minst 25 meter från närmaste spårmitt och bebyggelse. Inom 30 meter från närmaste spårmitt finns också krav på vissa byggnadstekniska skyddsåtgärder.



Figur 2-2. Zonindelning för skyddsavstånd [4].

Tabell 2-1. Rekommenderad markanvändning för zonerna A, B och C [4].

Zon A	Zon B	Zon C
G – drivmedelsförsörjning (obemannad) L – odling och djurhållning P – parkering (ytparkering) T - trafik	E – tekniska anläggningar G – drivmedelsförsörjning (bemannad) J - industri K - kontor N – friluftsliv och camping P – parkering (övrig parkering) Z - verksamheter	B – bostäder C – centrum D – vård H - detaljhandel O – tillfällig vistelse R – besöksanläggningar S - skola

Riktlinjerna anger att för besöksanläggningar[4] samt bostäder, zon C, som uppförs inom 30 meter från en primär transportled, ska följande åtgärder säkerställas genom planbestämmelser:

- glas ska utföras i lägst brandteknisk klass EW30
- fasader ska utföras i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass EI30
- friskluftsintag ska riktas bort från vägen
- det ska vara möjligt att utrymma bort från vägen på ett säkert sätt

Länsstyrelsen i Stockholm anger i riktlinjerna att de anser att skyddsavstånd generellt är att föredra framför andra skyddsåtgärder, och att ett minsta avstånd om 25 meter ska hållas till primära transportleder för farligt gods. Vid korta avstånd lägger Länsstyrelsen större vikt vid eventuella konsekvenser av en olycka med farligt gods än sannolikheten för att en sådan olycka ska inträffa.

[4] Vilket är fallet för aktuellt planområde med idrottsområdet.

Copyright © AFRY

Riskutredning

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 meter från järnvägen (mätt från spårmitt på närmsta spår). Verksamhet som inte är störningskänslig och där människor endast tillfälligt vistas, t.ex. garage, parkering och förråd, kan dock uppföras inom 30 meter. Hänsyn bör dock tas till möjlighet att underhålla järnvägsanläggning och bebyggelse. [5]

2.3 Kvantitativa riskmått

Inom samhällsplanering kan kvantitativ riskanalys användas om riktlinjer liknande de som beskrivs ovan inte finns eller om sådana riktlinjer på något sätt frångås. En kvantitativ riskanalys brukar innebära att två olika riskmått beräknas och sedan jämförs med vedertagna kriterier. Riskmåtten är individrisk och samhällsrisk. Individriskkriterier syftar till att säkerställa att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla risker. Samhällsrisk syftar till att säkerställa att ett område (allt ifrån ett bostadsområde till samhället i stort) som en helhet inte utsätts för oacceptabla risker.

2.3.1 Individrisk

Med individrisk avses sannolikheten (frekvensen) att en hypotetisk och oskyddad individ som kontinuerligt befinner sig på en plats ska omkomma på ett visst avstånd från ett riskobjekt, ofta utomhus [6]. 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.

Individrisken beräknas enligt:

$$IR_{x,y} = \sum_{i=1}^{n} IR_{x,y,i} \qquad \textit{formel 1a, 1b}$$

$$IR_{x,y,i} = f_i * p_{f,i}$$

Där f_i är frekvensen för sluthändelsen i. $P_{f,i}$ är sannolikheten för studerad konsekvens. Den antas, enligt ovan, till 1 eller 0 beroende på om individen befinner sig inom eller utanför effektzonen. Genom att summera individrisken för de olika sluthändelserna på olika avstånd från riskobjektet, kan individrisken för området presenteras.

2.3.2 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, i form av persontäthet. Till skillnad från vid beräkning av individrisk tas även hänsyn till eventuella tidsvariationer, som t.ex. att persontätheten i området kan vara hög under en begränsad tid på dygnet eller året. Samhällsrisken är ej rättighetsbaserad, utan utgår istället ifrån hur mycket sammanlagd risk ett samhälle kan tolerera.

Samhällsrisken beräknas enligt formel 2 nedan.

Copyright © AFRY

Riskutredning

$$N_i = \sum_{x,y} P_{x,y} * p_{f,i} \qquad \textit{formel 2}$$

N_i står för antalet människor som utsätts för den studerade sluthändelsen *i*. $P_{x,y}$ är antalet individer i punkten x, y och $p_{f,i}$ definieras enligt individrisken ovan.

Samhällsrisken redovisas normalt i F/N-kurvor.

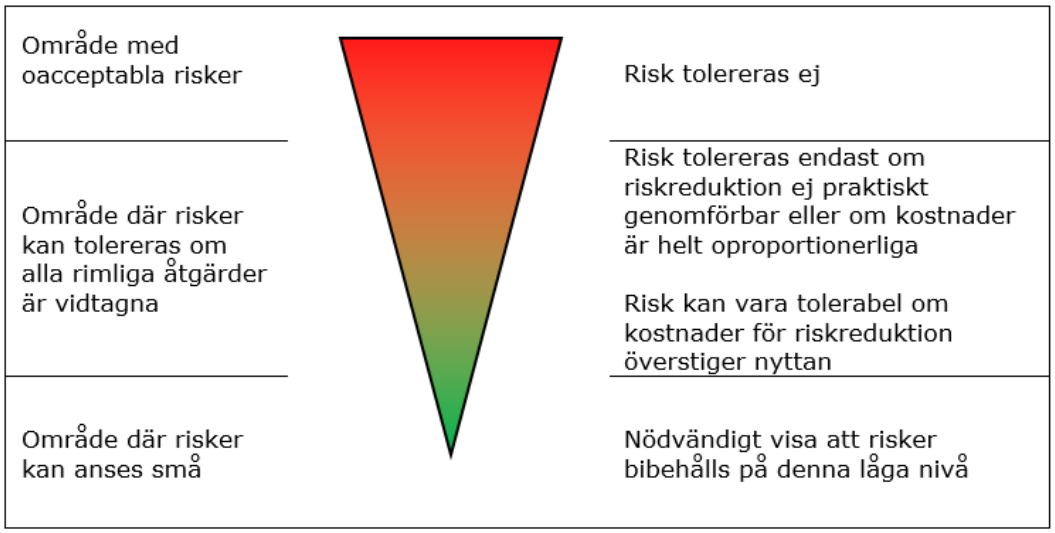
$$F_N = \sum_i F_i \quad \textit{för alla sluthändelser i för vilka Ni ³ N} \qquad \textit{formel 3}$$

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.

2.4 Riskvärdering

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. Det Norske Veritas (DNV) tog, på uppdrag av Räddningsverket, fram förslag på riskkriterier [6] gällande individ- och samhällsrisk, som kan användas vid riskvärdering. 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 2-3.



Figur 2-3. Princip för värdering av risk. Fritt från Räddningsverket [6].

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

Copyright © AFRY

Riskutredning

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 föreslås följande kriterier [6]:

- Övre gräns för område där risker, under vissa förutsättningar kan tolereras: 10^{-5} per år
- Övre gräns för område där risker kan kategoriseras som små: 10^{-7} per år

Kriterierna för individrisk avser en hypotetisk oskyddad person utomhus.

För samhällsrisk föreslås följande kriterier [6]:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras: $F=10^{-4}$ per år för N=1 med lutning på F/N-kurva: -1
- Övre gräns för område där risker kan anses vara små: $F=10^{-6}$ per år för N=1 med lutning på F/N-kurva: -1

I motsats till individrisk beräknas samhällsrisken med avseende på de i undersökt område som faktiskt utsätts för risken. För transportleder föreslås kriterierna av Räddningsverket [6] gälla för en sträcka av 1 km.

Även följande fyra vägledande principer är allmänna utgångspunkter för värdering av risk:

Rimlighetsprincipen: Om det med rimliga tekniska och ekonomiska medel är möjligt att reducera eller eliminera en risk ska detta göras.

Copyright © AFRY

Riskutredning

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 realiseras bör detta hellre ske i form av händelser som kan hanteras av befintliga resurser än i form av katastrofer.

Copyright © AFRY

Riskutredning

3 Skyddsvärda objekt

Denna riskutredning 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.

För att studera samhällsrisken ur ett större perspektiv enligt riktlinjerna från Stockholm länsstyrelse omfattar riskutredningen även skyddsvärda objekt i form av personer i och utanför byggnader som inte är kopplade till studerat planområde. Detta större område avgränsas till att inkludera markanvändning inom 150 meter från vardera sida av Svealandsbanan och längs med järnvägen ca 500 meter nordväst respektive sydöst om studerat planområde, på så sätt att den totala beräknade sträckan av Svealandsbanan 1 km.

I avsnitt 4.2 tydliggörs det avgränsande område som beaktas utifrån det större samhällsriskperspektivet enligt riktlinjerna.

Copyright © AFRY

Riskutredning

4 Beskrivning av planområde

Planområdet i aktuell utredning syns i Figur 4-1. Markanvändningen inom området utgörs idag av oexploaterad mark samt idrottsområde. Området planeras nu för att utvecklas till en ny sammanhängande stadsdel med bostäder och ett större idrottsområde. Bebyggelsen planeras utgöras av flerbostadshus i 2 till 2,5 våningar samt radhus och kedjehus i 2 våningar. Det planeras för 11 mindre flerbostadshus med ca 8 lägenheter i varje hus (ca 88 lägenheter totalt) och sammanlagt 192 radhus och kedjehus. Avståndet mellan bostadsbebyggelsen och Svealandsbanan är cirka 125 meter.

Svealandsbanan trafikeras av person- och godståg, inklusive transport av farligt gods. Transporter med farligt gods kan innebära riskbidrag i form av transportolyckor med olika typer av ämnen vilka delas in i nio olika klasser. Ämnen i dessa klasser kan vara brandfarliga eller giftiga och därmed skada människor och/eller miljön. Även person- och godståg som inte transporterar farligt gods kan utgöra fara i närheten av järnvägen i händelse av urspårning.

Inom idrottsområdet kommer eventuell ishall samt simhall uppföras, utformningen av detta område är dock inte klarlagd och det finns ingen tidsplan för när detta kan komma att genomföras. Exempel på vad området skulle kunna innehålla är; ishall, simhall, fotboll/friidrottsanläggning med läktare, utomhusbanor för tex. padel och tennis samt område för utomhusträning. Minsta avstånd mellan planområdet och Svealandsbanan mäts till ca 22 meter.

Till eventuell simhall kan det behöva transporteras klor och till eventuell ishall kan transporter av vattenfri ammoniak bli aktuella. Transporter och hantering av klor och vattenfri ammoniak kan resultera i olyckor med utsläpp av giftig gas som följd, vilket skulle kunna ge allvarliga hälsoeffekter för människor som påverkas.

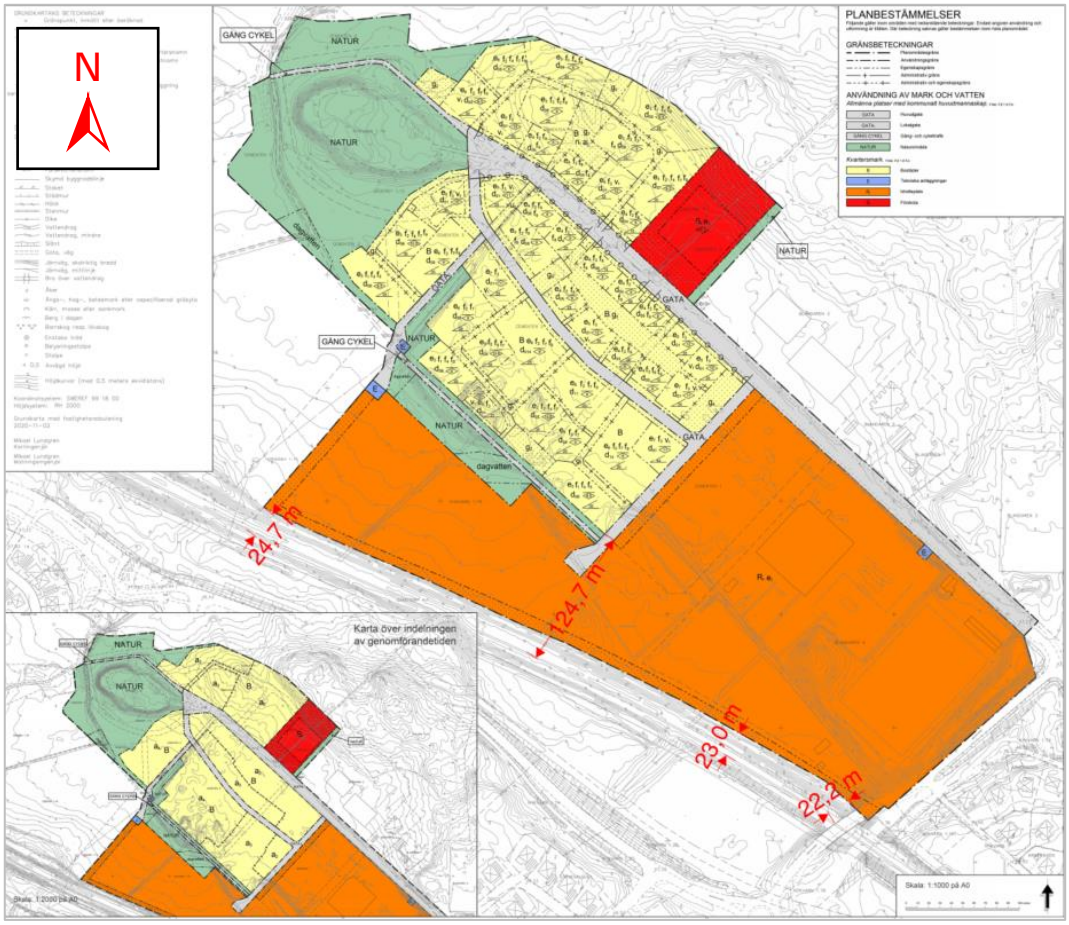
Riskbilden i området är därmed komplex, med flertalet olika verksamheter med varierande riskbidrag samt verksamheter och mark där ett stort antal människor kan befinna sig, samt osäkerheter i utformningen av idrottsområdet.

Inga särskilt känsliga verksamheter såsom exempelvis sjukhus, vård- och omsorg eller skola finns inom 150 meter från aktuellt planområde utöver Furuborgsskolan som ligger i direkt anslutning till området, se röd yta i Figur 4-1. Närmaste bostadshus finns öster om Björkhemsvägen i planområdets södra gräns. Inga befintliga flerbostadshus har identifierats i närheten av aktuellt område.

För att beräkna samhällsriskmåttet behöver personbelastningen i området uppskattas, vilket görs i nästkommande avsnitt.

Copyright © AFRY

Riskutredning



Figur 4-1. Ortofoto med planområdets avgränsning. Sydväst gränsar planområdet till Svealandsbanan. Orange område utgör tänkt idrottsplats, gult område bostäder, rött område befintlig skola och grönt område grönområde. Sydväst om rött område finns ett befintligt LSS-boende. © Nykvarn kommun

4.1 Angränsande områden

I angränsning till området finns en befintlig skola, Furuborgsskolan som i dagsläget har elever mellan klass F-6. I anslutning till området ligger även ett LSS-boende (> 10 lägenheter i två våningar). Sydväst om området samt sydöst om planområdet ligger områden med bostäder, vilka främst består av villor.

4.2 Persontäthet

För att kunna beräkna samhällsrisknivån används områdets persontäthet. I utredningen kommer samhällsrisken att beräknas för två olika scenarier. Dels för befintlig utformning (härefter kallat nollalternativ), dels för fullt vidtagen detaljplan och planerad bebyggelse (härefter kallat utvecklingsalternativ). Av denna anledning behöver persontätheten i området uppskattas för båda beräkningsscenarierna.

Copyright © AFRY

Riskutredning

4.2.1 Nollalternativ

Nollalternativet definieras i denna utredning som befintlig utformning inom området, med skola, mindre idrottsområde samt befintliga bostäder söder och öster om studerat område.

I beräkningsprogrammet Riskcurves definieras persontätheter med hjälp av befolkningspolygoner. I beräkningsprogrammet definieras befolkningspolygoner enligt Figur 4-2. Då polygonernas utformning har inverkan på resultatet har följande grundförutsättningar ansatts:

- Bostäder och verksamheter inom 150 meter från vägen har inkluderats i beräkning. Avståndet har valts med avseende på Länsstyrelsens riktlinjer angående riskhänsyn vid fysisk planering intill transportleder för farligt gods [7]. Furuborgsskolan samt befintligt LSS-boende ligger ca 300 meter från järnvägen och persontätheten från dessa inkluderas inte i beräkningarna.
- För sammanhållen bebyggelse har polygonerna inkluderat hela det aktuella området. För fristående tomter har endast aktuell fastighet inkluderats i polygonen.
- Fristående byggnadsverk där personer inte förväntas uppehålla sig stadigvarande har inte inkluderats.

Figur 4-2. Definition av befolkningspolygoner.

I Tabell 4-1 presenteras indata till respektive befolkningspolygon. Grundläggande antaganden är att det bor i snitt 2,7 personer per bostad i småhus och 1,9 personer per bostad i flerbostadshus [8]. Vidare antas att 100 % av de boende vistas inom området på natten och 60 % på dagen. Bostadsområdet söder om Svealandsbanan består av ca 39 villor (inom 150 meter från järnvägen). Bostäder öster om aktuellt planområde består av ca 6 villor (inom 150 meter från järnvägen).

Copyright © AFRY

Riskutredning

Idrottsområdet består idag av en multihall samt fotbollsplaner och bana för bågskytte. Multihallen, kallad Furuborgshallen, rymmer som mest 1 500 personer på läktaren samt ca 500 personer på plan, inom omklädningsrum och liknande. Hallen antas dock endast ha en hög personbelastning maximalt 3 kvällar i veckan, resterande tid (då hallen är öppen) antas personbelastningen vara ca 50 % av den maximala, vilket antas motsvara ca 70 h i veckan (12 h/dag, 7 dagar i veckan).

Utöver Furuborgshallen finns det inom området idag en fotbollsplan samt bågskyttebana. Maximal personbelastning inom dessa ytor uppskattas till ca 100 personer, och de antas vara närvarande i samma utsträckning som inom Furuborgshallen. Övrig tid antas personbelastningen vara 50 personer. Dessa antas endast befinna sig utomhus.

Tabell 4-1. Personbelastning för respektive befolkningspolygon.

Befolkningspolygon	**Person-belastning (dag | natt)**	**Nyttjandegrad**	**Fraktion inomhus (dag | natt)**
Furuborgshallen hög	**-|**1500	12 h/vecka	0,93**|**0,93
Furuborgshallen låg	900**|-**	84 h/vecka	0,93**|**0,93
Idrottsområde	50**|**100	Hög: 12 h/vecka Låg/medel: 84 h/vecka	0**|**0
Bostäder sydväst om järnväg	5**|**8	Hela året	0,93**|**0,99
Bostäder söder om järnväg	97**|**58	Hela året	0,93**|**0,99
Bostäder sydöst om planområde	10**|**16	Hela året	0,93**|**0,99

4.2.2 Utvecklingsalternativ

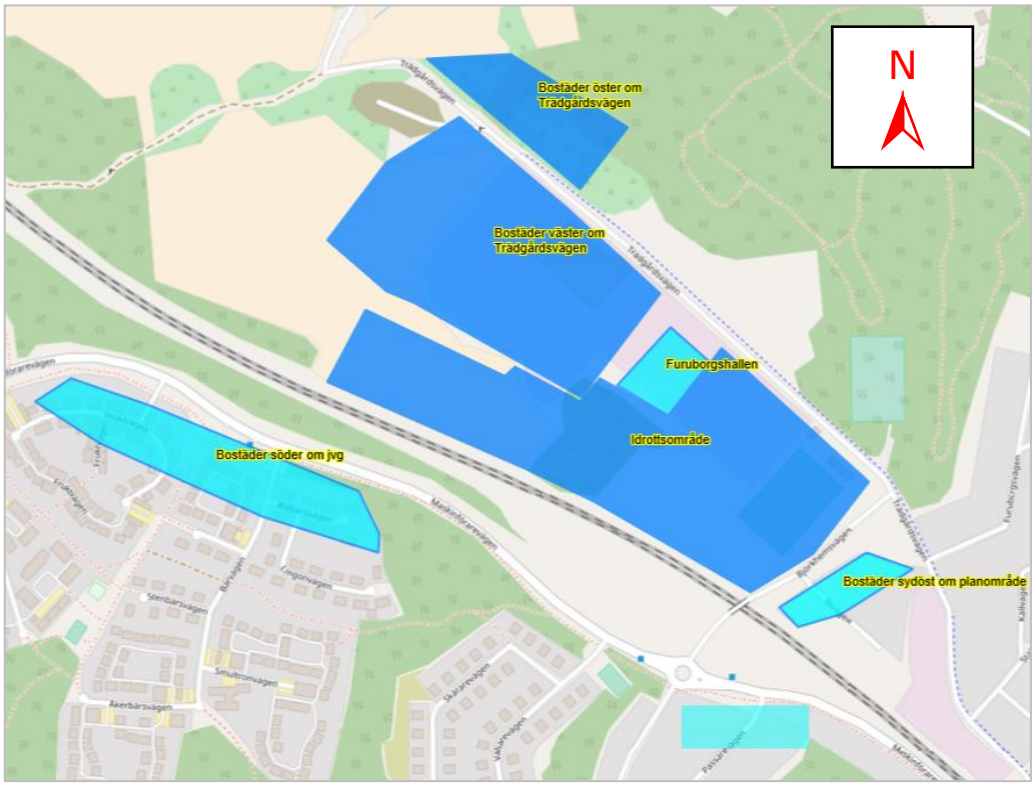
I utvecklingsalternativet tillkommer detaljplaneområdet som ska prövas, vilket kommer utgöras av större idrottsområde samt bostäder. Exakt utformning på idrottsområdet är i dagsläget inte bestämt men exempel på bebyggelse inom området är; ishall, simhall, fotboll/friidrottsanläggning med läktare, utomhusbanor för tex. padel och tennis samt område för utomhusträning. Tillsammans med Nykvarn kommun har det gjorts en uppskattning om det maximalt skulle kunna röra sig ca 2 000 personer inom idrottsområdet (Furuborgshallen ej inkluderad). Den maximala personbelastningen antas dock endast befinna sig inom området under ett fåtal tillfällen, vilket konservativt sätts till 4 h 3 kvällar i veckan. Övrig öppen tid antas 50% av den maximala personbelastningen befinna sig i området, vilket skattas till 12 h per dag. Då det finns stora osäkerheter kring hur personer kommer röra sig i området och besöka de olika anläggningarna görs en konservativ skattning av personantalet. Eftersom det finns grönområde samt fotbollsplaner i området antas en större andel än normalt befinna sig utomhus, i båda fallen (hög och låg persontäthet) antas därför 50 % av personerna befinna sig inomhus.

De tillkommande bostäderna planeras utgöras av 11 mindre flerbostadshus med ca 8 lägenheter i varje hus (ca 88 lägenheter totalt) och sammanlagt 192 radhus och kedjehus. Området är uppdelat på två olika sidor av trädgårdsvägen. Öster om trädgårdsvägen planeras för två flerbostadshus och 55 radhus och kedjehus. Väster om trädgårdsvägen planeras för 9 flerbostadshus och 137 radhus och kedjehus.

Copyright © AFRY

Riskutredning

I beräkningsprogrammet Riskcurves definieras persontätheter med hjälp av befolkningspolygoner, vilka redovisas i Figur 4-3 och Tabell 4-2 för utvecklingsalternativet. I denna utredning finns i aktuellt skede ingen information om var de olika anläggningarna inom idrottsområdet kommer placeras förutom den befintliga Furuborgshallen, varför dessa konservativt fördelas jämnt över ytan.



Figur 4-3. Blå färg visar tillkommande eller förändrade polygon i utvecklingsalternativet.

Tabell 4-2. Personbelastning för respektive befolkningspolygon i utvecklingsalternativet.

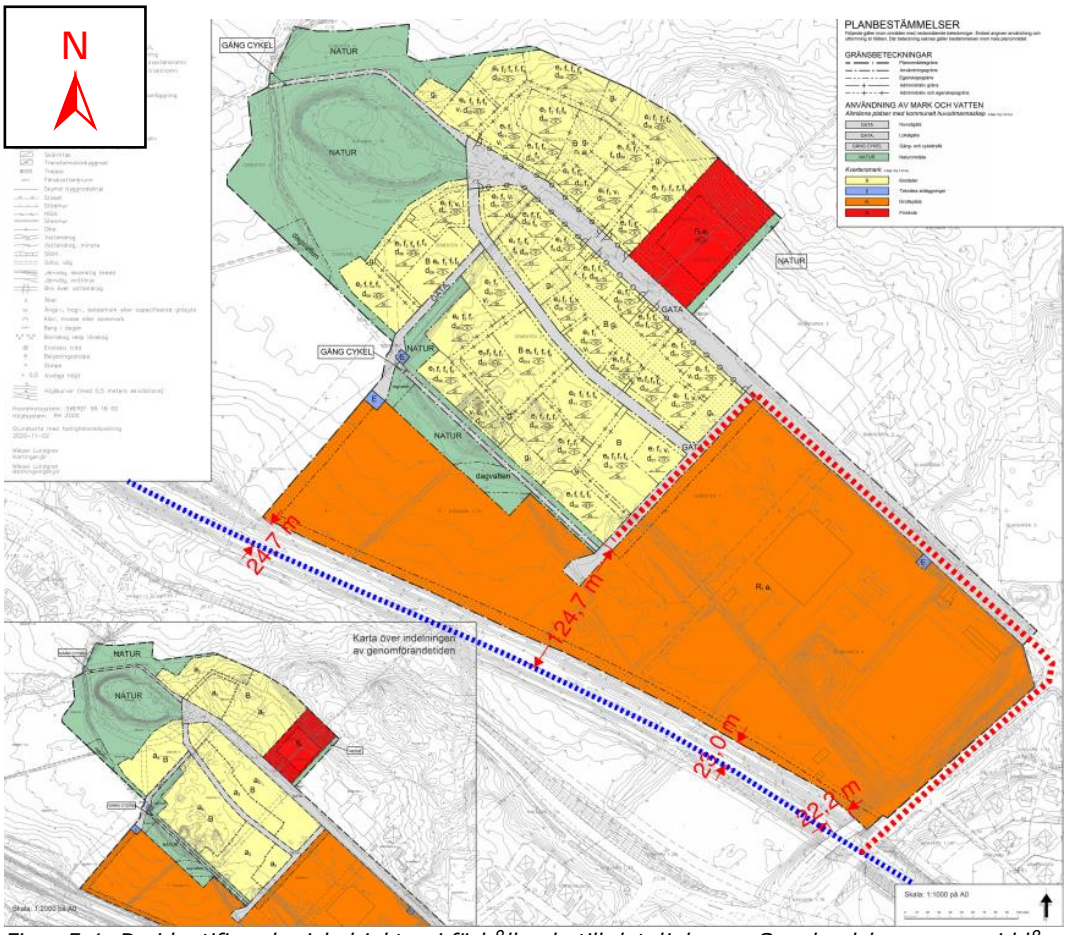
Befolknings-polygon	**Person-belastning (dag | natt)**	**Nyttjande-grad**	**Fraktion inomhus (dag | natt)**
Bostäder öster om Trädgårdsvägen	112|187	Hela året	0,93|0,99
Bostäder väster om Trädgårdsvägen	313|522	Hela året	0,93|0,99
Idrottsområde hög	-|2000	12 h/vecka	0,5|0,5
Idrottsområde låg	1000|-	84 h/vecka	0,5|0,5

Copyright © AFRY

Riskutredning

5 Riskinventering

De identifierade riskobjekten som kommer analyseras vidare är Svealandsbanan samt eventuell ishall och simhall inom idrottsområdet och eventuella transporter av farliga ämnen till dessa verksamheter. Riskobjekten och deras placering i förhållande till detaljplanen syns i Figur 5-1. Placering av simhall och ishall är dock inte bestämd och därför är dessa objekt inte markerade i skissen, men de kan eventuellt förekomma inom idrottsområdet.



Figur 5-1. De identifierade riskobjekten i förhållande till detaljplanen. Svealandsbanan syns i blå streckad linje, väg där transport av farliga ämnen kan ske till sim- och ishall syns i röd streckad linje. Eventuell ishall och simhall kommer placeras inom idrottsområdet (det orangea området) men exakt placering av dessa är ännu inte känd och de är därför inte utmarkerade).

5.1 Riskobjekt: Svealandbanan

Svealandsbanan är utpekad som riksintresse för kommunikationer och invigdes 1997 och går mellan Södertälje syd och Valskog via Eskilstuna. Till största delen är sträckan enkelspårig, men bland annat mellan Nykvarn och Läggesta finns dubbelspår. Det finns planer på att bygga ut sträckan med dubbelspår på fler positioner.

Copyright © AFRY

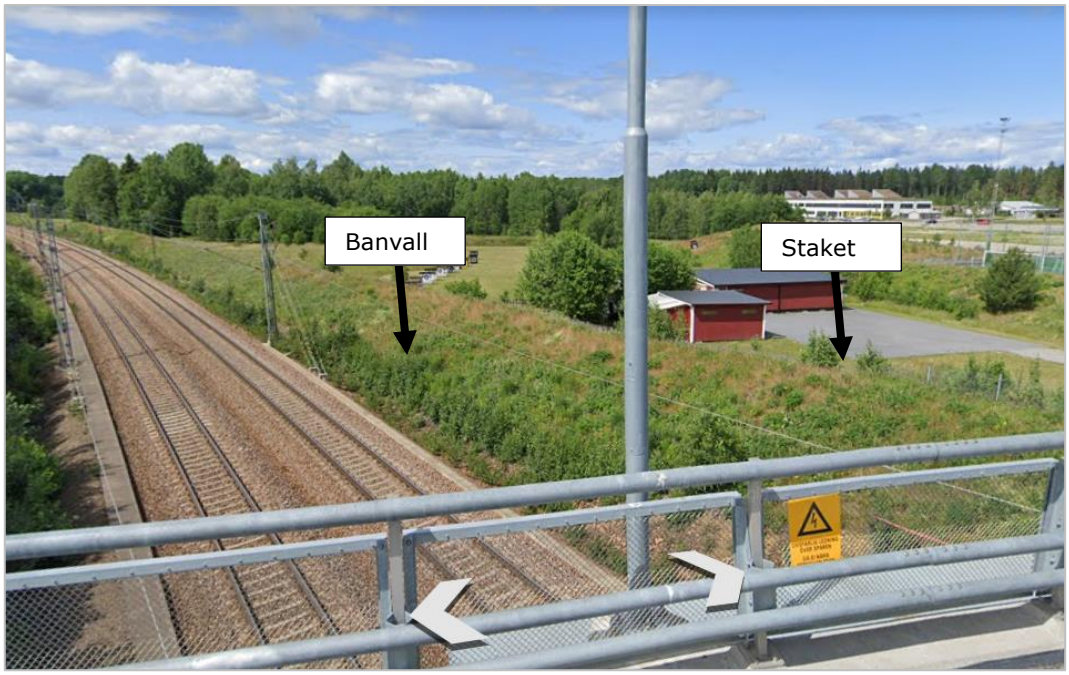
Riskutredning

Förutom att tåg kan spåra ur och innebära en riskpåverkan kan transport av farligt gods ske på sträckan eftersom inga restriktioner om detta finns. Svealandsbanan utgör därför riskobjekt i denna utredning sammantaget både urspårning och farligt godsolyckor.

Svealandsbanan går söder om studerat område på ca 22 meters avstånd till plangränsen (räknat från närmsta räl), se Figur 5-1. Största tillåtna hastighet (STH) på berörd sträcka är 200 km/h. [9] Godståg förväntas dock inte framföras rent allmänt snabbare än mellan 70 – 160 km/h. I beräkningarna kommer godståg antas framföras med hastigheten 100 km/h förbi studerat område. Sträckan är vidare fjärrstyrd från driftcentralen i Norrköping och sträckan är försedd med ATC (Automatic Train Control)-systemet.

Ingen växel finns i direkt anslutning till studerat område, utan närmaste växel ligger utanför den sträcka om 1 km som beräkningarna kommer att genomföras på. Därför kommer växeln inte att medverka som en riskfaktor i riskutredningen.

Invid Svealandsbanan finns en ca 3-4 meter hög banvall och bakom vallen ett staket, se Figur 5-2. Svealandsbanan går i ungefär samma höjdläge som studerat område.



Figur 5-2. Foto som visar del av Svealandsbanan förbi studerat område. Källa: Google Earth © Google

Olyckor på Svealandsbanan som kan påverka planområdet är olycka med farligt gods, mekanisk påverkan av urspårade tåg, tågbrand samt kollision med mötande tåg. Dessa händelser beskrivs mer utförligt i kommande avsnitt.

Copyright © AFRY

Riskutredning

5.1.1 Olycka farligt gods

5.1.1.1 Trafikuppgifter järnvägstransporter

Enligt Trafikverkets framtidsprognos för år 2040 kommer sammanlagt 6 godståg och 68 persontåg per dygn transporteras på sträckan [10]. Detta motsvarar omkring 2 190 godståg och 24 820 persontåg per år, se Tabell 5-1. Antalet transporter år 2040 enligt Trafikverkets utvecklingsprognos avrundas uppåt till närmsta hundratal för att ta höjd för osäkerheter i prognosen.

Tabell 5-1. Antalet gods- och persontåg per år enligt Trafikverkets prognos [10].

Tågtyp	**Antal tåg per år**
Godståg	2 200
Persontåg	24 900

Frekvensen för olycka med farligt gods på sträckan förbi området beräknas enligt metod som beskrivs i beräkningsbilaga. Frekvens för olycka med farligt gods på sträckan beräknades till en grundfrekvens av $2{,}09 \cdot 10^{-4}$ per år, vilket motsvarar en sådan olycka ungefär var 4 780:e år.

5.1.1.2 Fördelning av farligt gods på järnväg

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och produkter, som har sådana farliga egenskaper att de kan skada människor, miljö, egendom och annat gods om det inte hanteras rätt under transport. Transport av farligt gods omfattas av regelsamlingar, ADR/RID som tagits fram i internationell samverkan. Det finns således regler för vem som får transportera farligt gods, hur transporterna ska ske, var dessa transporter får ske och hur godset ska vara emballerat samt vilka krav som ställs på fordon för transport av farligt gods. Alla dessa regler syftar till att minimera risker vid transport av farligt gods.

Farligt gods delas in i nio olika klasser med hjälp av de så kallade ADR/RID-systemen som baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. För varje klass finns också ett antal underklasser som mer specifikt beskriver transporten.

Inga platsspecifika uppgifter finns om farligt godstransporterna på den angränsande sträckan av Svealandsbanan intill det studerande området då dessa är skyddsklassade.

I en tidigare utförd riskutredning för Svealandsbanan avseende sträckan Strängnäs-Härad från 2012, anger Trafikverket dock att *"Inget farligt gods transporteras i reguljär trafik på Svealandsbanan idag. Det finns inte heller några planer för sådana transporter i framtiden*". [11]

Huruvida om antagandet om farligt gods på Svealandsbanan fortfarande gäller har inte kunnat säkerställas. Det bedöms därför som att transporter av farligt gods på Svealandsbanan inte kan uteslutas i framtiden.

Trafikverket anger vid tiden för förra riskutredningen som rörde bostadsområdet [12] följande på sin hemsida om Svealandsbanan: *"Alla kommuner längs Svealandsbanan vill att fler godstransporter sker med tåg. Det finns ett intresse för att bygga industrispår längs*

Copyright © AFRY

Riskutredning

banan. Detta kan marginellt öka godstrafiken. Framför allt för gods med start eller mål längs Svealandsbanan. Men det planeras inte någon omfattande genomgående godstrafik på banan." [13] Källan får inte att hitta vid tidpunkten för denna riskutredning.

Inga plastspecifika uppgifter finns på den studerade sträckan om vilka klasser och mängder farligt gods som transporteras i dagsläget, än mindre vad som kommer att transporteras år 2040. För att kunna uppskatta detta kommer därför det svenska rikssnittet att användas, i kombination med att sträckan år 2040 kommer att trafikeras av 6 godståg per dygn.

Den senaste tillgängliga statistiken avser 2020 då totalt 3 miljoner ton farligt gods transporterades på det svenska järnvägsnätet. Detta är en minskning på 16 % jämfört med 2019, det är framförallt transport av brandfarliga vätskor som inte genomförts i samma omfattning. Av det totala transporterade godset utgör farligt gods ca 4%. Utifrån farligt godsklasser har det sedan 2007 varit brandfarliga vätskor följt av gaser som är de vanligaste förekommande på det svenska järnvägsnätet. [14] Då transporter av farligt gods från 2020 kan vara påverkat av pandemin görs även en jämförelse med statistik från 2019. Under 2019 stod 5 % av den transporterade godsmängden av farligt gods vilket motsvarar 3,6 miljoner ton. Även det är en minskning från året innan (2018) med 4% men en ökning med 10% på fem år [15]. Det går även att se att sedan 2014 har transporterna av gaser (klass 2) ökat årligen och blivit den största varuslagsgruppen 2019 och 2020.

Den senast officiellt framtagna statistiken som visar hur fördelningen av farligt godsklasser ser ut på det svenska järnvägsnätet avser 2020. Ett genomsnitt på fördelningen utifrån transporterad godsmängd redovisas i Tabell 5-2 avseende perioden 2010-2020.

Tabell 5-2. Inrikes farligt godstransporter fördelat på RID-S [16].

Klass	Typ av farligt gods	Transporterad godsmängd (tusen ton) 2020	Andel 2010-2020 [%]	Andel 2020 [%]
Klass 1	Explosiva ämnen och föremål	-	-	-
Klass 2	Gaser (komprimerade, flytande eller tryckupplösta)	1143	28,3%	37,8%
Klass 3	Brandfarliga vätskor	737	35,8%	24,4%
Klass 4.1	Brandfarliga fasta ämnen	6	0,2%	0,2%
Klass 4.2	Självantändande ämnen	1	0,25%	0,05%
Klass 4.3	Ämnen som vid kontakt med vatten utvecklar brandfarliga gaser	69	2,9%	2,3%
Klass 5.1	Oxiderande ämnen	314	13,5%	10,4%
Klass 5.2	Organiska peroxider	14	0,45%	0,5%
Klass 6.1	Giftiga ämnen	56	1,9%	1,9%
Klass 6.2	Smittsamma ämnen	-	-	-
Klass 7	Radioaktiva ämnen	0	0,01%	0,0%
Klass 8	Frätande ämnen	634	16,3%	21%
Klass 9	Övriga farliga ämnen och föremål	52	0,45%	1,7%
Totalt		3025	100%	100%

Copyright © AFRY

Riskutredning

I tabellen framgår att den vanligaste typen av transport på det svenska järnvägsnätet mellan 2010-2020 är brandfarliga vätskor följt av brandfarliga gaser, frätande ämnen och oxiderande ämnen. 2020 är det dock gaser som utgör den vanligaste typen och andelen brandfarliga vätskor har minskat. Detta är något som även gäller för år 2019, även om andelen brandfarliga vätskor inte gått ner lika mycket som 2020. Vad denna ökning respektive minskning beror på är svår att säga, och än så länge är det för tidigt att dra några slutsatser om detta är en trend eller ej. Skillnaderna till år 2020 skulle till exempel kunna vara ett resultat av pandemin, det går inte i dagsläget att avgöra om denna förändring är bestående. Vid beräkningarna kommer därför genomsnittet för år 2010-2020 användas.

Dessvärre redovisas inte indelningen i de olika underklasserna till klass 2 i den svenska officiella statistiken från Trafikanalys. Baserat på dåvarande Räddningsverkets undersökning av farligt godsflöden (i ton) i september 2006 uppskattas att klass 2.1 (Brandfarlig gas) stod för ca 15,6 % av totala farligt godsmängden, klass 2.2 för ca 1,08 % och klass 2.3 (Giftig gas) stod för ca 2,04 % [17]. Denna undersökning anger dock andelen av transportmängden och inte antal transporter. Detta måste dock antas vara likställt för att kunna komma fram till en fördelning. Enligt beräkningen ovan anges att klass 2 totalt sett utgör 26,5 % av farligt godstransporterna som genomsnitt under år 2010-2020. Efter att ha använt samma fördelning som i Räddningsverkets undersökning avseende klass 2 fås att klass 2.1 utgör 24,9 %, klass 2.2 utgör 3,4 % och klass 2.3 utgör 0,02 %. Dessa antaganden kommer att användas i beräkningarna. En sammanställning av de olika farligt godsklassernas fördelning som används i beräkningen redovisas i Tabell 5-3.

Tabell 5-3. Fördelning av järnvägstransporter med farligt gods som används i beräkningarna.

Klass	Typ av farligt gods	Andel [%]
1	Explosiva ämnen och föremål	0,00%
2.1	Brandfarliga gaser	24,93%
2.2	Icke brandfarliga, icke giftiga gaser	3,36%
2.3	Giftiga gaser	0,02%
3	Brandfarliga vätskor	35,84%
4.1	Brandfarliga fasta ämnen	0,19%
4.2	Självantändande ämnen	0,25%
4.3	Ämnen som vid kontakt med vatten utvecklar brandfarliga gaser	2,91%
5.1	Oxiderande ämnen	13,47%
5.2	Organiska peroxider	0,45%
6.1	Giftiga ämnen	1,87%
6.2	Smittsamma ämnen	0,00%
7	Radioaktiva ämnen	0,01%
8	Frätande ämnen	16,26%
9	Övriga farliga ämnen och föremål	0,45%

Copyright © AFRY

Riskutredning

I tabellen framgår att den vanligaste typen av transport på det svenska järnvägsnätet mellan 2010-2020, och sannolikt också på studerad järnvägssträcka, utgörs av brandfarliga vätskor följt av brandfarliga gaser, frätande ämnen och oxiderande ämnen.

5.1.1.3 Olycksscenarion vid transport farligt gods

Nedan presenteras vilka olycksscenarion som kan förväntas vid olycka med farligt gods.

Explosiva ämnen (klass 1)
Inom kategorin explosiva ämnen/varor är det primärt underklass 1.1 som utgörs av massexplosiva ämnen som har ett skadeområde på människor större än ett 10-tal meter, upp till 200 m. Exempel på sådana varor är sprängämnen, krut mm. 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 härrör dels från direkta tryckskador dels från värmestrålning samt indirekta skador som följd av sammanstörtade byggnader är troliga. Skadorna vid påverkan på varor av klass 1.2 till 1.6 ger inte samma effekt utan rör sig mer om splitter eller dyl. som flyger iväg från olycksplatsen [18].

Bedömning: Givet att regelverket kring transport av explosiva ämnen är mycket strikt, bedöms sannolikheten för explosion med explosiva ämnen som mycket låg. Som framgår av Tabell 5-2 saknas helt information om transporterade mängder av denna klass i det svenska rikssnittet. Utifrån tidigare skrivningar från Trafikverket om att Svealandsbanan år 2012 inte används för att transport av farligt gods görs bedömningen att denna klass inte tas med i individ- och samhällsriskberäkningarna (detta tas dock med i känslighetsanalys, se 7.1.3).

Endast olyckor med mycket stor last bedöms kunna ge tryckvågor som eventuellt kan ge strukturskador och förstöra fönster som i sin tur kan påverka människor. Om en olycka trots allt skulle inträffa med denna klass bedöms både vallen intill spårområdet vara riskreducerande faktorer.

Brandfarlig gas (klass 2.1)
Klass 2 (gaser) kan transporteras i olika fysikaliska former enligt nedan:

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

[19]

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

Brandfarliga gaser är sådana gaser som vid rumstemperatur (20°C) och normalt lufttryck (101,3 kPa) kan antändas i en luftblandning med högst 13 volymprocent eller har ett brännbarhetsområde i luft om minst 12 procentenheter (oberoende av den undre brännbarhetsgränsen. [19]

Copyright © AFRY

Riskutredning

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

- Jetbrand
- Gasmolnsbrand/explosion
- 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 [20].

Gasmolnsbrand/explosion:

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 [20].

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 detonation. För att en gasmolnsexplosion ska kunna uppstå krävs rätt blandningsförhållande mellan den brännbara gasen och luft och, i de flesta fall, 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. Tillgänglig energi för att klara detta kan finnas i form av en antänd läcka i en annan närstående tank med brandfarlig gas eller vätska.

Bedömning: Brandfarlig gas transporteras förbi planområdet, och om en olycka skulle ske är det troligt att detta leder till konsekvenser i planområdet. Transporter av brandfarlig gas utgör ca 24,9 % av allt farligt gods utifrån de antaganden och den statistisk som redovisas i avsnitt Tabell 5-3. Även här är vallen och avståndet till studerat område faktorer som positivt medverkar till att minska påverkan.

Jetbrand, gasmolnsexplosion, gasmolnsbrand och BLEVE bedöms kunna inträffa, och undersöks i den kvantitativa analysen.

Copyright © AFRY

Riskutredning

Giftig gas (klass 2.3)
Läckage av giftig gas kan medföra att ett moln av giftig gas driver mot planområdet och kan orsaka allvarliga skador eller dödsfall. Spridningen är beroende av vindriktning och vindstyrka och kan påverka områden hundratals meter från källan. Nedan följer en kortare beskrivning av vattenfri ammoniak, klorgas och svaveldioxid.

Ammoniak

Ammoniak är vid rumstemperatur lättare än luft. Dock hanteras gasen oftast tryckkondenserad och blir mycket kall (-33 °C) vid ett utsläpp. Kylan ger den utsläppta gasen tyngd varför spridning av gasen sker längs marken. 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. Ammoniak har ett AEGL-3 (Acute Exposure Guideline Level, livsfarlig effekt för känsliga individer) på 2700 ppm under 10 minuter exponering [21]. Motsvarande koncentration LC50 har i studier funnits vara mellan ungefär 5000-10000 ppm för mycket kort exponering [22]. I riskberäkningarna används därför också 5000 ppm LC50 som gränsvärde för effekt.

Klor

Klor utgör den giftigaste gasen som här ges som exempel på gaser som kan drabba skyddsområdet. Den kan sprida sig långt likt ammoniak. Klor har ett AEGL-3 (Acute Exposure Guideline Level, dödlig effekt för känsliga individer) på 50 ppm under 10 minuter exponering. Samma effekt (död, känsliga individer) har också angivits till 173 ppm LC50 [23].

Svaveldioxid

Även svaveldioxid är en giftig tung gas som vid ett utsläpp kan ha ett riskområde om flera hundra meter. Gasen har ett IDLH-värde på 100 ppm.

Bedömning: Ur den statistik som utgör underlag till denna riskutredning anges att endast 0,02 % av den totala mängden farligt gods består av klass 2.3. Eftersom konsekvensavstånden mellan vattenfri ammoniak och svaveldioxid är relativt lika varandra, antas samtliga transporter bestå av vattenfri ammoniak, som är en av de vanligaste transporterade giftiga gaserna.

Ett utsläpp av giftig gas kan medföra gasmoln som kan få stor spridning med koncentrationer som vid ogynnsamma exponeringstider kan orsaka allvarliga skador eller dödsfall på flera hundra meters avstånd. De flesta giftiga gaser har högre densitet än luft och lägger sig därför vid marknivå och rör sig mot lågpunkter i terrängen. Scenario med denna godsklass medtas i de kvantitativa beräkningarna.

Brandfarlig vätska (klass 3)
Om brandfarlig vätska läcker och antänds innan den har avdunstat uppstår en pölbrand. Människor kan påverkas av en sådan på flera sätt: strålning direkt på kroppen, strålning som orsakar brand i byggnad där människor befinner sig och inandning av giftiga brandgaser.

Copyright © AFRY

Riskutredning

Bedömning: Brandfarlig vätska transporteras förbi planområdet, och en sådan olycka kan ha konsekvenser som sträcker sig in på fastigheten, varför klassen undersöks vidare.

Brandfarligt fasta ämnen, självreaktiva ämnen och okänsliggjorda explosivämnen (klass 4)
Exemplen på ämnen inom klass fyra 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 t.ex. brandfarliga fasta ämnen (ferrokisel, vit fosfor m.fl.) ska leda till brandrisk krävs att det 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: Eftersom konsekvenserna vid en olycka med klass 4 begränsas till närområdet på olycksplatsen och strålningsnivåerna endast är farliga för människor i den absoluta närheten av branden, bedöms det inte motiverat att ytterligare analysera risken i samband med olyckor med dessa typer av farligt gods.

Oxiderande ämne (klass 5)
Klass fem består av underklasserna 5.1 Oxiderande ämnen och 5.2 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 verkställas 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 energi att sönderfallsförloppet blir som en kedjereaktion i meningen att den frigjorda energin underhåller sig själv. 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. [24] & [25] & [26] & [27]

Bedömning: För att en olycka med oxiderande ämnen ska inträffa krävs att en serie av händelser ska inträffa vilket medför att sannolikheten bedöms vara mycket låg, men scenariot inkluderas ändå i beräkningarna.

Copyright © AFRY

Riskutredning

Giftiga och smittbärande ämnen (klass 6)
Arsenik, bly, kadmium, sjukhusavfall etc. är exempel på dessa ämnen. För att människor ska utsättas för risk i samband med dessa ämnen krävs att man kommer i fysisk kontakt med dem eller genom förtäring. Ämnena skulle kunna förgifta och göra en vattentäkt otjänlig.

Bedömning: Identifierade olycksscenarion bedöms inte vara relevanta för aktuellt planområde, varför det inte är motiverat att ytterligare analysera denna olyckstyp här.

Radioaktiva ämnen (klass 7)
Ämnen som räknas till klass sju 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: Mängden radioaktiva ämnen som transporteras i Sverige är minimalt och transporterna är behäftade med stor säkerhet och ett antal försiktighetsåtgärder. Det bedöms därför inte som motiverat att ytterligare analysera denna kategori.

Frätande ämne (klass 8)
Olyckan med läckage av frätande ämnen (saltsyra, svavelsyra m.fl.) ger endast påverkan lokalt vid olycksplatsen då skador endast uppkommer om individer får ämnet på huden.

Bedömning: Eftersom konsekvenserna begränsas till närområdet precis kring olyckan, bedöms det inte motiverat att ytterligare analysera denna kategori.

Övriga farliga ämnen och föremål (klass 9)
Transporter med farligt gods inom denna kategori utgörs av exempelvis magnetiska material, batterier, fordon eller asbest. Konsekvenserna bedöms inte bli sådana att individer inom planområdet påverkas, eftersom en spridning inte förväntas.

Bedömning: Det bedöms inte motiverat att ytterligare analysera denna olyckstyp eftersom konsekvenserna avgränsas till närområdet precis kring olyckan.

5.1.2 Mekanisk påverkan av urspårande tåg

Vid urspårning av tåg längs den aktuella järnvägssträckan kan tågvagnar 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. Med vilken hastighet tåget spårar ur påverkar hur långt från spåret tåget hamnar, allt annat lika. Även topografin och markförhållandena har betydelse för hur långt ett urspårat tågset kan komma.

Urspårning kan orsakas av om tåget kör i höga hastigheter och 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 innebär en annan orsak till urspårning. Om själva tåget får ett axelbrott vid hjulaxlarna, skadade hjul och/eller om bromsfel/fel i styrsystemet gör så att tåget kör i en för hög hastighet kan även detta orsaka en urspårning. Om banan inte är hinderfri, på grund av exempelvis nedfallna träd, rasmassor eller fordon i spår, innebär detta också en förutsättning för att urspårning kan

Copyright © AFRY

Riskutredning

ske. Även vädret kan spela in då solkurvor, lövhalka samt is- och snöbeläggning kan orsaka urspårning.

Längs sträckan förekommer inga växlar.

Motivering

Påverkan vid urspårning är vanligtvis begränsad till närområdet kring järnvägen. Vallen intill spåret bedöms vidare reducera det avstånd på vilket ett urspårat tåg kan orsaka skada. Eftersom individrisken beräknas som en funktion av avståndet från spåret kommer dock scenariot med ett urspårat tåg ingå i en individriskberäkning, men dock inte i samhällsriskberäkning. Eftersom alla tåg kan spåra ur ingår samtliga tåg, dvs. både person- och godståg, i individriskberäkningen.

5.1.3 Tågbrand

Att ett tåg kan börja brinna kan orsakas av exempelvis elfel, sabotage eller i samband med urspårning. Även så kallad tjuvbroms kan vara en orsak till att brand uppstår, dvs. att en bromskloss har legat an mot ett hjul så att glödande partiklar bildas vilka kan spridas till omgivningen. Observera att det vid tjuvbroms dock bedöms som mest sannolikt att vegetationsbrand uppkommer snarare än brand i tåg.

Tågbränder är mycket svåra att uppskatta kvantitativt och kan dels påverka intilliggande område genom brandspridning, vilket dock förutsätter särskilda markförhållanden som innebär att det finns något brännbart, dels att ogynnsamma meteorologiska förhållanden ska råda vid tillfället (ex. det ska vara torrt, och inte nederbörd eller vinter). Tågbränder kan också påverka närområdet genom spridning av brandrökgaser. Tågbränder kan också påverka vagnar med farligt gods vilket, beroende på klass, kan leda till förvärrade konsekvenser eller ökade sannolikheter för att det farliga godset släpps ut, exempelvis om vagnen innehåller brandfarliga, oxiderande eller explosiva vätskor/ämnen.

De flesta tågbränder bedöms dock vara begränsade och kan hanteras endera av tågpersonalen eller av räddningstjänsten. Det har heller inte bedömts finnas några särskilda förhållanden på studerad sträcka av Svealandsbanan som skulle innebära en ökad risk för tågbrand.

Motivering

På grund av att tågbränder är mycket svåra att kvantitativt uppskatta kommer de inte att ingå i beräkningarna. Eventuella konsekvenser av att ett tåg brinner i närheten av studerat område, förutsatt att branden inte påverkar en farligt godsvagn, bedöms dock endast bli spridning av brandrökgaser som vid ogynnsamma meteorologiska förhållanden kan nå personer inom studerat område. Konsekvensen av detta bedöms dock endast bli irritation utan någon särskild hälsopåverkan. Detta scenario studeras därför inte vidare.

5.1.4 Kollision med mötande tåg

Då tågset färdas på dubbelspår finns alltid en teoretisk risk för att ett urspårat tåg kan påverka ett mötande tåg så att en kollision uppstår. Detta förutsätter att en eller flera vagnar hamnar tillräckligt långt åt sidan så att hinderfriheten på det mötande tågets spår och omedelbara sidoområden inskränks. Vid varje urspårning kan varje vagn och lok spåra

Copyright © AFRY

Riskutredning

ut åt två olika håll. Det vanligaste är att både lok och vagnar spårar ur åt samma håll, men det finns fall då vagnar kan ställa sig på tvären eller spåra ur åt två olika håll. [28] I den osannolika händelsen att det urspårade tåget kolliderar med ett mötande tåg kommer dock eventuella påkörda farligt godsvagnar att utsättas för ett kraftigt krockvåld, som bedöms vara betydligt större än den fysiska påverkan som blir av att vagnarna endast spårar ur, eventuellt välter och får kontakt med omgivande mark.

Motivering

Sträckan förbi det studerade området är dubbelspårig, så det finns en teoretisk risk för att en kollision med mötande tåg kan ske. Dock är även sträckan försedd med ATC-system samt fjärrstyrd av driftledningscentralen i Norrköping. Det bedöms sammantaget därför som mycket osannolikt att ett urspårat tåg ska köras på av ett mötande tåg, som då inte stoppats av fjärrtågklararen. Det är även mycket svårt att uppskatta alla delhändelser och dessas effekt som måste vara uppfyllda för att farligt gods slutligen ska påverkas och orsaka konsekvenser för omgivningen. Kollision med mötande tåg studeras därför inte vidare.

5.2 Riskobjekt: Ishall

Uppskattningsvis finns omkring 300-400 ishallar i Sverige och variationerna i storlek och utförande på hallarna är stora. Ishallar är ofta placerade på ett fritidsområde där även andra fritidsverksamheter samsas om utrymmet, ofta med många stora byggnader inom ett begränsat område. Bostadsbebyggelse finns oftast på ett par hundra meters avstånd eller mer [29].

Tidigare har det vanligaste köldmediet i ishallar varit vattenfri ammoniak, idag är dock andra typer av köldmedium vanligare, framförallt koldioxid [30]. De äldre typerna av ishallar kräver cirka 600 kg ammoniak eller mer för att kyla en ishockeybana. Modernare ishallar kan vara utformade att kräva mindre ammoniak [29] och andra ämnen kan bli aktuella i framtiden.

De gamla ozonnedbrytande köldmedierna (freoner) är i dag förbjudna. Några andra vanliga köldmedier är R134a och R404a som varken är giftigt eller brandfarligt men innehåller ämnen som om dom släpps ut kan ha stor inverkan på växthuseffekten.

Ammoniak, R717 är giftigt, frätande och brandfarligt, koldioxid CO^2, R744 kan användas både som köldmedium och köldbärare. Ammoniak kan redan vid mycket låga koncentrationer och korta exponeringstider skapa irritation i luftvägarna, vilket också leder till att konsekvensavstånden kan bli långa.

Något minsta avstånd mellan ishall och byggnation är i nuläget inte känt då placering av eventuell simhall inom området inte är bestämd.

Motivering

Olyckor med ammoniak bedöms kunna påverka planområdet, både vid hantering inom ishallen och vid transporter till/från ishallen och kommer därför analyseras vidare.

Copyright © AFRY

Riskutredning

5.3 Riskobjekt: Simhall

Vid rening av vattnet i badhus används vanligtvis klor. Detta lagras generellt inte i form av rent klor, utan som saltsyra eller svavelsyra och hypokloritlösning. Dessa ämnen blandas under kontrollerade former varpå klor bildas som tillsätts vattnet. Utsläpp av ämnena kan ske inom anläggningen, vid påfyllning eller vid transport till anläggningen. Vid utsläpp av dessa ämnen skadas inte människor på längre avstånd men de som befinner sig vid utsläppet kan få frätande vätska på sig, dessutom är ämnena miljöfarliga och kan skada miljö och vatten om de kommer ut i naturen. Det har även skett flera olyckor där ämnena av misstag blandats och klorgas läckt ut i omgivningen. Klorgas är en mycket giftig gas och ett okontrollerat utsläpp kan resultera i allvarliga konsekvenser.

Något minsta avstånd mellan simhall och byggnation är i nuläget inte känt då placering av eventuell simhall inom området inte är bestämd.

Motivering

Utsläpp av saltsyra, svavelsyra och hypokloritlösning bedöms inte kunna påverka planområdet då konsekvensavstånden begränsas kring närheten av olyckan. Detta gäller även vid transporter av ämnena till området. Utsläpp av klorgas från simhallen bedöms dock kunna påverka planområdet och analyseras därför vidare.

5.4 Sammanfattning olycksscenarion

Enligt riskidentifieringen bedöms att följande olycksscenarion bör beaktas i riskanalysen.

- **Olycka på Svealandbanan**
  - Urspårning
  - brandfarlig gas: jetbrand, gasmolnsbrand/explosion och BLEVE
  - giftig gas: utsläpp av ammoniak och klorgas
  - brandfarlig vätska: pölbrand
  - oxiderande ämnen: explosion och brand
- **Olycka vid simhall**
  - Vid hantering och förvaring av klor: utsläpp av giftig gas
- **Olycka vid ishall**
  - Transporter till och från ishall: utsläpp av ammoniak eller annat farligt ämne.
  - Vid hantering och förvaring av ammoniak på anläggningarna: Utsläpp av giftig/brandfarlig gas

I beräkningsbilaga redogörs för frekvens- och konsekvensberäkningar för ovanstående scenarion kopplat till transporter av farligt gods på Svealandsbanan samt urspårning. Risker med hantering intill ishall och simhall, samt transporter till dessa analyseras och värderas kvalitativt.

Copyright © AFRY

Riskutredning

6 Riskanalys

I detta avsnitt presenteras de resultat som erhållits vid riskanalysen, och jämförs med aktuella riskkriterier.

I resultatavsnittet utreds följande scenarier:

- Nollalternativ för prognosår 2040.
- Utvecklingsalternativ för prognosår 2040.

6.1 Kvantitativ analys: Svealandsbanan

6.1.1 Individrisk

Eftersom individriskanalysen är oberoende av persontäthet är denna samma för nollalternativ och utvecklingsalternativ.

För individrisk föreslås följande kriterier [6]:

Acceptabel risk < $\mathbf{10^{-7}}$ per år < Lägre ALARP < $\mathbf{10^{-6}}$ < Högre ALARP < $\mathbf{10^{-5}}$ per år < **Oacceptabel risk**

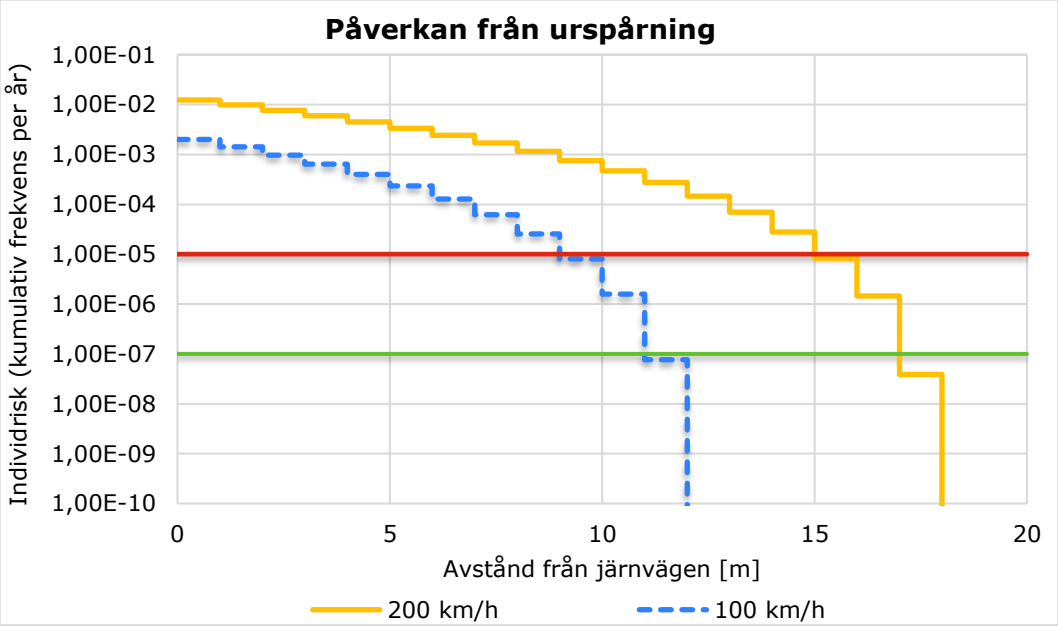
Då avstånden till acceptabel risk är beroende av vind- och väderparametrar skiljer sig avståndsangivelser mellan olika sidor av ett riskobjekt. Konsekvent kommer avstånd mot planområdet från respektive riskobjekt att presenteras. En summering över individriskresultat görs i avsnitt 6.1.5 med Tabell 6-1 och Figur 6-2.

6.1.1.1 Urspårning av tåg

Figur 6-1 visar individrisken från urspårning av tåg på den studerade järnvägssträckan för hastigheterna 100 km/h respektive 200 km/h. 100 km/h är den hastighet som bedöms som troligast att ett tåg som färdas förbi området håller medans 200 km/h är den maximala tillåtna hastigheten på ett tåg förbi aktuellt område.

Copyright © AFRY

Riskutredning



Figur 6-1. Individrisk från urspårning av tåg på den studerade järnvägssträckan.

Figur 6-1 visar att ett urspårat tåg med hastigheten 100 km/h maximalt färdas 12 meter från järnvägen vid urspårning, vid hastigheten 200 km/h färdas ett urspårat tåg maximalt 18 meter från järnvägen. Följande resultat för individrisken från urspårning av tåg med avseende på avstånd till risknivåer har erhållits:

- Individrisken är högre än 10^{-5} per år på avstånd kortare än 9 m från järnvägen vid 100 km/h och 15 meter vid 200 km/h.
- Individrisken är lägre än 10^{-5} per år men högre än 10^{-6} per år på avstånd mellan 9 m och 12 m från järnvägen vid 100 km/h och mellan 15 till 17 meter vid 200 km/h.
- Individrisken är lägre än 10^{-6} per år på avstånd längre än 12 m från järnvägen vid 100 km/h och 18 meter vid 200 km/h.

Järnvägen är belägen ca 20 m från planområdets närmsta gräns. Det innebär att urspårning av tåg inte förväntas medföra konsekvenser inom planområdet.

6.1.1.2 Järnväg

Nedan presenteras avstånd mellan närmsta järnvägsspår och planområdet.

- Individrisknivåerna når aldrig upp i kritiska nivåer (över 10^{-7} per år) vilket medför att acceptabel individrisknivå inom hela det studerade området.

Copyright © AFRY

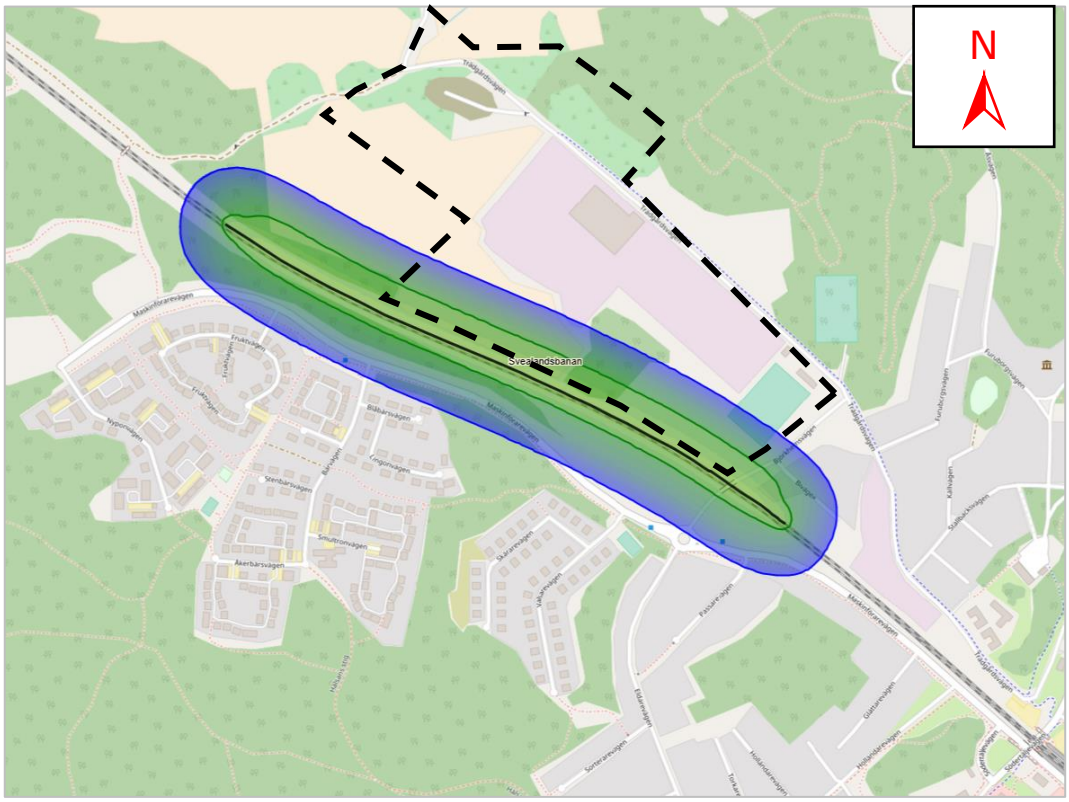
Riskutredning

6.1.1.3 Sammanfattning individriskavstånd

I Tabell 6-1 och Figur 6-2 sammanfattas erhållna individriskavstånd.

Tabell 6-1. Sammanfattning av individriskavstånd.

Riskobjekt	**Oacceptabel risk (10^{-5}) inom följande avstånd**	**Högre ALARP (10^{-6}) inom följande avstånd**	**Lägre ALARP (10^{-6}) inom följande avstånd**	**Acceptabel risk (10^{-7}) bortom följande avstånd**
Järnväg - urspårning	9	9	12	12
Järnväg – farligt gods	-	-	-	0



Figur 6-2. Individriskkonturer för olycka med farligt gods längs Svealandsbanan. Individrisken når aldrig upp i kritiska nivåer. Grön linje visar området inom vilket individrisken är över 10^{-8} per år och blå linje visar området inom vilket individrisken är över 10^{-9} per år, individrisken är alltså acceptabel på alla avstånd från Svealandsbanan är individrisken acceptabel. Aktuellt planområde är markerat med svart streckad linje.

Copyright © AFRY

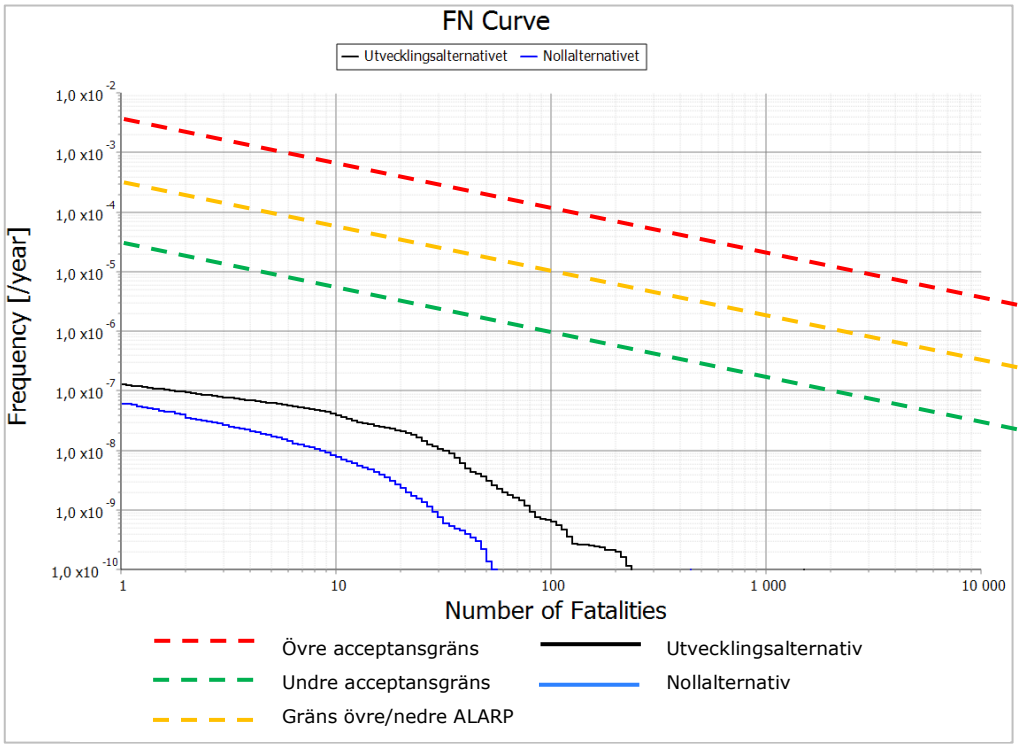
Riskutredning

6.1.2 Samhällsrisk

Resultaten för samhällsrisken omfattar inte urspårning av tåg. Urspårning av tåg förväntas inte medföra konsekvenser inom planområdet och har enbart lokal påverkan i områden i omedelbar anslutning till järnvägen. Stadigvarande vistelse förväntas inte inom dessa områden och därför bedöms urspårning av tåg inte ha någon påverkan på resultaten för samhällrisken.

Samhällsriskberäkningarna visar på att samhällsrisknivån hamnar helt inom acceptabla nivåer både för såväl nollalternativet och utvecklingsalternativet, se Figur 6-3 och Figur *6-4*. Detta betyder att säkerhetshöjande åtgärder inte behöver vidtas ur ett samhällsriskperspektiv. Den huvudsakliga anledningen till att samhällsrisken är låg beror på att risknivåerna från Svealandsbanan generellt är låga, vilket främst antas bero på att det går få transporter förbi området.

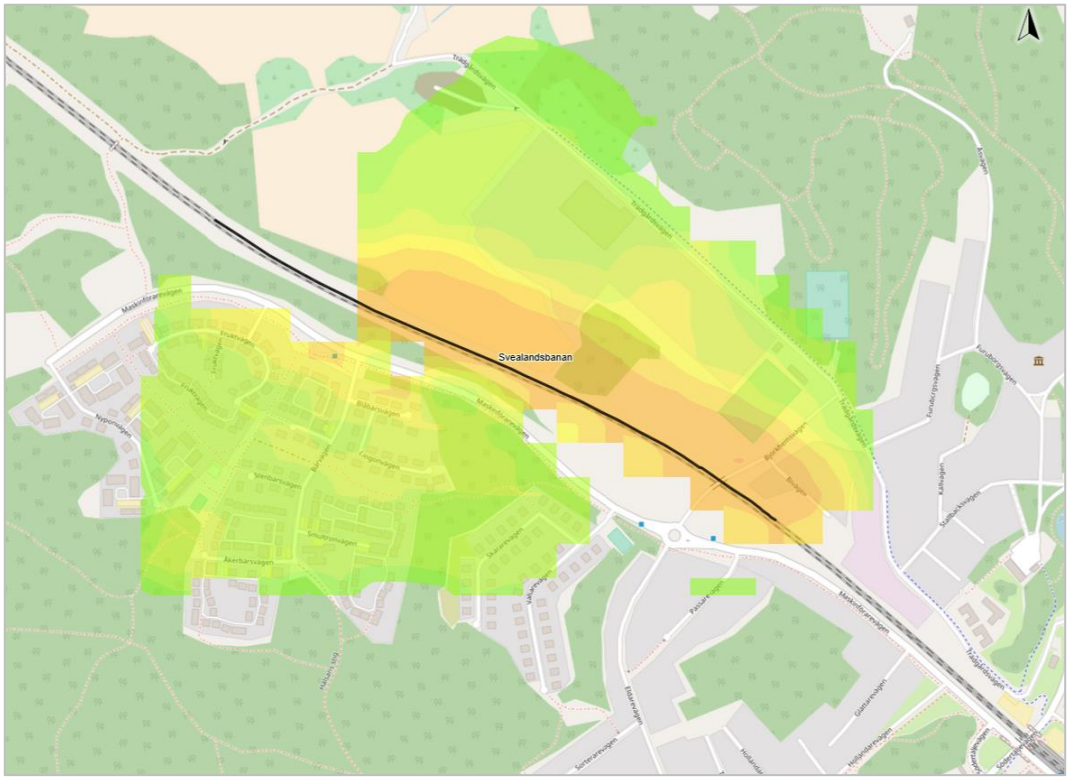
Genom att, för samtliga olycksscenarier summera produkten av konsekvens och frekvens beräknas respektive scenarios andel av den totala riskbilden. Efter sammanvägningen syns att brandfarlig gas utgör 94 % av samhällsrisken, brandfarlig vätska ca 3,7 %, oxiderande ämnen 1,7 % och giftig gas 0,3 %.



Figur 6-3. Kurva över samhällsrisknivån för undersökt område. Såväl noll- och utvecklingsalternativ är helt inom gränsen för acceptabel samhällsrisk.

Copyright © AFRY

Riskutredning



Figur 6-4. Planområdets och närmsta omgivningarnas bidrag till samhällsrisknivån, vilket är starkt beroende av personbelastning och avstånd till järnvägen. Färgerna symboliserar det relativa bidraget och går i skala från röd-orange-gul-grön (högst till lägst bidrag). Ingen färg innebär att risken från farligt gods på järnvägen inte bidrar till samhällsrisken.

6.2 Kvalitativ analys: Ishall

Kylanläggningarnas utförande regleras av lagar och förordningar med mera som sammanfattas i Svensk kylnorm. Svensk Kylnorm ger en samlad bild av vad som anses vara god praxis inom branschen samt de säkerhetskrav olika föreskrifter beträffande konstruktion, installation, drift och underhåll av kyl- och värmepumpanläggningar. Normen medför att anläggningarna uppfyller vissa krav på säkerhet för att förhindra oavsiktliga utsläpp.

Även gasol kan i vissa fall användas som drivmedel för ismaskiner. Gasol kan innebära en risk för brand och explosion beroende på den förvarade mängden.

Vilka gaskoncentrationer som uppstår på olika avstånd från ett utsläpp är beroende av bland annat utsläppets storlek och varaktighet och rådande meteorologiska förhållanden. Generellt kan man säga att högre vindstyrka minskar koncentrationen på ett givet avstånd genom att ämnet då snabbare blandas med en stor luftvolym och därmed späds ut till lägre koncentration [29]. Bebyggelse, framför allt höga byggnader, kan bidra till ökad turbulens i luftmassan och därmed öka utspädningen. Vid vissa väderförhållanden kan dock utspädningen vara mycket låg exempelvis under klara vinterdygn och klara sommarnätter med relativt svag vind.

Copyright © AFRY

Riskutredning

Erfarenheterna visar dock att det har inträffat flertalet vådautsläpp av exempelvis ammoniak vid isanläggningar. De flesta större olyckorna har inträffat på utomhusbanor med ammoniak i kylslingorna i marken [29]. Orsaker till utsläppen var bland annat att rör i marken skadats av en arbetsmaskin eller att de korroderat. Det har även inträffat händelser där maskinhaverier och felhandlingar i samband med servicearbeten har lett till utsläpp. De mest frekventa händelserna som räddningstjänst fått rycka ut till är tryckhöjning i systemet vilket leder till att säkerhetsventiler löser ut. Detta på grund av högre temperaturer under sommaren och att systemet inte tömts som en följd av felaktiga rutiner. Exempel på händelser visas i Tabell 6-2. Lyckligtvis innebär ett utsläpp oftast att inga eller få personer skadas men det finns en risk att ett utsläpp sker vid ogynnsamma väderförhållanden som kan leda till att ett gasmoln med hög koncentration förflyttas till ett område med hög persontäthet och att många personer skadas.

Tabell 6-2. Exempel på händelser med utsläpp av ammoniak [29].

Plats	**Händelse**	**Antal skadade**
Vänersborg, utomhusbana	Maskin skadade rör i mark	42
Munkedal, ishall	Servicearbete	2
Kalmar, ishall	Servicearbete	1
Umeå, ishall	Kompressorhaveri	0
Härnösand, ishall	Servicearbete	0
Mölndal, ishall	Ventilhaveri	0
Örnsköldsvik, curlinghall	Korrosion i markrör	0

Från resultaten av de beräkningar som redovisas i rapporten *Hur farlig är en ishall* [29] dras slutsatsen att ishallar med små mängder ammoniak - i så kallade indirekta enhetsaggregat – inte innebär allvarlig risk för människor som befinner sig utomhus vid ishallen. Det förekommer enskilda ishallar med kylmaskinerier innehållande storleksordningen 600 kg ammoniak som medför riskavstånd för svåra skador på mindre än 100 meter, denna mängd ammoniak är dock inte vanlig inom nya anläggningar. I de få fall där nya anläggningar byggs med ammoniak som kylmedium är det mindre mängder som är aktuella (upp till 100 kg) och utsläppet kan endast ske inomhus då ammoniak endast finns i själva kylmaskinen [29].

6.2.1.1 Kvalitativ analys: Transporter av farligt gods till ishall

Transporterna av farligt gods (främst ammoniak eller gasol till eventuell ishall) till aktuellt område omfattar troligtvis några fåtal transporter i månaden. Detta innebär att det endast utgör någon procent av de transporter av farligt gods som uppskattats passera på Svealandsbanan förbi området per dag. Risken bedöms därför inte öka betydande för omgivningen med avseende på den tillkommande trafiken av farligt gods, detta även då sannolikheten är låg att något inträffar vid transporter till aktuellt område.

Copyright © AFRY

Riskutredning

6.3 Kvalitativ analys: Simhall

För att driva en simhall måste vattnet vara rent och hygieniskt. Vid rening av vatten används klor som skapas under kontrollerade former genom blandning av kemikalier, vanligtvis saltsyra och natriumhypoklorit. Kloret är inte skadligt när det är löst i vatten. Om blandningen däremot sker okontrollerat finns risk att klorgas bildas. Klorgas är att betrakta som mycket skadligt och potentiellt dödligt för människor.

6.3.1 Erfarenhet från tidigare olyckor

I närtid har det skett ett antal händelser där klorgas spridits från badhus och simhallar. En relativt vanlig orsak har varit att entreprenören råkat blanda komponenterna i fel tank vid påfyllning.

I Arvidsjaur, 2018, drabbades tre personer av ett utsläpp och omkring 100 meter kring badhuset spärrades av [31]. I Hagfors spilldes 2018 en liten mängd klor ut i ett rum utanför badhuset, badhuset utrymdes men ingen kom till skada [32]. En person skadades i Mariestad 2017 efter en felblandning av saltsyra och natriumhypoklorit [33].

AFRY-Safety har studerat tre olyckor närmare som relaterar till utsläpp av klorgas från simhall:

- Vanadisbadet, 1993
- Arvika simhall, 2011
- Borgholms badhus, 2016

Vid Vanadisbadet användes natriumhypoklorit (NaClO) som blandat med syra skulle frisätta klorgas till badvattnet. När transporten anlände för att fylla på natriumhypoklorit förväxlades ämnena i transporten och fosforsyra fylldes på istället. En okontrollerad kemisk reaktion skedde med syran och beräknat 5 m^3 klorgas bildades. Misstaget upptäcktes efter att ca 10-15 liter syra hade fyllts på. Ingen människa kom till allvarlig skada men ett 30-tal personer fick föras till sjukhus.

I Arvika simhall skedde rening och återställande av ph-värdet i bassängen genom blandning av de två kemikalierna natriumhypoklorit (NaClO) och 34% saltsyra. Vid detta tillfälle blandades kemikalierna felaktigt då personal på simhallen hade tagit fel dunk. Eftersom dunkarna liknade varandra råkade personal fylla på ungefär 25 l natriumhypoklorit i en behållare med 35 l saltsyra. Resultatet blev en okontrollerad reaktion där klorgas bildades och spreds inom byggnaden. Efter utsläppet uppsökte 17 personer Arvika sjukhus.

I Borgholms badhus var förloppet liknande. I normalfallet renas bassängen genom att saltsyra och hypokloritlösning blandas under kontrollerade former. Vid detta tillfälle skulle hypoklorittanken fyllas. I normalfallet sker påfyllning tillsammans med en fastighetsskötare som bl.a. låser upp dörren till tankrummet, men denna gång låstes tankrummet upp av personal i receptionen. Därefter påbörjade föraren fyllning av hypokloritlösning direkt ner i syratanken. Resultatet blev kraftig utveckling av klorgas och föraren och den anställde fick backa ut ur rummet och stänga dörren. En del av klorgasen som kom ut sögs in i friskluftsintaget och spreds via ventilationssystemet i hela badhuset. Totalt blev 19 personer lindrigt skadade och 2 bedömdes som allvarligt skadade och transporterades med ambulans till akuten i Kalmar. [34]

Copyright © AFRY

Riskutredning

Gemensamt för alla de tre olyckorna är att klorgasen bildats till följd av okontrollerad blandning av kemikalier. I ett ändamålsenligt system där människor, organisation och teknik samverkar bör systemet utformas med både organisatoriska och tekniska barriärer så att det i systemet inte ska kunna gå att blanda på fel sätt. I de tre beskrivna händelserna saknades tyvärr denna utformning av systemen. Så länge kemikalierna blandas rätt ska klorgasen lösas i vatten istället för att utgå som klorgas är processen helt ofarligför människor. Det kan också konstateras att spridning av klorgas utanför byggnaden är ovanlig, i de flesta fall påverkas inte intilliggande bebyggelse av ett utsläpp.

Copyright © AFRY

Riskutredning

7 Kvalitativ osäkerhets- och känslighetsanalys

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

7.1 Känslighetsanalys

Syftet med känslighetsanalysen är att visa hur känsligt resultatet är för variationer i indata. Känsligheten analyseras med avseende på följande parametrar:

- Antal transporter av farligt gods
- Sannolikhet för olyckor
- Personbelastning
- Konsekvenser för studerade olycksscenarier
- Antal transporter av farligt gods och sannolikhet för olyckor

Utifrån använda modeller kan det konstateras ett linjärt samband mellan resultatet och förändringar i såväl antalet transporter av farligt gods som sannolikhet för olyckor. Detta innebär att en procentuell förändring av dessa parametrar ger motsvarande variation av resultatet. Exempelvis medför en ökning av antalet transporter av farligt gods med 10% att olycksfrekvensen ökar med 10%.

7.1.1 Personbelastning

Det kan konstateras att förändring i persontäthet 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 persontäthet och samhällsriskens känslighet för dessa variationer. En allmän ökning av persontätheten 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 persontäthet innebär en förskjutning av F/N-kurvan uppåt och åt höger. I rapporten har en konservativ skattning av personantalet i området gjorts. Då främst antalet personer inom idrottsområdet är osäkert, på grund av att utformningen på området inte är bestämd, har antalet personer som kan komma att vistas där uppskattats väldigt högt.

7.1.2 Konsekvenser för studerade olycksscenarier

Resultatets känslighet för variationer avseende konsekvenser för studerade olycksscenarier 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

Copyright © AFRY

Riskutredning

analysen. Av erfarenhet är det känt att parametrar såsom utetemperatur, solinstrålning och luftfuktighet har mindre påverkan på konsekvensavstånd.

7.1.3 Känslighetsanalys explosivämnen

Olycka med explosivämnen har inte inkluderats i riskanalysen, framförallt då det transporteras väldigt små mängder explosivämnen på järnväg, se 5.1.1.3.

Eftersom det inte finns något förbud mot transport av explosivämnen på järnvägen görs dock en känslighetsanalys för att undersöka eventuell påverkan på planområdet.

Då det saknas statistik från de senaste åren om transport av explosivämnen på järnväg förbi området, används dåvarande Räddningsverkets undersökning av farligt godsflöden (i ton) i september 2006. Med hjälp av denna uppskattas att klass 1 (Explosiva ämnen) stod för 0,11 % av totala farligt godsmängden% [17]. För att ta hänsyn till denna ökning i den totala andelen minskas andelen klass 9 (Övriga ämnen och föremål), se Tabell 7-1 för använd fördelning i beräkningarna.

Tabell 7-1. Använd fördelning av andel farligt gods inom respektive klass i känslighetsanalys, där klass 1 inkluderas.

Klass	Typ av farligt gods	Andel [%]
1	Explosiva ämnen och föremål	0,11%
2.1	Brandfarliga gaser	24,93%
2.2	Icke brandfarliga, icke giftiga gaser	3,36%
2.3	Giftiga gaser	0,02%
3	Brandfarliga vätskor	35,84%
4.1	Brandfarliga fasta ämnen	0,19%
4.2	Självantändande ämnen	0,25%
4.3	Ämnen som vid kontakt med vatten utvecklar brandfarliga gaser	2,91%
5.1	Oxiderande ämnen	13,47%
5.2	Organiska peroxider	0,45%
6.1	Giftiga ämnen	1,87%
6.2	Smittsamma ämnen	0,00%
7	Radioaktiva ämnen	0,01%
8	Frätande ämnen	16,26%
9	Övriga farliga ämnen och föremål	0,34%

7.1.3.1 Individrisk känslighetsanalys

Nedan presenteras avstånd mellan närmsta järnvägsspår och aktuellt område, se även Figur 7-1.

- Individrisknivåerna når aldrig upp i kritiska nivåer (över 10^{-7} per år) vilket medför att acceptabel individrisknivå inom hela det studerade området.

Copyright © AFRY

Riskutredning

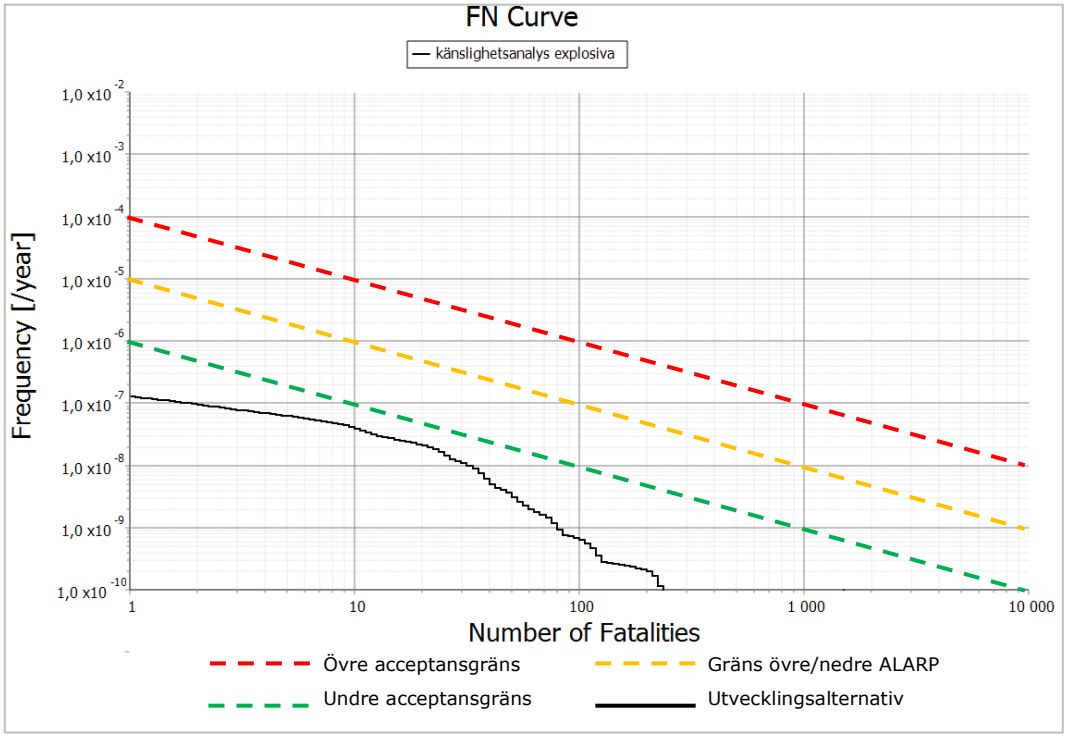
Figur 7-1. Individriskkonturer för olycka med farligt gods längs Svealandsbanan då klass 1 inkluderats i beräkningarna. Individrisken når aldrig upp i kritiska nivåer. Grön linje visar området inom vilket individrisken är över 10^{-8} per år och blå linje visar området inom vilket individrisken är över 10^{-9} per år, individrisken är alltså acceptabel på alla avstånd från Svealandsbanan. är individrisken acceptabel. Aktuellt planområde är markerat med svart streckad linje.

7.1.3.2 Samhällsrisk känslighetsanalys

Samhällsriskberäkningarna visar på att samhällsrisknivån hamnar helt inom acceptabla nivåer både för såväl nollalternativet och utvecklingsalternativet, se Figur 7-2.

Copyright © AFRY

Riskutredning



Figur 7-2. Kurva över samhällsrisknivån för undersökt område då klass 1 har inkluderats i beräkningarna. Risknivåerna når aldrig upp i ALARP-området.

7.2 Osäkerhetsanalys

Man brukar skilja på två typer av osäkerhet, epistemisk osäkerhet (kunskapsosäkerhet) och stokastisk osäkerhet (variabilitet). Kunskapsosäkerheten handlar om att inte tillräcklig information finns tillgänglig. Denna kan i teorin elimineras med ytterligare mätningar/information. Exempel på detta är flödesdata. Stokastisk variation går dock inte att eliminera utan handlar om naturlig variabilitet, exempel på detta är vindhastigheter och riktningar. En riskutredning som denna innehåller betydande osäkerheter av båda sorter, men framförallt kunskapsosäkerhet.

Syftet med osäkerhetsanalysen är att visa hur osäkert det underlag är som slutsatser är grundade på. Osäkerheten analyseras avseende följande parametrar:

- Antal transporter
- Sannolikhet för olyckor
- Konsekvenser vid studerade scenarion

Avseende antalet transporter är underlaget i denna utredning baserat på kvalitativa uppgifter, som sedan legat till grund för en uppskattning av typ och mängd av farligt gods. Metoden för att hantera denna osäkerhet är att genomgående anta konservativa bedömningar.

Copyright © AFRY

Riskutredning

Osäkerheten avseende konsekvenser vid studerade scenarier bedöms vara beroende på scenariobeskrivningarna. Här bedöms å ena sidan osäkerheten avseende representativa scenarier vara liten samtidigt som det otvetydigt finns en betydande osäkerhet inför så kallade extremhändelser såsom transporter av farligt gods utanför gällande regelverk eller uppsåtliga risker. Det kan emellertid konstateras att övergripande metodik för en riskutredning av detta slag inte rymmer en analys av sådana konsekvenser.

Det verktyg 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. Exempel på val som innebär en inbyggd säkerhetsmarginal i resultatet är:

- Den säkerställda trend som visar generellt minskande trafikolycksfrekvens med allvarliga konsekvenser har inte beaktats. I stället förutsätts den olycksfrekvens som gällde vid tidpunkten för framtagande av de modeller som används, vilket ger en högre frekvens än den som idag är aktuell.
- Teknikutveckling torde leda till minskad olycksfrekvens då modernare fordon kontinuerligt utrustas med teknik som ska minska risken för olyckor. Exempel på detta är instrument som motverkar risken att fordonet ouppsåtligt lämnar vägbanan. Sådana åtgärders inverkan på olycksfrekvensen har inte beaktats.
- ADR/RID-klasser som brukar inkluderas i farligt gods-utredningar har överskattats jämfört med de som inte brukar inkluderas.
- Statistik visar att klortransporter på **järnväg** har minskat markant de senaste åren, vilket medför att antaganden kan vara mycket konservativa [35].

Copyright © AFRY

Riskutredning

8 Riskvärdering och säkerhetshöjande åtgärder

I följande avsnitt görs en generell riskbedömning per riskobjekt. Till sist beskrivs säkerhetshöjande åtgärder.

8.1 Riskvärdering per riskobjekt

I följande avsnitt görs en värdering per riskobjekt.

8.1.1 Riskvärdering: Svealandsbanan

Individriskberäkningarna för transport av farligt gods visar att risknivåer aldrig når upp i ALARP-nivåer, individrisken är acceptabel på alla avstånd från Svealandsbanan. Detta gäller även i genomförd känslighetsanalys där även transporter av klass 1 har inkluderats.

Individriskberäkningar för urspårning visar att bortom 12 meter är risknivåerna under 10^{-6}, det vill säga under ALARP-området. Järnvägen är belägen ca. 20 m från planområdets närmsta gräns, vilket innebär att urspårning av tåg inte förväntas medföra konsekvenser inom planområdet.

Samhällsriskberäkningarna visar på att samhällsrisknivån aldrig hamnar inom ALARP-området, varken för utvecklings- eller nollalternativet, samt i genomförd känslighetsanalys då transporter med klass 1 även inkluderats.

Även om den beräknande samhällsrisknivån är acceptabel kommer dock hänsyn tas till de risklinjer som presenterats av Stockholms stad gällande avstånd och åtgärder för eventuell bebyggelse inom 30 meter från järnvägen, se avsnitt 8.2.

8.1.2 Riskvärdering: Ishall

Ammoniak kan användas som köldmedium i ishallar och på grund av dess farlighet vid låga koncentrationer måste det därmed hanteras med respekt. Det finns regelverk och riktlinjer för hur ämnet ska hanteras men det går inte att i planbestämmelser reglera denna hantering.

I nyare ishallar med modernare kylaggregat hanteras mindre mänger ammoniak och ibland även vid lägre tryck. Detta innebär teoretiskt relativt mindre konsekvenser vid ett utsläpp än om en större mängd hade hanterats. Givet att mängderna är små och att det finns framtagna riktlinjer och standarder för att bygga kylsystem för ishallar, bedöms sannolikheten för eventuella allvarliga utsläpp vara låg. Om det bedöms finnas en fara för att en olycka vid ishallen kan orsaka allvarliga skador på människor eller miljön kan länsstyrelsen och kommunen i samråd göra så att verksamheten (ishallen) kan omfattas av skyldigheterna i 2 kap. 4§ i lagen om skydd mot olyckor.

Flerbostadshus eller känslig verksamhet (exempelvis sjukhus, vård, skola och omsorg) bör inte förläggas i närheten av en sådan verksamhet som kan hantera större mängder ammoniak och gasol. Eftersom större mängd ammoniak är ovanlig i nya anläggningar bedöms detta inte vara sannolikt inom studerat område. Den typ av aggregat som kan vara aktuell inom aktuellt område har konstaterats endast ha en påverkan inomhus. Risken för påverkan för intilliggande bebyggelse vid en eventuell ishall bedöms därför som väldigt låg.

Copyright © AFRY

Riskutredning

Det bedöms dock som rimligt att trots detta föreslå enklare åtgärder för att minimera riskerna för känsliga verksamheter i området redan i detaljplaneskedet.

Transporter av gasol eller ammoniak till eventuell ishall bedöms inte öka risknivåerna inom området mer än i mycket liten omfattning, och sannolikheten för en olycka som skulle kunna påverka området bedöms som mycket låg.

Ishall kan innebära att många personer befinner sig inom byggnaden, vilka inte bedöms vara införstådda i hur byggnaden ska utrymmas. Därför rekommenderas att riskreducerande åtgärder vidtas för att skydda personerna inom byggnaden dels från risken med farligt gods på Svealandsbanan dels för risken att klor eller ammoniak från hanteringen inom planområdet sugs in i byggnaden. Åtgärder beskrivs vidare i avsnitt 8.2.

8.1.3 Riskvärdering: Simhall

Det har inte skett några större olyckor i Sverige där utsläpp av klorgas resulterat i stora konsekvenser. Sannolikheten för ett större utsläpp med längre konsekvensavstånd (100-tals meter) bedöms vara låg. I de fall som studerats har påverkan endast varit inom byggnaden och inte vid intilliggande bebyggelse.

Hantering och förvaring av brandfarliga och giftiga ämnen lyder under olika typer av lagstiftning och föreskrifter vilket innebär en riskreducering i sig. Att placera förvaring och hantering samt påfyllning av dessa ämnen på säker plats går inte att reglera med planbestämmelser. Det är viktigt att i senare detaljprojektering av dessa i stället ha i åtanke att inte placera dessa så att eventuella giftiga gaser kan läcka ut i närheten av luftintag och/eller ventilation. Placering bör inte heller vara i närheten av där det finns risk att många personer vistas exempelvis nära entré eller plats utomhus avsedd för lek eller annan stadigvarande vistelse. Det förutsätts att den verksamhet som ska hantera eventuella giftiga ämnen har god kunskap om riskerna med dessa samt att byggnaden utformas på ett sådant sätt att risker minimeras. Görs detta bedöms eventuella olyckor kunna hanteras inom verksamheten och sannolikheten för påverkan på intilliggande bebyggelse bedöms som väldigt liten.

Då placering av eventuell simhall inte är bestämd går det i dagsläget inte att avgöra avståndet till de känsliga verksamheterna, så som skola, flerbostadshus och LSS-boende. Trots att sannolikheten för påverkan mot intilliggande bebyggelse bedömts som väldigt låg, bedöms det ändå vara rimligt att säkerställa ett visst avstånd mellan denna typ av bebyggelse och riskkällan.

Simhall kan innebära att många personer befinner sig inom byggnaden, vilka inte bedöms vara införstådda i hur byggnaden ska utrymmas. Det finns även svårigheter med att utrymma ett badhus, exempelvis att det kan finnas många barn inom byggnaden samt att personer som använder anläggningen har sådan klädsel som kan göra en snabb och effektiv utrymning svår. Därför rekommenderas att riskreducerande åtgärder vidtas för att skydda personerna inom byggnaden dels från risken med farligt gods på Svealandsbanan dels för risken att klor eller ammoniak från hanteringen inom planområdet sugs in i byggnaden.

Åtgärder beskrivs vidare i avsnitt 8.2.

Copyright © AFRY

Riskutredning

8.2 Säkerhetshöjande åtgärder

Nedan presenteras de åtgärder som föreslagits av Stockholms län vid bebyggelse intill järnväg samt de åtgärder som föreslås baserat på den beräknade risknivån. Därefter presenteras rekommenderade åtgärder som inte är ett krav för att uppfylla acceptabel risk men som bedöms som effektiva för att ytterligare reducera risken.

8.2.1 Stockholms läns riktlinjer

Stockholms läns riktlinjer anger att 25 meter bebyggelsefritt avstånd ska hållas samt att inom 30 meter från järnväg och besöksanläggning eller bostäder ska följande åtgärder säkerställas genom planbestämmelser:

- glas ska utföras i lägst brandteknisk klass EW30.
- fasader ska utföras i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass EI30.
- friskluftsintag ska riktas bort från vägen.
- det ska vara möjligt att utrymma bort från vägen på ett säkert sätt.

Baserat på den beräknade risknivån för planområdet föreslås även följande säkerhetshöjande åtgärder:

8.2.2 Säkerhetsavstånd

Ett minsta bebyggelsefritt avstånd om 25 meter ska hållas mellan ny bebyggelse och Svealandsbanan. Vid bebyggelse inom 30 meter från Svealandsbanan bör hänsyn tas till att det ska gå att genomföra underhåll på järnvägsanläggningen.

Ett minsta avstånd om 50 meter ska hållas mellan eventuell ishall och känslig bebyggelse, så som flerbostadshus, skola och LSS-boende. Detta motsvarar riskhanteringsavståndet för denna typ av markanvändning i närheten av järnväg och bedöms som rimligt givet att ingen annan riktlinje finns.

Trafikverket anser generellt att ny bebyggelse inte bör tillåtas inom ett område på 30 meter från järnvägen (räknat från spårmitt på närmaste spår). Detta då ett sådant avstånd ger utrymme för räddningsinsatser om det skulle ske en olycka, och det möjliggör en viss utveckling av järnvägsanläggningen. Trafikverket anser dock att verksamhet som inte är störningskänslig och där människor endast tillfälligtvis vistas, till exempel parkering, garage och förråd, kan finnas inom 30 meter från spårmitt. [36]

8.2.3 Luftintag för byggnader

För bostäder inom aktuellt område ska luftintag placeras så högt upp som möjligt på fasad som vetter bort från Svealandsbanan samt idrottsområdet.

För byggnader inom idrottsområdet ska luftintag placeras så högt upp som möjligt på fasad som vetter bort från Svealandsbanan samt eventuell ishall och simhall.

Förlängt avstånd mellan luftintag och läckagepunkten ger en lägre koncentration av giftiga ämnen i den luft som tränger in i byggnaderna, därmed minskas också andelen omkomna inomhus. Detta bedöms ha betydande effekt på stora olyckor med giftiga gaser, till höger i f/N-kurvan. Placering av friskluftsintag som motverkar att utvändig gas läcker in i byggnad skapar en förhållandevis stor riskreducering. Den totala riskreduceringen av åtgärder anses

Copyright © AFRY

Riskutredning

också vara stor eftersom det finns en påtaglig effekt även mot övriga klasser av farligt gods som innefattar gas [37]. Resultaten från vindtunnelexperiment med tunggasspridning visar på en nära nog 80 % lägre koncentration på motsatt sida byggnaden. Eftersom utsläpp av giftig gas förekommer som scenario vid samtliga analyserade riskobjekt bedöms denna åtgärd ge goda riskreducerande effekter.

8.2.4 Befintlig vall

Befintlig vall mellan Svealandsbanan och planområdet bör bevaras. Detta bedöms kunna minska konsekvensen vid en eventuell urspårning och påverka hur långt från spåret ett urspårat tåg kan färdas.

8.2.5 Entréer

För flerbostadshus samt besöksverksamheter ska det finnas möjlighet att utrymma bort från samtliga riskobjekt, det vill säga Svealandsbanan samt eventuell ishall och simhall.

8.2.6 Övrigt

Utöver ovan åtgärder rekommenderas även att följande genomförs (men utgör inget krav för att nå acceptabla risknivåer):

Det rekommenderas att ventilationen i eventuell sim-och ishall (om hantering av klorgas eller ammoniak) utförs separat för teknikutrymmet. Räddningstjänsten bör också ha möjlighet att nödstoppa ventilationssystemet på plats för att vid behov kunna kvarhålla klorgas alternativt ammoniak inuti teknikutrymmet.

För att inte transporter av farligt gods ska ske på framsidan av byggnaderna där det finns risk att ett utsläpp ger stora konsekvenser bör transporterna hänvisas till baksidan av byggnaderna. Det är då också viktigt att utformningen inte uppmuntrar att personer annat än personal rör sig på baksidan av byggnaderna och att alla entréer, även till omklädningsrum, finns på framsidan av byggnaden.

Copyright © AFRY

Riskutredning

9 Slutsatser

Följande slutsatser har erhållits i utredningen:

- Individriskberäkningarna för transport av farligt gods visar att risknivåer inte når upp i ALARP-nivåer.
- Individriskberäkningar för urspårning visar att bortom 12 meter är risknivåerna under 10^{-6}, det vill säga under ALARP-området. Järnvägen är belägen ca. 20 m från planområdets närmsta gräns, vilket innebär att urspårning av tåg inte förväntas medföra konsekvenser inom planområdet.
- Samhällsriskberäkningarna visar på att samhällsrisknivån inte hamnar inom ALARP-området, varken för utvecklings- eller nollalternativet, samt i genomförd känslighetsanalys då transporter med klass 1 även inkluderats.
- Risken att en olycka med farliga ämnen (klorgas eller ammoniak) inom eventuell is- eller simhall påverkar planområdet bedöms som väldigt liten.

Följande åtgärder föreslås för att uppfylla en acceptabel risknivå:

- Ett minsta bebyggelsefritt avstånd om 25 meter[5] från närmsta spårmitt ska hållas mellan ny bebyggelse och Svealandsbanan.
- 25-30 meter från Svealandsbanans närmsta spårmitt kan bebyggelse placeras enligt framräknade risknivåer. Trafikverket anser dock att det inom 30 meter endast bör placeras verksamhet som inte är störningskänslig och där människor endast tillfälligtvis vistas, till exempel parkering, garage och förråd. Om bebyggelse placeras inom 25-30 meter från järnvägen ska följande åtgärder genomföras[6]:
    - bebyggelsen får endast omfatta bebyggelse med låg persontäthet samt ej känsliga personer och endast i vaket tillstånd
    - glas ska utföras i lägst brandteknisk klass EW30
    - fasader ska utföras i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass EI30
    - friskluftsintag ska riktas bort från vägen
    - det ska vara möjligt att utrymma bort från vägen på ett säkert sätt
- Ett minsta avstånd om 50 meter ska hållas mellan eventuell ishall samt eventuell simhall och känslig bebyggelse, så som flerbostadshus, skola/förskola och LSS-boende.
- Inom 150 meter från Svealandsbanan och idrottsområdet ska:
    - friskluftsintag riktas bort från Svealandsbanan och fastighetsgräns för idrottsområde för ny bostadsbebyggelse inom området
    - friskluftsintag placeras så högt upp som möjligt på fasad som vetter bort från Svealandsbanan samt eventuell ishall och simhall.
    - byggnader utförs så att det är möjligt att utrymma bort från Svealandsbanan samt idrottsområdet.

[5] Trafikverket tillåter generellt inte bebyggelse närmare än 30 meter från järnvägar. Vid bebyggelse inom 30 meter från Svealandsbanans närmsta spårmitt bör hänsyn tas till att det ska gå att genomföra underhåll på järnvägsanläggningen.
[6] Enligt riktlinje från Länsstyrelsen i Stockholms län

Copyright © AFRY

Riskutredning

Utöver detta rekommenderas även att det finns möjlighet att stänga av ventilation inom de utrymmen som kommer hantera eventuell klorgas alternativt ammoniak inom simhall respektive ishall. Dessutom bör transporter av farliga ämnen till dessa anläggningar möjliggöras på baksidan av byggnaderna, där färre människor vistas. Befintlig vall mellan Svealandsbanan och aktuellt område samt tillträdesskydd (stängsel) rekommenderas att bevaras.

Om rekommenderad markanvändning och förslag till planbestämmelser tas i beaktande i detaljplanen bedöms föreslagen exploatering vara lämplig och acceptabel ur ett personriskperspektiv.

Mindre ändringar från det presenterade dispositionsförslaget kan förekomma. Ur risksynpunkt ger mindre ändringar ingen påverkan så länge personantalet inte ökar och verksamheter inte flyttas närmre vägen än vad som angetts som acceptabelt i utredningen, givet att förslag till planbestämmelser tas i beaktande.

Hantering och förvaring av brandfarliga och giftiga ämnen lyder under olika typer av lagstiftning och föreskrifter vilket innebär en riskreducering i sig. Att placera förvaring och hantering samt påfyllning av dessa ämnen på säker plats är svårt eller går inte att reglera med planbestämmelser. Det är viktigt att i senare detaljprojektering av dessa i stället ha i åtanke att inte placera dessa så att eventuella giftiga gaser kan läcka ut i närheten av luftintag och/eller ventilation. Placering bör inte heller vara i närheten av där det finns risk att många personer vistas exempelvis nära entré eller plats utomhus avsedd för lek eller annan stadigvarande vistelse.

I övrigt rekommenderas även att ventilationen i eventuell sim-och ishall (om hantering av klorgas eller ammoniak) utförs separat för teknikutrymmet samt att transporter till verksamheten leds på baksidan så att transporter av farligt gods separeras från områden där det kan vistas många personer. Baksidan ska då inte uppmuntras att användas av besökare. Skyltar kan begränsa denna möjlighet samt utformning så att omklädningsrum och andra platser lättast nås från framsidan av byggnaden och inte uppmuntras till någon sidoväg.

Copyright © AFRY

Riskutredning

10 Referenser

[1] Länsstyrelsen i Stockholms län, ”Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer,” Räddnings- och säkerhetsavdelningen.. Publikation: 2000:1., 2000.

[2] 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/.

[3] 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/.

[4] Länsstyrelsen Stockholm, ”Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods,” Enheten för samhällsskydd och beredskap, Stockholm, 2016.

[5] 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].

[6] Räddningsverket, ”Värdering av risk,” Karlstad, 1997.

[7] Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götaland län, ”Riskhantering i detaljplaneprocessen,” 2006.

[8] Statistiska Centralbyrån, ”Befolkningstäthet,” 2018. [Online]. Available: https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/hushallens-ekonomi/inkomster-och-inkomstfordelning/hushallens-boende/pong/statistiknyhet/hushallens-boende/.

[9] Trafikverket, ”Norrköpings linjebok. 111 Södertälje Syd till Valskog,” Version 2018-11-19, 2018.

[10] Trafikverket, ”Prognos för godstransporter 2040 – Trafikverkets Basprognoser 2020,” Publikationsnummer: 2020:125, 2020.

[11] Trafikverket, ”Svealandsbanan MKB för järnvägsplan delen Strängnäs – Härad, Trafikverket, 2012, granskningshandling 2012-05-09,” 2012.

[12] AFRY, ”Kvantitativ riskutredning Furuborg, Nykvarn,” Paraduomo Gruppen, 2019.

Copyright © AFRY

Riskutredning

[13] Trafikverket, ”Frågor och svar Svealandsbanan,” 10 12 2018. [Online]. Available: https://www.trafikverket.se/nara-dig/Sodermanland/projekt-i-sodermanlands-lan/Strangnas-Harad/fragor-och-svar-svealandsbanan/.

[14] Trafikanalys, ”Bantrafik 2020,” Publiceringsdatum: 2021-06-23, 2021.

[15] Trafikanalys, ”Bantrafik 2019,” 2020-09-14, 2020.

[16] Trafikanalys, ”Bantrafik 2020,” Statistik 2021:23, 2021.

[17] Statens Räddningsverk, ”Kartläggning av farligt gods transpoter, September 2006,” Statens Räddningsverk (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap), 2006.

[18] VTI, ”Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg, VTI-rapport 387:4,” Väg- och trafikforskningsinstitutet, 1994.

[19] MSB, ”MSBFS 2018:5 - ADR-S 2019,” 2018.

[20] FOA, ”Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker,” Försvarets forskningsanstalt (FOA), 1998.

[21] EPA, ”Access Acute Exposure Guideline Levels (AEGLs) Values,” 29 08 2016. [Online]. Available: https://www.epa.gov/aegl/access-acute-exposure-guideline-levels-aegls-values#chemicals.

[22] HHS1, ”Toxicological Profile for Ammonia,” Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, 2004.

[23] Agency for Toxic Substances and Disease Registry, ”Toxicological profile for chlorine,” U.S. Department of health and human services, Atlanta, Georgia, 2010.

[24] PLASTICS, ”Safe Transport of Organic Peroxides - Best Practices,” Organic Peroxide Producers Safety Division of the Plastics Industry Association (PLASTICS), 2017.

[25] MSB, ”Gruppering av organiska peroxider - uppgifter om innehållet i databasen,” 2014.

[26] MSB, SÄIFS 1999:2 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av väteperoxid, 1999.

[27] MSB, SÄIFS 1996:4 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av organiska peroxider, 1996.

[28] S. Fredén, ”Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen,,” Banverket, Borlänge, 2001.

[29] FOA, ”Hur farlig är en ishall med ammoniak?,” Försvarets Forskningsanstalt, 1998.

Copyright © AFRY

Riskutredning

[30] E. analys, Interviewee, *Information om kylsystem i ishallar.* [Intervju]. 21 09 2021.

[31] SVT, ”SVT nyheter,” 12 10 2018. [Online]. Available: https://www.svt.se/nyheter/nyhetstecken/kemiskt-utslapp-vid-badhus-tre-personer-till-sjukhus. [Använd 05 03 2021].

[32] Expressen, ”Badhus utryms efter larm om farligt utsläpp,” 18 09 2018. [Online]. Available: https://www.expressen.se/gt/badhus-utryms-efter-larm-om-farligt-utslapp/. [Använd 05 03 2021].

[33] Göteborgs-Posten, ”Kemolycka på badhus - en till sjukhus,” 02 05 2017. [Online]. Available: http://www.gp.se/nyheter/v%C3%A4stsverige/kemolycka-p%C3%A5-badhus-en-till-sjukhus-1.4260228. [Använd 05 03 2021].

[34] Räddningstjänsten Öland, ”OLYCKSUNDERSÖKNING,” Ärende dnr. 400-2016-00379, 2016.

[35] Trafikverket, ”Riskbedömning avseende farligt gods mm, underlagsrapport till MKB,” Trafikverket, Kristianstad, 2013.

[36] Trafikverket, ”Säkerhetsavstånd vid byggande intill järnväg,” 2021. [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/. Hämtat 2021-10-08.

[37] M. Thomasson, ”Riskreducerande åtgärder Effektutvärdering med tillämpning på transport av farligt gods,” Lunds Tekniska Högskola, Lund, 2017.

Copyright © AFRY