

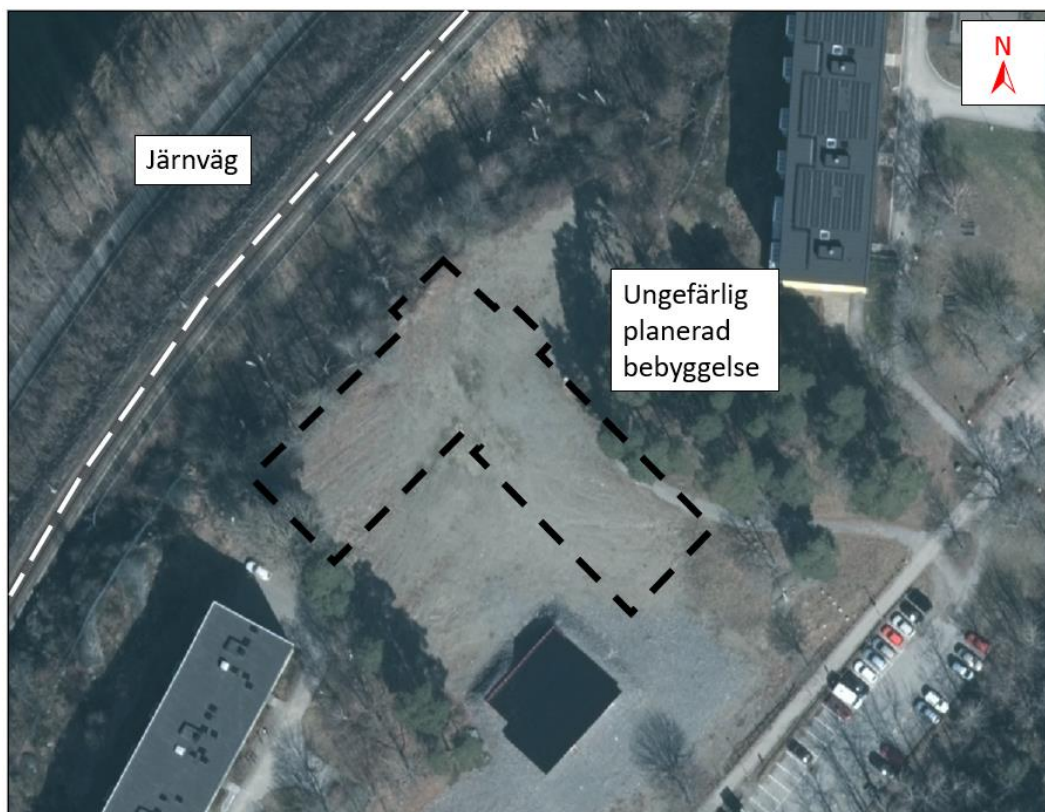
Riskutredning

Handläggare
Cecilia Magnusson
Telefon
010 505 47 87
Mobil
072 194 06 55
E-post
cecilia.magnusson@afry.com

Datum
2024-02-16
Projekt ID
D0163733
Beställare
Kristina Tidestav
E-post
Kristina.tidestav@nynashamn.se

Kund
Nynäshamns kommun

Riskutredning för detaljplanering för Humlan 10, Nynäshamns kommun



Uppdragsledare: Gustaf Zetterberg
Handläggare: Cecilia Magnusson
Intern kvalitetsgranskning: Maria Svärd

Riskutredning

Dokumenthistorik

Version	Datum	Revidering	Handläggare
1.0	2024-02-09	Första utgivna version.	Cecilia Magnusson
2.0	2024-02-16	Uppdaterad efter beställarens granskning.	Cecilia Magnusson

Riskutredning

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	7
1.1	Syfte och mål.....	7
1.2	Avgränsningar.....	7
2	Styrande lagstiftning och riktlinjer.....	8
2.1	Riskpolicy - Skåne, Stockholm och Västra Götaland.....	8
2.2	Riktlinjer - Länsstyrelsen Stockholm.....	9
2.3	Riktlinjer - Trafikverket.....	10
2.4	Riktlinjer - Riskstrategi Nynäshamn.....	10
3	Metod.....	11
3.1	Programvara.....	11
3.2	Kvantitativa riskmått.....	12
3.2.1	Individrisk.....	12
3.2.2	Samhällsrisk.....	12
3.3	Riskvärderingskriterier.....	12
3.3.1	Kriterier från Det Norske Veritas (DNV).....	13
4	Beskrivning av planområde.....	15
4.1	Skyddsvärda objekt.....	16
4.2	Riskobjekt - Järnväg.....	16
5	Riskinventering.....	17
5.1	Mekanisk påverkan av urspårande tåg.....	17
5.2	Olycka med farligt gods.....	17
5.3	Olycksscenarier vid olycka med farligt gods.....	18
5.4	Sammanfattning av aktuella olycksscenarier.....	22
6	Riskanalys.....	23
6.1	Förutsättningar för beräkningar.....	23
6.1.1	Personbelastning.....	23
6.1.2	Trafikuppgifter järnväg.....	25
6.1.3	Fördelning av farligt gods på järnväg.....	25
6.2	Individrisk.....	26
6.2.1	Urspårning av tåg - mekanisk påverkan.....	26
6.2.2	Olycka med farligt gods.....	27
6.3	Samhällsrisk.....	29
7	Känslighets- och osäkerhetsanalys.....	31
7.1	Kvalitativ känslighetsanalys.....	31

Riskutredning

7.1.1	Antal transporter av farligt gods	31
7.1.2	Personbelastning	31
7.1.3	Konsekvenser för studerade olycksscenarier	31
7.2	Osäkerhetsanalys.....	32
7.2.1	Antal transporter av farligt gods	32
7.2.2	Sannolikhet för olycka.....	32
7.2.3	Personbelastning	32
7.2.4	Konsekvenser för studerade olycksscenarier	33
7.3	Kvantitativ känslighetsanalys – utvidgat utvecklingsalternativ	33
8	Riskvärdering och riskreducerande åtgärder	36
8.1	Riskvärdering	36
8.2	Beskrivning av riskreducerande åtgärder	36
8.2.1	Byggnadens placering och utformning	36
8.2.2	Ventilation.....	37
8.2.3	Utrymningsvägar och entréer	37
8.2.4	Brandtekniskt skydd	37
9	Slutsatser.....	38
	Referenser	39

Bilagor:

Beräkningsbilaga till Riskutredning för detaljplanering för Humlan 10, Nynäshamns kommun.

Riskutredning

Sammanfattning

I Nynäshamns kommun pågår utveckling av fastigheten Nynäshamn Humlan 10. Markanvändningen inom fastigheten utgörs idag av oanvänd mark och den nya markanvändningen kommer medge byggnation av ett särskilt boende för äldre, SÄBO. Planområdet är beläget invid järnvägen Nynäsbanan som kan komma att transportera farligt gods. Det kortaste avståndet från järnvägen till planerad bebyggelse är ca 24 meter från spårkant (25 meter från spårmitt). Eftersom avståndet till planområdet understiger Länsstyrelsen Stockholms riktlinjer för skyddsavstånd ska risker kopplade till transport av farligt gods undersökas.

Syftet med utredningen är att säkerställa att människor inom aktuellt detaljplanområde inte utsätts för oacceptabla risker kopplade till olyckor på närliggande transportled. Målet är att ta fram en riskutredning där aktuella risker är kvantifierade och värderade mot befintliga riskkriterier. Om identifierade risker inte bedöms acceptabla ska nödvändiga åtgärder utredas och presenteras.

Följande resultat med avseende på individrisk och samhällsrisk har erhållits:

- Individrisken från urspårning av tåg är acceptabel på avstånd längre än 11 m.
- Individrisken från olyckor med farligt gods ligger inom risknivån för acceptabel risk på alla avstånd från järnvägen.
- Samhällsrisk för utvecklingsalternativet ligger delvis inom risknivån för det undre ALARP-området och delvis inom risknivån för acceptabel risk.
- En kvantitativ känslighetsanalys för ett utvidgat utvecklingsalternativ har genomförts. Detta alternativ skulle utöver ett SÄBO även innefatta nya bostäder. Samhällsrisk för det utvidgade utvecklingsalternativet är marginellt större än för utvecklingsalternativet.

Baserat på Länsstyrelsen Stockholms riktlinjer samt resultaten på riskutredningen krävs att följande riskreducerande åtgärder efterföljs för planerat SÄBO:

- **Byggnadens placering och utformning**
Planområdet ska ha kvar sin topografi och utformning och även ha ett bebyggelsefritt område på 24 meter från spårkant (25 meter från spårmitt). För att minska risken för skada vid olycka ska bebyggelsefritt område närmast järnvägen inte uppmuntra till stadigvarande vistelse.
- **Ventilation**
Nybyggnation inom planområdet ska planeras på ett sätt så att luftintag dels placeras på tak eller så högt upp som möjligt på fasad, dels placeras så att de vetter bort från järnvägen.
- **Utrymningsvägar och entréer**
Nybyggnationen inom planområdet ska planeras på ett sätt så att utrymningsvägar möjliggör utrymning bort från järnvägen och huvudsakliga entréer inte är placerade direkt mot järnvägen.
- **Brandtekniskt skydd**
Inom 30 meter ska fasader utföras i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass EI30.

För tillkommande bostäder ställs inga krav på åtgärder förutsatt att tillkommande bostäder ej planeras inom 30 meter från Nynäsbanan. Samtliga föreslagna åtgärder ska ses som rekommendationer för tillkommande bostäder, de bör alltså övervägas men utgör inte ett krav.

Riskutredning

Givet att etablering i samband med utvecklingen av planområden för Nynäshamn Humlan 10 följer beskrivning i denna rapport och de riskreducerande åtgärderna som presenteras i avsnitt 8.2 bedöms risken som acceptabel för utvecklingsalternativet och det utvidgade utvecklingsalternativet.

Riskutredning

1 Inledning

I mars 2022 erhöll Samhällsbyggnadsförvaltningen i Nynäshamns kommun uppdraget att upprätta ett planprogram för Gröndal. Planprogrammet syftar till att skapa förutsättningar för att utveckla området Gröndal i enlighet med Översiktsplanen och den fördjupade Översiktsplanen, där området pekats ut som ett utvecklingsområde för bostäder. Med utgångspunkt i programmet avser Nynäshamns kommun att planlägga för ett särskilt boende för äldre, SÄBO inom programområden. Detta berör fastigheten Nynäshamn Humlan 10. Markanvändningen inom fastigheten utgörs idag av oanvänd mark och den nya markanvändningen kommer medge byggnation av ett särskilt boende för äldre, SÄBO. Planområdet är beläget invid järnvägen Nynäsbanan som kan komma att transportera farligt gods. Eftersom avståndet till planområdet understiger Länsstyrelsen Stockholms riktlinjer för skyddsavstånd ska risker kopplade till transport av farligt gods undersökas.

1.1 Syfte och mål

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

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

1.2 Avgränsningar

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

Riskutredningen avgränsas till att enbart beakta olyckor på rekommenderade transportleder för farligt gods i anslutning till planområdet, dvs. på Nynäsbanan. Med olyckor avses händelser där ingen avsikt har funnits från någon ingående aktör att åsamka skada. Händelseförlopp där avsikten är att medvetet skada människor, så kallade antagonistiska händelser, omfattas ej av föreliggande utredning. Olyckor som omfattas är sådana som medför påverkan på människor så att dessa förväntas omkomma. Skador som inte leder till dödsfall utreds ej. Vidare tas ingen hänsyn till exempelvis skador på miljön, skador orsakade av långvarig exponering eller materiella skador inom området. Riskutredningen är avgränsad till att inte beakta eventuella risker från andra riskobjekt i omgivningen såsom från omgivande verksamheter och industrier. Projektering av skyddsåtgärder ingår ej.

För att den planerade bebyggelsen ska vara hållbar ur ett riskperspektiv behöver hänsyn tas till framtida förändring av transporterna på transportlederna förbi planområdet. Därmed har prognostiserad trafikering av transportled och förväntad personbelastning för 2050 tillämpats.

I den här riskutredningen och den tillhörande beräkningsbilagan används uttrycket "konservativ" i sammanhang såsom "konservativ bedömning" och "konservativt antagande". Uttrycket "konservativ" innebär att de bedömningar, antaganden och dylikt som avses medför att risken som beräknas är något högre än den förväntade risken. Konservativa bedömningar och antaganden görs för att erhålla god marginal till den förväntade risken när det finns behov att göra förenklingar som underlättar förutsättningarna för beräkningarna av risk.

Riskutredning

2 Styrande lagstiftning och riktlinjer

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

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

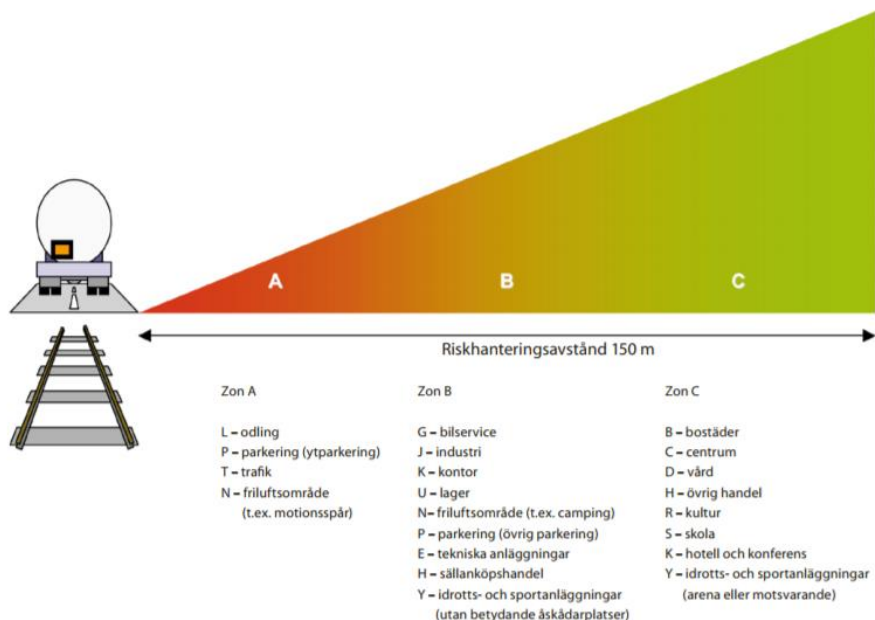
2.1 Riskpolicy - Skåne, Stockholm och Västra Götaland

I denna utredning används Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands gemensamma riskpolicy *Riskhantering i detaljplaneprocessen* [1]. Riskpolicyn är ett gemensamt paraplydokument utarbetat av storstadslänen. De lokala och regionala riktlinjer, för riskhänsyn i samhällsplaneringen, som är etablerade ska kunna omfattas av riskpolicyn. Riskpolicyn innebär att riskhanteringsprocessen beaktas i framtagandet av detaljplaner inom 150 meters avstånd från en farligt godsled.

Riskpolicyn utgör en vägledning i hur markanvändning, avstånd och riskhantering bör beaktas i samband med planprocessen. Speciellt redogör policyn för tre zoner (A – C) av markanvändning, där zon A är närmast och zon C är längst ifrån farligt godsleden i det aktuella planärendet, se Figur 2-1. Zonindelningen hanterar endast kvartersmark. Vad gäller allmän platsmark i en plan bör områden närmast transportleden begränsas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Områden i direkt anslutning till riskkällan bör inte heller exploateras på sådant sätt att ett eventuellt olycksförlopp kan förvärras. Hårda konstruktioner eller motsvarande som kan orsaka skada på eventuellt avåkande fordon bör undvikas.

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

Riskutredning



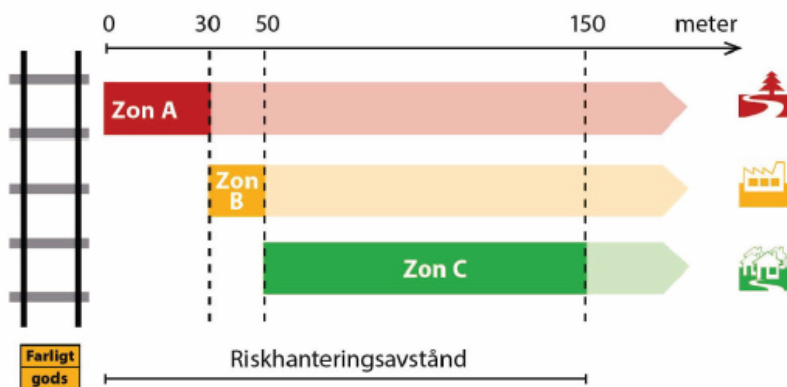
Figur 2-1. Zonindelning för riskhanteringsavstånd.

2.2 Riktlinjer - Länsstyrelsen Stockholm

I denna utredning används även Länsstyrelsen i Stockholms läns dokument *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods* [2].

I enlighet med riktlinjerna gäller 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 presenterar rekommenderade skyddsavstånd mellan transportled för farligt gods och tre zoner (A-C) för olika markanvändning. Tabell 2-1 redogör för olika typer av markanvändning för de tre zonerna. Om aktuellt område är beläget mellan 75 och 150 meter från transportleden krävs det oftast ingen riskutredning. Det finns ingen allmän rekommendation kring när en riskutredning behöver vara detaljerad, men generellt gäller att ju kortare skyddsavstånden är, desto större är kraven på en utförlig riskutredning.



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

Riskutredning

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

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

För järnväg och rekommenderade vägar anser dock Länsstyrelsen Stockholm att det ska finnas ett bebyggelsefritt avstånd och särskilda skyddsåtgärder *oavsett* vad riskutredningen kommer fram till. Därför handlar riskutredningen om att utreda om planförslaget är lämpligt och vilka åtgärder som krävs för att uppnå en acceptabel risknivå utöver fördefinierade skyddsavstånd och åtgärder.

Vid markanvändningen industri och verksamheter finns det möjlighet att göra avsteg från skyddsåtgärderna om glas, fasader och friskluftsintag. Detta gäller endast för lagerlokaler, där det tydligt framgår att det sällan kommer vistas människor.

Det ska finnas ett bebyggelsefritt skyddsavstånd på minst 25 meter intill järnväg, mätt från närmaste spårmit. Inom 30 meter ska det för markanvändning bostäder, centrum, vård, handel, friluftsliv och camping, tillfällig vistelse, besöksanläggningar, skola, kontor, drivmedelsförsörjning, industri och verksamheter säkerställas följande åtgärder genom planbestämmelser:

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

Beskrivning av kriterier för riskvärdering, för de situationer då det bedöms att en detaljerad riskutredning krävs, presenteras i avsnitt 3.3.

2.3 Riktlinjer - Trafikverket

Utöver Länsstyrelsens riktlinjer har även Trafikverket gett ut rekommendationer vid bebyggelse intill järnväg. I dessa anges att ny bebyggelse generellt inte bör tillåtas inom ett område på 30 meter från järnvägen (mätt från spårmit på närmsta spår). En verksamhet som inte är störningskänslig och där människor endast tillfälligt vistas, t.ex. garage, parkering och förråd, kan dock uppföras inom 30 meter. Hänsyn bör dock tas till möjlighet att underhålla järnvägsanläggning och bebyggelse [3].

2.4 Riktlinjer – Riskstrategi Nynäshamn

År 2013 tog Nynäshamns kommun fram en riskstrategi för markanvändning/bebyggelse nära farlig och miljöfarlig verksamhet i Nynäshamns Stad [4]. I riskstrategin har de lokaliserat riskfyllda verksamheter och transportsystem som bedöms ha potential att påverka riskstrategin för Nynäshamns stad. Enligt riskstrategin ligger aktuellt planområde inte i närheten av någon lokaliserad riskfylld verksamhet eller transportsystem förutom Nynäsbanan. Inga nya riskfyllda verksamheter eller transportsystem har identifierats.

Riskutredning

3 Metod

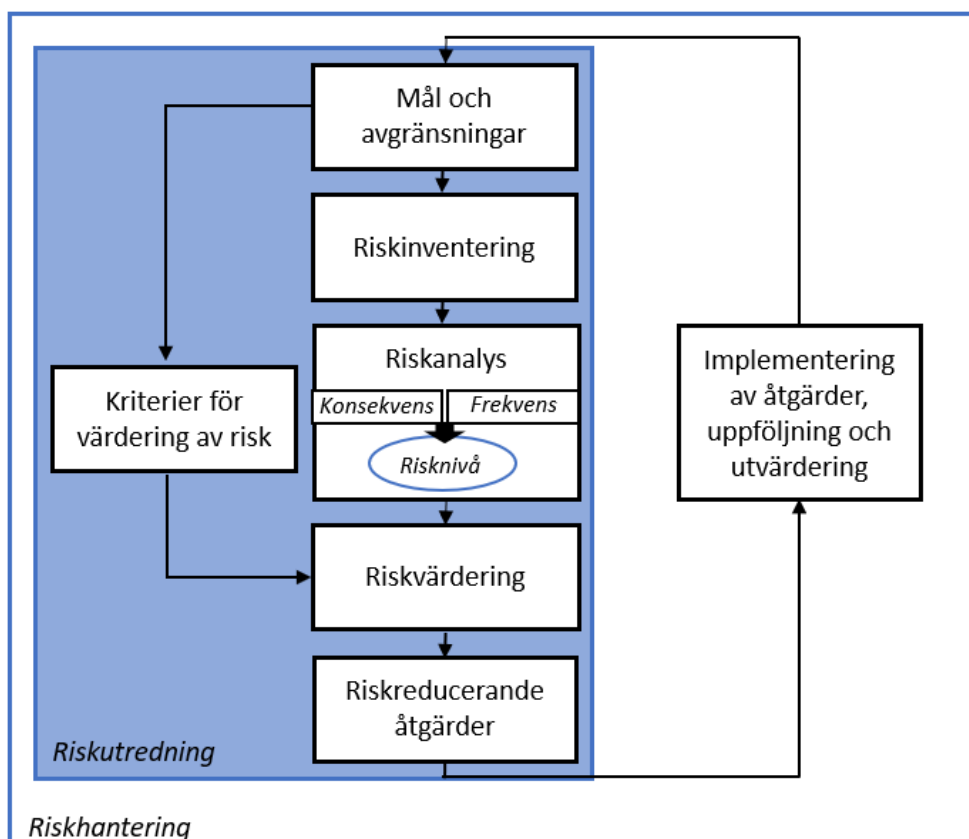
Att genomföra en riskutredning innebär i sig flera olika delmoment. Inledningsvis bestäms de mål och avgränsningar som gäller för den aktuella riskutredningen. Även principer för hur risken värderas ska fastställas.

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

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

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

Riskhanteringsprocessen åskådliggörs i Figur 3-1 nedan.



Figur 3-1. Riskhanteringsprocessen.

3.1 Programvara

I denna riskutredning görs konsekvens- och frekvensberäkningar med programvaran Riskcurves [5]. Programmet har tagits fram av The Netherlands Organisation for applied scientific research (TNO) som är ett oberoende forskningsinstitut. Frekvensberäkningar i

Riskutredning

föreliggande utredning baseras till stor del på de källor som används i Riskcurves [6]. Där dessa frångås nämns detta uttryckligen. Beräkningarnas konsekvensmodelleringar är förankrade i empiri och forskningsdata med en gedigen referenslista.

3.2 Kvantitativa riskmått

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

3.2.1 Individrisk

Med individrisk avses sannolikheten (frekvensen) att en hypotetisk och oskyddad individ ska omkomma, givet att individen kontinuerligt befinner sig på en och samma plats på ett visst avstånd från ett riskobjekt, ofta utomhus [7]. Individrisken är rättighetsbaserad och tar ingen hänsyn till hur många individer som kan påverkas av skadehändelsen. Med rättighetsbaserad menas att alla individer har den personliga rättigheten att inte behöva utsättas för orimlig risk att omkomma.

3.2.2 Samhällsrisk

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

3.3 Riskvärderingskriterier

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

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

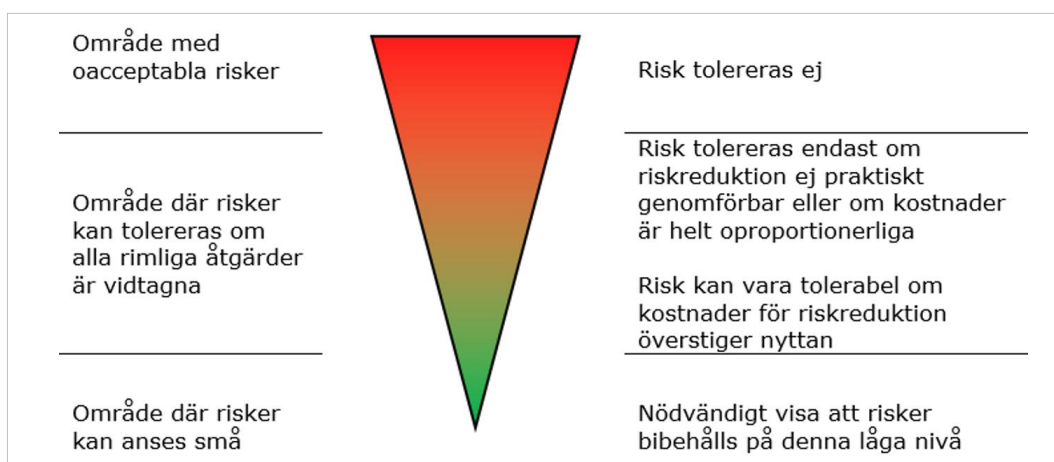
För att begreppen individ- och samhällsrisk ska få någon betydelse måste dessa ställas i relation till kriterier för acceptabel risk. I Sverige finns inget nationellt beslut om vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planprocessen. Varje länsstyrelse beslutar istället om vilka riskkriterier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

Riskutredning

3.3.1 Kriterier från Det Norske Veritas (DNV)

I enlighet med aktuella riktlinjer används kriterier framtagna av Det Norske Veritas (DNV), på uppdrag av Räddningsverket, gällande såväl individrisk som samhällsrisk [7]. Dessa kriterier har blivit något av en praxis att använda vid riskutredningar med avseende på transport av farligt gods i Sverige.

Riskkriterierna avser liv, och uttrycks vanligen som den frekvens med vilken en olycka med en given konsekvens inträffar. Risker kan kategoriskt indelas i tre grupper; tolerabla, tolerabla med åtgärd eller ej tolerabla, se Figur 3-2.



Figur 3-2. Princip för värdering av risk [7].

DNV:s förslag till tolkning av dessa områden:

- Risker som klassificeras som oacceptabla värderas som oacceptabelt stora och tolereras ej. För dessa risker behöver mer detaljerade analyser genomföras och/eller riskreducerande åtgärder vidtas där den riskreducerande effekten verifieras.
- De risker som bedöms tillhöra den andra kategorin värderas som tolerabla om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Risker i denna kategori ska behandlas med ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, tolereras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området bör inte lika hårda krav ställas på riskreduktion, 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, och liknar de kriterier som finns i flera andra europeiska länder. 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.

Riskutredning

För individrisk föreslås följande kriterier [7]:

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

För samhällsrisk föreslås följande kriterier [7]:

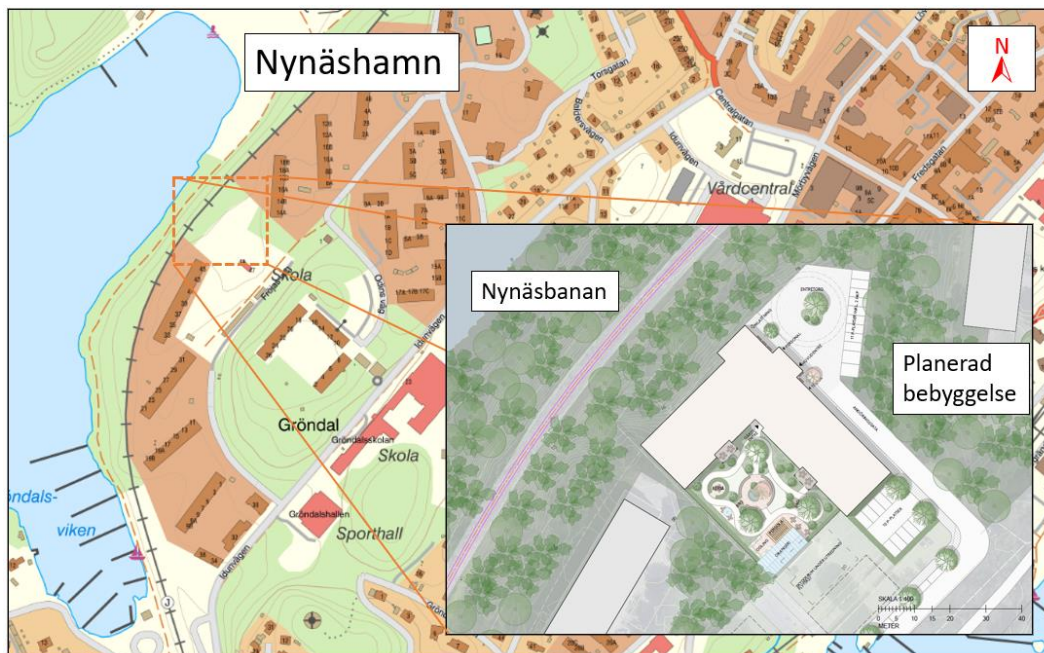
- Övre gräns för område inom vilket risker kan tolereras under vissa förutsättningar: $F = 10^{-4}$ per år, för $N = 1$ med lutning på F/N-kurva = -1.
- Övre gräns för område inom vilket risker kan kategoriseras som små: $F = 10^{-6}$ per år, för $N = 1$ med lutning på F/N-kurva = -1.

För transportleder föreslås kriterierna av DNV [7] gälla för en sträcka av 1 km. Kriterier för samhällsrisk tillämpas generellt på ett kvadratisk område med arean 1 km^2 , beläget i anslutning till transportleden. Beräkningar har gjorts för 1 km vägsträcka och 1 km^2 inom aktuellt område.

Riskutredning

4 Beskrivning av planområde

Planområdet för Nynäshamn Humlan 10 är beläget intill järnvägen Nynäsbanan i Nynäshamns kommun. Markanvändningen inom fastigheten utgörs idag av oanvänd mark, då tidigare en skola, Humlegårdsskolan, revs år 2020. Den nya markanvändningen kommer medge byggnation av ett särskilt boende för äldre, SÄBO, se Figur 4-1.

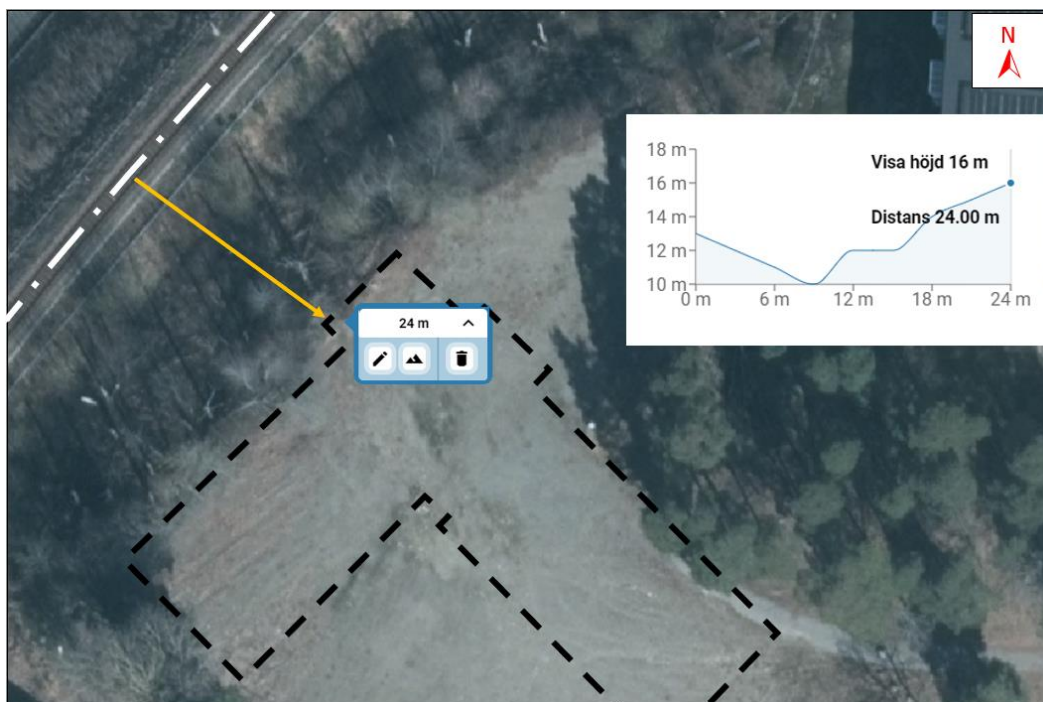


Figur 4-1. Planområdets placering i Nynäshamns kommun. Mindre bild visar planerad byggnation av SÄBO. Mindre bild är från ÅWL Arkitekter AB.

Avståndet mellan järnväg och närmsta bebyggelse inom planområdet planeras vara ungefär 24 meter från spårkant (25 meter från spårmitt). Det aktuella området ligger på en höjd i förhållande till riskobjektet. Det utgör en höjdskillnad på ca 3 meter, se Figur 4-2.

Dessutom är det ett dike och ett järnvägsräcke längs järnvägen. Vegetation utgör sträckan mellan järnväg och planområdet.

Riskutredning



Figur 4-2. Planerad bebyggelse visas ungefärligt i svart streckad linje och intilliggande järnväg visas i vit streckad linje. Höjdskillnader visas i diagrammet i bilden, från 0 – 24 meter från järnvägen.

4.1 Skyddsvärda objekt

Denna riskutredning fokuserar på oavsiktliga olycksrisker för människors liv. Skyddsvärda objekt är personer som vistas inom planerad markanvändning inom planområdet, både i och utanför byggnader.

4.2 Riskobjekt - Järnväg

Intill planområdet löper järnvägen Nynäsbanan. Nynäsbanan kallas den järnväg som går mellan Älvsjö Station – Västerhaninge – Hemfosa - Nynäshamns Station. Nynäsbanan är enkelspårig intill det aktuella området. Trafiken utgörs av SL:s pendeltågtrafik. Enligt Trafikverkets mätning 2009–2010 förekommer det inga transporter av farligt gods mellan Västerhaninge och Nynäshamn, det vill säga vid aktuell sträcka vid planområdet [4]. Farligt gods kan dock komma att transporteras på järnvägen, men handlar då sannolikt om begränsade mängder styckegods. Enligt Trafikverkets prognos för 2040 är det satt att farligt gods kommer att transporteras i framtiden. Vid sträckan Hemfosa – Nynäshamn är Trafikverkets prognos för 2040 att 3,8 godståg kommer att transporteras per dygn [8]. Prognostiserade trafikuppgifter för den aktuella delen av Nynäsbanan genom Nynäshamns kommun år 2050 används i beräkningarna och dessa presenteras i Tabell 6-2 i avsnitt 6.1.2.

Riskutredning

5 Riskinventering

Nedan presenteras aktuella olyckstyper som kan komma att påverka planområdet.

5.1 Mekanisk påverkan av urspårande tåg

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

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

5.2 Olycka med farligt gods

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

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

Riskutredning

Riskerna längs med en transportled för farligt gods beror i stor utsträckning på fördelningen av klasser av farligt gods som transporteras på den aktuella transportleden. Fördelningen av farligt gods på aktuell transportled, som används i beräkningarna, presenteras i avsnitt 6.1.3. För en utförligare beskrivning av hur framtagandet av farligt gods-fördelningen genomförs, se tillhörande beräkningsbilaga.

5.3 Olycksscenarier vid olycka med farligt gods

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

Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål

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

Exempel på varor som tillhör underklass 1.1 är sprängämnen och krut. Risken för explosion föreligger vid en brand i närheten av dessa varor samt vid en kraftfull sammanstötning där varorna kastas omkull. Skadorna vid en explosion med ämnen i underklass 1.1 härrör från direkta tryckskador men även från värmestrålning. Dessutom är indirekta skador till följd av sammanstörtade byggnader troliga. En olycka med ämnen i underklasserna 1.2 till 1.6 medför inte samma typ av konsekvenser och skador som en olycka med ämnen i underklass 1.1. Dessa konsekvenser handlar snarare om splitter eller dylikt som flyger iväg från olycksplatsen [9].

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

Klass 2.1 – Brandfarliga gaser

Samtliga gaser i klass 2.1 kan transporteras i de fysikaliska former som presenteras nedan. [10]. Ibland kan samma ämne transporteras i olika fysikaliska former beroende på transportkärl och mängd.

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

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

- Jetbrand
- Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion
- BLEVE

Riskutredning

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 [11].

Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion

Om gasen vid ovanstående scenario inte antänds omedelbart uppstår ett brännbart gasmoln. Antändning av det brännbara gasmolnet kan leda till två principiellt olika förlopp, gasmolnsbrand respektive gasmolnsexplosion. Gasmolnsbrand är det vanligaste utfallet och kännetecknas av en lägre förbränningshastighet som ej genererar en tryckvåg. En gasmolnsbrand kan medföra skador på människa och egendom till följd av, i första hand, värmestrålning [11].

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

BLEVE

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

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

Klass 2.2 – Icke brandfarliga och icke giftiga gaser

Ämnen i klass 2.2 är vare sig brandfarliga eller giftiga.

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

Klass 2.3 – Giftiga gaser

Samtliga gaser i klass 2.3 kan transporteras i samma fysikaliska former som klass 2.1 [10].

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

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

Riskutredning

Ammoniak

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

Klor

Klor utgör den giftigaste gasen som här ges som exempel på gaser som kan drabba skyddsområdet. Klor är en tung gas och sprids därmed främst i sidled längs marken men kan även spridas i höjdlid efter inblandning av luft i gasmolnet. Den kan sprida sig långt likt ammoniak.

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

Klass 3 – Brandfarliga vätskor

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

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

Klass 4 – Brandfarliga fasta ämnen

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

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

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

Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

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

Riskutredning

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

Det finns också vissa organiska peroxider som kräver att en så kallad kontrolltemperatur ska säkerställas under transporten. Den så kallade kontrolltemperaturen är cirka 10 – 20 grader under ämnets självaccelererade sönderfallstemperatur SADT (Self-Accelerating Decomposition Temperature). Transport av dessa organiska peroxider måste därför ske under kylda förhållanden, i form av kylcontainrar eller av kylbilar där kylningen ska fungera oberoende av lastbilens motor. Vid överstigande av SADT kan ett sönderfall av ämnet ske med en sådan hög frigjord energi att sönderfallsförloppet blir som en kedjereaktion. Kraftiga och svårstoppade brand- och explosionsförlopp kan då bli följden. För dessa ämnen finns därför också en så kallad nödtemperatur på cirka 5 – 10 grader under SADT som innebär att nödåtgärder då måste sättas in under transporten [12, 13, 14, 15].

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

Klass 6 – Giftiga ämnen och smittsamma ämnen

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

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

Klass 7 – Radioaktiva ämnen

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

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

Klass 8 – Frätande ämnen

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

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

Riskutredning

Klass 9 – Övriga farliga ämnen och föremål

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

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

5.4 Sammanfattning av aktuella olycksscenarier

Utifrån riskinventeringen bedöms att följande olycksscenarion bör beaktas i riskanalysen:

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

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

Riskutredning

6 Riskanalys

I det här avsnittet presenteras de resultat som erhållits vid riskanalysen. Resultaten gäller för prognosår 2050 och jämförs med aktuella riskkriterier. För detaljer med avseende på beräkningsmetodik hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen.

6.1 Förutsättningar för beräkningar

Konsekvensberäkningar i föreliggande utredning baseras till stor del på de källor som används i Riskcurves [6]. Förutsättningar som behöver ansättas i Riskcurves är bland annat personbelastning. För frekvensberäkningarna är det trafikmängd och fördelning av farligt gods som utgör viktiga indata. Indata kring personbelastning, trafikmängd och fördelning av farligt gods beskrivs översiktligt i detta avsnitt. Även vindförhållanden tas i beaktning och i aktuellt fall har mätstation Berga använts då det var den närmaste aktiva väderstationen. Djupare beskrivning av dessa och övriga indata och antaganden beskrivs i detalj i beräkningsbilaga till denna rapport.

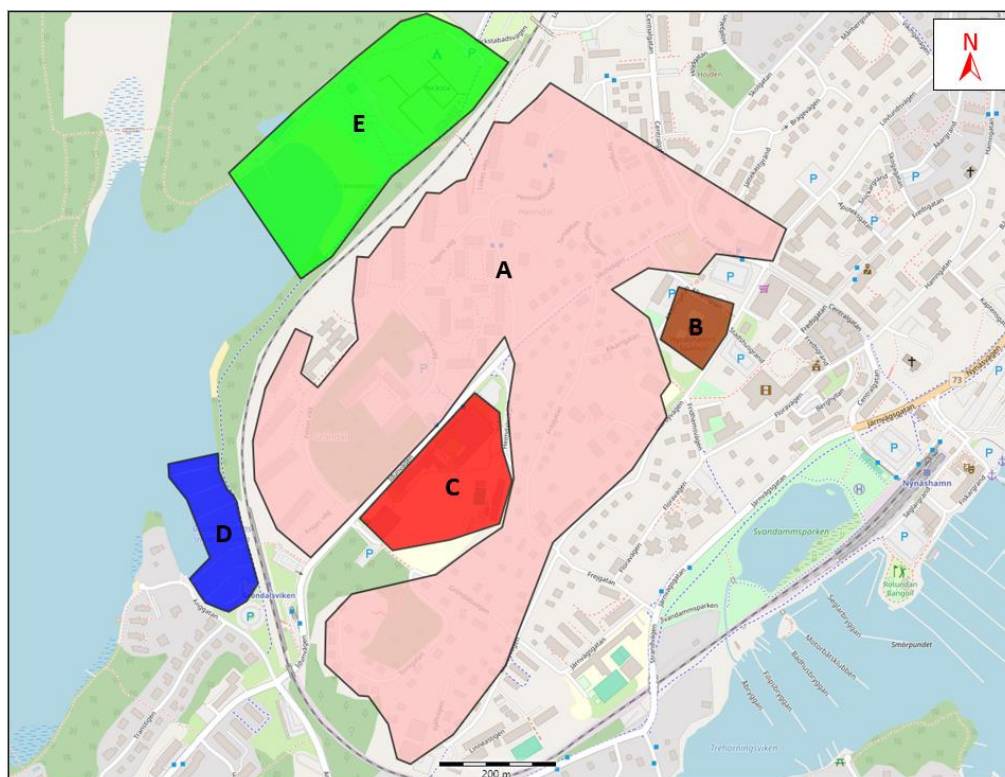
6.1.1 Personbelastning

Personbelastningen är relevant för beräkningar med avseende på samhällsrisk. Personbelastningen tas fram för ett kvadratisk område med arean 1 km² med planområdet placerat centralt inom det kvadratiska området. Kriterierna för samhällsrisk tillämpas generellt på ett sådant område. För personbelastningen beaktas markanvändning där stadigvarande vistelse förväntas. Det innebär att personbelastning inom markanvändning i form av bland annat gator och vägar inte beaktas.

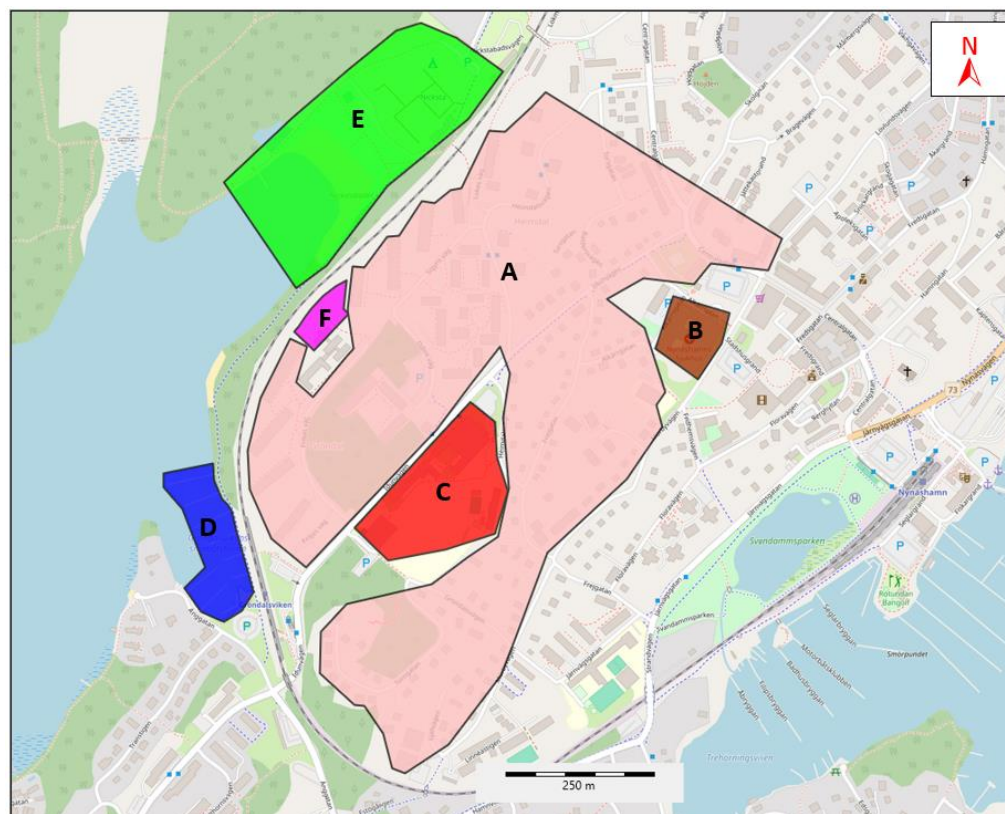
Personbelastningen redovisas för två alternativ där det ena är utvecklingsalternativet, dvs. förväntad personbelastning inom området till följd av planförslaget, medan det andra är ett nollalternativ för att kunna resonera kring ökningen i samhällsrisk som planförslaget medför. Se beräkningsbilagan för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

Utöver planområdet beaktas ytterligare 5 områden i anslutning till planområdet som ingår i det kvadratiska området med arean 1 km², se Figur 6-1 och Figur 6-2 som representerar nollalternativet respektive utvecklingsalternativet. I Tabell 6-1 specificeras nuvarande markanvändning av planområdet och användning enligt ny detaljplan.

Riskutredning



Figur 6-1. Indelning av område efter markanvändning för nollalternativ.



Figur 6-2. Indelning av område efter markanvändning för utvecklingsalternativ.

Riskutredning

Tabell 6-1. Specificering av nuvarande användning av aktuellt område och användning enligt ny detaljplan. Skillnaden för noll- och utvecklingsalternativet är område F som är markerad med fet text.

Område	Markanvändning nollalternativ	Markanvändning utvecklingsalternativ
A	Bostadsområde	Bostadsområde
B	Vårdcentral	Vårdcentral
C	Skola och bowlinghall	Skola och bowlinghall
D	Småbåtshamn	Småbåtshamn
E	Campingplats	Campingplats
F	Oanvänd mark	Särskilt boende för äldre (SÄBO)

Personbelastningen för varje enskilt område beskrivs med hjälp av följande parametrar vilka preciseras i beräkningsbilagan:

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

6.1.2 Trafikuppgifter järnväg

Prognostiserade trafikuppgifter för den aktuella delen av Nynäsbanan genom Nynäshamns kommun år 2050 som används i beräkningarna presenteras i Tabell 6-2.

Trafikuppgifter för den aktuella sträckan är baserade på prognos från Trafikverket [8]. Trafiken på järnvägen räknas därefter upp med hjälp av tillväxttal som är hämtat från Trafikverket [16].

Prognosen bedöms som konservativ då studerat område ligger nära Nynäsbanans ändstation som är Nynäshamnsstation. Det bedöms därför som osannolikt att det kommer att förekomma transporter av farligt gods på sträckan även i framtiden då den typen av verksamheter som genererar transporter av farligt gods på järnväg inte planeras i Nynäshamns centrum.

Beräkningarna utgår från att andelen vagnar med farligt gods är 6 % för godstransporter på järnväg. Se beräkningsbilagan för detaljerad information om framtagande av trafikuppgifter för järnväg.

Tabell 6-2. Trafikuppgifter för den aktuella delen av Nynäsbanan genom Nynäshamns kommun år 2050.

Trafiktyp	Värde 2050
Total trafik (antal)	76
Persontåg (antal)	72
Godståg (antal)	4,5
Godsvagnar per tåg (antal)	39
Vagnar med farligt gods (andel)	6 %

6.1.3 Fördelning av farligt gods på järnväg

I samband med transport på järnväg används benämningen RID-klasser för de olika klasserna av farligt gods. Fördelningen av transporter av olika klasser av farligt gods på den aktuella järnvägssträckan uppskattas utifrån nationell statistik. Fördelningen av farligt gods

Riskutredning

på järnväg som används i beräkningarna i den här riskutredningen redovisas i Tabell 6-3. Se beräkningsbilagan för detaljerad information om fördelning av farligt gods på järnväg.

Tabell 6-3. Fördelning av farligt gods på järnväg som används i beräkningar.

Klass	Fördelning [%]
1	0,00037
2.1	19,79
2.2	0,69
2.3	6,62
3	25,70
4	3,45
5	23,09
6	2,01
7	0,01
8	17,93
9	0,72
Totalt	100

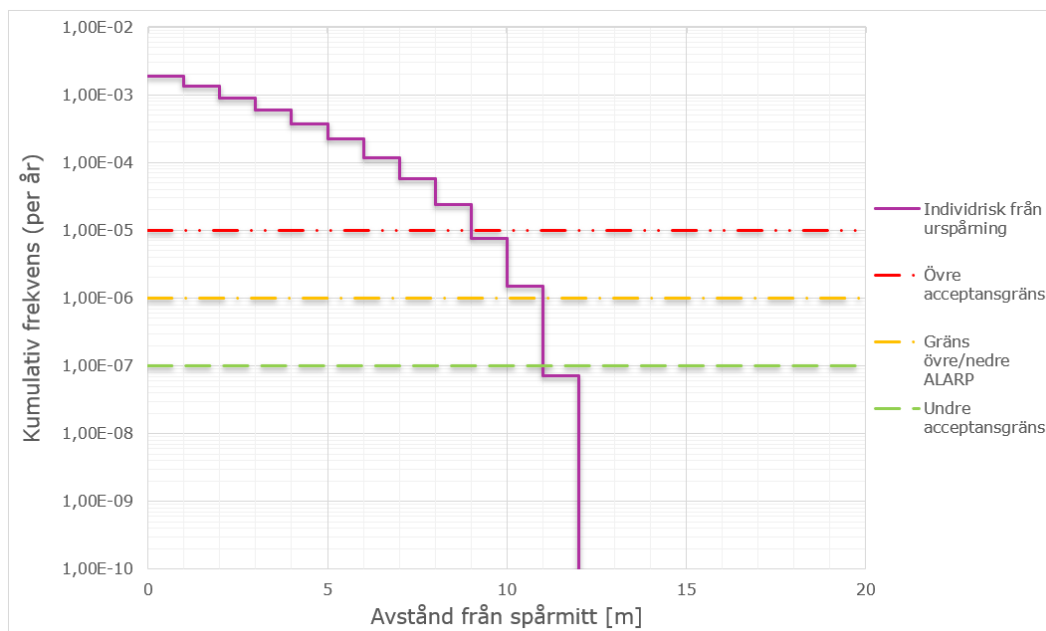
6.2 Individrisk

Nedan presenteras resultaten med avseende på individrisk. Individrisken är oberoende av persontäthet. Därför är individrisken samma för nollalternativ och utvecklingsalternativ. Individrisken för urspårning av tåg och transport av farlig gods presenteras separat eftersom två olika beräkningsmetoder används för de två olyckstyperna.

6.2.1 Urspårning av tåg – mekanisk påverkan

I Figur 6-3 redovisas individrisken från mekanisk påverkan vid urspårning av tåg. Individrisken motsvarar den kumulativa frekvensen per år för att urspårade tåg på den aktuella järnvägen når ett visst vinkelrätt avstånd från spårets mitt.

Riskutredning



Figur 6-3. Individrisk från mekanisk påverkan vid urspårning av tåg.

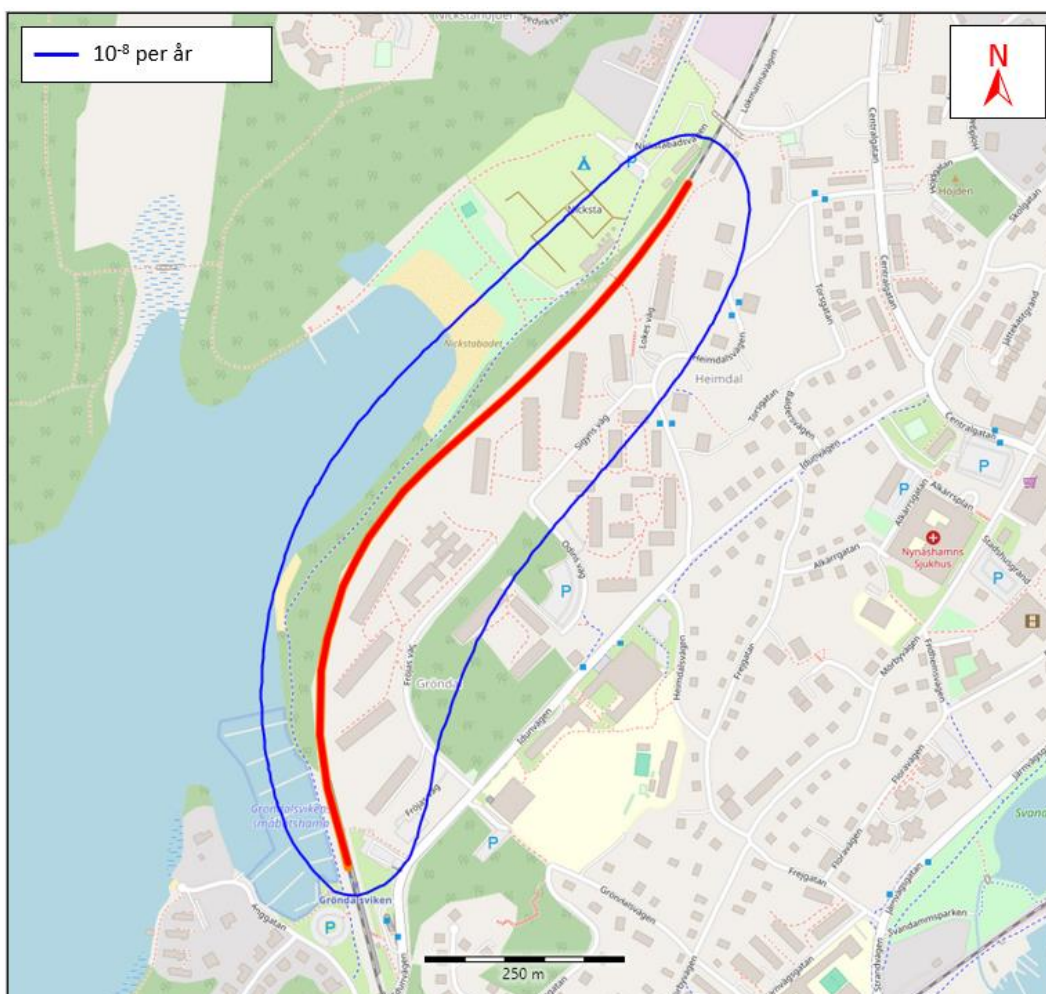
Följande resultat för individrisken för olycka urspårat tåg, med avseende på avstånd från riskobjekt till risknivåer, kan utläsas ur Figur 6-3:

- Individrisken är oacceptabel för all markanvändning, på avstånd kortare än 9 m.
- Individrisken är inom ALARP-området för avstånd mellan 9 och 11 m.
- Individrisken är acceptabel på avstånd längre än 11 m.

6.2.2 Olycka med farligt gods

Figur 6-4 visar individrisken kopplat till aktuellt riskobjekt. Individrisknivån 10^{-7} visar acceptabel risk, men då risken är lägre än detta vid aktuellt planområde visas istället individrisknivån 10^{-8} som presenteras i en blå konturkurva. Detta innebär att risken är acceptabel på alla avstånd från järnvägen.

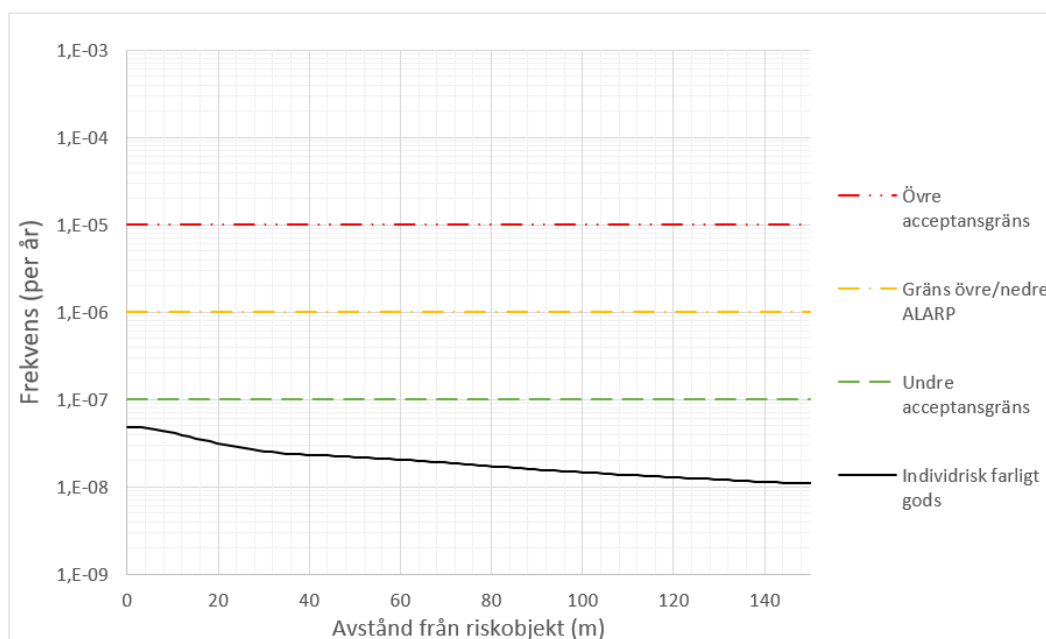
Riskutredning



Figur 6-4. Individrisk från transport av farligt gods på den studerade järnvägssträckan. Blå konturkurva motsvarar individrisknivån 10^{-8} vilket innebär att risken är acceptabel på alla avstånd från järnvägen.

Avstånd till diverse risknivåer är beroende av parametrar avseende väderförhållanden och skiljer sig därmed mellan olika sidor av ett riskobjekt. I Figur 6-5 presenteras individrisknivåer på planområdet för olika avstånd från aktuellt riskobjekt.

Riskutredning



Figur 6-5. Individrisk på olika avstånd från riskobjekt. Svart linje representerar individrisken från 0–150 meter från järnvägen vid planområdet.

Resultatet för individrisken för olycka med farligt gods med avseende på avstånd från riskobjekt till risknivåer kan utläsas ur Figur 6-5 och visar att risken är acceptabel på alla avstånd (0–150 meter) från järnvägen. Figur 6-5 visar individrisken på avstånd som är inom planområdet, men även områden på kortare och längre avstånd.

6.3 Samhällsrisk

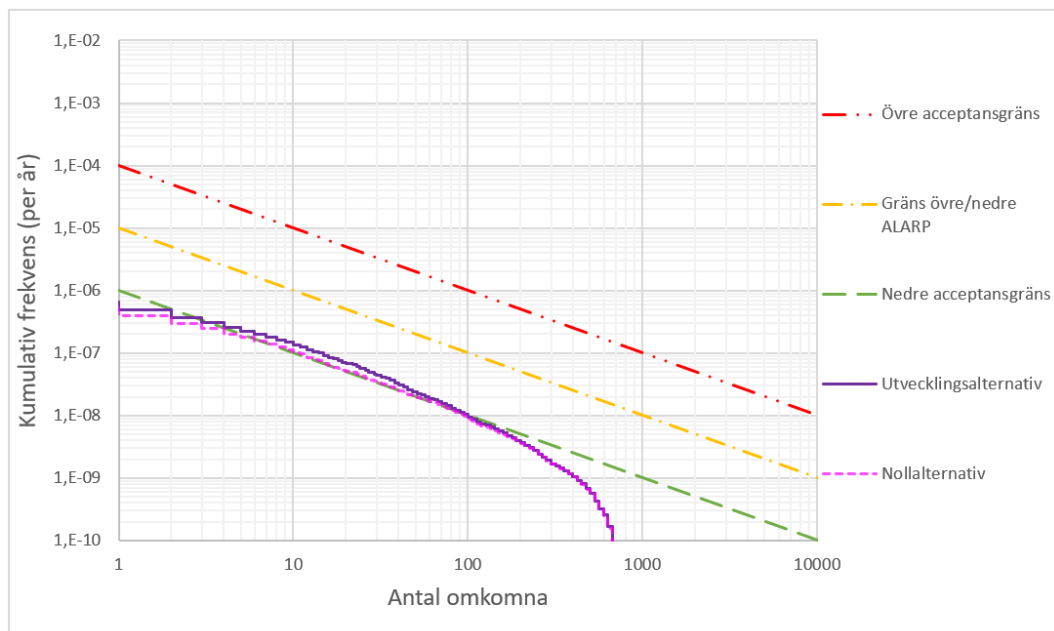
Resultaten för samhällsrisken omfattar endast olycka med farligt gods och inte urspårning av tåg. Detta då urspårning av tåg enbart har lokal påverkan i omedelbar anslutning till järnvägen och bedöms därmed inte ha någon betydande påverkan på resultaten för samhällsrisken.

Figur 6-6 visar samhällsrisken från olyckor på riskobjekt i form av F/N-kurvor för utvecklingsalternativet och nollalternativet. Följande resultat för samhällsrisken för utvecklingsalternativet kan utläsas ur Figur 6-6.

- Oacceptabel risk förekommer inte.
- Risk inom övre ALARP-området förekommer inte.
- Risken är inom det nedre ALARP-området för händelser där 3–100 personer förväntas omkomma.
- Risken är acceptabel för händelser där färre än 3 personer och fler än 100 personer förväntas omkomma.

Figur 6-6 visar att utvecklingsalternativet medför en ökning av samhällsrisken jämfört med nollalternativet. Ökningen bedöms dock inte vara betydande eftersom samhällsrisken ligger enbart snäppet högre jämfört med nollalternativet. Både nollalternativet och utvecklingsalternativet gränsar precis till nedre acceptansgränsen, det vill säga acceptabelt risk. Det vill säga, skillnaden av samhällsrisken för de olika alternativen är liten och ligger ungefär inom samma riskområden.

Riskutredning



Figur 6-6. Samhällsrisk för olyckor med farligt gods.

Riskutredning

7 Känslighets- och osäkerhetsanalys

I känslighetsanalysen beskrivs hur känsligt analysresultatet är för antaganden och indata för vissa särskilt viktiga parametrar. I osäkerhetsanalysen beskrivs osäkerheterna i indataparametrar och hur detta har hanterats i analysen. Vidare har en kvantitativ känslighetsanalys utförts med avseende på ett planförslag att även utveckla cirka 90-120 bostäder alternativt cirka 10 -20 radhus strax sydöst om SÄBO:t.

7.1 Kvalitativ känslighetsanalys

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

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

7.1.1 Antal transporter av farligt gods

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

7.1.2 Personbelastning

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

7.1.3 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 topografien i området. Ytråhet som motsvarar skogsmark eller stadsmiljö bidrar till ökad mekanisk turbulens och således snabbare utspädning av ett gasmoln. Ett konservativt val av ytråhet har tillämpats i analysen för att hantera denna osäkerhet.

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

Riskutredning

7.2 Osäkerhetsanalys

Generellt delas osäkerhet upp i två typer av osäkerhet, epistemisk osäkerhet (kunskapsosäkerhet) och stokastisk osäkerhet (variabilitet). Den epistemiska osäkerheten handlar om att det saknas information om exempelvis antal transporter av farligt gods. Denna osäkerhet kan i teorin elimineras med ytterligare insamling av information. Stokastisk osäkerhet går däremot inte att eliminera och handlar om naturlig variabilitet i exempelvis vindhastigheter och vindriktningar. En riskutredning som denna innehåller betydande osäkerheter av båda sorter men framförallt epistemisk osäkerhet.

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

- antal transporter av farligt gods
- sannolikhet för olycka
- personbelastning
- konsekvenser för studerade olycksscenarier.

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

7.2.1 Antal transporter av farligt gods

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

7.2.2 Sannolikhet för olycka

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

7.2.3 Personbelastning

Personbelastningen inom aktuellt område som används i beräkningarna är baserad på ett antal antaganden. Antaganden för befintliga bostadsområdet har utgått från statistik från SCB för det specifika området och osäkerheten kopplat till personbelastning bedöms generellt som låg. Vidare har antagandena om de andra områdena utgått från verksamheternas hemsidor och Google maps. Vissa antaganden utgår även från schablonvärden för olika typer av verksamheter, vilket innebär att de kan avvika från lokala förutsättningar. Generellt är bedömningen att antagandena är konservativa och behöver inte utredas vidare.

Riskutredning

7.2.4 Konsekvenser för studerade olycksscenarier

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

7.3 Kvantitativ känslighetsanalys – utvidgat utvecklingsalternativ

Det finns ett planförslag att även utveckla cirka 90-120 bostäder alternativt cirka 10 -20 radhus strax sydöst om SÄBO:t. Detta planförslag är osäkert, men kommunen vill undersöka om det är möjligt. För att vara konservativ antas att 120 bostäder byggs på planområdet. Nedan presenteras det område G som ingår i det utvidgade utvecklingsalternativet.

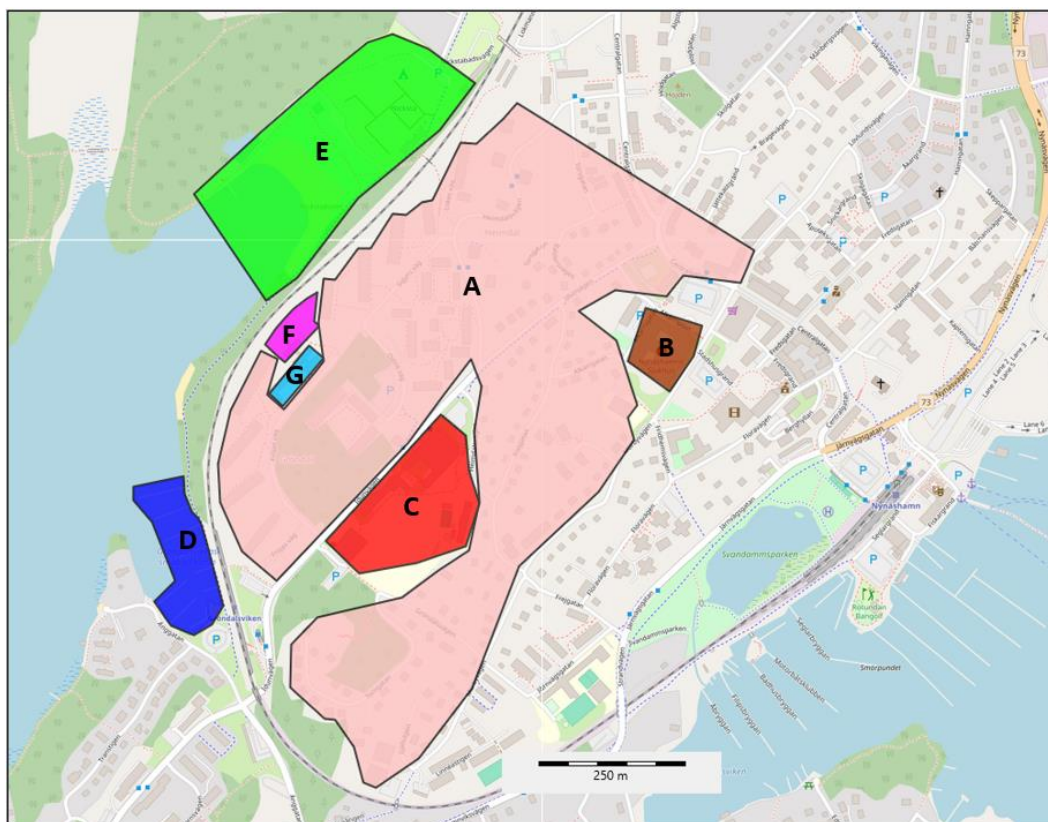
Område G

Nuvarande markanvändning av Område G är oanvänd mark. Det utvidgade utvecklingsalternativet är att bygga bostäder på området.

Det antas att det är noll personer som vistas på markområdet i nollalternativet. I känslighetsanalysen förväntas att 120 bostäder utvecklas. Enligt SCB bor det genomsnittligt 1,9 personer/lägenhet [17]. Andelen personer som befinner sig i området under dagtid och nattetid ansätts till 70% respektive 100%. Detta ger 160 personer under dagen och 228 personer under nattetid. Andelen personer inomhus under dagtid och nattetid ansätts till 93% respektive 99%, vilket föreslås för bostadsområden av programvaran Riskcurves [5] som används för de kvantitativa beräkningarna. Nyttjandegraden för boendet inom planområdet antas vara 365 dagar om året.

I känslighetsanalysen presenteras 7 delområden i det kvadratiska området med arean 1 km², se Figur 7-1.

Riskutredning



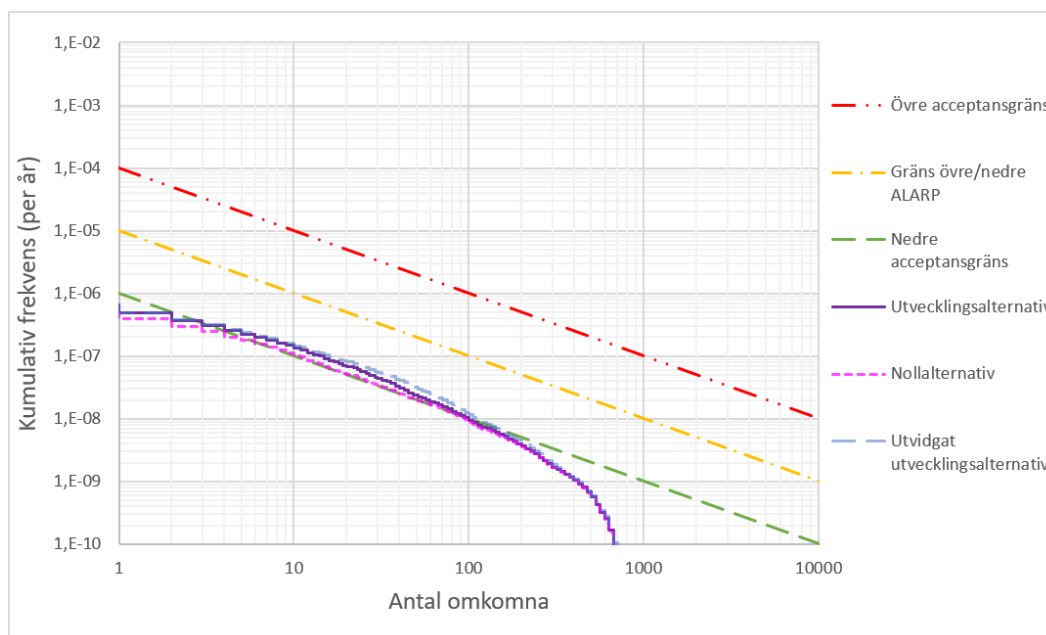
Figur 7-1. Indelning av område efter markanvändning för det utvidgade utvecklingsalternativet.

I Figur 7-2 visar samhällsriskerna från olyckor på riskobjekt i form av F/N-kurvor för nollalternativet, utvecklingsalternativet och det utvidgade utvecklingsalternativet. Följande resultat för samhällsriskerna för det utvidgade utvecklingsalternativet kan utläsas ur Figur 7-2.

- Oacceptabel risk förekommer inte.
- Risk inom övre ALARP-området förekommer inte.
- Riskerna är inom det nedre ALARP-området för händelser där 3–100 personer förväntas omkomma.
- Riskerna är acceptabla för händelser där färre än 3 personer och fler än 100 personer förväntas omkomma.
- Samhällsriskerna skiljer sig marginellt från utvecklingsalternativet

Figur 7-2 visar att det utvidgade utvecklingsalternativet medför en ökning av samhällsriskerna jämfört med nollalternativet och utvecklingsalternativet. Ökningen bedöms dock inte vara betydande eftersom samhällsriskerna ligger enbart snäppet högre jämfört med noll- och utvecklingsalternativet. Känslighetsanalysen för det utvidgade utvecklingsalternativet visar precis som för nollalternativet och utvecklingsalternativet att riskerna gränsar precis i nedre acceptansgränsen, det vill säga acceptabel risk. Skillnaden av samhällsriskerna för de olika alternativen är liten och ligger ungefär inom samma riskområden.

Riskutredning



Figur 7-2. Samhällsrisk för olyckor med farligt gods för det utvidgade utvecklingsalternativet.

Riskutredning

8 Riskvärdering och riskreducerande åtgärder

I detta avsnitt presenteras riskvärdering samt förslag och beskrivning av riskreducerande åtgärder.

8.1 Riskvärdering

Riskvärderingen som presenteras i detta avsnitt utgår från resultat presenterade i avsnitt 6 avseende individrisk och samhällsrisk:

- Individrisken från urspårning av tåg är acceptabel på avstånd längre än 11 m.
- Individrisken från olyckor med farligt gods ligger inom risknivån för acceptabel risk på alla avstånd från järnvägen.
- Samhällsriskerna för utvecklingsalternativet ligger delvis inom risknivån för det undre ALARP-området och delvis inom risknivån för acceptabel risk.
- En kvantitativ känslighetsanalys för ett utvidgat utvecklingsalternativ har genomförts. Detta alternativ skulle utöver ett SÄBO även innefatta nya bostäder. Samhällsriskerna för det utvidgade utvecklingsalternativet är marginellt större än för utvecklingsalternativet.

En acceptabel risk innebär att risken kan accepteras utan krav på riskreducerande åtgärder. I enlighet med rimlighetsprincipen bör dock riskreducerande åtgärder som inte medför en betydande merkostnad och som förväntas reducera risknivån på ett effektivt sätt implementeras även om risken är acceptabel.

En risk inom ALARP-området kan tolereras om alla rimliga riskreducerande åtgärder är vidtagna. I den undre delen av ALARP-området är kraven på riskreduktion inte lika hårda som i den övre delen av ALARP-området. I ALARP-området ska möjliga åtgärder till riskreduktion beaktas.

I enlighet med avsnitt 2.2 och avsnitt 6 ska riskreducerande åtgärder implementeras i samband med den nya detaljplanen. De åtgärder som presenteras ska implementeras för att samhällsriskerna med avseende på farligt gods inom aktuellt område ska bedömas som acceptabel.

8.2 Beskrivning av riskreducerande åtgärder

Enligt Stockholms riktlinjer ska känslig verksamhet inom 30 meter, såsom vård, implementera åtgärder *oavsett* vad riskutredningen kommer fram till. Baserat på Länsstyrelsen Stockholms riktlinjer samt resultaten på riskutredningen inom följande områden ska riskreducerande åtgärder implementeras i samband med den nya detaljplanen:

- Byggnadens placering och utformning - krav
- Ventilation - krav
- Utrymningsvägar och entréer – krav
- Brandtekniskt skydd – krav

Nedan beskrivs de riskreducerande åtgärderna och dess potentiella effekt.

8.2.1 Byggnadens placering och utformning

Planområdet ligger idag ungefär 3 meter högre upp än järnvägen och mellan järnvägen och området finns en svacka/dike. Denna topografi är fördelaktig ur ett riskperspektiv då

Riskutredning

utspridning av en vätska (exempelvis brandfarlig vara) i riktning mot planerad bebyggelse begränsas av topografin (diket), se Figur 4-2.

Ett bebyggelsefritt område planeras idag ungefär 24 meter från spårkant (25 meter från spårmitt), detta ska hållas bebyggelsefritt. För att minska risken för skada vid olycka ska bebyggelsefritt område närmast järnvägen inte uppmuntra till stadigvarande vistelse.

Byggnadens utformning bedöms utgöra ett skydd för personer som vistas på den gårdsplan som planeras på SÄBO:t, se Figur 4-1.

8.2.2 Ventilation

Ett sätt att reducera risken för människor som befinner sig inomhus vid en eventuell olyckshändelse är att planera ventilationssystem strategiskt. Ventilationssystemet ska planeras på ett sätt så att potentialen för att gas tränger in i byggnaderna via ventilationssystemet reduceras. Detta kan göras genom att dels placera luftintag antingen på tak eller så högt upp som möjligt på fasad, dels placera luftintag så att de vetter bort från transportleden. Ett förlängt avstånd mellan luftintag och läckagepunkten ger en lägre koncentration av giftiga ämnen i den luft som tränger in i byggnaderna. För bebyggelse där ett större antal människor vistas, exempelvis vårdbyggnader, flerbostadshus och kontor, kan det dessutom vara lämpligt att möjliggöra central avstängning av ventilation antingen automatiskt eller manuellt, detta är dock inte ett krav.

Som tidigare nämnt kan olyckor med giftiga gaser medföra långa konsekvensavstånd. Dessutom bedöms strategisk planering av ventilationssystem vara en kostnadseffektiv åtgärd vid nybyggnation. Därför ska ovanstående åtgärd med avseende på ventilationssystem för byggnationen inom planområdet implementeras.

8.2.3 Utrymningsvägar och entréer

Vid en olyckshändelse är det av vikt att det finns utrymningsvägar som möjliggör för en säker utrymning. Detta innebär att det i byggnader i anslutning till transportleder för farligt gods ska finnas utrymningsvägar som möjliggör utrymning bort från transportleden. Eftersom personer tenderar att utrymma den väg som de använde för att ta sig in i byggnaden ska huvudentréer inte placeras direkt mot transportleden.

Placering av utrymningsvägar och entréer bedöms vara en kostnadseffektiv åtgärd vid nybyggnation. Därför ska ovanstående åtgärd med avseende på utrymningsvägar och entréer implementeras för byggnationen inom planområdet.

8.2.4 Brandtekniskt skydd

Inom 30 meter ska fasader utföras i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass EI30. Avstånd på 30 meter motsvarar avståndet inom vilket sådana åtgärder har en avgörande effekt vid olycka. På korta avstånd föreligger en betydande risk för olyckor med brandfarliga gaser och brandfarliga vätskor vilket motiverar rekommendationen.

EI30 innebär ett krav på att konstruktionen är flam- och brandgasavskiljande (E) samt uppfyller krav för temperaturhöjning på motsatt sida från branden (I).

Riskutredning

9 Slutsatser

Följande resultat med avseende på individrisk och samhällsrisk har erhållits:

- Individrisken från urspårning av tåg är acceptabel på avstånd längre än 11 m.
- Individrisken från olyckor med farligt gods ligger inom risknivån för acceptabel risk på alla avstånd från järnvägen.
- Samhällsriskerna för utvecklingsalternativet ligger delvis inom risknivån för det undre ALARP-området och delvis inom risknivån för acceptabel risk.
- En kvantitativ känslighetsanalys för ett utvidgat utvecklingsalternativ har genomförts. Detta alternativ skulle utöver ett SÄBO även innefatta nya bostäder. Samhällsriskerna för det utvidgade utvecklingsalternativet är marginellt större än för utvecklingsalternativet.

Baserat på Länsstyrelsen Stockholms riktlinjer samt resultaten på riskutredningen krävs att följande riskreducerande åtgärder efterföljs för planerat SÄBO:

- **Byggnadens placering och utformning**
Planområdet ska ha kvar sin topografi och utformning och även ha ett bebyggelsefritt område på 24 meter från spårkant (25 meter från spårmittpunkt). För att minska risken för skada vid olycka ska bebyggelsefritt område närmast järnvägen inte uppmuntra till stadigvarande vistelse.
- **Ventilation**
Nybyggnation inom planområdet ska planeras på ett sätt så att luftintag dels placeras på tak eller så högt upp som möjligt på fasad, dels placeras så att de vetter bort från järnvägen.
- **Utrymningsvägar och entréer**
Nybyggnationen inom planområdet ska planeras på ett sätt så att utrymningsvägar möjliggör utrymning bort från järnvägen och huvudsakliga entréer inte är placerade direkt mot järnvägen.
- **Brandtekniskt skydd**
Inom 30 meter ska fasader utföras i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass EI30.

För tillkommande bostäder ställs inga krav på åtgärder förutsatt att tillkommande bostäder ej planeras inom 30 meter från Nynäsbanan. Samtliga föreslagna åtgärder ska ses som rekommendationer för tillkommande bostäder, de bör alltså övervägas men utgör inte ett krav.

Givet att etablering i samband med utvecklingen av planområden för Nynäshamn Humlan 10 följer beskrivning i denna rapport och de riskreducerande åtgärderna som presenteras i avsnitt 8.2 bedöms risken som acceptabel för utvecklingsalternativet och det utvidgade utvecklingsalternativet.

Riskutredning

Referenser

- [1] Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götaland län, "Riskhantering i detaljplaneprocessen," 2006.
- [2] Länsstyrelsen Stockholm, "Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods," Enheten för samhällsskydd och beredskap, Stockholm, 2016.
- [3] 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/>.
- [4] WSP, "Riskstrategi för markanvändning/bebyggelse nära farlig och miljöfarlig verksamhet i Nynäshamns Stad," Nynäshamns Kommun, Nynäshamns Kommun, 2011.
- [5] TNO Riskcurves, RISKCURVES 12.0.1.
- [6] TNO Purple Book, "Guidelines for quantitative risk assessment "Purple book"," 2005b. [Online]. Available: <https://www.tno.nl/en/focus-areas/circular-economy-environment/roadmaps/environment-sustainability/public-safety/the-coloured-books-yellow-green-purple-red/>.
- [7] Det Norske Veritas (DNV) , "Värdering av risk," Räddningsverket, Karlstad, 1997.
- [8] Trafikverket, "Trafikuppgifter avsedda för bullerberäkning," 2023-02-21.
- [9] VTI, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transport av farligt gods på väg, VTI-rapport 387:4," Väg- och trafikforskningsinstitutet, 1994.
- [10] MSB, "MSBFS 2018:5 - ADR-S 2019," 2018.
- [11] FOA, "Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker," Försvarets forskningsanstalt (FOA), 1998.
- [12] PLASTICS, "Safe Transport of Organic Peroxides - Best Practices," Organic Peroxide Producers Safety Division of the Plastics Industry Association (PLASTICS), 2017.
- [13] MSB, "Gruppering av organiska peroxider - uppgifter om innehållet i databasen," 2014.
- [14] MSB, SÄIFS 1999:2 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av väteperoxid, 1999.
- [15] MSB, SÄIFS 1996:4 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av organiska peroxider, 1996.

Riskutredning

[16] Trafikverket, "Instruktion om tillväxttal för godstrafik på järnväg 2017-2040-2065," 2023-04-01.

[17] SCB, "Antal och andel personer och hushåll efter boendeform den 31 december 2021," 21 04 2022. [Online]. Available: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/hushallens-ekonomi/inkomster-och-inkomstfordelning/hushallens-boende/pong/tabell-och-diagram/antal-och-andel-personer-och-hushall-efter-boendeform/>.