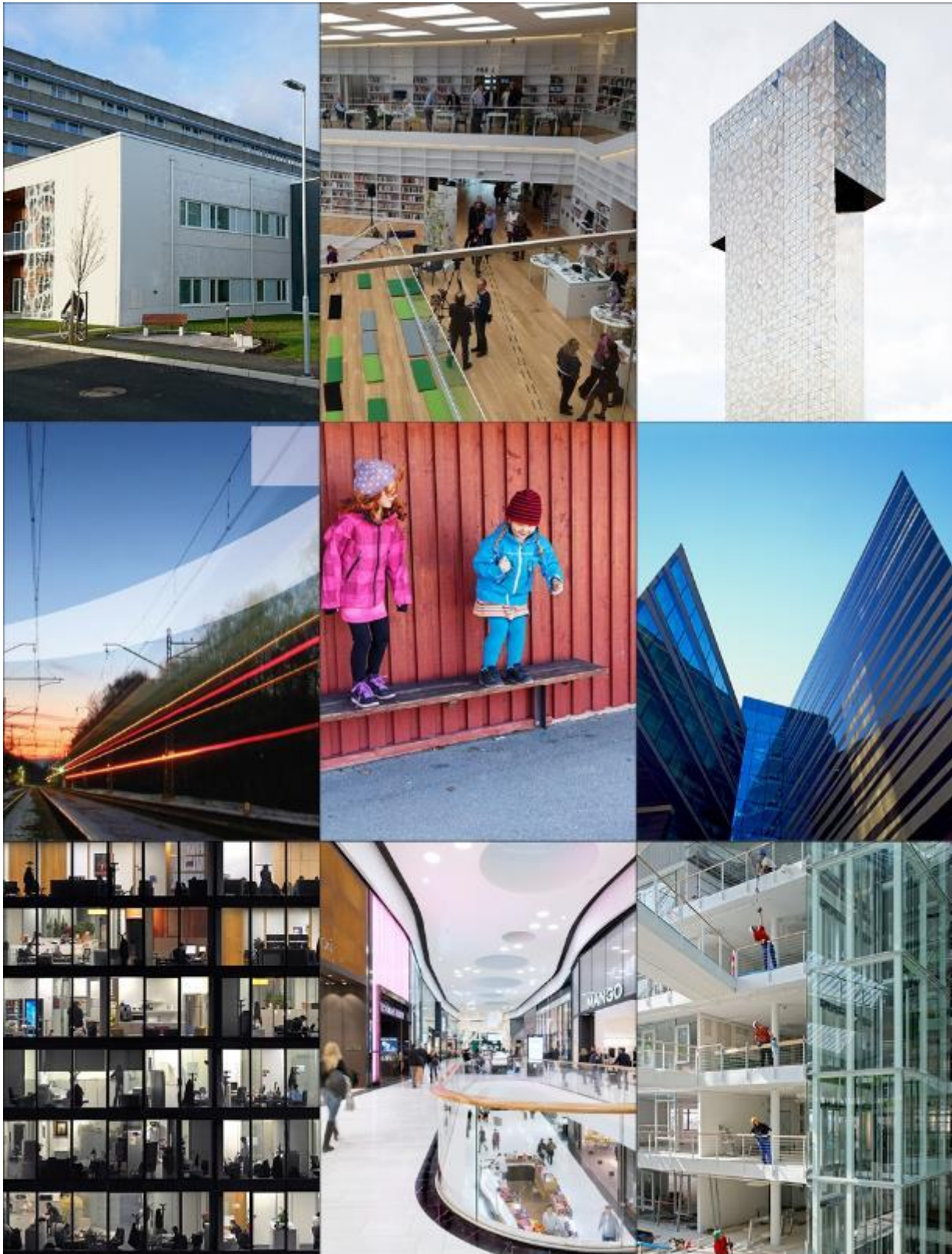


Risakanalys

Väsby Entré, stationsområdet

Underlag för detaljplanearbete

2021-10-11



Dokumenttyp: Riskanalys
Uppdragsnamn: Väsby Entré, stationsområdet
Upplands Väsby kommun
Uppdragsnummer: 503570
Datum: 2021-10-11
Status: Underlag för detaljplanearbete
Uppdragsledare: Rosie Kvål
Handläggare: Rosie Kvål
Tel: 08-588 188 84
E-post: rosie.kval@bsl.se
Uppdragsgivare: Upplands Väsby kommun (via Urban Minds)

Datum	Egenkontroll	Internkontroll	Version
2021-02-26	RKL	EMM	Granskningshandling
2021-05-28	RKL	-	Underlag till detaljplan
2021-07-07	RKL	-	Underlag till detaljplan, ver 2
2021-10-11	RKL	-	Underlag till detaljplan, ver 3

Riskanalysen är en vidare bearbetning av riskanalysen som genomfördes för planprogrammet Väsby Entré/Stationsområdet. Revideringen består huvudsakligen av förtydligande texter utifrån erhållna synpunkter, nya illustrationer samt justerade beräkningar till följd av nya trafiksiffror för prognosåret samt reviderat exploateringsförslag.

Sammanfattning

Projekt Väsby Entré syftar till att länka ihop kommunens västra och östra delar genom att göra nya passager över järnvägen, förstärka området runt Väsby station som en kommunikationspunkt samt att utreda förutsättningarna för att planlägga ett område för bostäder, handel m.m. Ett planprogram har tagits fram för området vilket realiserar genom två detaljplaner, varav aktuellt projekt utgör den ena.

Det aktuella området ligger i direkt anslutning till Ostkustbanan vilket ställer krav på att riskerna från järnvägstrafiken analyseras. Syftet med riskanalysen är att undersöka lämpligheten med aktuellt planförslag genom att utvärdera vilka risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås. I planområdets närhet har även några andra mindre riskkällor identifierats, även dessa utreds avseende påverkan på risknivån inom planområdet. Ostkustbanan utgör dock den riskkälla med störst omgivningspåverkan.

Analysen omfattar endast plötsliga och oväntade händelser med akuta konsekvenser för liv och hälsa för människor som vistas inom det studerade området. I analysen har hänsyn inte tagits till långsiktiga effekter av hälsofarliga ämnen, buller eller miljöfarliga utsläpp.

På Ostkustbanan förekommer trafik med både persontåg och godståg (inkl. transporter av farligt gods). En detaljerad analys av möjliga risker har gjorts utifrån förutsättningen att det kan förekomma transporter av ämnen ur samtliga farligt godsklasser på järnvägen. Risknivån har beräknats i form av individrisk och samhällsrisik och har genomförts för ett nollalternativ samt planförslaget med dagens trafik samt prognosticerad tågtrafik för år 2030/2040. Prognosen för framtida trafik innebär en ökning av godstrafiken med tre gånger fler godståg jämfört med nuläget. I analysen har också hänsyn tagits till en eventuell framtida utbyggnad med ytterligare två spår genom kommunen.

Den planerade bebyggelsen inom planområdet innebär att risknivån är så hög att riskreducerande åtgärder rekommenderas. De olycksrisker som i huvudsak innebär en hög risknivå förknippas med transporter av brännbara och giftiga gaser. Olycksrisker förknippade med övriga farligt godsklasser eller övriga riskkällor bedöms däremot ha en begränsad inverkan på den totala risknivån och föranleder inget behov av säkerhetshöjande åtgärder. Risknivån är inte i någon del oacceptabel.

Med avseende på ovanstående olycksrisker har det identifierats åtgärder som syftar till att reducera konsekvenserna av möjliga olyckor. Följande åtgärder föreslås för att risknivån inom området ska kunna accepteras (avstånden mäts från närmaste spårmitt på framtida spår):

Bostäder, förskolor och personintensiva¹ verksamheter :

- Avståndet mellan Ostkustbanan och bostäder, förskolor samt personintensiv verksamhet ska ej understiga 25 m
Uppfylls med studerat planförslag
- Inom 50 meter från Ostkustbanan ska bostäder, förskolor och personintensiv verksamhet utföras med:

¹ Med personintensiva verksamheter avses de verksamheter som kan förväntas ha en hög persontäthet som till exempel, samlingslokaler, större butiker, konferensutrymmen etc.

- friskluftsintag, för lokaler där personer vistas stadigvarande, placerade mot en trygg sida, det vill säga på byggnadernas tak eller bort från riskkällan.
- Utrymningsvägar, för lokaler där personer vistas stadigvarande, placerade så att utrymning kan ske till säker plats vid olycka på Ostkustbanan.
- Fasader som vetter direkt mot riskkällan (d.v.s. ingen framförliggande bebyggelse) ska utföras obrännbara alternativt med en konstruktion som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30.
- Fönster i fasad som vetter direkt mot riskkällan (d.v.s. ingen framförliggande bebyggelse) ska utföras i lägst brandteknisk klass EW 30 inom 30 meter från riskkälla.

Verksamheter, t.ex. handel (mindre lokal, ej personintensiv) och kontor:

- Avstånden mellan Ostkustbanan och mindre verksamhetslokaler bör ej understiga 25 m.
 - Icke personintensiv handel² inom stationsområdet som är kopplad till resandeservice kan accepteras inom detta avstånd.
- För kontor gäller även följande åtgärder inom 30 meter:
 - Friskluftsintag, för lokaler där personer vistas stadigvarande, placerade mot en trygg sida, det vill säga på byggnadernas tak eller bort från riskkällan.
 - Utrymningsvägar, för lokaler där personer vistas stadigvarande, placerade så att utrymning kan ske till säker plats vid olycka på Ostkustbanan.
 - Fasader som vetter direkt mot riskkällan (d.v.s. ingen framförliggande bebyggelse) ska utföras obrännbara alternativt med en konstruktion som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30.
 - Fönster i fasad som vetter direkt mot riskkällan (d.v.s. ingen framförliggande bebyggelse) ska utföras i lägst brandteknisk klass EW 30 inom 30 meter från riskkälla.

Resandefunktioner (inkl. bussterminal) med tillhörande publika verksamheter:

- Avståndet mellan Ostkustbanan och väntytor m.m. inom bussterminal ska ej understiga 25 m.
Uppfylls med studerat planförslag
- Publika verksamheter förknippade med resandefunktioner (biljettförsäljning, café, kiosk m m) inom 25 meter från järnvägen alternativt på övergångar över järnvägen kan utföras utan krav på säkerhetshöjande åtgärder. Detta förutsätter att verksamheterna innebär ett begränsat personantal (t.ex. mindre restauranger och caféer med begränsat antal sittplatser).

² Med "icke personintensiv" avses kiosk liknande Pressbyrån eller annan handel med liten lokalyta utan sittplatser för kunder.

Obebyggda ytor:

- Avståndet mellan Ostkustbanan och ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse³ ska ej understiga 20 m. Markparkering, enstaka busshållplatser samt cykelparkering kan accepteras inom avståndet.

I analysen har även en känslighetsanalys genomförts där påverkan på risknivån till följd av ett ökat antal transporter med farligt gods samt ett ökat antal omkomna studerats.

Känslighetsanalysen visar att resultatet av genomförda beräkningar är robust och inga ytterligare åtgärder bedöms nödvändiga att vidta.

Observera att ovanstående åtgärder endast utgör förslag och det är upp till kommunen/projektet att ta beslut om åtgärder i samband med framtida planarbete. De åtgärder som dessa redovisar ska då formuleras som planbestämmelser på ett sådant sätt att de är förenliga med Plan- och bygglagen (2010:900).

³ Med stadigvarande vistelse avses funktioner som lockar människor att vistas mer än tillfälligt på platsen, t.ex. torgytor, lekplatser, uteserveringar, utegym etc.

Innehåll

SAMMANFATTNING	3
1. INLEDNING	8
1.1 Bakgrund.....	8
1.2 Syfte.....	8
1.3 Omfattning.....	8
1.4 Internkontroll.....	8
1.5 Förutsättningar.....	8
1.5.1 Riskhänsyn vid ny bebyggelse.....	8
2. OMRÅDESBESKRIVNING	11
2.1 Omgivande planer.....	11
2.2 Planerad exploatering.....	11
2.2.1 Förutsatt byggnadsutformning.....	14
3. RISKINVENTERING	15
3.1 Allmänt.....	15
3.2 Inventering av riskkällor.....	15
3.3 Transportleder för farligt gods.....	16
3.3.1 Allmänt om farligt gods.....	16
3.3.2 Ostkustbanan.....	17
3.3.3 Mälarvägen.....	19
3.4 Däcksfirma.....	19
3.5 Vilundaverket.....	20
4. INLEDANDE RISKANALYS	21
4.1 Metodik.....	21
4.2 Identifiering av olycksrisker.....	21
4.3 Kvalitativ uppskattning av risk.....	21
4.3.1 Transportleder för farligt gods.....	21
4.3.2 Urspårning.....	23
4.3.3 Tågbrand.....	23
4.3.4 Olycka inom däcksfirma.....	23
4.3.5 Vilundaverket.....	24
4.4 Slutsats inledande riskanalys.....	26
5. FÖRDJUPAD RISKANALYS	27
5.1 Allmänt.....	27
5.2 Sammanvägning av risk.....	27

5.2.1	Individrisk.....	27
5.2.2	Samhällsrisk	27
5.2.3	Värdering av risk	28
5.2.4	Hantering av osäkerheter	29
5.3	Resultat av riskberäkningar	29
5.3.1	Individrisk Ostkustbanan	29
5.3.2	Samhällsrisk Ostkustbanan	31
5.3.3	Värdering av risk	33
5.3.4	Hantering av osäkerheter	33
	Känslighetsanalys	35
5.4	Brand i däcklager	36
6.	SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER	37
6.1	Allmänt.....	37
6.2	Allmänna åtgärder	37
6.2.1	Planering och placering av ny bebyggelse samt markanvändning	37
6.3	Byggnadstekniska åtgärder.....	38
6.3.1	Utrymning	38
6.3.2	Skydd mot brandspridning.....	38
6.3.3	Skydd mot spridning av gaser	39
6.3.4	Skydd mot explosion.....	40
6.3.5	Skydd mot urspårning.....	40
6.4	Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning	41
6.4.1	Åtgärdernas riskreducerande effekt.....	42
7.	SLUTSATSER	42
8.	BILAGOR	44
9.	REFERENSER	44

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Kommunstyrelsen godkände den 2 mars 2015 planprogram för Väsby Entré/Stationsområdet. Syftet med programmet är att skapa en ny stadsdel och utveckla stationsområdet till en av kommunens bärande centrumpunkter. Inom ramen för projektet skapas en ny bussterminal öster om järnvägen, med två broförbindelser över till andra sidan. Därutöver planeras för en tät och funktionsblandad stad med i huvudsak bostäder och inslag av mindre verksamheter. Utvecklingen av området realiserar genom två detaljplaner varav den för Järnvägsparken vann laga kraft 2017. Denna analys omfattar detaljplanen för Östra Runby med Väsby stationsområde.

Eftersom järnvägen går rätt genom planområdet behöver riskerna från järnvägstrafiken hanteras. Med anledning av detta har Brandskyddslaget fått i uppdrag av Upplands Väsby kommun att göra en riskanalys för den tänkta exploateringen.

1.2 Syfte

Syftet med riskanalysen är att undersöka lämpligheten med aktuellt utbyggnadsförslag genom att utvärdera vilka risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås.

1.3 Omfattning

Analysen omfattar endast plötsliga och oväntade händelser med akuta konsekvenser för liv och hälsa för människor som vistas inom det studerade området. I analysen har hänsyn inte tagits till långsiktiga effekter av hälsofarliga ämnen, buller eller miljöfarliga utsläpp.

Trafikanter på järnvägen omfattas inte av analysen eftersom de redan nyttjar riskkällan och Trafikverket har utrett deras säkerhet i samband med arbete med järnvägsplanen. Planprogrammet innebar ett parkeringsgarage som låg spårnära. En särskild utredning avseende risker för resenärer avseende närheten till garaget gjordes därför /1/. Aktuellt planförslag omfattar dock ingen så omfattande konstruktion i spårnära läge varför risker för resenärer från planförslaget bedöms vara försumbara och studeras därför inte i denna analys.

Analysen utgår från det område och de förutsättningar som detaljplanen omfattar.

1.4 Internkontroll

Riskanalysen omfattas av Brandskyddslagets kvalitetsledningssystem som innebär att en annan konsult i företaget har genomfört en övergripande granskning av rimligheten i de bedömningar som gjorts och de slutsatser som dragits (internkontroll). Initialer på interkontrollanten som bekräftar kontrollen redovisas i kolumnen för internkontroll på sidan 2.

1.5 Förutsättningar

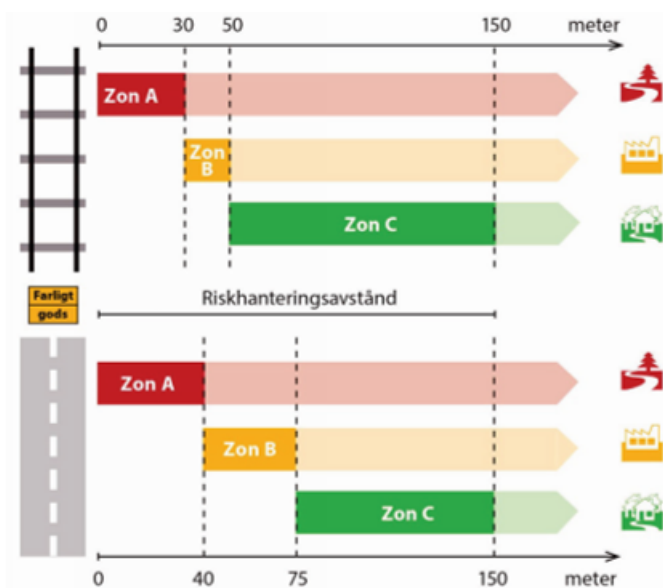
1.5.1 Riskhänsyn vid ny bebyggelse

Ett flertal olika lagar reglerar när riskanalyser skall utföras. Enligt Plan- och bygglagen (2010:900) skall bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till boendes och övrigas hälsa. Sammanhållen bebyggelse skall utformas med hänsyn till behovet av skydd mot uppkomst av olika olyckor. Översiktsplaner skall redovisa riskfaktorer och till detaljplaner ska vid behov en miljökonsekvensbeskrivning tas fram som redovisar påverkan på bland annat hälsa. Utförande av miljökonsekvensbeskrivning regleras i Miljöbalken (1998:808).

Länsstyrelsen

Länsstyrelsen i Stockholms Län har tagit fram riktlinjer för hur risker från transporter med farligt gods på väg och järnväg ska hanteras vid exploatering av ny bebyggelse /2/. Syftet med riktlinjerna är att ge vägledning och underlätta hanteringen av riskfrågor. Länsstyrelsen anser att möjliga risker ska studeras vid exploatering närmare än 150 meter från en riskkälla. I vilken utsträckning och på vilket sätt riskerna ska beaktas beror på hur riskbilden ser ut för det aktuella planförslaget.

I riktlinjerna presenterar Länsstyrelsen skyddsavstånd till olika verksamheter. Dessa rekommendationer redovisas i figur 1.1.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

Zon A	Zon B	Zon C
G Drivmedelsförsörjning	E Tekniska anläggningar	B Bostäder
L (obemannad)	G Drivmedelsförsörjning (bemannad)	C Centrum
P Odling och djurhållning	J Industri	D Vård
T Parkering (ytparkering)	K Kontor	H Detaljhandel
Trafik	N Friluftsliv och camping	O Tillfällig vistelse
	P Parkering (övrig parkering)	R Besöksanläggningar
	Z Verksamheter	S Skola

Figur 1.1. Rekommenderade skyddsavstånd till olika typer av markanvändning /2/.

Avstånden i figuren mäts från närmaste väggkant respektive närmaste spårmittpunkt.

För ny bebyggelse inom redovisade skyddsavstånd behöver en riskutredning göras som undersöker om planförslaget är lämpligt och vilka eventuella skyddsåtgärder som behövs.

Intill primära transportleder för farligt gods rekommenderas ett skyddsavstånd på minst 25 meter. Åtgärder ska åtminstone vidtas inom 30 meter från vägen.

Rekommendationen är även, vid sekundära transportleder, att 25 meter ska lämnas bebyggelsefritt. Avsteg kan dock vara möjligt i särskilda fall. Det gäller i så fall de fall där det går få transporter och/eller de olyckor som kan inträffa endast kan få allvarliga konsekvenser inom ett kort avstånd.

För ny bebyggelse intill bensinstationer gäller Länsstyrelsens riktlinjer från 2000 /3/. Dessa innebär att 25 meter närmast bensinstationen bör lämnas bebyggelsefritt. Tät kontorsbebyggelse kan placeras på 25 meters avstånd och sammanhållen bostadsbebyggelse eller personintensiv verksamhet kan tillåtas på 50 meters avstånd.

Trafikverket

Trafikverket (tidigare Banverket) har tagit fram generella råd om avstånd till järnvägen för olika typer av verksamheter /4/. Enligt dessa råd bör ny bebyggelse generellt inte tillåtas inom ett område på 30 meter från järnvägen (närmaste spårmitt). Detta ger ett skyddsavstånd för farligt gods vid urspårning samt utrymme för eventuella räddningsinsatser. Avståndet medger även komplettering av riskreducerande åtgärder samt möjliggör viss utveckling av järnvägsanläggningen.

De generella råden omfattar även riktlinjer avseende avstånd till olika verksamheter som utöver risk även beaktar andra parametrar, t.ex. buller, luftkvalitet, vibrationer och elektromagnetiska fält.

Trafikverket förtydligar i sin rapport att avstånden inte utgör fasta regler utan verksamhetens lokalisering är en bedömningsfråga från fall till fall.

Vidare så anger Trafikverket i råden att det i regel är bra att anlägga parkeringsplatser nära järnvägen eftersom det medför att bebyggelse hamnar lite längre ifrån järnvägen, vilket ökar möjligheten att klara riktlinjerna för buller. Trafikverket anser att parkeringsplatser bör anläggas minst 15 meter från järnvägen (räknat från spårmitt på närmaste spår). Ett längre avstånd eller någon form av skydd kan behövas vid högtrafikerade banor och om tågen bromsar in vid den aktuella platsen. Körytan inom parkeringsområdet kan anläggas 10 meter från spårmitt.

2. Områdesbeskrivning

Det aktuella planområdet ligger i Upplands Väsby kommun i norra Storstockholm. Området omfattar markområden på båda sidor om järnvägen (Ostkustbanan) och ligger i anslutning till pendeltågsstationen (se figur 2.1).

Området avgränsas av befintlig bebyggelse samt naturmark.



Figur 2.1. Upplands Väsby – Avgränsning av aktuellt planområde . Observera att norr är till höger i bilden (upplandsvasby.se).

Planområdet omfattar huvudsakligen obebyggda ytor. På den västra sidan av järnvägen består området av grönområden och markparkering. Persontätheten inom dessa delar är idag mycket låg. Marknivån sluttar uppåt från järnvägen. Planområdets västra gräns ligger ca 10 meter högre än järnvägen.

På den östra sidan om järnvägen omfattas planområdet av pendeltågstation (inkl. restaurang och vänthall m.m.), bussterminal samt enstaka befintliga bostadshus. Området ligger ungefär i samma nivå som järnvägen.

2.1 Omgivande planer

I Upplands Väsby kommun pågår ett antal plan- och byggprojekt. I anslutning till det studerade området pågår arbete med två områden, Runby Torg och Optimus , som båda omfattar nybyggnad av bostäder. Runby Torg är beläget nordväst om pendeltågsstationen och Optimus ligger direkt söder om den planerade bussterminalen. .

Ingen av dessa planer innebär etablering av verksamheter som kan medföra risk för det område som studeras i denna analys. Planen för Optimus ligger utmed Ostkustbanan i direkt anslutning till aktuellt planområde och innebär att persontätheten i området ökar.

2.2 Planerad exploatering

Upplands Väsby kommun har över 40 000 invånare och förväntas växa med ytterligare ca 20 000 invånare de kommande 20 åren. Detta ställer krav på fler bostäder och bättre kommunikationer etc. Kommunen har med anledning av detta gjort en strategisk vision för området runt pendeltågsstationen. Aktuell detaljplan är ett steg i detta arbete. Projektet omfattar området väster och öster om stationen samt nya passager över järnvägen.

Inom planområdet planeras bostäder, förskolor, kontor, mindre verksamhetslokaler för exempelvis handel samt en ny bussterminal och en ny tågstation (se figur 2.2). Dessutom planeras ytterligare en bro över järnvägen. Nedgångar till plattformarna kommer att finnas från både den nya och den befintliga bron. Dessa utgör främst kommunikationsstråk men kan även komma att omfatta mindre kaféer eller liknande stationsanknuten verksamhet.

Detaljplanen omfattar huvudsakligen ny bebyggelse på den västra sidan av järnvägen där bostäder, lokaler samt två förskolor ingår i planförslaget. Totalt planeras ca 1500 lägenheter och 30 000 kvadratmeter lokalyta. Bostadshusen planeras huvudsakligen i 4-7 våningar med enstaka byggnader i upp till 12 våningar.

Öster om järnvägen planeras en bussterminal samt ett cykelparkeringshus. Ovanpå bussterminalen planeras kontor i upp till fem våningar. Bussterminalen planeras på samma plats som dagens bussterminal. Idag ligger körbar yta för bussarna i direkt anslutning till närmaste spår (6,5 meter) och busshållplatserna ligger ca 15 meter från närmaste spår. Mellan körväg och spår finns idag ett robust plank. Den nya bussterminalen utformas enligt dockningsprincip som dimensioneras för 14 hållplatslägen som ansluter till en vänthall vilken planeras utmed Industrivägen. Själva körytorna och hållplatserna utförs öppna. Hållplatser, vänthall och övriga publika ytor planeras som minst ca 30 meter från närmaste spår på Ostkustbanan.

I tabell 2.1 redovisas en sammanfattning av planerad bebyggelse.

Tabell 2.1. Omfattning av olika verksamheter utifrån studerat illustrationsförslag.

Verksamhet	Ytan / antal	
	Västra sidan	Östra sidan
Lokaler	10 185 kvm	-
Bostäder	128 245 kvm ca 1280-1600 lägenheter	-
Förskolor (2 st)	3 305	-
Bussterminal	-	3 000 kvm
Kontor	-	Ca 14 000

Detaljplanen omfattar en del konstruktioner inom 15 meter från närmaste järnvägsspår kopplat till broar och bytespunkten. Dessa utgörs av trappor, brostöd samt en cykelramp från gatunivå upp till den norra bron över järnvägen.

Ingen stadigvarande verksamhet planeras nära järnvägen.



Figur 2.2. Illustrationsplan planområde Väsbys Entré/Stationsområdet (Urban Minds 2021-09-27).

Avståndet mellan planerade byggnader, som inte innehåller resandefunktioner, och närmaste planerat spår på Ostkustbanan är ca 30-40 meter.

Följande funktioner och byggnadskonstruktioner planeras inom 25 meter:

- Bussterminal, dock ej byggnad, endast köryta för bussar. Avstånd mellan terminalbyggnad och närmaste spår är ca 30 meter.
- Cykelparkeringshus i anslutning till norra entrén till pendeltågsstationen. Avstånd till närmaste spår är ca 15 meter.

Tidigare planerades ett parkeringsdäck för infartsparkering väster om pendeltågsstationen samt en stödmur mellan den norra delen av Ladbrovägen och spårområdet. Dessa är inte längre aktuella. Enligt planförslaget anordnas en slänt utmed Ladbrovägens östra sida.

Ingen stadigvarande verksamhet, varken inomhus eller utomhus, planeras inom 25 meter från närmaste spår på en utbyggd Ostkustbana.

2.2.1 Förutsatt byggnadsutformning

Utöver de illustrationer som redovisas ovan har denna riskanalys utförts med hänsyn tagen till förutsättningar som utgår från detaljprojekteringen av planerad bebyggelse. Detta avser bl.a. utformningen av bussterminalen i anslutning till järnvägen (se beskrivning ovan) men även den planerade utformningen av övrig bebyggelse.

För den fortsatta riskanalysen bedöms det främst vara följande förutsättningar för utformningen av ny bebyggelse inom planområdet som bedöms kunna ha påverkan på den beräknade risknivån:

- Alla byggnader ska utföras så att de uppfyller vid bygglovsansökan gällande Boverkets *Regelsamling för byggande, BBR /5/*.
- Majoriteten av bebyggelsen kommer att utföras med fasader i obrännbart material.
Detta antagande utgår från att byggnadernas verksamheter och våningsantal innebär att de ska uppfylla kraven (bl.a. brandskyddstekniska) för minst byggnadsklass Br1. Enligt BBR ska ytterväggar för en Br1-byggnad bl.a. utformas så att brandspridning i väggen och längs fasadytan begränsas samt risken för brandspridning via fönster begränsas /5/. Detta krav uppfylls normalt genom att fasader utförs i obrännbart material samt att delar av fönster och glaspartier som tillhör olika brandceller utförs med brandklassade glas.
- Samtliga spårnära konstruktioner ska dimensioneras utifrån gällande regelverk (Eurocode), vilket innebär att konstruktionen anpassas med hänsyn till risken för urspårning.

3. Riskinventering

3.1 Allmänt

Inledningsvis görs en inventering av riskkällor i anslutning till det studerade området. Riskinventeringen omfattar de riskkällor (transportleder för farligt gods, järnvägar, verksamheter som hanterar farligt gods m.m.) som kan innebära plötsliga och oväntade olyckshändelser med konsekvens för det aktuella området.

Inventeringen fokuserar på de riskkällor som ligger på ett sådant avstånd att Länsstyrelsens riktlinjer anger att de ska beaktas eller om de utgör en farlig verksamhet som bedöms kunna påverka risknivån inom planområdet.

För de aktuella riskkällorna görs en beskrivning av verksamheten samt en inventering av hantering och/eller transport av farliga ämnen. Inventeringen utgör grunden för den fortsatta analysen.

3.2 Inventering av riskkällor

En inventering av riskkällor har genomförts inom samt i anslutning till planområdet. Resultatet av riskinventeringen redovisas i tabell 3.1.

Tabell 3.1. Inventering av riskkällor i planområdets närhet. Se även figur 3.1.

Riskkälla	Avstånd till planområde (m)	Kommentar
Ostkustbanan	0	Ligger i direkt anslutning till samt delvis inom planområdet. Trafikeras av person- samt godstrafik.
Transportled för farligt gods	> 1 000	Närmaste väg klassad som transportled för farligt gods är E4.
Bensinstation	350	
Mälarvägen	0	Går genom den södra delen av planområdet. Vägen är inte klassad som transportled för farligt gods. Transporter till en bensinstation kan förekomma på vägen.
Däcksfirma	0-10	Verksamhet med däcklager som ligger i direkt anslutning till den södra delen av planområdet.
Vilundaverket	20	Spets- och reservanläggning för värmeproduktion. Hanterar köldmedium och olja. Avstånd till stadigvarande vistelse inom planområdet är ca 100 m.



Figur 3.1. Översikt över riskkällor i anslutning till planområdet som avgränsas med gul streckad linje. (grundbild: upplandsvasby.se).

Nedan görs en beskrivning av följande riskkällor:

- Ostkustbanan
- Mälarvägen
- Däckfirma
- Vilundaverket

Övriga riskkällor ligger på ett sådant stort avstånd att de inte påverkar risknivån inom planområdet.

3.3 Transportleder för farligt gods

3.3.1 Allmänt om farligt gods

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

I Tabell 3.2 redovisas de olika klasserna samt typ av ämnen.

Tabell 3.2. Farligt gods indelat i olika klasser enligt RID-S /6/.

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

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

3.3.2 Ostkustbanan

Ostkustbanan går genom området i nord-sydlig riktning. I nuläget består banan genom området av 6 spår, varav 4 huvudspår med genomfartstrafik. De yttre spåren används för regional-, fjärr- och snabbtåg (max 200 km/h) och de två inre spåren trafikeras av godståg och pendeltåg (max 160 km/h).

På den aktuella sträckan finns ett flertal växlar, framförallt mellan de inre spåren. Mellan pendeltågstationens plattformar finns ett vändspår med anslutning från de inre spåren både söder och väster om plattformarna. Väster om stationen finns ett antal stickspår/industrispår som inte nyttjas.

Ostkustbanan trafikeras idag av ca 550-560 tåg per vardagsmedeldygn, varav 6 godståg (summerat i båda riktningar).

Framtid

Trafikverket har tagit fram en strategisk spårstudie samt ett underlag för strategisk planering /7, 8/ där det framgår att planer finns på att utöka den aktuella sträckan av Ostkustbanan med två nya genomgående spår. Förbi planområdet föreslås att två tillkommande huvudspår placeras väster om befintliga spår. Vid Upplands Väsby station har ett extra vändspår i mitten ritats upp enligt den strategiska spårstudien. I samband med utbyggnaden rivs plattformarna och nya, längre plattformar byggs västerut. Trafikverket arbetar för närvarande med en fördjupad spårstudie som mer i detalj kommer att redovisa utformningen av de tillkommande spåren.

Efter en utbyggnad av järnvägen enligt ovanstående beskrivning kommer samtliga spår dimensioneras för en maximal hastighet på 250 km/tim och kan komma att trafikeras av samtliga typer av tåg. En trolig användning innebär att de två inre spåren trafikeras av i första hand pendeltåg (max 160 km/h), mellanspåren av regional- och godståg (max 200 km/h) medan de yttre spåren ska trafikeras av fjärrtåg och snabbtåg.

Enligt prognos från Trafikverket förväntas trafikeringen utökas från 787 tåg idag till 934 tåg per dygn år 2030/2040, varav 36 godståg jämfört med dagens ca 10 godståg per dygn /9/.

Den föreslagna strukturkartan som redovisas i figur 2.2 har utförts med hänsyn till utbyggnad av järnvägen i enlighet med Trafikverkets strategiska spårstudie /8/.

Transporter av farligt gods

På järnvägen förekommer transporter med farligt gods. Bedömningar och beräkningar avseende transporter med farligt gods utgår från nationell statistik där antalet transporter samt fördelningen mellan olika klasser på den aktuella järnvägen uppskattas utifrån den genomsnittliga andelen av godstrafiken i Sverige som transporterar farligt gods. Underlaget redovisas mer i detalj i Bilaga A.

Farligt godstransporter utgör i genomsnitt 4-5 % av den totala godsmängden.

Det totala antalet transporter med farligt gods samt fördelningen per farligt godsklass redovisas i tabell 3.2.

Framtid

Hur transportsituationen ser ut i framtiden beror på transportpolitik, kostnader samt lokalisering av verksamheter utmed järnvägen. Ur miljösynpunkt är järnvägstransporter ett bra alternativ och det kan därför antas att transporter på järnväg kommer att öka. I dagsläget är dock transporter på järnväg inom Europa inte optimalt på grund av olika anläggningsförutsättningar i de olika länderna.

I denna utredning antas det grovt antalet transporter av farligt gods kommer att öka i samma omfattning som den totala godstrafiken, vilket innebär att andelen av godstrafiken som utgörs av farligt gods även i framtiden uppskattas motsvara ca 4-5 %. För att ta hänsyn till osäkerheterna i detta grova antagande kommer dock en känslighetsanalys att utföras som studeras en större andel farligt gods.

Sammanställning

I tabellen nedan redovisas uppskattat antal transporter med farligt gods på aktuell del av Ostkustbanan idag respektive för prognostiserad trafik år 2030 och 2050.

Tabell 3.2 Antal godsvagnar med farligt gods per år på Järnvägen år 2013, år 2030 respektive år 2050.

Klass	Andel	Antal farligt godsvagnar		
		År 2013	År 2030	År 2050
1. Explosiva ämnen och föremål	0,10%	5	19	16
2. Gaser	25,2%	1 323	4 763	3 969
3. Brandfarliga vätskor	38,9%	2 044	7 357	6 131
4. Brandfarliga fasta ämnen	4,3%	228	819	683
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	15,2%	801	2 885	2 404
6. Giftiga ämnen	2,1%	109	392	327
7. Radioaktiva ämnen	0,0%	1	4	3
8. Frätande ämnen	13,9%	729	2 623	2 186
9. Övriga farliga ämnen och föremål	0,4%	22	78	65
Totalt		5 256	18 941	15 784

3.3.3 Mälarvägen

Mälarvägen går på bro genom den södra delen av planområdet. Vägen består av en fil i vardera riktningen.

Mälarvägen är inte klassad som en transportled för farligt gods. Sådana transporter kan dock förekomma på vägen till eller från verksamheter i närområdet. Bland annat finns en verkstad (Meca) och bensinstation (din-X) i anslutning till varandra vid Edsvägen mer än 300 meter från planområdet.

Till verkstaden sker sannolikt transporter av oljor, spolarvätska, svetsgaser etc. i form av styckegods. Till bensinstationen sker transporter med drivmedel i form av tankbilar samt leveranser av gasol i form av styckegods. Stationen har endast två mätarskåp (pumpar).

Utifrån erfarenheter från andra projekt sker leveranser av drivmedel i genomsnitt 2-5 gånger per vecka till en normalstor bensinstation. Transporter av gasol till en normalstor station ungefär en gång i veckan under sommarhalvåret och varannan vecka under vinterhalvåret. Den aktuella stationen är mindre än de flesta.

3.4 Däckfirma

Inom fastigheten Nedra Runby 1:56 (se figur 3.1) bedrivs en verksamhet som innebär försäljning av bildäck. Det förekommer även förvaring av däck utomhus i den södra (se figur 3.2).

Däckförvaring kan utgöra en risk mot omgivningen i händelse av brand.



Figur 3.2. Däckfirma i anslutning till planområdet. Röd ring visar plats där lagring av bildäck förekommer. Gul streckad linje visar ungefärlig gräns för aktuellt planområdet. (källa grundbild: eniro.se).

3.5 Vilundaverket

Vilundaverket ägs och drivs av Stockholm Exergi och används som spets- och reservanläggning för produktion av fjärrvärme. I värmeproduktionen används eldningsolja samt köldmedier.

Hantering av bränsle omfattar eldningsolja, bioolja och träflis/träpulver. Både hanteringen på platsen och transporter till området med dessa ämnen kan påverka risknivån i närområdet.

Som köldmedium i kylmaskinerna kommer ammoniak att användas. Ammoniak är en giftig gas som också kan vara brännbar under vissa förutsättningar. Verksamheten har därför låtit upprätta en riskutredning för hanteringen av ammoniak /10/. Riskutredningen utreder huruvida ammoniakanläggningen uppfyller gällande krav eller inte. I de fall avvikelser förekommer föreslås säkerhetshöjande åtgärder. Kraven syftar bland annat till att minska risken för brandpåverkan, spridning via ventilationssystem samt läckage. I utredningen studeras även påverkan från ett eventuellt läckage av ammoniak på den lokala arbetsmiljön samt påverkan mot omgivande områden.

Kylaggregatet kommer att placeras inomhus i en separat byggnad. Aggregatet rymmer 150 kg flytande ammoniak. Ett nödstopp kommer att finnas utanför maskinrummet samt direkt på aggregatet. Ett gaslarm kommer installeras i maskinrummet. Gasdetektorer kommer att installeras i säkerhetsventilernas utblåsledning.

Anläggningen är inte bemannad dagligen när den inte är i drift. Vid driftsatt anläggning sker löpande rondering.

4. Inledande riskanalys

4.1 Metodik

Utifrån riskinventeringen görs en uppställning av möjliga olycksrisker som kan påverka människor inom det studerade området.

För identifierade olycksrisker görs en kvalitativ bedömning (inledande analys) av möjlig konsekvens av respektive händelse. En grov bedömning görs även av sannolikheten för att en olycka ska inträffa. Denna bedömning syftar i huvudsak till att avgöra om händelsen kan inträffa över huvudtaget, d.v.s. om riskkällan omfattar just de förutsättningar som krävs för att den identifierade olycksrisken ska finnas.

Utifrån de kvalitativa bedömningarna av sannolikhet och konsekvenser görs sedan en sammanvägd bedömning av huruvida identifierade olycksrisker kan påverka risknivån inom aktuellt planområde. För olycksrisker som anses kunna påverka risknivån inom planområdet genomförs en fördjupad (kvantitativ) riskanalys. Olycksrisker som med hänsyn till små konsekvenser och/eller låg sannolikhet ej anses påverka risknivån inom planområdet bedöms vara acceptabla och bedöms därför ej nödvändiga att studera vidare i en fördjupad analys.

4.2 Identifiering av olycksrisker

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

Ostkustbanan

1. Olycka med farligt gods
2. Ursparning
3. Tågbrand

Mälarvägen

4. Olycka med farligt gods

Däcksfirma

5. Brand

Vilundaverket

6. Brand
7. Läckage av ammoniak

4.3 Kvalitativ uppskattning av risk

4.3.1 Transportleder för farligt gods

Olycka med farligt gods

Som tidigare nämnts delas farligt gods in i nio olika klasser utifrån RID-S /6/.

I tabell 4.1 nedan görs en övergripande beskrivning av vilka ämnen som tillhör respektive klass och vilka konsekvenser en olycka med respektive ämne kan leda till.

Tabell 4.1. Konsekvensbeskrivning för olycka med respektive RID-klass.

Klass	Konsekvensbeskrivning
1. Explosiva ämnen	Riskgrupp 1.1: Risk för massexlosion. Konsekvensområden kan vid stora mängder (≥ 2 ton) överstiga 50-200 meter. Begränsade områden vid mängder under 1 ton. Riskgrupp 1.2-1.6: Ingen risk för massexlosion. Risk för splitter och kaststycken. Konsekvenserna normalt begränsade till närområdet.
2. Gaser	Klass 2.1: Brännbar gas: jetflamma, gasmolnsexlosion, BLEVE. Konsekvensområden mellan ca 20-200 meter. Olycka med gasflaskor innebär skadeområden på upp till ca 50-60 meter. Klass 2.2: Icke brännbar, icke giftig gas: Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan. Klass 2.3: Giftig gas: Giftigt gasmoln. Konsekvensområden över 100-tals meter.
3. Brandfarliga vätskor	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvensområden vanligtvis inte över 40 m.
4. Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidlösningar med konc. > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. Skadeområde ca 70 m radie.
6. Giftiga ämnen	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7. Radioaktiva ämnen	Utsläpp av radioaktivt ämne, kroniska effekter mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8. Frätande ämnen	Utsläpp av frätande ämne. Konsekvenser begränsade till närområdet.
9. Övriga farliga ämnen	Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet.

Ostkustbanan

Avståndet till stadigvarande vistelse från planerade framtida spår är 30 meter inom bussterminalen och 30-40 meter till bostäder på den västra sidan av järnvägen.

Utifrån beskrivningen i tabell 4.1 samt med hänsyn till avståndet bedöms det vara ämnen ur följande klasser som kan vara relevanta att beakta vid bedömning av risknivån för det aktuella planområdet:

- Klass 1.1. Massexplosiva ämnen
- Klass 2.1. Brännbara gaser
- Klass 2.3. Giftiga gaser
- Klass 3. Brandfarliga vätskor
- Klass 5. Oxiderade ämnen och organiska peroxider

Konsekvenserna av olycka med övriga klasser är begränsade till det absoluta närområdet och bedöms därför inte påverka risknivån inom planområdet.

Mälarvägen

Avståndet till Mälarvägen från kvarter 19 inom planområdet är ca 20 meter. Påverkan från en eventuell olycka med farligt gods kan inte uteslutas. Mälarvägen är inte klassad som transportled för farligt gods och leveranser av drivmedel uppskattas ske vid enstaka tillfällen per vecka.

Vägens påverkan på risknivån inom planområdet bedöms vara mycket begränsad. Ingen detaljerad studie av identifierade risker kopplade till Mälärvägen bedöms vara nödvändig. Inget behov av åtgärder bedöms heller föreligga med tanke på att vägen inte är klassad som transportled för farligt gods, avståndet samt den begränsade mängden transporter på vägen.

4.3.2 Ursparning

Det är relativt vanligt att tåg spårar ur. I de allra flesta fall hoppar dock bara ett hjulpar av rälerna. Beroende på tågets hastighet och längd, rälsens kvalitet, förekomst av främmande föremål på spåret, omgivningens topografi etc. kan tåget spåra ur och hamna längre från spåret. Ett ursparat tåg hamnar dock för det mesta inom ca 25 meter från det spår som ursparningen sker från.

Ostkustbanan går genom planområdet. Vid en utbyggnad av järnvägen kommer avståndet mellan närmaste spår och ny bebyggelse med stadigvarande vistelse att bli 30 meter öster om järnvägen (bussterminal) och ca 30-40 meter väster om järnvägen (bostäder).

Händelsen bedöms med hänsyn till avståndet innebära en begränsad påverkan på risknivån inom planområdet.

Olycksrisken bör dock studeras i en mer fördjupad riskanalys med avseende på påverkan på risknivån inom planområdet. Den fördjupade analysen redovisas i avsnitt 5.

4.3.3 Tågbrand

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

Skadeområdet vid brand i ett pendeltåg bedöms vara begränsat. Med hänsyn till avståndet mellan järnvägen och planerad bebyggelse, samt utformningen av bebyggelsen närmast järnvägen (se avsnitt 2.2.1) bedöms en persontågsbrand ej innebära risk för brandspridning till området. Brand i persontåg bedöms därför ha en mycket begränsad påverkan på risknivån inom planområde.

Skadeområdet vid brand i godståg bedöms kunna bli mer omfattande och kan innebära risk för vidare brandspridning upp till ca 25 meter från branden. Händelsen bedöms därmed innebära en begränsad påverkan på risknivån men bör ändå studeras vidare i en fördjupad riskanalys med avseende på påverkan på risknivån inom planområdet. Den fördjupade analysen redovisas i avsnitt 5.

4.3.4 Olycka inom däckfirma

Enligt riskinventeringen förekommer lagring av däck utomhus vid däckfirman öster om planområdet. Brand i däcklager kan orsaka hög värmestrålning mot omgivningen samt alstrat omfattande mängder rökgaser. Beroende på omfattningen av däcklagret och avståndet till den planerade bebyggelsen kan risk för brandspridning föreligga.

Mängden av däck som lagras på platsen varierar över tid. Enligt ett flygfoto från 2018 lagrades samtidigt ca 100 m² däck i fastighetens södra hörn på en ungefärligt kvadratisk yta. I nyare flygbilder är den lagrade däckmängden betydligt mindre. Utgångspunkt för bedömningen är däckmängden från 2018 som kan ses som ett värsta fall.

Avståndet till planerad bebyggelse från plats för däcklagring är strax över 20 meter. Påverkan mot bebyggelsen kan inte uteslutas och scenariot bör studeras vidare i en fördjupad analys, se vidare avsnitt 5.4.

4.3.5 Vilundaverket

Risker kopplade till Vilundaverket är deras hantering av bränsle och ammoniak. Risker kring denna hantering beskrivs nedan.

Hantering av ammoniak

Hantering av ammoniak sker i ett kylaggregat som rymmer 150 kg (220 liter) ammoniak. Systemet är slutet och påfyllning görs inte regelbundet men eftersom små mängder ammoniak kan läcka ut i samband med exempelvis underhåll så behöver systemet emellanåt fyllas på. Påfyllning görs då från flaska inomhus i direkt anslutning till aggregatet.

När det gäller hanteringen av ammoniak har Stockholm Exergi genomfört en riskutredning /10/. I tabell 4.2 redovisas de olycksscenarioer som har studerats samt slutsatsen från Stockholm Exergis riskutredning.

Tabell 4.2. Studerade olycksscenarioer kopplade till hantering av ammoniak inom Vilundaverket.

Scenario	Resultat spridningsberäkningar	Riskenivå
Säkerhetsventiler öppnar	Inga potentiellt livshotande effekter. Känslighetsanalys visar att känsliga individer vid långvarig exponering (längre än 30 minuter) kan påverkas upp till ca 250 meter från utsläppet. Scenariot kan enbart uppstå om en omfattande brand i anslutning till aggregatet uppstår och branden inte åtgärdas. Delar av byggnaden är utförd i brandteknisk klass och sannolikheten för en omfattande brand är liten.	Låg risk för personer utanför Vilundaverkets område
Frånluftsfläkten stannar inte vid högnivåalarm	Spridningsberäkningarna visar att det inom 75 meter kan uppstå livshotande konsekvenser för känsliga individer vid exponering i 30 minuter. De tekniska förutsättningarna för detta scenario föreligger inte i nuläget men kan bli aktuellt vid ev framtida installation av mekanisk frånluft.	Låg risk för personer utanför Vilundaverkets område
Ett mindre läckage uppstår, maskinrummet är obemannat	Ingen risk för spridning av ammoniak utanför maskinrummet. Endast personal bedöms kunna skadas.	Låg risk för personer utanför Vilundaverkets område
Ett mindre läckage uppstår, maskinrummet är bemannat	Ingen risk för spridning av ammoniak utanför maskinrummet. Endast personal bedöms kunna skadas.	Låg risk för personer utanför Vilundaverkets område

I riskanalysen konstateras att de mest troliga läckagen inträffar i samband med underhåll, påfyllning eller tömning av systemet och att sådana läckage kan förväntas bli kortvariga och begränsade i sin utbredning samt enbart påverka personal som vistas i det utrymme där läckaget sker. Någon risk för påverkan mot omgivningen föreligger därför inte.

Slutsatsen av Stockholm Exergis riskutredningens är att det är acceptabelt att placera kylaggregat med ammoniak på studerad plats med hänsyn både till personal och omgivning. Hänsyn har då tagits till planerad ny bebyggelse inom kv Optimus på andra sidan Mälarvägen. Dessa bostäder planeras på ett betydligt kortare avstånd från Vilundaverket än planerade bostäder inom aktuellt planområdet. Beräkningarna är dessutom genomförda med ett konservativt angreppssätt där bland annat system antagits falla och väderförhållanden antagits vara de som ger värst spridning. Beräknade skadeområden avser områden utomhus. Människor som vistas inomhus utsätts för lägre koncentrationer i samband med en exponering av utläckt ammoniak.

Hantering av bränsle

Hantering av bränsle omfattar eldningsolja 5, bioolja och träflis/träpulver. Både hanteringen på platsen och transporter till området med dessa ämnen kan påverka risknivån i närområdet. Transporterna till Vilundaverket kommer dock inte passera aktuellt planområde.

En beskrivning av möjliga risker med hanterade bränslen görs i tabell 4.3.

Tabell 4.3. Beskrivning av riskerna kopplade till Vilundaverkets hantering av bränsle.

Bränsle	Hantering
Eldningsolja 5	Eldningsolja 5 (EO 5) klassas normalt inte som brandfarlig vara eftersom flampunkten ligger över 100°C. Brännbara ångor kan dock bildas om ämnet hettas upp. Generellt bedöms risken för plötslig eller oväntad olycka vara mycket liten vid hantering eldningsolja. Avståndet till stadigvarande vistelse inom planområdet från cisternerna är över 300 meter. Avståndet innebär att någon påverkan mot planområdet från hanteringen inte bedöms föreligga.
Bioolja	Bioolja är inte klassat som brandfarlig vara. Brännbara ångor kan dock bildas om ämnet hettas upp. Ingen risk för plötslig eller oväntad olycka.
Träflis/träpulver	Hantering av träflis och träpulver innebär risk för brand samt dammolnsexplosion. Avståndet från silon till stadigvarande vistelse inom planområdet är ca 175 meter. Bränder i lager av träflis är relativt vanliga. Bränderna påverkar omgivningen framförallt genom spridning av rökgaser. Någon risk för brandspridning till planområdet bedöms inte föreligga med hänsyn till det stora avståndet.

Anläggningen måste utreda och förebygga sina risker. Däribland risken för dammexplosion. Detta innebär att nödvändiga åtgärder för att minska sannolikhet och konsekvens av en dammexplosion ska vara vidtagna. Detta tillsammans med avståndet innebär att påverkan mot omgivningen vid en eventuell olycka bedöms vara liten.

Utifrån ovan redovisade beskrivning över risker kopplade till ammoniak- respektive bränslehanteringen på Vilundaverket görs bedömningen att de inte påverkar risknivån inom planområdet i sådan omfattning att åtgärder behöver vidtas. Någon hänsyn avseende risk när det gäller Vilundaverket föreligger därför inte.

4.4 Slutsats inledande riskanalys

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

Ostkustbanan

- Klass 1.1. Massexplosiva ämnen
- Klass 2.1. Brännbara gaser
- Klass 2.3. Giftiga gaser
- Klass 3. Brandfarliga vätskor
- Klass 5. Oxiderade ämnen och organiska peroxider
- Ursparning
- Tågbrand

Däckfirma

- Brand i däcklager

Övriga riskkällor bedöms inte påverka risknivån i någon betydande omfattning och kommer därför inte att studeras vidare.

I den fortsatta planeringen av området måste hänsyn tas till ovanstående olycksrisker. En fördjupad analys har därför gjorts. Denna omfattar beräkning av frekvens och konsekvens samt risknivå, vilken i sin tur utgör underlag för beslut om säkerhetshöjande åtgärder. I avsnitt 5 redovisas förutsättningar och resultat av en fördjupad analys.

5. Fördjupad riskanalys

5.1 Allmänt

I den fördjupade analysen kvantifieras frekvensen för, samt konsekvenserna av, respektive olycksrisk på Ostkustbanan. För brand i däckslager har enbart beräkning av skadeområden genomförts. Vilken metod som används är beroende av riskkällans egenskaper. Underlag till beräkningar, valda metoder samt beräkningarna redovisas i bilaga A och B.

För Ostkustbanan har frekvens- och konsekvensberäkningarna vägts samman och redovisas i form av individrisk och samhällsrisk. Riskberäkningarna redovisas i bilaga C.

5.2 Sammanvägning av risk

Risker avseende personsäkerhet presenteras och värderas i form av individrisk och samhällsrisk.

5.2.1 Individrisk

Individrisk är den risk som en enskild person utsätts för genom att vistas i närheten av en riskkälla. Individrisken redovisas som platsspecifik individrisk. Detta görs i form av individriskkonturer som visar den kumulerade frekvensen (per år) för att en fiktiv person på ett visst avstånd omkommer till följd av en exponering från den studerade riskkällan. Detta innebär att på en punkt t.ex. 100 meter från riskkällan så är individrisken densamma som den sammanlagda frekvensen för alla skadescenarier med ett skadeområde ≥ 100 meter.

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

Med hänsyn till ovanstående parametrars inverkan på framförallt konsekvenserna av respektive olycksrisk bedöms dock denna risknivå inte ge en rättvis bild av aktuella förhållanden inom det studerade området. Individrisken beräknas därför även med hänsyn till planerad bebyggelsestruktur, där det beaktas att den planerade bebyggelsen antingen har en reducerande eller eskalerande effekt på skadeavstånd och sannolikhet att omkomma.

5.2.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk är det riskmått som en riskkälla utgör mot hela den omgivning som utsätts för risken. Frekvenser för olika händelser vägs samman med konsekvenserna av dessa. Detta redovisas sedan i ett F/N-diagram (frequency/number of fatality) där den kumulerade frekvenser plottas mot konsekvenser i ett logaritmerat diagram. Frekvenser uttrycks i förväntat antal olyckor per år (år^{-1}) och konsekvenser i antal omkomna, då dessa enheter ger en uppfattning om vilken risk samhället utsätts för till följd av en riskkälla.

Liksom individrisken beräknas samhällsrisk utifrån vissa förutsättningar och antaganden rörande bebyggelsestruktur, byggnadsutformning, topografi etc.

Acceptanskriterierna för samhällsrisk avser 1 km^2 med den tillkommande bebyggelsen placerad i mittpunkt och beräknas med frekvenser för 1 km järnväg respektive väg. Samhällsrisk beräknas därmed för det studerade området samt omgivande bebyggelse. Konsekvensberäkningarna avseende antal omkomna kommer därför att omfatta både det studerade planområdet samt omgivande bebyggelse.

Konsekvenserna kommer att beräknas för planerat utförandealternativ med planerad bebyggelse och markanvändning inom det studerade området.

5.2.3 Värdering av risk

För att avgöra om de beräknade risknivåerna är acceptabla eller inte så jämförs de mot angivna acceptanskriterier. Vilken risknivå som kan betraktas som acceptabel är inte entydigt specificerat eller uttryckt i någon idag gällande lagstiftning.

För riskvärdering av bebyggelse intill farligt gods-leder rekommenderar Länsstyrelsen i Stockholms län att riskkriterierna i publikationen *Värdering av risk /11/* används. I denna ges förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk, se *Tabell 5.1*.

Tabell 5.1. Förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk.

Riskkriterier	Individrisk	Samhällsrisk för en väg-/järnvägssträcka på 1 km
Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras. Värdet utgör också nedre gräns för oacceptabla risker.	10^{-5}	$F=10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1
Nedre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras. Värdet utgör också övre gräns för områden där risker kan anses vara små.	10^{-7}	$F=10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1

Acceptanskriterierna i tabell 5.1 omfattar en nedre och en övre gräns. Risker som hamnar under den lägre gränsen är acceptabla och innebär normalt inga krav på åtgärder. Risker som hamnar över den övre gränsen är oacceptabla och ska reduceras genom åtgärder eller restriktioner.

Området mellan den lägre och den övre gränsen benämns ALARP (As Low As Reasonably Practicable). Inom detta område anses riskerna vara så stora att de noga måste beaktas och rimliga åtgärder vidtas för att sänka riskerna. För att bedöma rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder behöver därför begreppet *tolerabel risk* beaktas:

1. Till att börja med är det viktigt att beakta att omfattningen av riskreducerande åtgärder normalt är beroende av den planerade verksamheten, d.v.s. acceptansnivån varierar något mellan olika verksamheter och markanvändning. Detta gäller framförallt avseende individrisk. Individrisken beräknas normalt under antagandet att en individ är kontinuerligt närvarande på en given plats. Enligt *Värdering av risk /11/* bör dock vissa korrigeringar göras av beräknade risknivåer avseende vissa individer i verkligheten inte är kontinuerligt närvarande. För arbetare kan t.ex. individrisken reduceras med en faktor 4. För personer i rekreationsområden kan individrisken reduceras med en faktor 10. För boende görs ingen korrigering.

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

2. Rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder beror även på inom vilken del av ALARP som risknivån ligger. Enligt Värdering av risk /11/ så bör en rimlig utgångspunkt vara att risker som ligger inom den övre delen av ALARP-området, d.v.s. nära gränsen för "oacceptabla risker" endast tolereras om nyttan med verksamheten anses mycket stor och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av ALARP-området bör kraven på riskreduktion inte ställas lika hårda, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Underlåtenhet att genomföra ytterligare åtgärder skall då motiveras.

5.2.4 Hantering av osäkerheter

Det finns stora osäkerheter när det gäller indata och underlag i den här typen av analyser. För att hantera vissa av dessa osäkerheter görs en känslighetsanalys där indata varieras på olika sätt. Genom känslighetsanalysen skapas en så fullständig bild av risknivån som möjligt.

Känslighetsanalysen redovisas i avsnitt 5.3.4.

5.3 Resultat av riskberäkningar

5.3.1 Individrisk Ostkustbanan

Beräkning

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

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

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

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

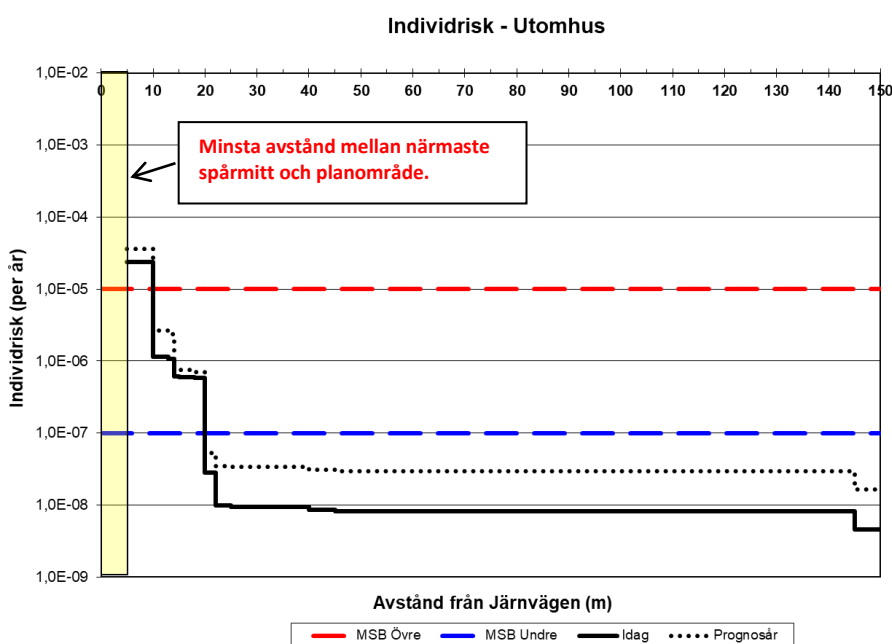
För att ta hänsyn till detta reduceras frekvensen beroende på skadeområdets utbredning. Grovt antas att ett scenario kan påverka en så stor andel av den studerade sträckan som scenariots skadeområde i båda riktningar utgör. Exempelvis innebär detta för ett olycksscenario med beräknat skadeområde ca 100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

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

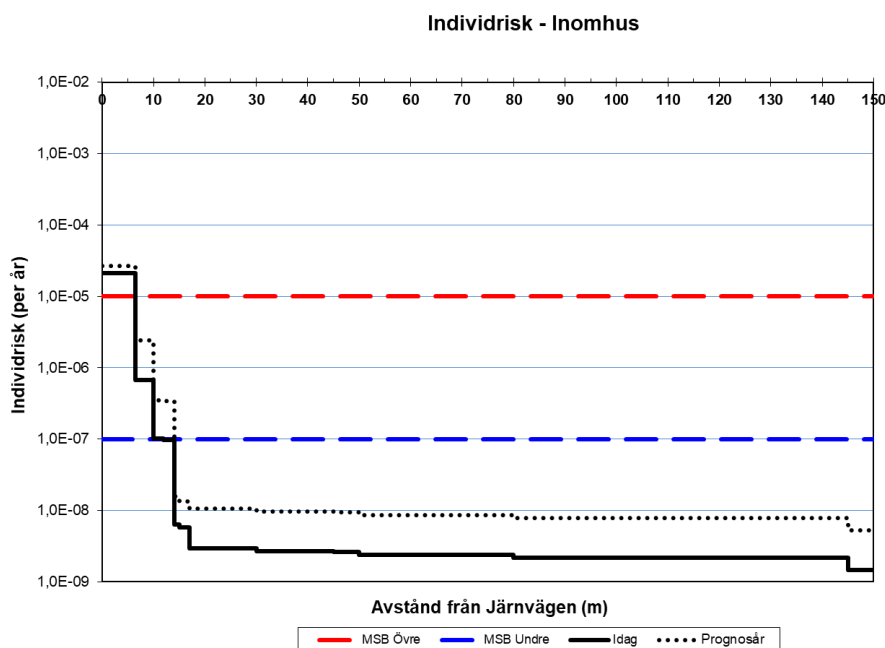
Resultat

Nedan redovisas den beräknade individrisknivån inom områden utmed Ostkustbanan. Individrisken presenteras dels för obebyggd mark utan hänsyn tagen till bebyggelse (se figur 5.1) och dels med hänsyn till planerad bebyggelse (se figur 5.2). Individrisken redovisas för trafiksituationen år 2013 respektive för prognosåren år 2030 och år 2050.

Avstånden i figuren utgår från närmaste spårmitt. Individrisken beräknas fr.o.m. planområdets närmaste gräns mot riskkällan och vidare in i området, d.v.s. från ca 6,5 meter (se markering i figur 5.1).



Figur 5.1. Individrisk för person som vistas utomhus inom studerat område som funktion av avståndet till Ostkustbanan. Utan hänsyn tagen till nivåskillnader. Avståndet utgår från järnvägens närmaste spårmitt. (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)



Figur 5.2. Individrisk inomhus för person inom studerat område som funktion av avståndet till Ostkustbanan.

Med hänsyn tagen till nivåskillnader samt förutsatt byggnadsutformning och avskärmande barriärer vid bebyggelse nära järnvägen. Avståndet utgår från järnvägens närmaste spårmitt.
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

5.3.2 Samhällsrisk Ostkustbanan

Beräkning av samhällsrisk

Samhällsrisknivån presenteras som en F/N-kurva, vilket anger den kumulativa frekvensen för N, eller fler än N, antal omkomna inom det studerade området till följd av olycka på järnvägen. I bilaga B redovisas omfattningen av det studerade området, vilket omfattar både aktuellt planområde samt omgivande bebyggelse. Samhällsriskerna beräknas för planerat utförandealternativ med planerad bebyggelse och markanvändning inom det aktuella området.

Det finns ett flertal olika parametrar som påverkar samhällsriskerna, framförallt med avseende på konsekvensernas storlek vid händelse av en olycka. Enligt bilaga B har konsekvensberäkningarna genomförts konservativt med avseende på den nya bebyggelsen:

- Respektive skadescenario antas inträffa där det medför så stora konsekvenser som möjligt för det aktuella planområdet, vilket innebär där avståndet är som kortast mellan järnvägen och bebyggelse inom planområdet. Med hänsyn till bebyggelsestrukturen inom kringliggande områden utmed den studerade järnvägssträckan (1 000 meter) bedöms sannolikheten för att de beräknade konsekvenserna skulle uppstå oavsett var på sträckan som olyckan inträffar vara låg.

Vid sammanställningen av samhällsriskerna för de studerade riskkällorna antas att dessa konsekvenser kan inträffa oavsett var på respektive järnvägssträcka och vägsträcka som olyckan inträffar. Detta är ett mycket konservativt antagande som säkerställer att risknivån för det aktuella planområdet inte underskattas med hänsyn till kringliggande bebyggelse.

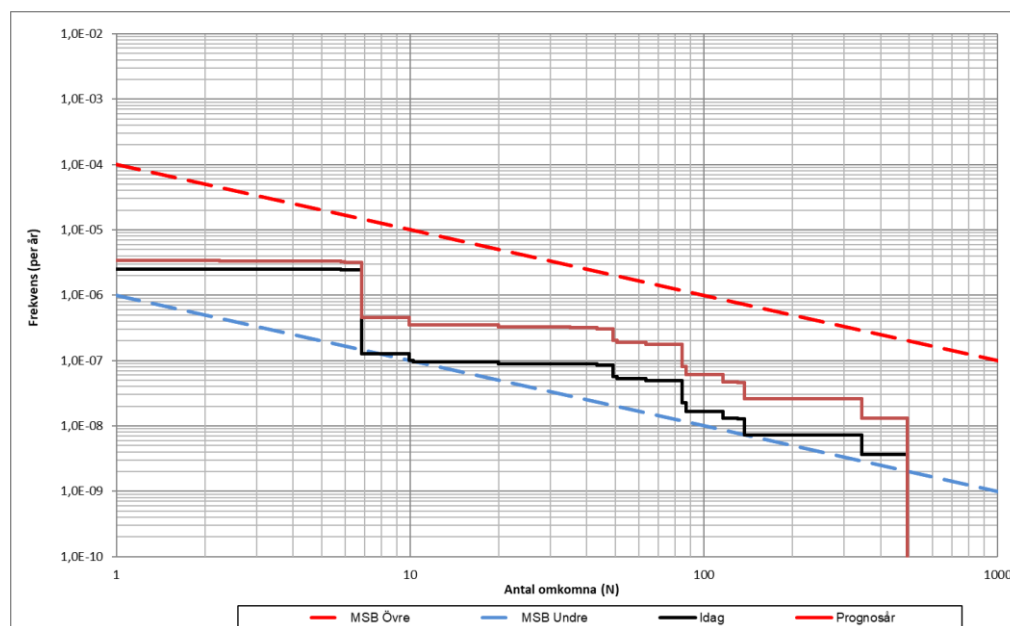
- Skadeområdet för vissa skadescenarier förknippade med gaser samt urspårning blir inte cirkulära. Konsekvensberäkningarna för dessa scenarier har genomförts för förutsättningar som medför så stora konsekvenser som möjligt för det aktuella planområdet, d.v.s. skadeområdet är riktat mot planområdet.

Med hänsyn till bebyggelsestrukturen inom kringliggande områden på motstående sida om de studerade riskkällorna kan konsekvenserna bli annorlunda om olyckan riktas åt motsatt håll. Vid sammanställningen av samhällsriskerna för de studerade riskkällorna antas dock att konsekvenserna kan inträffa oavsett åt vilket håll som olyckan riktas.

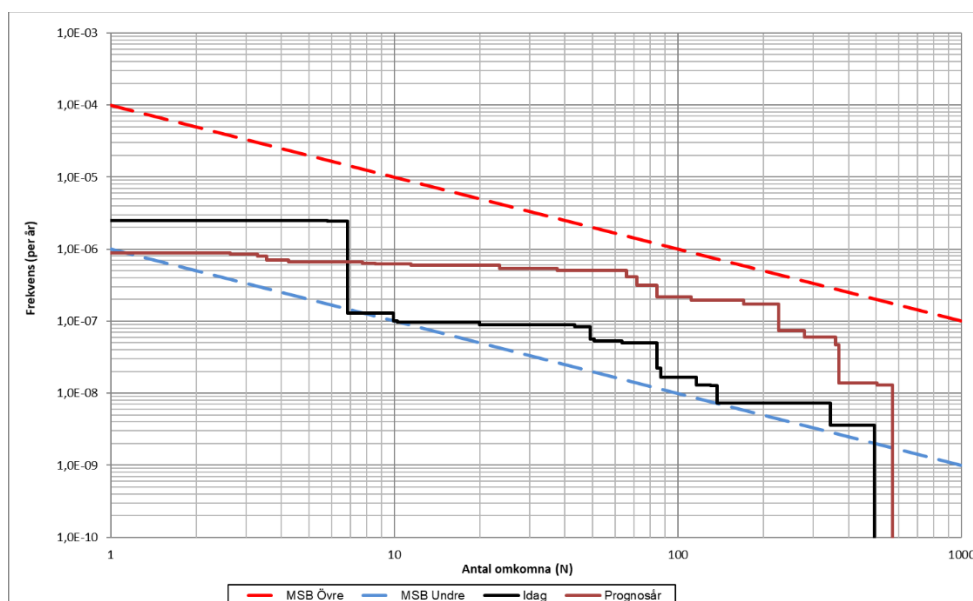
- Vidare antas respektive skadescenario inträffa då personantalet inom det studerade området är som störst, vilket innebär största möjliga konsekvenser.

Resultat

Nedan redovisas den beräknade samhällsrisknivån inom Väsby entré samt dess kringliggande bebyggelse. Samhällsriskerna presenteras dels för **nollalternativet** (se figur 5.3) respektive för det aktuella **planförslaget** (se figur 5.4). Samhällsriskerna redovisas för dagens trafik samt en framtida prognostiserad trafik.



Figur 5.3. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för Väsby Entré samt dess omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med järnvägen. Nollalternativet. (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)



Figur 5.4. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för Väsby Entré samt dess omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med järnvägen. Planförslag. (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)

5.3.3 Värdering av risk

Med avseende på **individrisk** bedöms olycksriskerna förknippade med trafiken på Ostkustbanan hamna i ALARP-området mellan ca 10 och 30 meter från närmaste spårmitt. Inom 5-10 meter från närmaste spårmitt bedöms individrisken kunna hamna högre än det övre acceptanskriteriet, d.v.s. på en oacceptabel nivå. Inom dessa avstånd finns enbart resandefunktioner.

Med avseende på **samhällsrisk** bedöms olycksriskerna förknippade med trafiken på Ostkustbanan hamna inom ALARP-området för olyckor med både enstaka och stort antal omkomna. Risknivån för prognosåret är betydligt högre än dagens risknivå. Detta beror på den mycket stora ökningen av tåg och då framför allt godståg som förväntas tredubblas. Risknivån med planförslaget är något högre än det för nollalternativet, vilket beror på den relativt omfattande exploateringen på den västra sidan av järnvägen. Risknivån är dock inte i någon del oacceptabel. Risknivån bedöms dock vara så hög att riskreducerande åtgärder ska undersökas med syfte att sänka risknivån vid utbyggnad av området. I avsnitt 6 redovisas därför ett resonemang om behov och omfattning av åtgärder. I avsnittet ges även ett förslag på åtgärder.

5.3.4 Hantering av osäkerheter

Som indata i bedömningar och beräkningar erfordras värden på eller information om bl.a. utformning, olycksstatistik, väder, vind och hur olika ämnen beter sig med mera. Underlaget har i vissa fall varit bristfälligt och antaganden har varit nödvändiga för att kunna genomföra analysen. I denna analys är bedömningen att det främst är följande beräkningar, antaganden och förutsättningar som är belagda med osäkerheter:

- **Frekvensberäkningarna har utförts med schablonmetoder**
Frekvensberäkningarna utgår från modeller framtagna av Trafikverket (tidigare Banverket) som baseras på olyckskvoter och statistik. De olyckskvoter som redovisas utgör genomsnittliga värden för en längre järnvägssträcka. Sannolikheten för bl.a.

utsläpp och antändning av utsläpp m.m. utgör genomsnittliga värden baserade på statistik.

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

Eventuellt kan det finnas faktorer förknippade med gällande förutsättningar utmed den aktuella järnvägssträckan som innebär att sannolikheten för utsläpp är högre än genomsnittet, t.ex. det korta avståndet mellan spår och planerad bebyggelse.

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

Det statistiska underlaget som används i analysen är behäftat med osäkerheter främst vad gäller antalet transporter av respektive farligt godsklass.

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

I värderingsunderlaget används antagna prognoser för framtida trafik som även bedöms komma att gälla för transportmängderna farligt gods. Enligt nationell statistik för tidigare år har den totala transportmängden farligt gods på järnväg i Sverige inte varierat i någon större utsträckning utan transportmängden har hållits relativt lika under ett längre tidsperspektiv.

För att säkerställa att risknivån för området inte underskattas görs en känslighetsanalys avseende förändrat transportantal, se nästa sida4.

- **Val av olycksscenarier, konsekvensberäkningar**

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

Generellt så bedöms de skadescenarier och förutsättningar som studeras inte vara de mest troliga, men anses vara de som rimligtvis kan ge upphov till mest omfattande konsekvenser. Beräkningarna av förväntat antal omkomna utförs med grova antaganden om bl.a. en jämn fördelning av persontätheten inom det aktuella området med utgångspunkt från närmaste bebyggelse respektive närmaste yta som kan uppmuntra till stadigvarande vistelse utomhus. Det beaktas inte att avståndet mellan riskkälla och bebyggelse kan variera utmed studerade sträckor.

Konsekvensberäkningarna utgår från ett flertal antaganden avseende persontätheter och personantal inom det studerade området. Dessa antaganden är behäftade med stora osäkerheter där personantalet inom det studerade området har uppskattats mycket grovt utifrån planerad och befintlig bebyggelse. Dessa antaganden har stor effekt på resultatet av riskanalysen. Vad som dock kan konstateras utifrån beräkningarna är att de antaganden som görs avseende den kringliggande bebyggelsen utanför det aktuella planområdet har relativt låg påverkan på den sammanvägda samhällsrisk. Detta beror huvudsakligen på att planområdet är relativt stort och att

majoriteten av de studerade skadescenarierna endast innebär konsekvenser inom planområdet. Det är ett fåtal skadescenarier som innebär konsekvenser även inom kringliggande områden. Sammantaget så bidrar kringliggande bebyggelse till en begränsad andel av det totala antalet omkomna för dessa skadescenarier.

För att säkerställa att risknivån för området inte underskattas med hänsyn till ovanstående parametrar görs en känslighetsanalys avseende förändrade konsekvenser av respektive skadescenario, se nedan.

För att ta hänsyn till de osäkerheter som förenklingar och antaganden innebär används enligt ovan konservativa uppskattningar, både i frekvens- och konsekvensberäkningarna. Sammantaget kan sägas att de konservativa uppskattningar och förenklingar som görs vid beräkning av risken med stor sannolikhet ger en överskattning av risknivån. Utförda antaganden tillsammans med utförd känslighetsanalys innebär att hänsyn tas till ingående osäkerheter i analysen.

Känslighetsanalys

Enligt ovan har en känslighetsanalys genomförts där ett förändrat transportantal på järnvägen samt ett förändrat antal omkomna studerats avseende påverkan på samhällsrisknivån. Känslighetsanalysen genomförs med syfte att belysa hur risknivån förändras utifrån hur olika parametrar justeras. Det är nödvändigt eftersom det råder osäkerhet kring många parametrar. Det är då bra att belysa hur risknivån påverkas om de förändras för att få en bild av hur robusta genomförda beräkningar är.

Nedan beskrivs de parametrar som studerats mer ingående i känslighetsanalysen. Resultatet av känslighetsanalysen redovisas i Bilaga C.

Känslighetsanalysen beaktar följande parametrar:

Förändrat transportantal

En av de största osäkerheterna i riskanalysen bedöms ligga i den antagna mängden farligt gods på angränsande riskkällor. Känslighetsanalysen beaktar antalet transporter av respektive farligt godsklass där det uppskattade antalet farligt godstransporter antas öka med en **faktor 5** i förhållande till de dimensionerande transportmängderna för prognosåret 2030/2040 (dvs. fem gånger fler transporter förutsätts).

Förändrat antal omkomna

De antaganden som görs avseende förväntat personantal m.m. som används i analysen är behäftat med osäkerheter. Känslighetsanalysen beaktar konsekvenserna av respektive skadescenario där beräknade antal omkomna för respektive skadescenario antas öka med en **faktor 2** i förhållande till genomförda konsekvensberäkningar i bilaga B.

Resultat av känslighetsanalys

Resultatet av känslighetsanalysen har studerats med avseende på påverkan på samhällsrisk. Slutresultatet av känslighetsanalysen redovisas i Bilaga C.

Känslighetsanalysen visar att även vid en mycket kraftig ökning av antalet farligt godstransporter är det huvudsakligen enstaka olycksrisker som medför en oacceptabel samhällsrisk. Det bedöms främst vara stora skadescenarier förknippade med transporter av brännbara gaser som bidrar till den oacceptabla risknivån. En ökning av transporter av explosiva ämnen, brandfarliga vätskor samt oxiderande ämnen har en begränsad påverkan på risknivån och det krävs en kraftig ökning i förhållande till de dimensionerande förutsättningarna för att nå en oacceptabel risknivå.

Vidare bedöms en kraftig ökning av konsekvenserna för respektive skadescenario också ha en begränsad påverkan på resultatet. Det bedöms fortfarande främst vara samma olycksrisker som medför en hög samhällsrisk och det är enstaka skadescenarier som riskerar att hamna ovanför det övre acceptanskriteriet.

Utifrån ovanstående beskrivning bedöms det dock inte vara rimligt att ställa ytterligare krav på säkerhetshöjande åtgärder (utöver värderingen av risk som redovisas i avsnitt 5.3).

5.4 Brand i däcklager

Genomförda beräkningar (se bilaga B) visar att ett stort däcklager kan ge upphov till kritisk strålningsnivå (15 kW/m^2) inom ca 19 meters avstånd. Avståndet till planerad bostadsbebyggelse inom planområdet från plats för däcklager är 22 meter. Någon risk för vidare brandspridning bedöms därmed inte föreligga.

Spridning av brandrök in över området är troligt i händelse av brand. En brand i däcklager utgör inte en mycket plötslig händelse. Boende inom angränsande fastigheter bör därför ha tid att evakuera innan kritiska förhållanden uppstår. Något behov av åtgärder med hänsyn till risken för spridning av brandgaser över planområdet bedöms inte föreligga.

6. Säkerhetshöjande åtgärder

6.1 Allmänt

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

Åtgärdernas omfattning behöver dock diskuteras, då acceptansnivån är beroende av markanvändning samt avstånd till den aktuella riskkällan.

Med utgångspunkt från ovanstående resonemang så redovisas i nedanstående avsnitt separata bedömningar av rimligheten i att vidta åtgärder med avseende på de olycksrisker som studeras i den fördjupade riskanalysen.

6.2 Allmänna åtgärder

6.2.1 Planering och placering av ny bebyggelse samt markanvändning

Vid lokalisering i ett utsatt område bör man alltid sträva efter att lokalisera bebyggelsen på ett tillräckligt stort avstånd från eventuella störningskällor. Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd (se tabell 1.1) bör användas som riktvärden för placering av verksamheter. I centrala områden där det är ont om mark eller i anslutning till knutpunkter för exempelvis kollektivtrafik och tågtrafik kan detta dock vara svårt.

Normalt innebär uppfyllande av Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd att ytterligare säkerhetshöjande åtgärder inte behöver vidtas. Vid bebyggelse som inte uppfyller de rekommenderade skyddsavstånden kommer kompletterande byggnadstekniska åtgärder generellt behöva vidtas. Omfattningen av åtgärderna är beroende av hur mycket skyddsavstånden underskrids samt vilka olycksrisker som behöver beaktas. Syftet med åtgärderna är att reducera det "nettotillskott" av oönskade händelser som avsteget medför i förhållande till om riktlinjerna skulle följas.

Planförslaget innebär att all bebyggelse som inte är kopplad till stationsfunktion uppfyller Länsstyrelsens rekommenderade bebyggelsefria område på 25 meter från Ostkustbanan. Detta gäller även framtida spår. Endast cykelparkeringshuset vid den norra stationsentrén, brostöd, trappor, cykelramp samt körytor inom bussterminal planeras inom 25 meter från Ostkustbanan.

Publika verksamheter förknippade med resecntret inom 25 meter från järnvägen alternativt på övergångar över järnvägen anses vara acceptabla och föranleder ej krav på säkerhetshöjande åtgärder. Detta förutsätter att verksamheterna innebär ett begränsat personantal (t.ex. mindre restauranger eller caféer med begränsat antal sittplatser).

Eftersom planerad bebyggelse för bostäder och kontor inte uppfyller Länsstyrelsens skyddsavstånd på 50 respektive 30 meter rekommenderas att kompletterande byggnadstekniska åtgärder vidtas (se avsnitt 6.3).

Även för obebyggda ytor i närheten av järnvägen behöver hänsyn tas till risknivån. Med hänsyn till individrisknivån bör ytor inom ca 20 meter från närmaste spårmitt inte utformas så att de uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Enstaka busshållplatser, markparkering, vägar, gång- och cykelvägar och andra liknande funktioner kan placeras inom detta avstånd.

För att tillgodose att avstånden mellan riskkälla och bebyggelse motsvarar föreslagen utbyggnad behöver detta regleras med anvisningar för markanvändning i detaljplan, se vidare avsnitt 6.4.

6.3 Byggnadstekniska åtgärder

Enligt ovan innebär föreslagen bebyggelse att de rekommenderade skyddsavstånd som redovisas i avsnitt 1.5.1 underskrids. Den planerade bebyggelsen innebär enligt den fördjupade riskanalysen en förhöjd risknivå inom de aktuella områdena. För att acceptera avstegen samt för att reducera risknivån behöver kompletterande byggnadstekniska åtgärder vidtas. Nedan redovisas diskussioner kring behovet av åtgärder. Kursiverad text omfattar bedömning av behovet av åtgärder utifrån studerat planförslag.

6.3.1 Utrymning

Utrymningsstrategin för ny bebyggelse i anslutning till riskkällan kan behöva beakta även möjliga externa olyckor. Detta kan göras genom att utrymningsvägar dimensioneras och utformas så att utrymning kan ske tillfredställande även vid en olycka på Ostkustbanan.

Ovanstående innebär att bostäder och eventuella lokaler som omfattar personintensiv verksamhet inom 50 meter samt kontor inom 30 meter från Ostkustbanan ska utformas med åtminstone en utrymningsväg som mynnar bort från riskkällan. Det rekommenderas att denna utrymningsväg utgörs av "normal" entré för att på så sätt ta hänsyn till personers benägenhet att utrymma samma väg som de kom in. Detsamma gäller för eventuell bebyggelse för personintensiva verksamheter inom 50 meter från järnvägen.

Det föreslås att åtgärden anges som krav i detaljplan, se avsnitt 6.4.

6.3.2 Skydd mot brandspridning

För att minska sannolikheten att en brand (olycka med brännbar gas, brandfarlig vätska eller tågbrand) sprider sig in i byggnader nära riskkällan innan människor i byggnaden har hunnit utrymma kan fasader som vetter mot riskkällan utföras i material som förhindrar brandspridning in i byggnaden under den tid det tar att utrymma. Exempelvis kan väggar utföras i obrännbart material eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning avseende täthet och isolering. Krav på att förhindra brandspridning gäller även fönster och glaspartier. Exempelvis kan fönster utföras så att de är intakta och sitter kvar under hela brandförloppet genom att använda brandklassade, härdade eller laminerade glas.

Enligt riskanalysen har framför allt olycksrisker med brännbar gas relativt stor påverkan på risknivån inom planområdet (framför allt på samhällsrisk). Olycka med brandfarliga vätskor samt tågbrand har en mycket begränsad påverkan på både individrisk och samhällsrisk inom planområdet. Det ska dock beaktas att risknivån utgår från ett antal förutsättningar avseende avstånd mellan järnväg och bebyggelse (se figur 2.2) samt byggnadsutformning och nivåskillnader. Dessa förutsättningar bedöms innebära en kraftig reduktion av riskbidraget från ovanstående olycksrisker.

Med hänsyn till nettotillskottet som de aktuella avstegen från rekommenderade skyddsavstånd innebär för aktuella olycksrisker, samt den planerade nya bebyggelsen inom området, så rekommenderas att åtgärder som skyddar mot brandspridning vidtas för bostäder, kontor samt personintensiv verksamhet som inte uppfyller Länsstyrelsens skyddsavstånd.

För att begränsa risken för brandspridning in i byggnader rekommenderas att fasader som vetter direkt mot riskkälla (d.v.s. utan framförhängande bebyggelse) och som inte uppfyller Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd ska utföras obrännbara alternativt med konstruktioner som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30 samt med fönster och glaspartier som begränsar risken för brandspridning in i byggnaden.

Inom 30 meter från järnvägen ska fönster utföras i lägst brandteknisk klass EW 30.⁴

Om utrymningsstrategin från byggnader utformas med tillgång till utrymningsväg som vetter direkt mot riskkälla ska särskild hänsyn tas till brandpåverkan. Detta gäller t.ex. vid inglasade loftgångar, korridorer eller trapphus. Acceptanskriteriet för strålningsnivån på insidan av fönstret ska då sänkas till 2,5 kW/m². För dessa utrymnen ska fönster i fasad som vetter mot riskkälla utföras i lägst brandteknisk klass EW 30 även inom 30-40 meter från järnvägen. Utformningen reducerar den infallande värmestrålningen in i byggnaden till en nivå som ej är kritisk för utrymmande.

Med undantag för fönster mot utrymningsväg så är det tillåtet att utföra fönster med brandglas öppningsbara. Detta bör framgå i detaljplan eller planbeskrivning.

Det rekommenderas att ovanstående åtgärder anges som krav i detaljplan för delar av planområdet, se avsnitt 6.4.

6.3.3 Skydd mot spridning av gaser

För att reducera sannolikheten för att brandgaser samt brännbara och giftiga gaser tar sig in i byggnader kan ventilationssystemet utformas så att:

- friskluftsintag för lokaler där personer vistas stadigvarande placeras mot en trygg sida, det vill säga på byggnadernas tak eller bort från riskkällan.
- det på ett enkelt sätt kan stängas, av t.ex. fastighetsskötare eller brandförsvaret, genom exempelvis central nödavstängning

Dessutom kan plantering av träd och buskar försvåra spridning av utläckt gas. Växtligheten gör att gasen lättare skingras och koncentrationerna minskar.

Ovanstående åtgärder innebär normalt en låg kostnad men kan vara svår att följa upp och kan inte helt regleras som en planbestämmelse.

Enligt riskanalysen har olycka med brännbara respektive giftiga gaser relativt stor påverkan på framför allt samhällsrisken inom planområdet.

Med hänsyn till detta ska placering av luftintag mot en trygg sida alternativt på tak göras för bostäder och personintensiva verksamheter inom 50 meter samt kontor inom 30 meter från järnvägen. Att införa en manuell nödavstängningsfunktion av ventilationen i bostäder bedöms inte ge någon riskreducerande effekt då det är svårt att lägga det ansvaret på en person eller funktion.

Det föreslås att åtgärderna anges som krav i detaljplan, se avsnitt 6.4.

⁴ EW innebär att byggnadsdelen ska vara brandtät (E) och strålningsreducerande (W). Beckningen W innebär att byggnadsdelen inte ska släppa igenom en genomsnittlig värmestrålning som överstiger 15 kW/m² mätt 1 meter innanför byggnadsdelen. Ett EW-glas reducerar infallande strålning med ca 95 %. Utformningen reducerar värmestrålningen in i byggnaden till en nivå som ej är kritisk för antändning av bl.a. lättantändligt material.

Att komplettera ventilationen med automatisk avstängning med gasdetektorer bedöms ej vara lämpligt. Detta beror på svårigheten att utföra ett gasdetektionssystem som kan hantera flera olika gaser. Den optimala placeringen av gasdetektorer beror bl.a. på gasens tyngd och flyktighet, där exempelvis tunga gaser som svaveldioxid och klor bör detekteras lågt. Dessutom riskerar detektionssystemet att bli verkningslöst om det endast dimensioneras för enskilda gaser. En blandgasdetektor är dock inte optimal eftersom man inte vet vilka andra gaser den detekterat vid utlöst larm samt att nivån för placering av detektor varier mellan olika gaser enligt ovan.

6.3.4 Skydd mot explosion

För explosioner där konsekvenserna kan bli stora på stora avstånd kan effekten mildras genom att byggnaderna konstrueras med hänsyn till höga tryck. Exempelvis kan man dimensionera stommen för en ökad horisontallast samt bygga en rasdämpande stomme. Detta ställer krav på seghet/deformationsförmåga i stommen samt att stommen klarar bortfall av delar av bärningen.

Ytterligare säkerhetshöjande åtgärder är att fönster förses med härdat och laminerat glas alternativt trycktåligt glas. Detta förhindrar att människor innanför fönster skadas till följd av att glas trycks in i byggnaden till följd av tryckvågen.

Ovanstående åtgärdsförslag innebär stor begränsning i byggmetod och materialval samt innebär stora kostnader. Enligt riskanalysen har olyckor med explosiva ämnen respektive oxiderande ämnen och organiska peroxider en mycket begränsad påverkan på både individrisk och samhällsrisk inom planområdet. Frekvenserna för skadescenarier med stora konsekvenser är extremt låga, vilket dels beror på mycket begränsade transportmängder av explosiva ämnen på järnvägen och dels de hårda regler som gäller för transporter av dessa ämnen.

Den riskreducerande effekten av åtgärder som skyddar mot explosioner bedöms utifrån ovanstående vara mycket begränsad. Detta beror på att nettotillskottet som de aktuella avstegen från rekommenderade skyddsavstånd innebär är mycket begränsat. Med hänsyn till den mycket låga påverkan på risknivån bedöms det inte vara rimligt att vidta byggnadstekniska åtgärder för explosioner.

6.3.5 Skydd mot urspårning

För att förhindra att ett urspårat tåg kör in i byggnader eller persontäta områden utomhus kan olika byggnadstekniska åtgärder vidtas, bl.a.:

- uppföra en mur/vägg eller dylikt, minst 1,5 meter hög, som placeras mellan byggnader och spår.
- uppföra byggnader utmed befintlig eller ny plattform som dimensioneras att klara påkörningslaster
- införa skyddsräler eller skyddskanaler

Samtliga spårnära konstruktioner måste dimensioneras med hänsyn till Eurocode vilket innebär att de dimensioneras med hänsyn till risken för påkörning. Detta gäller bland annat brostöd samt cykelparkeringshuset.

Enligt riskanalysen har urspårning en mycket begränsad påverkan på både individrisk och samhällsrisk inom planområdet. Detta beror huvudsakligen på att riskanalysen utgår från ett antal förutsättningar avseende avstånd mellan järnväg och bebyggelse (se figur 2.2) samt byggnadsutformning och nivåkillnader. Dessa förutsättningar innebär en kraftig reduktion av riskbidraget från ovanstående olycksrisker.

Med hänsyn till den mycket låga påverkan på risknivån bedöms det inte vara rimligt att vidta några åtgärder avseende urspårning för den aktuella detaljplanen utöver de konstruktionskrav som redovisas i Eurocode.

6.4 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning

Vid ny bebyggelse inom planområdet Väsby Entré rekommenderas att nedanstående åtgärder vidtas (avstånden mäts från närmaste spårmitt efter utbyggnad av järnvägen). Samtliga åtgärder omfattar skydd för tredjeman. Risker för trafikanter på järnvägen hanteras enligt tidigare separat /1/.

Bostäder, förskolor och personintensiva verksamheter⁵:

- Avståndet mellan Ostkustbanan och bostäder, förskolor samt personintensiv verksamhet ska ej understiga 25 m
Uppfylls med studerat planförslag
- Inom 50 meter från Ostkustbanan ska bostäder, förskolor och personintensiv verksamhet utföras med:
 - friskluftsintag, för lokaler där personer vistas stadigvarande, placerade mot en trygg sida, det vill säga på byggnadernas tak eller bort från riskkällan.
 - Utrymningsvägar, för lokaler där personer vistas stadigvarande, placerade så att utrymning kan ske till säker plats vid olycka på Ostkustbanan.
 - Fasader som vetter direkt mot riskkällan (d.v.s. ingen framförliggande bebyggelse) ska utföras obrännbara alternativt med en konstruktion som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30.
 - Fönster i fasad som vetter direkt mot riskkällan (d.v.s. ingen framförliggande bebyggelse) ska utföras i lägst brandteknisk klass EW 30 inom 30 meter från riskkälla.

Verksamheter, t.ex. handel (mindre lokal, ej personintensiv) och kontor:

- Avstånden mellan Ostkustbanan och mindre verksamhetslokaler bör ej understiga 25 m.

Icke personintensiv handel⁶ inom stationsområdet som är kopplad till resandeservice kan accepteras inom detta avstånd.

- För kontor gäller även följande åtgärder inom 30 meter:
 - Friskluftsintag, för lokaler där personer vistas stadigvarande, placerade mot en trygg sida, det vill säga på byggnadernas tak eller bort från riskkällan.
 - Utrymningsvägar, för lokaler där personer vistas stadigvarande, placerade så att utrymning kan ske till säker plats vid olycka på Ostkustbanan.
 - Fasader som vetter direkt mot riskkällan (d.v.s. ingen framförliggande bebyggelse) ska utföras obrännbara alternativt med en konstruktion som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30.

⁵ Med personintensiva verksamheter avses de verksamheter som kan förväntas ha en hög persontäthet som till exempel, samlingslokaler, större butiker, konferensutrymmen etc.

⁶ Med "icke personintensiv" avses kiosk liknande Pressbyrån eller annan handel med liten lokalyta utan sittplatser för kunder.

- Fönster i fasad som vetter direkt mot riskkällan (d.v.s. ingen framförhängande bebyggelse) ska utföras i lägst brandteknisk klass EW 30 inom 30 meter från riskkälla.

Resandefunktioner (inkl. bussterminal) med tillhörande publika verksamheter:

- Avståndet mellan Ostkustbanan och väntytur m.m. inom bussterminal ska ej understiga 25 m.
Uppfylls med studerat planförslag
- Publika verksamheter förknippade med resandefunktioner (biljettförsäljning, kiosk m m) inom 25 meter från järnvägen alternativt på övergångar över järnvägen kan utföras utan krav på säkerhetshöjande åtgärder. Detta förutsätter att verksamheterna innebär ett begränsat personantal (t.ex. mindre restauranger eller caféer med begränsat antal sittplatser).

Obebyggda ytor:

- Avståndet mellan Ostkustbanan och ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse ska ej understiga 20 m.
Enstaka busshållplats samt markparkering kan accepteras inom 20 meter från spår.

Observera att ovanstående åtgärder endast utgör förslag och det är upp till kommunen/projektet att ta beslut om åtgärder. I den kommande planprocessen kommer mer detaljerade analyser att göras. Resultatet av dessa bör resultera i ett antal planbestämmelser som reglerar behovet av säkerhetshöjande åtgärder.

6.4.1 Åtgärdernas riskreducerande effekt

Åtgärdernas riskreducerande effekt har studerats med avseende på dess påverkan på den beräknade samhällsrisk. Slutresultatet av beräkningarna redovisas i Bilaga C.

Med rekommenderade åtgärder hamnar samhällsrisk för området i delar i nivå med nollalternativet. Risknivån ligger dock även med åtgärder inom ALARP. Åtgärderna medför att planerad ny bebyggelse samt förändrad markanvändning inom planområdet får en liten påverkan på samhällsrisk i området. Bedömningen är därför att föreslagna åtgärder innebär en tillräckligt riskreducerande effekt.

7. Slutsatser

Det aktuella planområdet ligger i ett utsatt läge med hänsyn till olycksrisker förknippade med framförallt trafiken på Ostkustbanan. Järnvägen är kraftigt trafikerad, hastigheten är hög och det transporteras omfattande mängder farligt gods. Det uppskattas kunna förekomma transporter av samtliga farligt godsklasser.

Övriga riskkällor som identifierats i planområdets närhet har bedömts ha mycket liten påverkan på risknivån.

Genomförd riskanalys av identifierade risker förknippade med Ostkustbanan visar att olycksriskerna har en stor påverkan på risknivån inom det studerade området. Detta gäller framförallt samhällsrisk. Av de farligt godsklasser som påverkar risknivån inom aktuellt område är det främst transporter av brännbara gaser (klass 2.1) som leder en hög risknivå.

Planerad ny bebyggelse för bostäder innebär att avståndet till järnväg understiger Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd (50 meter). Med anledning av den höga risknivån samt aktuella avsteg från Länsstyrelsens rekommenderade avstånd föreslås att säkerhetshöjande åtgärder vidtas i syfte att reducera ”nettotillskottet” av oönskade händelser som avsteget medför.

I avsnitt 6.4 redovisas de åtgärder som rekommenderas vid bebyggelse och vid förändrad markanvändning inom planområdet. För att säkerställa att åtgärderna vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser.

Föreslagna åtgärder innebär en kraftig reduktion av samhällsrisken. Åtgärderna medför att planförslaget får en begränsad påverkan på samhällsrisken i området. Planerad ny bebyggelse bör därför kunna accepteras förutsatt att föreslagna åtgärder vidtas.

8. Bilagor

BILAGA A – Frekvensberäkningar

BILAGA B – Konsekvensberäkningar

BILAGA C – Riskberäkningar

9. Referenser

- /1/ Väsby Entré, påverkan på Ostkustbanan som riksintresse – Riskutredning trafikantsäkerhet, Brandskyddslaget, 2016-05-10
- /2/ Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Fakta 2016:4, Länsstyrelsen Stockholm, 2016-04-11
- /3/ Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer, Länsstyrelsen i Stockholms län, Rapport 2000:01
- /4/ Järnvägen i samhällsplaneringen – Underlag för tillämpning av miljöbalken och plan- och bygglagen, Diarienummer F08-13934/SA20, Banverket 2009
- /5/ Regelsamling för byggande, BBR 29 (BFS 2011:6 med ändringar t.o.m. 2020:4), Boverket 2020
- /6/ RID-S 2019 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg, MSBFS 2018:6, 2018
- /7/ Ostkustbanan Stockholm – Uppsala, PM Strategisk spårstudie, Banverket, 2010-03-11
- /8/ Ostkustbanan: underlag för strategisk planering – trafikeringsscenarioer och infrastrukturutveckling på sträckan Stockholms-Uppsala, Trafikverket, 2017-12-12
- /9/ Väsby Entré bullerutredning, WSP, utkast 2021-03-04
- /10/ Riskutredning Vilundaverket – kylanläggning med ammoniak, P & B Brandkonsult AB, 2020-07-03
- /11/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997

Uppdragsnamn

Väsby Entré

Uppdragsgivare

Upplands Väsby kommun (via Urban Minds)

Uppdragsnummer

503570

Datum

2021-10-11

Handläggare

Rosie Kvål

Egenkontroll

RKL 2021-10-11

Internkontroll

LSS 2016-05-30

BILAGA A - Frekvensberäkningar

Revidering av bilagan omfattar nya prognossiffror för Ostkustbanan samt urspårningsberäkningar med en metod baserad på nyare statistik.

1. Inledning

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med den angränsande järnvägen:

- Olycka med farligt gods
 - Explosion vid transport av massexplosivt ämne (klass 1.1)
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
 - Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)
 - Explosionsartat brandförlopp vid utsläpp av oxiderande ämne (klass 5.1) eller organiska peroxider (klass 5.2)
- Urspårning
- Tågbrand

2. Indata

2.1 Allmänt - järnvägen

Planområdet angränsar mot Ostkustbanan längs cirka 1 kilometer, varav bebyggelse planeras utmed ca 500 meter av sträckan. Områdets utsträckning söderut beror framför allt på en ny sträckning av Ladbrovägen utmed järnvägen fram till Mälarvägen.

Planområdet ligger i höjd med Upplands Väsby's pendeltågstation. På den aktuella sträckan består järnvägen av 6 spår, varav 4 huvudspår med genomfartstrafik. De yttre spåren används för regional, fjärr och snabbtåg (max 200 km/h) och de två inre spåren trafikerar av godståg och pendeltåg (max 160 km/h).

På den aktuella sträckan finns ett flertal växlar, framför allt mellan de inre spåren. Mellan pendeltågstationens plattformar finns ett vändspår med anslutning från de inre spåren både söder och väster om plattformarna. Väster om stationen finns ett antal stickspår/industrispår som inte nyttjas.

Trafikverket har tagit fram en strategisk spårstudie /1/ där det framgår att planer finns på att utöka den aktuella sträckan av Ostkustbanan med två nya genomgående spår. Förbi planområdet föreslås att två tillkommande huvudspår placeras väster om befintliga spår. Dessutom planeras ett nytt vändspår i mitten. I samband med utbyggnaden rivs plattformarna och nya, längre plattformar byggs västerut. Befintliga stickspår/industrispår utgår.

Efter en utbyggnad av järnvägen enligt ovanstående beskrivning planeras de två inre spåren trafikerade av i första hand pendeltåg, mellanspårerna av regionala tåg och godståg medan de yttre spåren ska trafikerade av fjärrtåg och snabbtåg.

2.1.1 Tågtrafik

Ostkustbanan trafikerades idag av 787 tåg per vardagsmedeldygn, varav ca 10 godståg (summerat i båda riktningar).

Enligt prognos från Trafikverket förväntas trafikeringen utökas till 934 tåg per dygn år 2030/2040, varav 36 godståg /2/ .

2.1.2 Transport av farligt gods

Av godstågen som går på den aktuella sträckan medför ett antal vagnar som rymmer farligt gods.

Normalt finns inga restriktioner kring vilka farligt godsklasser som är tillåtna att transporteras på järnväg. Frekvensberäkningarna kommer att utgå från nationell statistik där antalet transporter samt fördelningen mellan olika klasser på den aktuella järnvägen uppskattas utifrån den genomsnittliga andelen av tung tågtrafik i Sverige som transporterar farligt gods.

Information har hämtats från Trafikanalys (tidigare SIKA) som bland annat ansvarar för statistik inom området bantrafik. Utifrån statistik över godsmängd per farligt godsklass under perioden 2010-2014 /3/ uppskattas det totala antalet farlig godsvagnar respektive antalet vagnar med respektive farligt godsklass på den aktuella sträckan.

Enligt statistiken för den studerade perioden utgör farligt godstransporter i genomsnitt 4,8 % av den totala godsmängden. För den aktuella järnvägen motsvarar detta ca 3 150 farligt godsvagnar per år med dagens trafiksiffror.

Det antas grovt att antalet transporter av farligt gods kommer att öka i samma omfattning som den totala godstrafiken, vilket innebär att andelen av godstrafiken som utgörs av farligt gods även i framtiden uppskattas motsvara i genomsnitt 4,8%. För prognosåret motsvarar detta ca 19 000 farligt godsvagnar per år.

I tabell A.1 redovisas fördelningen på respektive farligt godsklass. Fördelningen utgår från Trafikanalys nationella statistik. Dock görs några mindre justeringar. Anledningen till dessa justeringar är framför allt att den nationella statistiken inte har visat på några transporter av klass 1 (explosiva ämnen) under den studerade femårsperioden. För att inte underskatta riskbidraget från olycksscenarioer förknippade med explosiva ämnen så antas det konservativt att klass 1 utgör maximalt 0,1 % av det totala antalet farligt godsvagnar. Fördelningen för övriga farliga godsklasser motsvarar nationell statistik.

/1/ Ostkustbanan Stockholm – Uppsala, PM Strategisk spårstudie, Banverket, 2010-03-11

/2/ Väsby Entré bullerutredning, WSP, utkast 2021-03-04

/3/ Rapportnr 2015:13 – Bantrafik 2014. Trafikanalys oktober 2015

Tabell A.1. Antal godsvagnar med farligt gods per år på Ostkustbanan idag samt prognosår 230/2040.

Klass	Andel	Antal farligt godsvagnar	
		Idag	År 2030/2040
1. Explosiva ämnen och föremål	0,10%	5	19
2. Gaser	25,2%	1323	4763
3. Brandfarliga vätskor	38,9%	2044	7357
4. Brandfarliga fasta ämnen	4,3%	228	819
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	15,2%	801	2885
6. Giftiga ämnen	2,1%	109	392
7. Radioaktiva ämnen	0,0%	1	4
8. Frätande ämnen	13,9%	729	2623
9. Övriga farliga ämnen och föremål	0,4%	22	78
Totalt		5 256	18 941

3. Beräkningar järnvägsolycka

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

3.1 Urspårning

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

Frekvensen för urspårning beräknas utifrån följande olyckskvoter för urspårning förknippade med tågtyp samt spårutformning enligt uppgifter som redovisas i *Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone /4/*:

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

Ytterligare järnvägsolyckor som kan medföra efterföljande olycksscenarier är kollisioner, antingen mellan spårfordon eller i plankorsningsolyckor. Enligt /5/ bedöms sannolikheten för en sammanstötning med tåg på en linje vara så låg att den försvinner i den allmänna osäkerheten. Därför beaktas skadescenariot inte vidare i de fortsatta beräkningarna.

Frekvensen för urspårning beräknas för persontåg respektive godståg på en **1 km järnvägssträcka**. Beräkningarna utgår från olyckskvot för **spår med växlar**. Frekvensen utförs för trafiksiffror för nuläget (787 persontåg samt 10 godståg) samt prognosår 2030/2040 (934 persontåg respektive 36 godståg per dygn):

- Urspårning persontåg: $7,2 \cdot 10^{-3}$ respektive $8,5 \cdot 10^{-3}$ urspårningar per år

/4/ Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone (UIC Code 777-2 R), International Union of Railways, 2nd edition September 2002

/5/ Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001

- Urspårning godståg: $9,1 \cdot 10^{-4}$ respektive $3,3 \cdot 10^{-3}$ urspårningar per år
- **Urspårning totalt:** **$8,1 \cdot 10^{-3}$ respektive $1,2 \cdot 10^{-3}$ urspårningar per år**

Utslaget på den totala tågtrafiken så innebär ovanstående urspårningsfrekvenser en genomsnittlig olyckskvot på ca $2,8 \cdot 10^{-8}$ respektive $3,3 \cdot 10^{-8}$ per tågkm.

3.1.1 Urspårning i anslutning till bebyggelse

Vid en urspårning så är det troligaste följdscenariot att ett hjulpar hoppar av rälen och tåget förblir upprätt inom några enstaka meter från spåret. Sannolikheten att de urspårade vagnarna lämnar spårområdet är begränsad. Beroende på tågets hastighet och längd, rälsens kvalitet, förekomst av främmande föremål på spåret, omgivningens topografi etc. kan dock tåget spåra ur och hamna utanför spårområdet. Då kan människor utomhus skadas om de står i vägen för tåget. Om tåget kör in i byggnader nära spårområdet kan delar av byggnaden skadas.

Skadeområdet understiger i princip alltid 25-30 meter vinkelrätt ut från spåret (om järnvägen ligger mycket högre än omgivningen kan skadeområdet bli större). Detta skadescenario motsvarar en helt snedställd tågagn. Sannolikheten för detta värsta tänkbara scenario är mycket låg.

De fortsatta frekvensberäkningarna för urspårning och dess påverkan på kringliggande bebyggelse utförs utifrån den metodik som redovisas i UIC Code 777-2 R /6/.

Observera att beräkningarna av sannolikhet och frekvens som funktion av avståndet från järnvägen som redovisas nedan utförs för en obebyggd omgivning som ligger i samma nivå som järnvägen där närmaste byggnad ej har utförts med några särskilda krav på förstärkning för att klara av en urspårning.

Vid fortsatt beräkning av konsekvenser samt risknivån inom planområdet ska hänsyn tas till nivåskillnader samt barriärer och förstärkning av fasader och bärverk m.m. för befintliga förhållanden (nollalternativ) respektive planerad bebyggelse.

I avsnitt 3.1 beräknas frekvensen för urspårning på en 1 km lång järnvägssträcka i höjd med det aktuella planområdet. Vid beräkning av hur mycket urspårningen påverkar risknivån inom kringliggande områden och sannolikheten för att ett urspårat tåg kolliderar med intilliggande bebyggelse används först en reducerande faktor som motsvarar den längsta sträcka som den urspårade vagnen kan gå längs med spåret. Denna faktor beräknas som $V^2/80$, där V är tågets hastighet (km/h) vid urspårningstillfället.

Frekvensen för urspårning i anslutning till bebyggelse per år (F_1) beräknas med följande ekvation:

$$F_1 = F_r \times d \times 10^{-3} \quad \text{där}$$

F_r = urspårningsfrekvens per km

d = den längsta sträcka som den urspårade vagnen kan gå längs med spåret, vilket beräknas som $V^2/80$, där V är tågets hastighet (km/h) vid urspårningstillfället

Sannolikheten att urspårat tåg kolliderar med byggnad (P_2) är beroende av tågets hastighet vid urspårningstillfället samt avståndet mellan järnvägsspår och byggnad. Sannolikheten beräknas med följande ekvation:

$$P_2 = \left(\frac{b-a}{b}\right)^2 \times 0,5 \times \frac{c}{d} \quad \text{där:}$$

/6/ Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone (UIC Code 777-2 R), International Union of Railways, 2nd edition September 2002

$d =$ den längsta sträcka som den urspårade vagnen kan gå längs med spåret, vilket beräknas som $V^2/80$, där V är tågets hastighet (km/h) vid urspårningstillfället

$b =$ det maximala vinkelräta avståndet (m) från spåret som vagnen kan hamna, vilket beräknas som $V^{0,55}$

$a =$ vinkelrätt avstånd (m) mellan spårmittpunkt och byggnad

$c =$ det, längs spåret, parallella avståndet inom vilket byggnad löper risk att träffas av urspårad vagn på ett avstånd a , vilket beräknas med ekvationen:

$$c = \frac{d}{b} \times (b - a) \text{ om } b > a. \text{ Är } b < a \text{ blir } c = 0.$$

Sannolikheten för byggnadskollaps till följd av kollision (P_3) beräknas vidare med följande ekvation:

$$P_3 = \left(1 - \frac{2}{3} \times \frac{t \times (2b - 2a - t)}{(b - a)^2}\right) \times \alpha \quad \text{för} \quad b - t - a > 0 \quad \text{där}$$

$t =$ det vinkelräta avståndet (m) från spåret där den urspårade vagnens hastighet sjunkit under 60 km/h, vilket beräknas med ekvationen:

$$t = \frac{a \times d'}{d - d'}$$

$a =$ se ovan

$d' =$ det, längs spåret, längsta avståndet som den urspårade vagnen kan gå, där hastigheten fortfarande överstiger eller är lika med 60 km/h. Ansätts till 45 m enligt /4/

$\alpha =$ sannolikheten för ras beroende av konstruktionens robusthet. $\alpha = 1$ innebär att alla kollisioner där hastigheten överstiger 60 km/h leder till ras.

Utformningen av spårområdet utmed det aktuella planområdet, med bl.a. plattformar innebär att sannolikheten för skador inom planområdet till följd av en urspårning begränsas. Bredden på spårområdet innebär att det endast är urspårning på de yttre spåren (fjärrtåg, regionaltåg och snabbtåg) som påverkar risknivån inom planområdet, givet att tåget spårar ur bort från spårområdet. En urspårning på södergående spår påverkar därför endast risknivån inom den östra halvan av planområdet och motsvarande så påverkar en urspårning på norrgående spår endast risknivån på den västra sidan.

I tabell A.2 redovisas resultaten av sannolikhetsberäkningar för urspårning som funktion av avståndet från järnvägen för nuläge och prognosår där hastigheten på de yttre spåren är 200 km/h. I tabellen tas ingen hänsyn till eventuella byggnader eller hinder utan utgår från att tåget får spåra ur "fritt". Beräkningarna utgår från de urspårningsfrekvenser som redovisas i avsnitt 3.1.

Tabell A.2. Resultat av frekvens- och sannolikhetsberäkningar för urspårningsscenarioer på aktuell järnvägssträcka idag och år 2030/2040 (befintlig spårutformning).

Avstånd från spårmittpunkt (m)	Sannolikhet		Frekvens kollision (F1 x P2)		Frekvens byggnadskollaps (F1 x P2 x P3)	
	P ₂	P ₃	Idag	År 2030/2040	Idag	År 2030/2040
0	50,00%	100,0%	7,7E-02	9,1E-02	7,7E-02	9,1E-02
1	42,30%	99,2%	6,5E-02	7,7E-02	6,4E-02	7,7E-02
2	35,43%	98,4%	5,4E-02	6,5E-02	5,4E-02	6,4E-02
3	29,34%	97,5%	4,5E-02	5,3E-02	4,4E-02	5,2E-02
4	24,00%	96,4%	3,7E-02	4,4E-02	3,6E-02	4,2E-02
5	19,35%	95,2%	3,0E-02	3,5E-02	2,8E-02	3,4E-02
6	15,34%	93,8%	2,4E-02	2,8E-02	2,2E-02	2,6E-02
7	11,93%	92,2%	1,8E-02	2,2E-02	1,7E-02	2,0E-02
8	9,06%	90,3%	1,4E-02	1,7E-02	1,3E-02	1,5E-02
9	6,70%	88,0%	1,0E-02	1,2E-02	9,1E-03	1,1E-02
10	4,79%	85,3%	7,4E-03	8,7E-03	6,3E-03	7,4E-03
11	3,28%	81,9%	5,0E-03	6,0E-03	4,1E-03	4,9E-03
12	2,12%	77,7%	3,3E-03	3,9E-03	2,5E-03	3,0E-03
13	1,28%	72,2%	2,0E-03	2,3E-03	1,4E-03	1,7E-03
14	0,70%	64,9%	1,1E-03	1,3E-03	6,9E-04	8,2E-04
15	0,32%	54,8%	5,0E-04	5,9E-04	2,7E-04	3,2E-04
16	0,11%	41,5%	1,8E-04	2,1E-04	7,3E-05	8,7E-05
17	0,02%	35,4%	3,6E-05	4,3E-05	1,3E-05	1,5E-05
18	0,00%	0,0%	9,9E-07	1,2E-06	0,0E+00	0,0E+00
19	0,00%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
20	0,00%	0,0%	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00

Observera att det är den totala olycksfrekvensen som redovisas i tabell A.2, d.v.s. för båda de yttersta spåren. Vid fortsatt beräkning av risknivån på respektive sida om järnvägen ska olycksfrekvensen multipliceras med 50 %.

3.2 Järnvägsolycka med farligt gods

Olycksfrekvensen för järnvägsolycka med farligt gods beräknas utifrån samma metodik som redovisas i avsnitt 3.1. Frekvensberäkningarna för olycka med godståg innefattar även farligt godsvagnar. Sannolikheten för att en farligt godsvagn ingår i det olycksdrabbade tåget och påverkas av olyckan beräknas utifrån andelen farligt godsvagnar i förhållande till det totala antalet godsvagnar (X). Enligt avsnitt 2.1.2 uppskattas farligt gods utgöra i genomsnitt 4,8 % av den totala godstrafiken. Detta värde används både för år dagens trafiksituation och för prognosåren. Enligt avsnitt 3.1 spårar i genomsnitt 3,5 vagnar ur vid en urspårning. Sannolikheten för att en farligt godsvagn spårar ur beräknas utifrån följande ekvation:

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

I tabell A.3 redovisas den förväntade frekvensen för järnvägsolycka med farligt gods för respektive år. I avsnitt 3.2.1-3.2.4 redovisas sedan frekvensberäkningarna för olycka med de klasser som bedöms påverka risknivån inom planområdet (se avsnitt 1). Vid frekvensberäkningen antas det att sannolikheten för järnvägsolycka med farligt gods godsvagn är oberoende av vilken last som ryms i vagnarna, d.v.s. fördelningen av olyckor mellan de olika farligt godsklasserna är direkt kopplad till andelen av respektive klass.

Tabell A.2. Beräknad olycksfrekvens per farligt godsklass på studerad järnvägssträcka.

Scenario	Andel	Järnvägsolycka med farligt godsvagn (per år)	
		Idag	År 2020/2040
klass 1	0,10%	1,4E-07	5,2E-07
Klass 2	25,2%	3,6E-05	1,3E-04
klass 3	38,9%	5,6E-05	2,0E-04
klass 4	4,3%	6,2E-06	2,2E-05
klass 5	15,2%	2,2E-05	7,9E-05
klass 6	2,1%	3,0E-06	1,1E-05
klass 7	0,0%	2,8E-08	9,9E-08
klass 8	13,9%	2,0E-05	7,2E-05
klass 9	0,4%	6,0E-07	2,2E-06
Totalt		1,4E-04	5,2E-04

3.2.1 Klass 1. Explosiva ämnen

Explosiva ämnen och föremål är uppdelad i flera olika undergrupper (riskgrupper) utifrån risk för bl.a. brand, massexplosion, splitter och kaststycken. Enligt RID-S är det enbart ämnen ur klass 1.1 som innebär risk för massexplosion som påverkar så gott som hela lasten praktiskt taget samtidigt / 7/. Med avseende på olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom det aktuella planområdet bedöms det enbart vara en explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 som är aktuella att studera.

Konsekvenserna av en massexplosion är kraftigt beroende av mängden som exploderar, vilket i sin tur beror av hur mycket explosivämne som transporteras. I RID-S anges ingen gräns för hur stora transportmängder massexplosiva ämnen som tillåts på järnväg. Som maxgräns brukar dock ansättas 25 ton massexplosiv ämne per godsvagn. Hur stor andel av transporterna som rymmer så stora mängder är dock oklart.

Enligt avsnitt 2.1.2 så transporteras mycket begränsade mängder explosiva ämnen på järnvägar i Sverige. För att inte underskatta riskbidraget från olycksscenarioer förknippade med explosivämnen på aktuella järnvägssträckor så antas det dock konservativt att det förekommer vissa transporter av explosivämnen. Antagandet utgår från tidigare lokala kartläggningar som pekar på att det kan förekomma transporter av explosivämnen. Fördelningen mellan olika transportmängder har uppskattats utifrån en separat utredning som upprättades inom projektet med överdäckningen av Norra Stationsområdet /8/. Denna kartläggning beaktar uppgifter från bl.a. MSB, Polisen samt transportörer i Stockholms län.

- Enligt uppgifter från MSB utgörs ca 80-90 % av transporter med explosivämnen av ämnen ur klass 1.1. Klass 1.3 och 1.4 står för ca 5-10 % och övriga klasser transporteras i stort sett inte alls. I de fortsatta beräkningarna antas det konservativt att samtliga transporter rymmer klass 1.1.

/7/ RID-S 2015 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg, MSBFS 2015:2

/8/ E4/E20 Tomtebodavägen – Haga Södra (Gemensamt) – Riskbedömning detaljplan för Vasastaden 1:16 m.m. och Arbetsplan E 4/E 20 Tomtebodavägen – Haga Södra, Vägverket & Exploateringskontoret, 2009-10-05 (Samrådshandling)

- Enligt uppgifter från MSB utgör enbart 0,5 % av transportererna med klass 1.1 i Stockholmsregionen s.k. transitt transporter (genomfart) medan resterande transporter till avnämare inom länet.

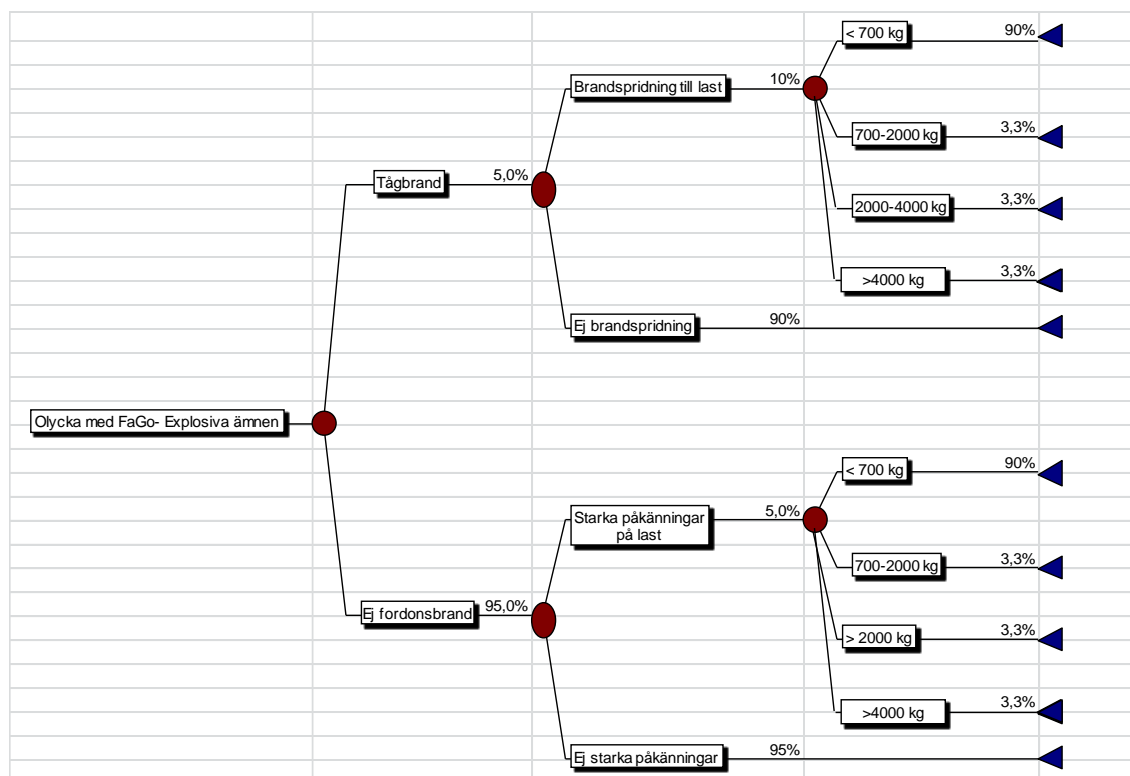
Utifrån de uppgifter som erhållits i kartläggningen som utförts i projektet Norra Stationsområdet har följande fördelning antagits mellan olika transportmängder på Ostkustbanan:

- < 700 kg/vagn: ca 90 %
- 700 – 2 000 kg/vagn: ca 3,3 %
- 2 000 – 4 000 kg/vagn: ca 3,3 %
- > 4000 kg/vagn: ca 3,3 %

Vid en olycka med transport av ämnen ur riskgrupp 1.1. kan en massexplosion uppstå antingen till följd av stora påkänningar eller till följd av brand som sprids till lasten. Det finns detaljerade regler för hur explosiva ämnen skall förpackas och hanteras vid transport /7/ och utifrån detta bedöms det vara låg sannolikhet för att olycka vid transport av explosiva ämnen leder till omfattande skador på det transporterade godset på grund av påkänningar. Ett konservativt uppskattande av sannolikheten för att tillräckligt stora påkänningar uppstår vid olyckan sätts till 5 % av fallen.

Enligt avsnitt 3.3 uppskattas sannolikheten för tågbrand till följd av järnvägsolycka vara ca 5 %. Sannolikheten att branden sprids till lasten uppskattas dock endast vara 10 % med hänsyn till gällande regler enligt RID-S avseende transport av massexplosiva ämnen.

Figur A.1 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av explosiva ämnen som redovisar de förutsättningar som krävs för att en massexplosion ska antas inträffa. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.4.



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

Tabell A.3. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen.

Scenario	Frekvens (per år)	
	Idag	År 2030/2040
Trafikolycka med explosivämne (klass 1)	1,4E-07	5,2E-07
Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)		
< 700 kg	6,8E-09	2,5E-08
- P.g.a. tågbrand	6,5E-10	2,3E-09
- P.g.a. starka påkänningar	6,2E-09	2,2E-08
700-2000 kg	2,5E-10	9,0E-10
- P.g.a. tågbrand	2,4E-11	8,6E-11
- P.g.a. starka påkänningar	2,3E-10	8,1E-10
2000-4000 kg	2,5E-10	9,0E-10
- P.g.a. tågbrand	2,4E-11	8,6E-11
- P.g.a. starka påkänningar	2,3E-10	8,1E-10
> 4000 kg	2,5E-10	9,1E-10
- P.g.a. tågbrand	2,4E-11	8,6E-11
- P.g.a. starka påkänningar	2,3E-10	8,2E-10

3.2.2 Klass 2. Gaser

Gaser (klass 2) delas in i följande undergrupper:

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

Statistiken från Trafikanalys /3/ redovisar ej fördelningen mellan undergrupperna. I MSB:s kartläggning från september månad 2006 redovisas däremot klass 2 uppdelad i de tre undergrupperna /9/. Enligt denna kartläggning består den största andelen (ca 98 %) av brännbara gaser på Ostkustbanan, men kartläggningen redovisar inga transporter av giftiga gaser. I de fortsatta beräkningarna antas det grovt att fördelningen mellan undergrupperna är 75 % brännbara gaser, 20 % icke giftiga och icke brännbara gaser respektive 5 % giftiga gaser.

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

Sannolikheten för läckage av farligt gods till följd av järnvägsolycka varierar beroende på om godset transporteras i en tunn- eller tjockväggig vagn. Gaser transporteras vanligtvis tryckkondenserade i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. Sannolikheten för stort respektive litet läckage (punktering) som följd av en olycka antas för tjockväggiga vagnar till 1 % respektive 1 % /10/.

För **brännbara gaser** kan tre scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

- *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck.

/9/ Kartläggning av farligt gods på järnväg under september månad 2006, Räddningsverket 2007 (www.msb.se)

/10/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

- *Gasmolnexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck .
- *Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion (BLEVE)*: gasexplosion där hela en tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en brand under en längre tid vilket hettar upp den kondenserade gasen så att den kokar upp och expanderar tills tanken exploderar.

Beroende på utsläppsstorleken varierar sannolikheten för direkt respektive fördröjd antändning. För utsläpp på järnväg finns fördelningsstatistik /11/:

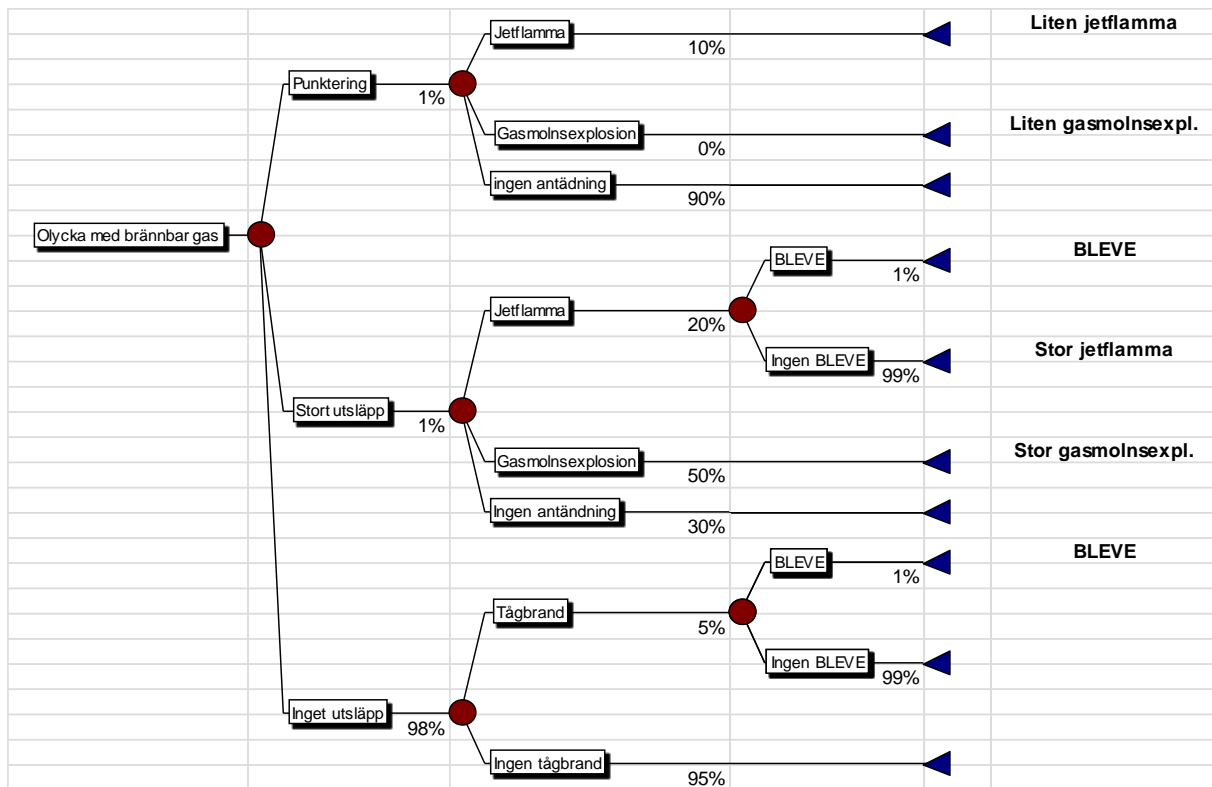
	Litet utsläpp	Stort utsläpp
• omedelbar antändning (jetflamma):	10 %	20 %
• fördröjd antändning (gasmolnexplosion):	0 %	50 %
• ingen antändning:	90 %	30 %

En **BLEVE** antas kunna uppstå i en oskadad tankvagn utan fungerande säkerhetsventil antingen om en stor jetflamma från intilliggande skadad tank är riktad direkt mot tanken eller om järnvägsolycka leder till tågbrand som är så omfattande att större delar av den oskadade tanken påverkas under en längre tid. Sannolikheten för att förhållandena kring något av dessa scenarier är sådana att en BLEVE uppstår bedöms vara mycket låg, uppskattningsvis mindre än 1 % för respektive scenario. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva i väg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning.

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

Figur A.2 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av gaser. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.5.

/11/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993



Figur A.2. Händelseträd olycka med transport av gas (klass 2).

Överst: Klass 2.1. Brännbar gas

Underst: Klass 2.3. Giftig gas

Tabell A.4. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av gaser.

Scenario	Frekvens (per år)	
	Idag	År 2030/2040
Järnvägsolycka med klass 2.1	3,6E-05	1,3E-04
Liten jetflamma	2,7E-05	9,8E-05
Liten gasmolnsexplosion	2,7E-08	9,8E-08
Stor jetflamma	0,0E+00	0,0E+00
Stor gasmolnsexplosion	5,4E-08	1,9E-07
BLEVE	1,4E-07	4,9E-07
jetflamma riktad mot oskadad tank		
tågbrand under oskadad tank	5,4E-10	2,0E-09
Järnvägsolycka med klass 2.3	1,8E-06	6,5E-06
Litet utsläpp giftig gas	1,8E-08	6,5E-08
Stort utsläpp giftig gas	1,8E-08	6,5E-08

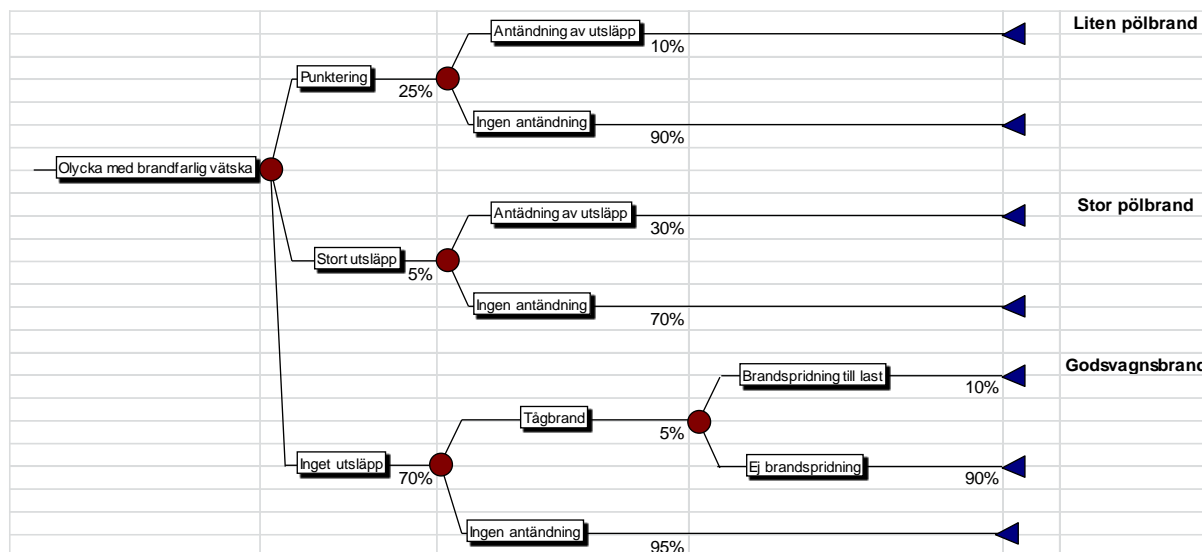
3.2.3 Klass 3. Brandfarliga vätskor

Brandfarliga vätskor (klass 3) transporteras normalt i tunnväggiga tankar. Detta medför en något högre sannolikhet för läckage till följd av en järnvägsolycka jämfört med vid en olycka med gastransporter som transporteras i tjockväggiga vagnar. Sannolikheten för ett litet läckage (punktering) respektive stort läckage vid urspårning är för tunnväggig vagn 25 % och 5 % /10/.

Sannolikheten för att ett litet respektive stort läckage av brandfarliga vätskor på järnväg skall antändas är 10 % och 30 % /11/.

Omfattande brand kan även uppstå om en tågbrand sprider sig till lasten vid en olycka med brandfarliga vätskor. Enligt avsnitt 3.3 uppskattas sannolikheten för tågbrand till följd av järnvägsolycka vara ca 5 %. Sannolikheten att branden sprids till lasten uppskattas dock endast vara 10 % med hänsyn till gällande regler enligt RID-S.

Figur A.3 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av brandfarlig vätska. Frekvensen för olika utsläppsscenarioer har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.6.



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

Tabell A.5. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av brandfarlig vätska.

Scenario	Frekvens (per år)	
	Idag	År 2030/2040
Järnvägsolycka med brandfarlig vätska (klass 3)	5,6E-05	2,0E-04
Liten pölbrand	1,4E-06	5,1E-06
Stor pölbrand	8,4E-07	3,0E-06
Godsvagnsbrand	2,0E-07	7,1E-07

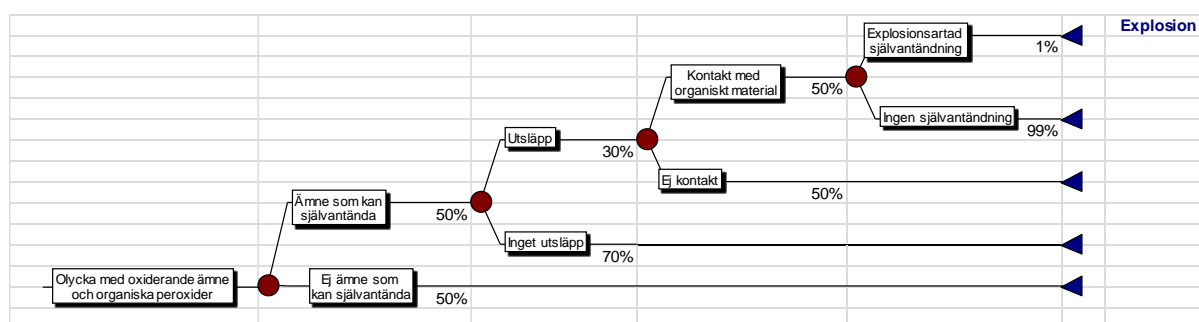
3.2.4 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Oxiderande ämnen (klass 5.1) och organiska peroxider (klass 5.2) brukar vanligtvis inte leda till personskador. Vissa ämnen kan dock, om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t.ex. bensen, motorolja etc.), leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. De ämnen inom klassen som bedöms kunna leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp är i huvudsak ej stabiliserade väteperoxider och vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid samt organiska peroxider. Vattenlösningar av väteperoxider med mindre än 60 % väteperoxid bedöms däremot inte kunna leda till explosion. För att stabilisera det oxiderande ämnet blandas ofta en stabilisator, flegmatiseringsmedel, in för att minska reaktionsbenägenheten.

Enligt regelverket RID-S /7/ är det inte tillåtet att transportera ej stabiliserade (d.v.s. utan flegmatiseringsmedel) väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid på järnväg. Andelen av de oxiderande ämnena på järnvägen som bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material antas därför vara mycket begränsad.

Det antas grovt att 50 % av den totala mängden klass 5 som transporteras på järnvägen utgör ämnen som kan självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material. Oxiderande ämnen antas transporteras i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage oberoende storlek är då 30 % (25 + 5 %). Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska komma i kontakt med brännbart material bedöms vara relativt hög (antaget 50 %). Ovanstående resonemang kring förbud och stabilisering innebär dock att sannolikheten för ett explosionsartat brandförlopp bedöms vara lägre än 1 %. Detta antagande gäller både för oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Figur A.4 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.7.



Figur A.4. Händelsetråd olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5).

Tabell A.6. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Scenario	Frekvens [per år]	
	Idag	År 2030/2040
Järnvägsolycka med oxiderande ämne (klass 5)	2,2E-05	7,9E-05
Explosionsartat brandförlopp vid självantändning	1,7E-08	5,9E-08

3.3 Tågbrand

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

Enligt statistik från Trafikverket var den genomsnittliga olyckskvoten för brand i järnvägsfordon mellan 1997-2006 ca 1,1 per 10 miljoner tågakilometer (kvoten varierar mellan 0,6-1,6 per 10 miljoner tågkm under de studerade åren) /12/.

Det är dock en relativt begränsad andel av tågbränderna som blir så omfattande att de påverkar kringliggande områden. Olyckskvoten ovan bygger på alla anmälda tågbränder, vilket även inkluderar rökutveckling. Givet "brand" enligt dessa förutsättningar bedöms sannolikheten för en utvecklad brand som sprids till lasten vara mycket låg, uppskattningsvis mindre än 20 %. Sannolikheten för att förhållandena är sådana att branden leder till en mycket omfattande godsbrand bedöms vara ännu lägre, uppskattat ca 5 %.

I tabell A.8 redovisas resultaten av sannolikhetsberäkningar med avseende på tågbrand på den aktuella järnvägssträckan.

Tabell A.8. Resultat av frekvens- och sannolikhetsberäkningar för brand i godståg på aktuell järnvägssträcka.

Scenario	Frekvens (per år)	
	Idag	År 2030/2040
Brand i godståg	4,1E-04	1,5E-03
Liten tågbrand (inkl. rökutveckling)	3,1E-04	1,1E-03
Stor tågbrand (spridning till gods)	8,2E-05	3,0E-04
Mycket stor tågbrand	2,1E-05	7,4E-05

Utifrån en jämförelse av olyckskvoten för tågbrand med den beräknade olyckskvoten för järnvägsolycka med godståg uppskattas sannolikheten för tågbrand till följd av en järnvägsolycka vara ca 5 %. Detta värde används i frekvensberäkningarna för skadescenarier med brandspridning till farligt gods i avsnitt 3.2.1- 3.2.4.

/12/ Statistik över olyckor på statens spåranläggningar år 2006, Banverket 2006

4. Känslighetsanalys

4.1 Allmänt

Risken analysen avgränsas till att beakta de olycksrisker som utifrån den inledande risken analysen bedöms påverka risknivån inom planområdet. I den inledande risken analysen konstateras dock att det statistiska underlaget avseende förekomst av respektive farligt godsklass samt transportmängder på den aktuella vägsträckan omfattar osäkerheter.

Dessa osäkerheter behöver beaktas i den fördjupade risken analysen för att inte underskatta risknivån. Med hänsyn till osäkerheter i det statistiska underlaget upprättas därför en känslighetsanalys som beaktar förändringar i antalet transporter (se avsnitt 4.2).

Känslighetsanalysen kommer även beakta förändringar avseende sannolikhet för utsläpp givet järnvägsolycka (se avsnitt 4.3).

Känslighetsanalysen beaktar även förändringar avseende konsekvensberäkningarna, se vidare bilaga B.

4.2 Del 1. Förändrat transportantal

Med hänsyn till osäkerheter i det statistiska underlaget upprättas en känslighetsanalys som beaktar förändringar i antalet transporter av farligt gods. Därför genomförs frekvensberäkningar för olycka med farligt gods enligt motsvarande metodik som i avsnitten ovan, men där antalet transporter har antagits öka med en **faktor 5** i förhållande till dimensionerande transportmängder.

Slutresultatet av känslighetsanalysen redovisas i Bilaga C.

Uppdragsnamn

Väsby Entré

Uppdragsgivare

Upplands Väsby kommun (via Urban Minds)

Uppdragsnummer

503570

Datum

2021-10-11

Handläggare

Rosie Kvål

Egenkontroll

RKL 2021-10-11

Internkontroll

LSS 2016-05-30

BILAGA B - Konsekvensberäkningar

Revidering sedan programsamrådet omfattar justerade konsekvensberäkningar till följd av ett förändrat exploateringsförslag.

1. Inledning

I denna bilaga beräknas konsekvenserna av de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker:

Ostkustbanan

- Olycka med farligt gods
 - Explosion vid transport av massexplosivt ämne (klass 1.1.)
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
 - Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)
 - Explosionsartat brandförlopp vid utsläpp av oxiderande ämne (klass 5.1) eller organiska peroxider (klass 5.2)
- Ursparning
- Tågbrand

Risker kopplade till Ostkustbanan redovisas i avsnitt 2-6.

Däckfirma

- Brand i däcklager utomhus

Risker kopplade till Däckfirman redovisas i avsnitt 7.

Konsekvenserna för skadescenarierna beräknas alternativt bedöms med simuleringsprogram, handberäkningar samt litteraturstudier.

I riskanalysen används riskmåttan **individrisk** och **samhällsrisk**. Med hänsyn till detta består konsekvensberäkningarna av beräkning av skadeavstånd/-område respektive beräkning/bedömning av antal omkomna till följd av respektive olycksrisk.

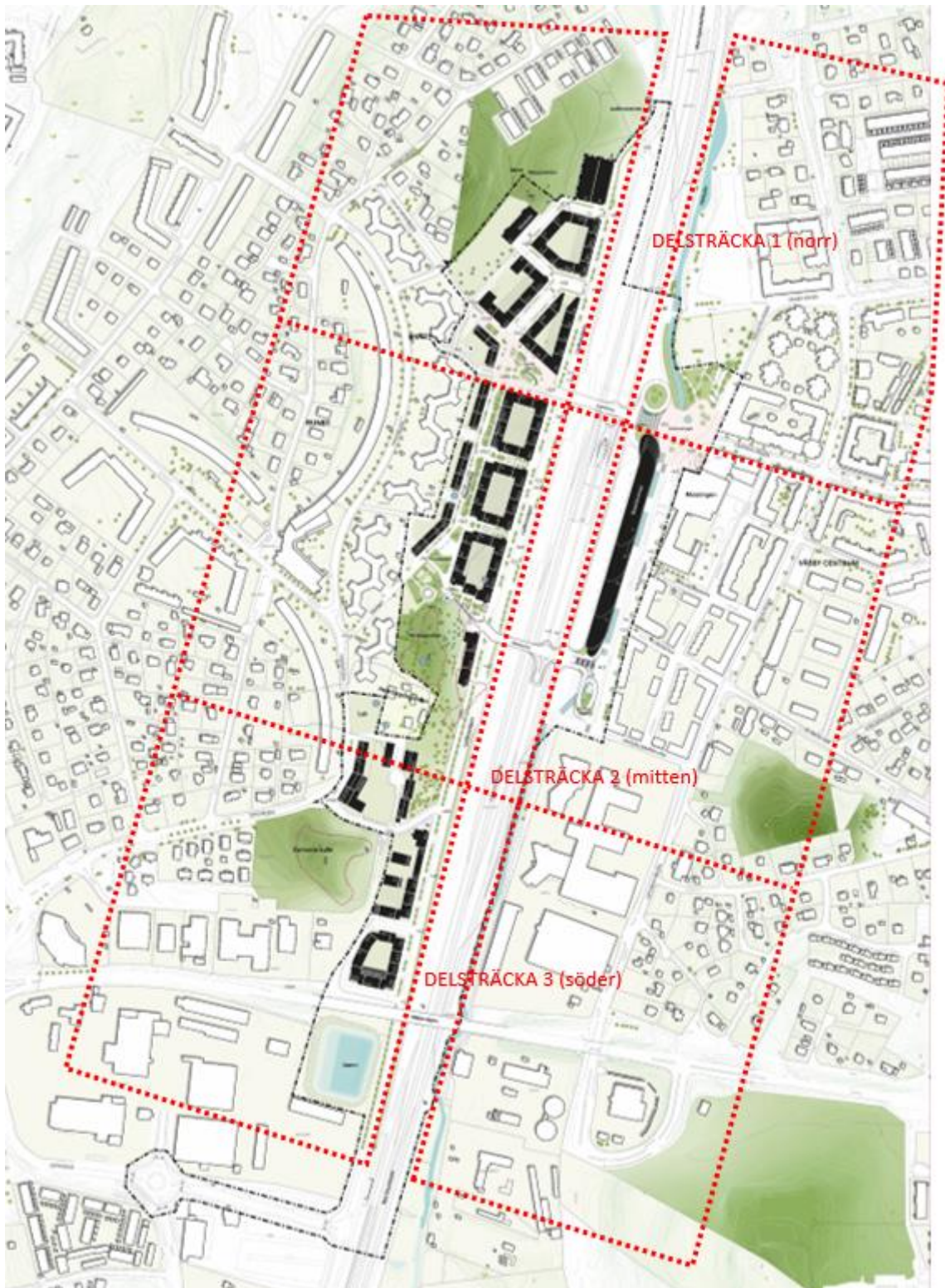
2. Förutsättningar Ostkustbanan

För att kunna få en uppfattning om hur stora konsekvenserna blir kommer följande förutsättningar och antaganden att gälla i beräkningarna:

Det område som kommer att studeras omfattar både det aktuella planområdet samt omgivande bebyggelse. Konsekvenserna kommer att beräknas för planförslaget respektive för nollalternativet (d.v.s. utan planerad ny bebyggelse).

Frekvensberäkningarna i bilaga A omfattar en 1 km lång sträcka, vilket motsvarar planområdets längd utmed järnvägen. Med hänsyn till planområdets utformning samt variationer i planerad bebyggelse kommer konsekvensberäkningarna att utföras för tre delscenarier beroende på var utmed sträckan som olyckan inträffar, se figur B.1. För respektive delsträcka studeras skadescenarierna utifrån de förutsättningar som innebär så stora konsekvenser som möjligt för själva planområdet. Det antas konservativt att skadescenarierna inträffar mitt på respektive delsträcka.

Det område som beaktas i konsekvensberäkningarna motsvarar det maximala skadeområdet för aktuella skadescenarier (ca 300-400 meter radie kring riskkällan), se markering i figur B.1.



Figur B.1. Illustrationsplan Väsby Entré (Urban Minds, 2021-09-27).

Röd streckad markering redovisar ungefärlig uppdelning av planområdet inklusive omgivningen i tre delsträckor enligt beskrivningen ovan. Redovisade områden utgör underlag för konsekvensberäkningarna.

2.1 Planområde

2.1.1 Delsträcka 1 (norr)

Delsträcka 1 är ca 400 meter. Utmed sträckan sträcker sig planområdet som mest ca 100 meter väster om respektive ca 100 meter öster om järnvägen (se figur B.1).

Inom västra sidan sluttar marknivån uppåt från järnvägen. Inom östra sidan ligger området i nivå med järnvägen.

Nollalternativ

I dagsläget omfattar planområdet utmed delsträcka 1 huvudsakligen obebyggda ytor. Inom västra sidan består området av Ladbrovägen närmast järnvägen och därefter markparkering och grönområden, vilka ej bedöms uppmuntra till stadigvarande vistelse. Persontätheten inom dessa delar är mycket låg. Marknivån sluttar uppåt från järnvägen.

Inom östra sidan består området av enstaka befintliga bostadshus, markparkering samt stationsanknuten verksamhet. Avståndet mellan järnvägen och bebyggelse respektive obebyggda ytor med stadigvarande vistelse är ca 25 meter. Närmast järnvägen löper Väsbyån. Persontätheten inom området bedöms vara relativt låg.

Planförslag

Inom den västra sidan planeras fyra kvarter med flerbostadshus med 4-9 våningar samt en förskola och naturpark. Bebyggelsen planeras ca 35 meter från järnvägen, förutsatt utbyggnad av järnvägen med två spår. Ungefär två tredjedelar av bebyggelsen planeras mer än 50 meter från järnvägen. Avståndet till förskolan är ca 110 meter.

Inom den östra sidan planeras ett cykelparkeringshus ca 15 meter från närmaste framtida spår. På den östra sidan planeras ingen bostads- eller kontorsbebyggelse.

2.1.2 Delsträcka 2 (mitten)

Delsträcka 2 är ca 400 meter. Utmed sträckan sträcker sig planområdet som mest ca 100 meter väster respektive ca 75 meter öster om järnvägen.

Inom västra sidan sluttar marknivån uppåt från järnvägen. Inom östra sidan ligger området i nivå med järnvägen.

Nollalternativ

I dagsläget omfattar planområdet utmed delområde 2 huvudsakligen obebyggda ytor. Inom västra sidan består området av Ladbrovägen närmast järnvägen och därefter markparkering och grönområden, vilka ej bedöms uppmuntra till stadigvarande vistelse. Persontätheten inom dessa delar är mycket låg.

Öster om järnvägen är planområdet mindre och omfattas idag av pendeltågstationen (inkl. restaurang och vänthall m.m.) samt bussterminal. Själva resecentrumet (pendeltågstation och bussterminal) bedöms inte innebära stadigvarande vistelse, dock kan personantalet inom dessa delar stundtals vara relativt högt. Övrig bebyggelse inom området (restauranger m.m.) bedöms innebära ca 100 personer. Befintlig bebyggelse inom planområdet ligger något upphöjd i förhållande till spårområdet (ungefär i nivå med pendeltågstationens plattformar).

Planförslag

Inom västra sidan planeras sju kvarter med flerbostadshus i 4-7 våningar. Avståndet till framtida spår är ca 30-35 meter. På den västra sidan planeras även parkmark. En relativt stor del av delsträckan kommer att byggas, ca 60 %. Ladbrovägen dras utmed järnvägen.

Inom östra sidan planeras en ny bussterminal på samma plats som dagens bussterminal. Idag ligger körbar yta för bussarna 6,5 meter från närmaste spår. Planförslaget innebär körytor i samma läge. Busshållplatserna ligger ca 25 meter från närmaste spår. Den nya bussterminalen utformas enligt dockningsprincip som dimensioneras för 14 hållplatslägen som ansluter till en vänthall som planeras utmed Industrivägen. Själva körytorna och hållplatserna utförs öppna. Vänthall och övriga publika ytor planeras ca 30-35 meter från närmaste spår (förutsatt utbyggnad av järnvägen). Ovanpå bussgaraget planeras kontor i upp till fem våningsplan. Majoriteten av obebyggda ytor bedöms ej komma att uppmuntra till stadigvarande vistelse.

2.1.3 Delsträcka 3 (söder)

Delsträcka 3 är ca 400 meter. Utmed sträckan sträcker sig planområdet som mest ca 100-150 meter väster om järnvägen. På den östra sidan omfattar planområdet endast vägområde inom ca 20 meter.

Inom västra sidan sluttar marknivån uppåt från järnvägen. Inom östra sidan ligger området i nivå med järnvägen.

Nollalternativ

I dagsläget omfattar planområdet utmed delområde 3 huvudsakligen obebyggda ytor. I norr går Ladbrovägen utmed järnvägen och västerut består området av grönområden. Närmare Mälärvägen viker Ladbrovägen av västerut och rundar befintligt industriområde. De delar av industriområdet som ingår i planområdet är obebyggda. Inga delar av området bedöms omfatta stadigvarande vistelse och persontätheten är mycket låg.

Planförslag

Inom aktuell delsträcka planeras fyra kvarter med flerbostadshus i 4-7 våningar. Inom det mest västra kvarteret planeras en förskola. Ladbrovägen flyttas öster om befintligt industriområde så att den löper utmed järnvägen. I övrigt behålls befintliga grönområden.

2.2 Kringliggande bebyggelse/områden

Bebyggelsestrukturen kring själva planområdet är relativt varierande. Väster om planområdet finns framför allt flerbostadshus (3 våningar) som norrut övergår i enfamiljshus. Söderut ligger Hembygdsgården.

Öster om planområdet finns blandad centrumbebyggelse med flerbostadshus, kontorshus samt skola och bibliotek (Messingen). Inom det studerade området planeras dessutom två nya bostadskvarter inom kv. Tegelbruket (150 nya lägenheter) och kv. Messingen (ca 500 nya lägenheter).

Söderut, mot Mälärvägen, ligger industriområden på båda sidor om järnvägen.

2.3 Sammanställning

För att kunna bedöma hur stort antal personer som befinner sig inom respektive skadeområde så görs grova uppskattningar inom det studerade området. I tabell B.1 redovisas de uppskattade personantalen inom det studerade området (inkl. kringliggande bebyggelse), dels med befintliga förhållanden (nollalternativet) och dels med ny bebyggelse inom planområdet Väsby Entré.

Persontätheten bedöms variera under dygnet med hänsyn till olika verksamheter.

Konsekvensberäkningarna utförs dock konservativt för ett scenario där maximalt personantal förväntas inom området, d.v.s. "beläggningen" ansätts till 100 %.

Personantalet inom det aktuella planområdet uppskattas grovt utifrån följande förutsättningar:

1. Persontäthet i cykelparkeringshus och bussterminal uppskattas grovt till 1 person per 80 m².
2. Genomsnittlig persontäthet inom handel uppskattas grovt till ca 0,05 personer per m² BTA (1 person per 20 m²).

- Genomsnittlig persontäthet i kontorsbyggnader sätts till 1 person per 20 kvm BTA (dvs. exkluderat teknikytor etc.) vilket i de flesta projekt är en rimlig förutsättning avseende persontäthet i kontor.
- Genomsnittlig persontäthet inom flerbostadshus uppskattas grovt till ca 0,033 personer per m² BTA (1 person per 30 m²) eller 2 boende per bostadslägenhet.

Observera att ovanstående värde ger höga personantal inom det aktuella planområdet, framför allt avseende befintlig bebyggelse. De dimensionerande persontätheter som uppskattningen utgår från avser dimensionering av utrymningssäkerheten, vilket innebär att de utgör maximal personbelastning. Så höga persontätheter bedöms uppstå vid relativt begränsade tillfällen. Det är mycket konservativt att förutsätta detta som genomsnittliga persontätheter inom aktuell bebyggelse. För befintlig bebyggelse bedöms den antagna persontätheten inte motsvara gällande förutsättningar inom området. Nollalternativet bör dock beräknas utifrån potentiella förutsättningar inom området, och då antas ovanstående värde vara rimligt även för befintlig bebyggelse.

- 10 % av det totala personantalet antas befinna sig utomhus vid olyckstillfället.

Tabell B.1. Uppskattade personantal utmed järnväg/väg som funktion av avståndet.

Område	Bebyggelse		Utomhus	
	Avstånd till riskkälla (meter)	Uppskattat personantal*	Avstånd till riskkälla (meter)	Uppskattat personantal
Planområde,				
Delområde 1				
- västra sidan	-	0	>10	25
- östra sidan	25	15	25	15
Delområde 2				
- västra sidan	-	0	>10	50
- östra sidan	10	70	5	70
Delområde 3				
- västra sidan	-	0	>10	25
- östra sidan	-	0	-	0
Planområde, DP				
Delområde 1				
- västra sidan	35	1967	25	219
- östra sidan	15	34	25	4
Delområde 2				
- västra sidan	35	1347	25	150
- östra sidan	25	873	25	97
Delområde 3				
- västra sidan	35	789	25	88
- östra sidan	-	0	-	0
Kringliggande				
Delområde 1				
- västra sidan	>150	450	>150	50
- östra sidan	50	900	50	100
Delområde 2				
- västra sidan	100	500	100	0
- östra sidan	75	2700	75	300
Delområde 3				
- västra sidan	25	90	25	10
- östra sidan	-	0	-	0

* Ej inkluderat resenärer inom resecentrumet.

3. Järnvägsolycka med farligt gods

3.1 Klass 1. Explosiva ämnen

3.1.1 Metodik

Enligt bilaga A begränsas den detaljerade riskanalysen till att studera explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 då det endast bedöms vara dessa olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom utredningsområdet. Konsekvensberäkningarna omfattar fyra skadescenarier utifrån den uppdelning som redovisas i bilaga A:

- 700 kg (transporter med < 700 kg)
- 2000 kg (transporter med 700-2 000 kg)
- 4000 kg (transporter med 2000-4000 kg)
- 25000 kg (transporter vid >4000 kg)

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

$$I_C / I_+ + P_C / P_+ \geq 1$$

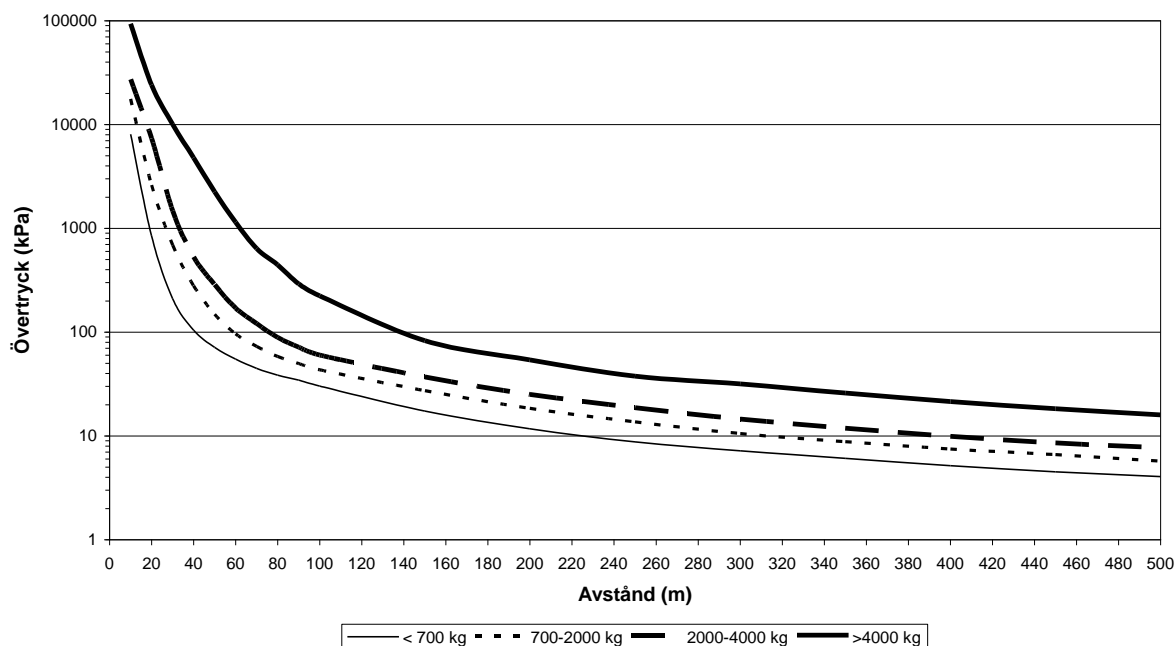
Konsekvensberäkningarna utgår från beräkningar av maximalt övertryck (P_+), impulstäthet (I_+) samt varaktighet (t_+) för de studerade explosionsscenarierna. I figur B.2 och figur B.3 redovisas beräkningar avseende tryck respektive impulstäthet som en funktion av avståndet från explosionen. Respektive explosionsscenario förutsätts inträffa på eller nära marken, vilket för en detonation av X kg motsvarar en detonation av 1,8·X kg i fri luft. För byggnader beaktas tryck och impulstäthet som har beräknats med avseende på ett vinkelrätt tryckinfall. Det reflekterande trycket innebär högre infallande tryck och impulstäthet.

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

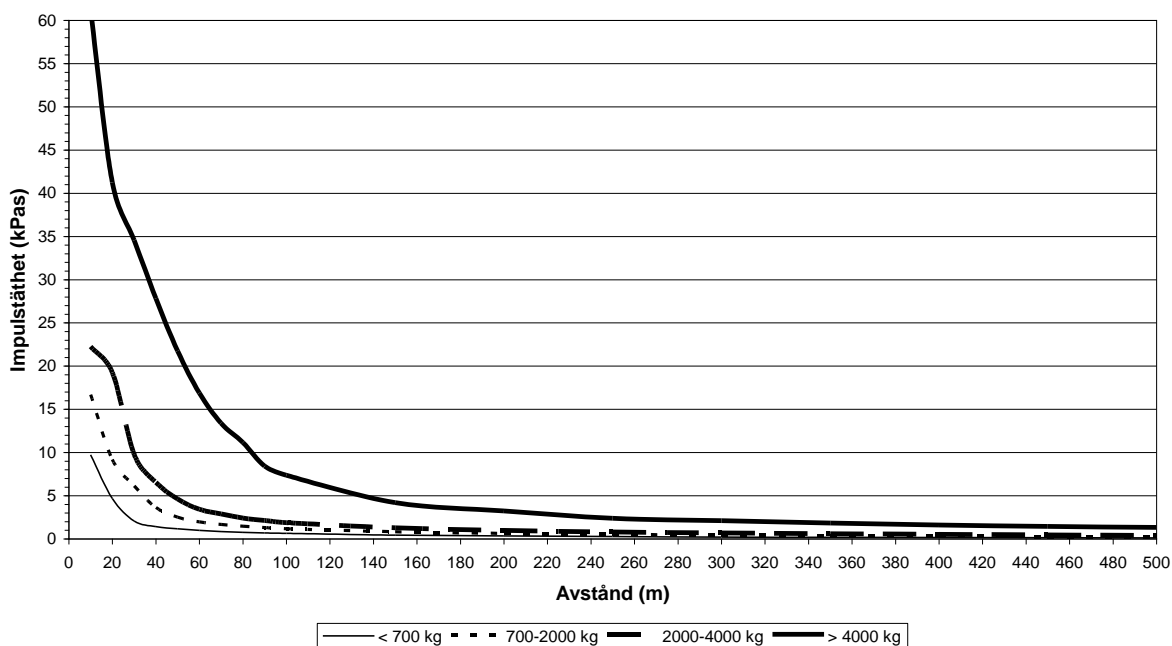
Explosionens varaktighet t_+ beräknas grovt enligt följande ekvation och blir samma oavsett infallande vinkel:

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

/1/ Konsekvenser vid explosioner – kompendium framtaget i samband med FOAs kurs explosivämneskunskap, FOA, Rickard Forsén 1999-09-03 (Bearbetat av Stefan Olsson 2001-09-16)



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



Figur B.3. Impulstäthet som funktion av avståndet från explosion vid detonation av trotyl på eller nära mark vid vinkelrätt infall.

3.1.2 Bedömningskriterier

Utomhus: En människa tål tryck relativt bra och riskerar i huvudsak att förolyckas p.g.a. kringflygande föremål eller att de trillar omkull av tryckvågen. Med avseende på tryck så går gränsen för dödliga skador vid /2/:

/2/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – metoder för bedömning av risker, FOA, September 1997

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

Sannolikheten för att omkomma utomhus bedöms vara beroende av explosionslastens storlek. För de beräknade skadeavstånden som redovisas i avsnitt 3.1.3 uppskattas innebära följande sannolikhet för att omkomma:

- < 700 kg: 10 %
- 700-2 000 kg: 25 %
- 2 000-4 000 kg: 50 %
- > 4 000 kg: 100 %

Inomhus: Enligt ovan beror konsekvenserna inomhus på explosionens maximala övertryck (P_+) och impulstäthet (I_+) i förhållande till byggnadsdelarnas karakteristiska tryck (P_c) och impuls (I_c), se ekvationen i avsnitt 3.1.1. I tabell B.2 anges karakteristiska tryck (P_c) respektive impulstäthet (I_c) för olika byggnadsdelar beroende på byggnadsstrategi och bärighet /1/.

Tabell B.2. Karakteristiska tryck (P_c) respektive impuls (I_c) för olika byggnadsdelar.

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

De infallande tryck som redovisas i figur B.2 gäller för en punkt (byggnad eller människa) som är helt oskyddad mot riskkällan. Den första byggnaden reducerar med stor sannolikhet det infallande trycket mot bakomliggande byggnader relativt mycket. Det uppskattas grovt att den första byggnaden medför att trycket och impulstätheten mot nästföljande byggnad reduceras med ca 75 % i förhållande till vad som anges i figur B.2 respektive B.3. Detta beaktas i de fortsatta konsekvensberäkningarna avseende skadeområden och uppskattat antal omkomna.

Sannolikheten för att omkomma inomhus är beroende av antalet våningsplan i byggnaden och ökar med ökande våningsantal. I konsekvensberäkningarna kommer det uppskattas grovt att ca 80 % av personer som vistas inom totalkollapsade byggnadsdelar omkommer. Inom byggnadsdelar som endast rasar lokalt antas ca 15 % omkomma.

3.1.3 Resultat

Utifrån beräkningarna av övertryck, impulstäthet och varaktighet bedöms huruvida olika byggnadsdelar rasar eller ej, som funktion av avståndet. Denna bedömning har resulterat i skadeavstånd för respektive skadescenario. I tabell B.3 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario.

Tabell B.3. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	Kommentar
< 700 kg massexplosion	80 % <i>inomhus</i>	10	Scenariot påverkar endast planområdet, dock på båda sidor om riskkällan. Både bebyggda och obebyggda delar.
	15 % <i>inomhus</i>	30	
	10 % <i>utomhus</i>	20	
700–2 000 kg massexplosion	80 % <i>inomhus</i>	20	Scenariot påverkar endast planområdet, dock på båda sidor om riskkällan. Både bebyggda och obebyggda delar.
	15 % <i>inomhus</i>	60	
	25 % <i>utomhus</i>	30	
2 000–4 000 kg massexplosion	80 % <i>inomhus</i>	30	Scenariot påverkar endast planområdet, dock på båda sidor om riskkällan. Både bebyggda och obebyggda delar.
	15 % <i>inomhus</i>	80	
	50 % <i>utomhus</i>	40	
> 4 000 kg massexplosion	80 % <i>inomhus</i>	50	Scenariot påverkar planområdet samt kringliggande områden på båda sidor om riskkällan. Både bebyggda och obebyggda delar.
	15 % <i>inomhus</i>	200	
	100 % <i>utomhus</i>	70	

I tabell B.4 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 2) inom det studerade området med aktuellt utförandealternativ (ny bebyggelse enligt figur B.1) respektive för nollalternativet (befintliga förutsättningar) inom planområdet. Eftersom skadeområdena för respektive scenario är cirkulärt antas det grovt att konsekvenserna blir likvärdiga oberoende av vilket spår olyckan inträffar på. Skadescenarierna är dessutom oberoende av vindriktningen.

Observera att uppskattat antal omkomna redovisas med en decimal. I sammanvägningen av samhällsrisk avrundas antalet omkomna till heltal, där < 1 konservativt ansätts till 1.

Tabell B.4. Beräknade konsekvenser – antal omkomna, för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen.

Skadescenario	Antal omkomna					
	Ny bebyggelse			Nollalternativet		
	Delområde 1 (Norr)	Delområde 2 (Mitt)	Delområde 3 (Söder)	Delområde 1 (Norr)	Delområde 2 (Mitt)	Delområde 3 (Söder)
< 700 kg massexplosion						
<i>Inomhus:</i>	0,1	0,5	0,0	0,0	0,3	0,0
<i>Utomhus:</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Totalt:	0,1	0,5	0,0	0,0	0,4	0,0
700–2 000 kg massexplosion						
<i>Inomhus:</i>	8,5	19,3	12,9	0,1	1,7	3,5
<i>Utomhus:</i>	0,1	0,2	0,2	0,0	0,4	0,0
Totalt:	8,6	19,5	13,0	0,1	2,1	3,5
2 000–4 000 kg massexplosion						
<i>Inomhus:</i>	22,4	48,7	34,4	0,3	4,2	20
<i>Utomhus:</i>	1,2	2,2	1,8	0,1	1,8	0,0

Totalt:	23,6	50,9	36,2	0,4	6,0	20
> 4 000 kg massexplosion						
<i>Inomhus:</i>	265,5	464,9	147,2	33,5	103,5	122,8
<i>Utomhus:</i>	14,7	27,4	23,1	1,5	12,9	7,7
Totalt:	280,1	492,3	170,3	35,0	116,4	130,5

3.2 Klass 2.1 Brännbara Gaser

3.2.1 Metodik

För **brännbara gaser** kan tre scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

- *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck
- *Gasmolnsexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck
- *BLEVE*: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion kan uppkomma om tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en utbredd brand under en längre tid.

För ovanstående skadescenarier har utsläppssimuleringar gjorts med simuleringsprogrammet **Gasol** för att avgöra storleken på de områden inom vilka personer kan förväntas omkomma.

Utsläppssimuleringarna har utförts för järnvägsvagn (ca 40 ton gas). Det antas grovt att samtliga transporter innehåller tryckkondenserad gasol.

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

- Lagringstemperatur: 15°C
- Lagringstryck: 7 bar övertryck vid 15°C
- Tankdiameter: 2,5 m
- Tanklängd: 19 m
- Tankfyllnadsgrad: 80 %
- Tankens tomma vikt: 50 000 kg
- Designtryck: 15 bar övertryck
- Bristningstryck: 4 x designtrycket
- Luftryck: 760 mmHg
- Väder: 15°C, 50 % relativ fuktighet, dag och klart
- Omgivning: Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)

Skadescenarierna jetflamma respektive gasmolnsexplosion har simulerats för följande utsläppsstorlekar /3/:

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

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

/3/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

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

3.2.2 Bedömningskriterier

Sannolikheten för att omkomma är bl.a. beroende av den infallande värmestrålningen. Hur hög värmestrålning en person klarar utan att erhålla skador beror bl.a. på dess varaktighet. Detsamma gäller med avseende på hur hög strålning som krävs för att antända olika byggnadsmaterial. Ju längre strålningspåverkan, ju högre sannolikhet för skada.

Utomhus: I tabell B.5 redovisas skadeområden där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a-3:e gradens brännskada. Enligt /2/ är sannolikheten att omkomma vid 2:a gradens brännskador ca 15 %. Det uppskattas grovt att motsvarande för de som får 2a-3:e gradens brännskada är ca 50 %.

Inomhus: Sannolikheten för att personer som befinner sig inomhus omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Det uppskattas grovt att skadeområdet för brandspridning till byggnad för de studerade scenarierna motsvarar skadeområdet där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a gradens brännskada. Skadeområdena som har beräknats gäller dock för en punkt (byggnad eller människa) som är helt oskyddad mot riskkällan.

Den första byggnaden begränsar med stor sannolikhet skadeområdet och påverkan mot bakomliggande byggnader relativt mycket. Det uppskattas grovt att en framförbyggande byggnad medför att skadeavståndets längd reduceras med minst 50 %. Detta beaktas i de fortsatta konsekvensberäkningarna avseende skadeområden och uppskattat antal omkomna. Vidare bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig inom en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändig brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att ca 10 % av de personer som befinner sig inomhus omkommer inom respektive skadeområde.

3.2.3 Resultat

I tabell B.5 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat, varför dess bredd även presenteras.

Tabell B.5. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brännbara gaser.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)		Kommentar
		bredd	längd	
Liten jetflamma	10 % <i>inomhus</i>	6	3-5	Scenariot påverkar endast planområdet på en sida om riskkällan. Endast obebyggda delar.
	50 % <i>utomhus</i>	6	5	
Liten gasmolnsexplosion	10 % <i>inomhus</i>	2	3-5	Scenariot påverkar endast planområdet på en sida om riskkällan. Endast obebyggda delar.
	50 % <i>utomhus</i>	2	5	
Stor jetflamma	10 % <i>inomhus</i>	50	25-45	Scenariot påverkar endast planområdet på en sida om riskkällan. Både bebyggda och obebyggda delar.
	50 % <i>utomhus</i>	50	45	
Stor gasmolnsexplosion	10 % <i>inomhus</i>	165	75-145	Scenariot påverkar planområde samt kringliggande områden på en sida om riskkällan. Både bebyggda och obebyggda delar.
	50 % <i>utomhus</i>	165	145	
BLEVE	10 % <i>inomhus</i>	530	135-265	Scenariot påverkar planområde samt kringliggande områden på båda sidor om riskkällan. Både bebyggda och obebyggda delar.
	50 % <i>utomhus</i>	530	265	

I tabell B.6 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 1.1) inom det studerade området med aktuellt utförandealternativ (ny bebyggelse enligt figur B.1) respektive för nollalternativet (befintliga förutsättningar) inom planområdet. Eftersom skadeområdena för respektive scenario, förutom för BLEVE, är plymformade och beroende av vindriktningen redovisas två delscenarier (påverkan mot östra respektive västra sidan) beroende av vindriktning.

Observera att uppskattat antal omkomna redovisas med en decimal. I sammanvägningen av samhällsrisik avrundas antalet omkomna till heltal, där < 1 konservativt ansätts till 1.

Tabell B.6. Beräknade konsekvenser – antal omkomna, för skadescenarier vid transport av brännbara gaser.

Skadesscenario	Antal omkomna											
	Ny bebyggelse						Nollalternativet					
	Delområde 1 (Norr)		Delområde 2 (Mitt)		Delområde 3 (Söder)		Delområde 1 (Norr)		Delområde 2 (Mitt)		Delområde 3 (Söder)	
	Väster	Öster	Väster	Öster	Väster	Öster	Väster	Öster	Väster	Öster	Väster	Öster
Liten jetflamma												
<i>Inomhus:</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Utomhus:</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totalt:	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Liten												
<i>Inomhus:</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Utomhus:</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totalt:	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Stor jetflamma												
<i>Inomhus:</i>	0,8	0,1	1,7	1,5	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
<i>Utomhus:</i>	1,8	0,0	1,9	1,6	2,9	0,0	0,0	0,2	0,0	2,0	0,0	0,0
Totalt:	2,6	0,1	3,6	3,1	4,2	0,0	0,0	0,2	0,0	2,2	0,0	0,0
Stor												
<i>Inomhus:</i>	29,8	3,7	34,5	38,6	40,1	0,0	0,0	3,2	1,2	12,3	40,1	0,0
<i>Utomhus:</i>	36,1	4,0	37,0	42,8	44,5	0,0	0,0	6,8	4,6	36,8	44,5	0,0
Totalt:	65,8	7,7	71,5	81,4	84,6	0,0	0,0	10,0	5,8	49,2	84,6	0,0
BLEVE												
<i>Inomhus:</i>	126,6		173,7		42,3		27,3		66,3		42,3	
<i>Utomhus:</i>	100,3		143,1		45,0		15,9		71,2		45,0	
Totalt:	226,8		316,8		87,3		43,2		137,4		87,3	

3.3 Klass 2.3 Giftiga Gaser

3.3.1 Metodik

Den icke brännbara men giftiga gasen antas bestå av **tryckkondenserad klor**, som är en av de giftigaste gaserna som transporteras i större tankar på järnväg i Sverige.

Med simuleringsprogrammet **Spridning i Luft 1.2** beräknas storleken på det område där koncentrationen ammoniak respektive svaveldioxid antas vara dödlig (inomhus och utomhus). Utsläppssimuleringarna har utförts för järnvägsvagn rymmandes ca **65 ton klor**.

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

- Kemikalie: Klor
- Emballage: Järnvägsvagn (65 ton)
- Bebyggelse: Tät skog/ stad ($\rho = 1,0$)
- Lagringstemperatur: 15°C
- Väder: 15°C, vår, dag och klart

Följande, i **Spridning i Luft 1.2** fördefinierade, utsläppsscenarioer har simulerats för utsläpp av giftig gas:

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

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

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

3.3.2 Bedömningskriterier

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

3.3.3 Resultat

I tabell B.7 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario.

Tabell B.7. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarioer vid transport av giftiga gaser.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)				Kommentar
		Inomhus		Utomhus		
		bredd	längd	bredd	längd	
Litet utsläpp (packningsläckage)	100%	0	0	4	10	Scenariot påverkar endast planområdet på en sida om riskkällan. Både bebyggda och obebyggda delar.
	50%	0	0	20	30	
	5%	4	15	30	50	
Stort utsläpp (Stor punktering)	100%	20	50	140	250	Scenariot påverkar planområde <u>samt</u> kringliggande områden på en sida om riskkällan. Både bebyggda och obebyggda delar.
	50%	80	260	240	370	
	5%	190	345	360	430	

I tabell B.8 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 1.1) inom det studerade området med aktuellt utförandealternativ (ny bebyggelse enligt figur B.1) respektive för nollalternativet (befintliga förutsättningar) inom planområdet. Eftersom skadeområdena för respektive scenario är plymformade och beroende av vindriktningen redovisas två delscenarier beroende av vindriktning samt vilket spår olyckan inträffar på.

Observera att uppskattat antal omkomna redovisas med en decimal. I sammanvägningen av samhällsrisk avrundas antalet omkomna till heltal, där < 1 konservativt ansätts till 1.

Tabell B.8. Beräknade konsekvenser - antal omkomna, för skadescenarier vid transport av giftiga gaser.

Skadescenario	Antal omkomna											
	Ny bebyggelse						Nollalternativet					
	Delområde 1 (Norr)		Delområde 2 (Mitt)		Delområde 3 (Söder)		Delområde 1 (Norr)		Delområde 2 (Mitt)		Delområde 3 (Söder)	
	Väster	Öster	Väster	Öster	Väster	Öster	Väster	Öster	Väster	Öster	Väster	Öster
Litet utsläpp (packningsläckage)												
Inomhus:	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Utomhus:	0,3	0,0	0,3	0,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
Totalt:	0,3	0,0	0,3	0,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
Stort utsläpp (Stor punktering)												
Inomhus:	388,8	70,1	370,3	452,8	410,4	0,0	21,8	64,7	25,3	181,1	402,5	0,0
Utomhus:	181,6	41,4	133,7	191,7	92,3	0,0	29,0	51,4	38,1	164,7	92,3	0,0
Totalt:	570,4	111,4	504,1	644,5	502,7	0,0	50,8	116,1	63,4	345,8	494,8	0,0

3.4 Klass 3. Brandfarliga vätskor

3.4.1 Metodik

För denna farligt godsklass utgörs skadescenarierna av att tanken skadas så allvarligt att vätska läcker ut och sedan antänds. Vid beräkning av konsekvensen av en farligt godsolycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensin. Beroende på utsläppstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas vilket leder till olika mängder värmestrålning.

Utformningen av spårområdet med makadam och dränering innebär att spridningen av ett vätskeutsläpp på järnväg bedöms bli relativt begränsat, även vid ett stort utsläpp, eftersom underlagets genomsläplighet är god. I försök har det även påvisats att pölens utbredning är kraftigt beroende av underlagets utformning och lutningar /4/. Det krävs relativt små lutningar för att vätskan ska forma rännilar eller ansamlingar i lågpunkter m.m.

Med avseende på pölbrand antas det grovt att pölen har cirkulär utbredning, vilket ger en högre strålningsnivå. Utifrån ovanstående beskrivning bedöms dock även ett stort utsläpp medföra en pöldiameter som överstiger 15-20 meter. Scenariot godsvagnsbrand kommer att studeras utifrån motsvarande metodik, men i detta fall tas ingen hänsyn till pölens utbredning.

Konsekvensberäkningar utförs för följande skadescenarier:

- Liten pölbrand: 100 m²
- Stor pölbrand: 200 m²

/4/ Konsekvenser vid tankbilsolycka med bensin i Stockholms innerstad, Stockholms brandförsvär, 1998

- Godsvagnsbrand: Max brandeffekt ca 300 MW
(effekten motsvarar det värde som anges i /5/ för tankbilsbrand, vilket härstammar från en bedömning som baseras på den högsta brandeffekt som uppmätts vid eldning av gods i tunnel)

Beräkningarna av den infallande värmestrålning som analyserade området utsätts för i händelse av olycka med påföljande brand genomförs med handberäkningar:

Brandeffekt (Q) – Brandeffekten beräknas utifrån pölarean och ansätts till att 1 MW genereras per kvadratmeter pölarea /6/.

Flamhöjd (H_f) – Flamhöjden (m) kan beräknas som funktion av brandeffekten och pöldiametern (D) enligt följande ekvation /7/: $H_f = 0.23 \cdot \dot{Q}^{2/5} - 1,02D$

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

Utfallande strålning (I₀) – Den utfallande strålningen (kW/m²) är beroende av pölbrandens diameter. Upp till en viss pölstorlek ökar strålningen från flammans, men efter en viss nivå minskar effektiviteten i förbränningen med påföljd att rökutvecklingen tilltar och temperaturen i flamzonen sjunker. En del av värmestrålningen absorberas därmed i omgivande rök, vilket innebär att den utfallande strålningen sjunker med ökande värde på pölbrandens storlek. Den utfallande strålningen kan beräknas med följande ekvation /8/: $I_0 = 58 \cdot 10^{-0,00823D}$

Synfaktor (F) – Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se figur B.4). Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill.

Synfaktorn $F_{1,2}$ mellan flammans och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt /9/: $F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$

där $F_{A1,2}$, $F_{B1,2}$, $F_{C1,2}$ och $F_{D1,2}$ beräknas enligt följande:

$$F_{A1,2} = \int_0^{A_1} \frac{\cos \Theta_1 \cos \Theta_2}{\pi d^2} \cdot dA_1 \quad \text{där}$$

$\Theta_1 = \Theta_2 =$ infallande vinkel (d.v.s. 0) och $A_1 = L_1 \times L_2$ enligt figur B.4.

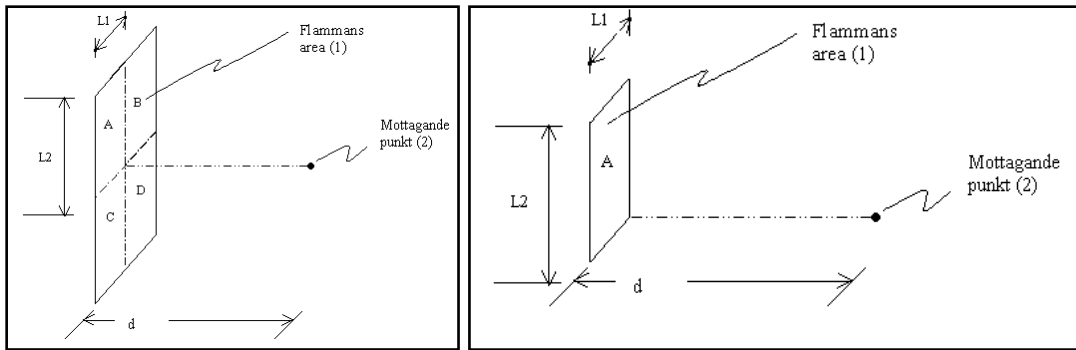
/5/ Fire and Smoke Control in Road Tunnels, PIARC Committee of Road Tunnels, 1999

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

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

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

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



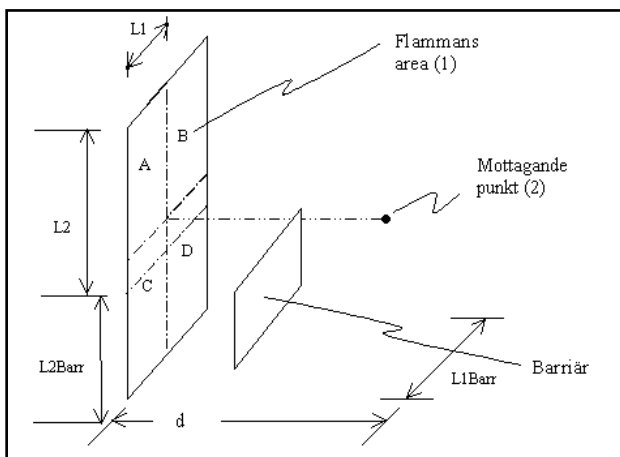
Figur B.4. Synfaktor.

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

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

$$X = \frac{L_1}{d} \quad \text{och} \quad Y = \frac{L_2}{d} \quad \text{enligt figur B.5.}$$

Då en **skyddande barriär** placeras mellan branden och den mottagande arean minskar synfaktorn och därmed strålningen som når den mottagande arean (se figur B.5).



Figur B.5. Synfaktor med barriär.

För synfaktorn gäller den så kallade additionssatsen vilket innebär att enstaka synfaktorer kan adderas eller subtraheras. Om barriären i figur B.5 projiceras på branden kan således synfaktorn $F_{1,2B}$ mellan flammans och den mottagande arean beräknas som:

$$F_{1,2B} = F_{1,2} - F_{\text{barriär}}$$

Denna ekvation kan omvandlas så att den i stället utförs som tidigare ekvationer där $F_{C1,2}$ och $F_{D1,2}$ beräknas utifrån att:

$$X_C = X_D = \frac{L_1}{d} \quad \text{och} \quad Y_C = Y_D = \frac{L_{2C} - L_{2\text{barriär}}}{d} \quad \text{enligt figur B.5,}$$

då barriären placeras precis framför flammen, d.v.s. avståndet från flamma till mottagande punkt är detsamma som avståndet från barriär till mottagande punkt kan synfaktorn beräknas genom att subtrahera den av barriären täckande flamytan.

Om ytorna A, B, C och D är lika stora betyder det att den mest kritiska punkten på avståndet d från branden studeras.

Infallande strålning (I) – Den från branden infallande värmestrålningen (kW/m^2) som når omgivningen minskar med avståndet från branden och beräknas genom: $I = F \times I_0$

Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flamhöjden för de olika pölbrandscenarierna beräknats (se tabell B.9).

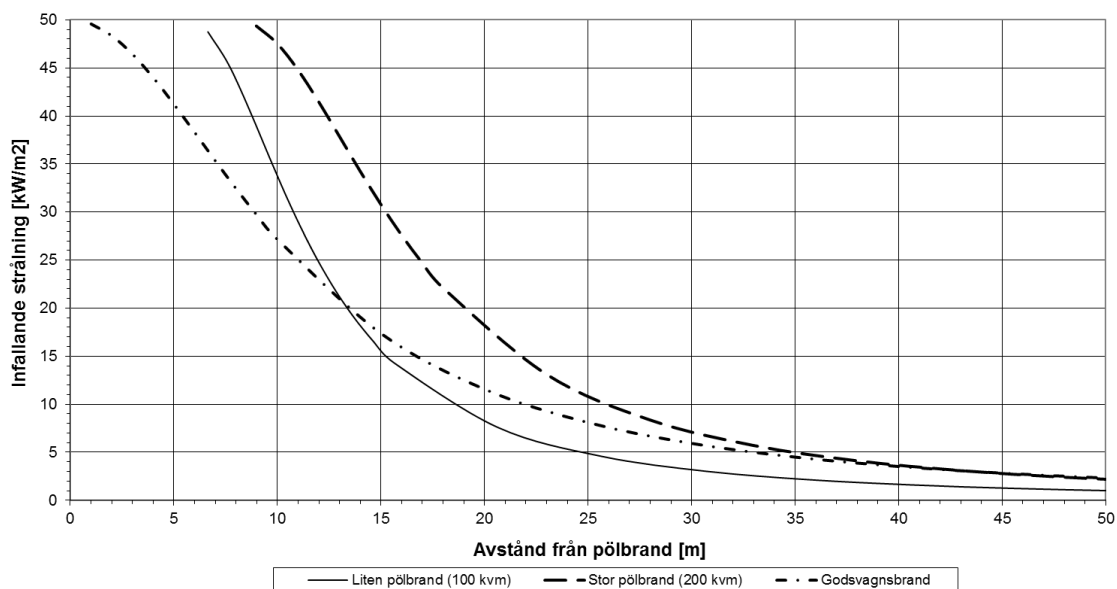
Tabell B.9. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flamhöjd samt utfallande värmestrålning.

Scenario	Brinnande yta A_F (m^2)	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter D_f (m)	Flamhöjd H_f (m)	Utfallande strålning I_0 (kW/m^2)
Liten pölbrand	100	100 000	11,3	11,3	46,8
Stor pölbrand	200	200 000	16,0	16,0	43,0
Godsvagnsbrand	300 *	300 000	19,5 *	19,5	40,0

* Den ekvivalenta brinnande ytan respektive brandens diameter beräknas utifrån den angivna brandeffekten.

I figurerna nedan redovisas den infallande strålningen som funktion av avståndet från pölbranden. Med hänsyn till variationer i utformning av planområdet utmed den aktuella järnvägssträckan har den infallande strålningen beräknats utan en avskärmande barriär mellan riskkälla och bebyggelse (figur B.6).

Enligt tabell B.9 sjunker den utfallande strålningen med pölbrandens storlek. För att inte underskatta den infallande värmestrålningen så kommer de fortsatta strålningsberäkningarna att utgå från ett konservativt värde på den utfallande strålningen på 50 kW/m^2 för samtliga brandscenarier.



Figur B.6. Infallande strålning som funktion av avståndet från pölbrand – fri spridning utan avskärmande barriär eller dike.

3.4.2 Bedömningskriterier

Hur hög värmestrålning en person klarar utan att erhålla skador beror bl.a. på dess varaktighet. Detsamma gäller med avseende på hur hög strålning som krävs för att antända olika byggnadsmaterial. Ju längre strålningspåverkan, ju högre sannolikhet för skada.

I tabell 4.2 redovisas exempel på strålningsnivåer och vilka skador dessa kan medföra avseende personskada respektive brandspridning.

I tabell B.10 redovisas exempel på strålningsnivåer och vilka skador dessa kan medföra avseende personskada respektive brandspridning. Enligt avsnitt 3.2.2 uppskattas att ca 15 % av de som får 2:a gradens brännskador kan omkomma.

Tabell B.10. Effekter av olika strålningsnivåer /2,6/.

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

Utomhus: En person som befinner sig utomhus och upptäcker en större brand försöker med stor sannolikhet sätta sig i säkerhet. Tiden för varseblivning samt beslut och reaktion innebär dock att personen kan utsättas för värmestrålning under en kortare stund innan hen reagerar. De strålningsnivåer och effekter som anges i tabellen ovan har i omvandlats till en uppskattad andel omkomna beroende på strålningsnivå för personer som befinner sig utomhus, se tabell B.11.

Tabell B.11. Uppskattad sannolikhet för oskyddad person utomhus att omkomma som funktion av strålningsnivån vid pölbrand.

Strålningsnivå	Andel omkomna
< 10 kW/m ²	< 5 %
15-20 kW/m ²	50 %
> 40 kW/m ²	100 %

Inomhus: Sannolikheten för att personer som befinner sig inomhus omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Utifrån tabell B.10 så uppskattas den kritiska värmestrålningen vara 15 kW/m² om inga byggnadstekniska åtgärder beaktas. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändig brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område kring pölbranden där strålningsnivån överstiger 15 kW/m² omkommer.

3.4.3 Resultat

I tabell B.12 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario utifrån figur B.6.

Tabell B.12. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	Kommentar
Liten pölbrand	5 % <i>inomhus</i>	15	Scenariot påverkar endast planområdet, på båda sidor om riskkällan. Både bebyggda och obebyggda delar.
	100 % <i>utomhus</i>	9	
	50 % <i>utomhus</i>	15	
	5 % <i>utomhus</i>	18	
Stor pölbrand	5 % <i>inomhus</i>	22	Scenariot påverkar endast planområdet, på båda sidor om riskkällan. Både bebyggda och obebyggda delar.
	100 % <i>utomhus</i>	13	
	50 % <i>utomhus</i>	22	
	5 % <i>utomhus</i>	25	
Godsvagnsbrand	5 % <i>inomhus</i>	17	Scenariot påverkar endast planområdet, på båda sidor om riskkällan. Både bebyggda och obebyggda delar.
	100 % <i>utomhus</i>	7	
	50 % <i>utomhus</i>	17	
	5 % <i>utomhus</i>	22	

I tabell B.13 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 1.1) inom det studerade området med aktuellt utförandealternativ (ny bebyggelse enligt figur B.1) respektive för nollalternativet (befintliga förutsättningar) inom planområdet. Eftersom skadeområdena för respektive scenario är cirkulära antas det grovt att konsekvenserna blir likvärdiga oberoende av vilket spår olyckan inträffar på. Skadescenarierna är dessutom oberoende av vindriktningen.

Observera att uppskattat antal omkomna redovisas med en decimal. I sammanvägningen av samhällsrisik avrundas antalet omkomna till heltal, där < 1 konservativt ansätts till 1.

Tabell B.13. Beräknade konsekvenser - antal omkomna, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

Skadesscenario	Antal omkomna					
	Ny bebyggelse			Nollalternativet		
	Delområde 1 (Norr)	Delområde 2 (Mitt)	Delområde 3 (Söder)	Delområde 1 (Norr)	Delområde 2 (Mitt)	Delområde 3 (Söder)
Liten pölbrand						
Inomhus:	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Utomhus:	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Totalt:	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Stor pölbrand						
Inomhus:	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Utomhus:	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
Totalt:	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
Godsvagnsbrand						
Inomhus:	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Utomhus:	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
Totalt:	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0

3.5 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

3.5.1 Metodik

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

I den riskanalys som togs fram för fördjupad översiktsplan för Göteborg /11/ angavs att den explosiva blandning som kan bildas vid ett utsläpp på järnväg motsvarar en explosiv blandning med 25 ton trotyl. Detta scenario utgår dock från antagandet att vagnen med oxiderande ämnen kolliderar med en vagn med brandfarlig vätska (klass 3) som blandas med utsläppet. Skadescenariot bedöms vara mycket konservativt för de förutsättningar som anges för frekvensberäkningarna (hänsyn tas t.ex. inte till att det skadedrabbade tåget transporterar både klass 5 och klass 3 eller att utsläpp sker från både en vagn med klass 5 och en vagn med klass 3).

/11/ Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, 1996

Med hänsyn till de förutsättningar som anges för frekvensberäkningarna antas ett mer trovärdigt skadescenario innebära att det oxiderande ämnet blandas med exempelvis tågets smörjmedel. Detta scenario bedöms kunna motsvara det, i /11/, dimensionerande scenario för olycka med oxiderande ämnen på väg, ca 3 ton trotyl. För att ej underskatta konsekvenserna av det aktuella skadescenariot kommer konsekvensberäkningarna att utgå från de beräkningar som redovisas i avsnitt 2.1 avseende explosion med **4 ton trotyl**. I de fortsatta riskberäkningarna kommer dessutom det värsta tänkbara scenariot att beaktas (d.v.s. motsvarande explosion med 25 ton trotyl enligt ovan) för 1 % av den sammanlagda frekvensen för det aktuella skadescenariot (explosionsartat brandförlopp vid självantändning).

3.5.2 Bedömningskriterier
Se avsnitt 2.1.2.

3.5.3 Resultat
För skadeavstånd respektive antal omkomna för skadescenario med ämne ur klass 5, se tabell B.3 respektive tabell B.4 (dimensionerande scenario: 2 000-4 000 kg massexplosion; värsta tänkbara scenario: > 4 000 kg massexplosion).

4. Ursparning

4.1 Metod

Skadeområdet vid en ursparning understiger i princip alltid 25 meter vinkelrätt ut från spåret. Detta skadescenario motsvarar en helt snedställd tågagn. Sannolikheten för detta värsta tänkbara scenario är extremt låg.

I bilaga A redovisas beräkningar av ursparningsfrekvens samt sannolikheten för att en järnvägsagn kolliderar med kringliggande bebyggelse med sådan kraft att byggnaden rasar. Skadefrekvensen reduceras som funktion av avståndet från järnvägen och är beroende av tågets hastighet vid ursparningstillfället.

Utformningen av spårområdet utmed det aktuella planområdet, med bl.a. plattformar innebär att sannolikheten för skador inom planområdet till följd av en ursparning begränsas. Enligt bilaga A innebär bredden på spårområdet att det endast är ursparning på de yttre spåren (fjärrtåg, regionaltåg och snabbtåg) som kan påverka risknivån inom planområdet, givet att tåget spårar ur bort från spårområdet.

Konsekvensberäkningarna kommer att omfatta nedanstående skadescenarier. Beräkningarna kommer att omfatta två dimensionerande scenarier med skadeavstånd som motsvarar de beräkningar som redovisas i bilaga A. För att inte underskatta konsekvenserna av det aktuella skadescenariot studeras dessutom ett worst case scenario med skadeavstånd som motsvarar de maximala skadeavstånd som uppmätts vid ursparning. Det antas mycket konservativt att skadeavståndet för worst case scenario är oberoende av hastighetsbegränsningen. Sannolikheten för worst case scenario antas utgöra en mycket låg andel av den sammanlagda frekvensen för dimensionerande scenario.

- Ursparning yttre spår (hastighetsbegränsning 250 km/h):
 - Dimensionerande scenario, medel: skadeavstånd < 10 meter
 - Dimensionerande scenario, max: skadeavstånd 10-20 meter
 - Worst case scenario: skadeavstånd 25 meter (1 % av frekvens för dim. scenario, max)

Skadeavstånden som anges ovan förutsätter obebyggd omgivning som ligger i samma nivå som järnvägen. I nedanstående konsekvensberäkningar kommer hänsyn tas till för nollalternativet (befintliga förhållanden) respektive för planförslaget (ny bebyggelse).

4.2 Bedömningskriterier

Utomhus: Det antas mycket grovt att personer omkommer om de vistas inom det avstånd från järnvägsspåret som den urspårade vagnen hamnar.

Inomhus: Sannolikheten för att omkomma till följd av byggnadskollaps eller att av byggnadsdelar rasar bedöms vara beroende av byggnadens våningsantal. Desto lägre våningsantal desto lägre sannolikhet att omkomma, se även avsnitt 2.1.2. För personer som vistas inomhus antas det grovt att 50 % omkommer av de som vistas i byggnader med fasad inom det avstånd från järnvägen som den urspårade vagnen hamnar under förutsättning att byggnaden ej har utförts med särskilda krav på förstärkning för att klara av en urspårning.

4.3 Resultat

Frekvensberäkningarna i bilaga A har utförts för en obebyggd omgivning som ligger i samma nivå som järnvägen där närmaste byggnad ej har utförts med några särskilda krav på förstärkning för att klara av en urspårning.

Nivåskillnader på den västra sidan bedöms ha en mycket stor effekt på skadeavstånd och konsekvenser inom planområdet.

I tabell B.14 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario, mätt från närmaste spårmit. Skadeavstånden redovisas utan avskärmande barriär/höjdskillnad. Längden på skadeområdena utan barriär utgör parameter d (d.v.s. den längsta sträcka som den urspårade vagnen kan gå längs med spåret vilket står i relation till tågets hastighet vid urspårningstillfället) enligt sannolikhetsberäkningarna i bilaga A.

Tabell B.14. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid urspårning.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	Kommentar
		Utan barriär	
Urspårning, dim. scenario min	50 % inomhus	780 x 10 m	Scenariot påverkar endast planområdet på en sida om riskkällan. Endast obebyggda delar.
	100 % utomhus		
Urspårning, dim. scenario max	50 % inomhus	780 x 20 m	Scenariot påverkar endast planområdet på en sida om riskkällan. Både bebyggda och obebyggda delar.
	100 % utomhus		
Urspårning, worst case	50 % inomhus	780 x 30 m	Scenariot påverkar endast planområdet på en sida om riskkällan. Både bebyggda och obebyggda delar.
	100 % utomhus		

I tabell B.15 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 1.1) inom det studerade området med aktuellt utförandealternativ (ny bebyggelse enligt figur B.1) respektive för nollalternativet (befintliga förutsättningar) inom planområdet. Eftersom skadeområdena för respektive scenario är beroende av vilket spår olyckan inträffar på så redovisas två delscenarier.

Observera att uppskattat antal omkomna redovisas med en decimal. I sammanvägningen av samhällsrisik avrundas antalet omkomna till heltal, där < 1 konservativt ansätts till 1.

I avsnitt 1.1.2 redovisas befintliga förutsättningar för bebyggelse och obebyggda delar av planområdet (nollalternativet). Avståndet till bebyggelse och obebyggda ytor med stadigvarande vistelse samt nivåkillnaden mot järnvägen bedöms ha en reducerande effekt på konsekvenserna vid urspärning.

Tabell B.15. Beräknade konsekvenser – antal omkomna, för skadescenarier vid urspärning.

Skadescenario	Antal omkomna											
	Ny bebyggelse						Nollalternativet					
	Delområde 1 (Norr)		Delområde 2 (Mitt)		Delområde 3 (Söder)		Delområde 1 (Norr)		Delområde 2 (Mitt)		Delområde 3 (Söder)	
	Väster	Öster	Väster	Öster	Väster	Öster	Väster	Öster	Väster	Öster	Väster	Öster
Urspärning, dim. scenario min												
<i>Inomhus:</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Utomhus:</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totalt:	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Urspärning, dim. scenario max												
<i>Inomhus:</i>	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Utomhus:</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totalt:	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Urspärning, worst case												
<i>Inomhus:</i>	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Utomhus:</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totalt:	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

5. Tågbrand

5.1 Metodik

Konsekvenserna av en tågbrand med avseende på påverkan på kringliggande bebyggelse m.m. är beroende av tågtyp och brandens omfattning. I bilaga A redovisas beräkningar för tre olika skadescenarier, varav två (Stor tågbrand respektive Mycket stor tågbrand) bedöms vara så omfattande att de innebär skadeområden som överskrider närområdet.

En brand i godståg kan innebära brandeffekter som uppnår över 100 MW. Stor godsbrand respektive mycket stor godsbrand bedöms därför kunna jämföras med liten pölbrand (ca 100 MW) respektive stor pölbrand (ca 200 MW) enligt avsnitt 2.3. Konsekvensberäkningarna för brand i godståg kommer därför att utgå från strålningsberäkningarna som redovisas i avsnitt 2.3 (dock utan tillägg för pölradien).

5.2 Bedömningskriterier

Se avsnitt 2.4.2.

5.3 Resultat

I tabell B.16 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario. Skadeavstånden redovisas utan respektive med avskärmande barriär.

Tabell B.16. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid tågbrand.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	Kommentar
Stor tågbrand (100 MW)	5 % <i>inomhus</i>	10	Scenariot påverkar endast planområdet, på båda sidor om riskkällan. Både bebyggda och obebyggda delar.
	100 % <i>utomhus</i>	< 5	
	50 % <i>utomhus</i>	10	
	5 % <i>utomhus</i>	13	
Mycket stor tågbrand (200 MW)	5 % <i>inomhus</i>	14	Scenariot påverkar endast planområdet, på båda sidor om riskkällan. Både bebyggda och obebyggda delar.
	100 % <i>utomhus</i>	< 5	
	50 % <i>utomhus</i>	14	
	5 % <i>utomhus</i>	18	

I tabell B.17 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 1.1) inom det studerade området med aktuellt utförandealternativ (ny bebyggelse enligt figur B.1) respektive för nollalternativet (befintliga förutsättningar) inom planområdet. Eftersom skadeområdena för respektive scenario är cirkulära antas det grovt att konsekvenserna blir likvärdiga oberoende av vilket spår olyckan inträffar på. Skadescenarierna är dessutom oberoende av vindriktningen.

Observera att uppskattat antal omkomna redovisas med en decimal. I sammanvägningen av samhällsrisk avrundas antalet omkomna till heltal, där < 1 konservativt ansätts till 1.

Tabell B.17. Beräknade konsekvenser - antal omkomna, för skadescenarier vid tågbrand.

Skadescenario	Antal omkomna					
	Ny bebyggelse			Nollalternativet		
	Delområde 1 (Norr)	Delområde 2 (Mitt)	Delområde 3 (Söder)	Delområde 1 (Norr)	Delområde 2 (Mitt)	Delområde 3 (Söder)
Stor tågbrand (100 MW)						
<i>Inomhus:</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Utomhus:</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totalt:	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mycket stor tågbrand (200 MW)						
<i>Inomhus:</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Utomhus:</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Totalt:	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0

6. Känslighetsanalys Ostkustbanan

6.1 Allmänt

Risikanalysen avgränsas till att beakta de olycksrisker som utifrån den inledande riskanalysen bedöms påverka risknivån inom planområdet. Konsekvensberäkningarna i avsnitt 3-5 utgår från förutsättningar avseende bebyggelsestruktur och personantal m.m. som omfattar osäkerheter. För att inte underskatta risknivån så har dock dessa antaganden ansatts konservativt.

Osäkerheter behöver dock beaktas i den fördjupade riskanalysen för att inte underskatta risknivån. Med hänsyn till osäkerheter i förutsättningarna upprättas därför en känslighetsanalys som beaktar förändringar i antaganden avseende antal omkomna (avsnitt 6.2).

Känslighetsanalysen beaktar även förändringar avseende frekvensberäkningarna, se vidare bilaga A.

6.2 Del 3. Förändrade konsekvenser

Med hänsyn till osäkerheter i förutsättningarna upprättas en känslighetsanalys som beaktar förändringar i antalet omkomna för respektive olycksrisk. Konsekvensberäkningarna för olycka med farligt gods utförs enligt motsvarande metodik som i avsnitten ovan, men där antalet omkomna har antagits öka med en **faktor 2** i förhållande till beräkningarna i avsnitt 3-5. För samtliga skadescenarier med skadeavstånd som överstiger uppmätt avstånd mellan respektive riskkälla och bebyggelse inom planområdet så antas dessutom minsta antal omkomna vara 1 person (d.v.s. även om sannolikheten att omkomma är mycket låg inom planområdet så avrundas antal omkomna uppåt).

Slutresultatet av känslighetsanalysen redovisas i Bilaga C.

7. Brand i däcklager

En av riskerna som uppstår vid brand i ett däcklager är risken för brandspridning till intilliggande bebyggelse p.g.a. strålningsvärme. Som jämförelse kan acceptanskriteriet från Boverkets allmänna råd för analytisk dimensionering tillämpas, där en strålningsintensitet mot närliggande byggnader understigande 15 kW/m² i 30 minuter kan anses vara acceptabel (BBRAD 3, 2013). Däck lagrade på hög har tidigare visat sig kunna brinna med en effektutveckling om som mest 3 722 kW på 4 m², eller ca 930 kW/m² (Lönnermark & Blomqvist, 2005). Enligt ett flygfoto från 2018 lagrades samtidigt ca 100 m² däck i fastighetens södra hörn på en ungefärligt kvadratisk yta. Detta ger en total effektutveckling vid brand i hela högen samtidigt om ungefär 93 MW.

Enligt Heskestads flamhöjdssamband ges med hänsyn till effekt och storlek på brandhärden en flamhöjd om ca 11 m (Karlsson & Quintiere, Enclosure fire dynamics, 2000). Den utgående strålningsnivån sätts schablonmässigt till 168 kW/m² (BBRAD 3, 2013), vilket bland annat anges för industrier och lager. Antas en strålande yta med sidan 10 m och en flamhöjd enligt ovan placerad invid däckupplagets kant uppnår strålningsintensiteten 15 kW/m² eller mer på avstånd upp till 19 m från branden (Fire Modelling & Computing, 2003).

Den aktuella verksamheten kan således anses innebära en risk för kommande närliggande bebyggelse med hänsyn till hög strålningsintensitet. Observera att beräkningarna endast är övergripande och grundade i konservativa antaganden som exempelvis att emissiviteten ϵ är satt till 1,0 och att den strålande ytan uppskattas till en kvadrat och inte en geometrisk figur anpassad till flammans utseende. Mer detaljerad redovisning av beräkningsmetodiken redovisas i Bilaga 1.

7.1 Brandrök

Vid förbränning bildas en rad olika ämnen som riskerar spridas till närliggande omgivning. Exakt vad som bildas, vart det tar vägen och på vilken sätt det påverkar människor och miljö i närheten är emellertid svårt att förutse, men med hjälp av förenklingar är det möjligt att skapa en uppfattning om spridningen.

Beroende på vad som brinner bildas olika ämnen, och vid förbränning av gummidäck bildas vanligtvis svaveldioxid, VOC/sVOC och dioxiner (Alfredsson & Carlsson, 2006).

Med hänsyn till den planerade bebyggelsens närhet till den aktuella fastigheten bedöms det mycket sannolikt att en eventuell brand i däcken skulle ge ifrån sig rök som påverkar både människor och miljö. Vidare är det inte heller säkert att en insats från räddningstjänsten påverkar brandförloppet och rökspridningen till det positiva då bränder i däckupplag är mycket svårsläckta. Vattenpåföring riskerar att leda till sämre förbränningseffektivitet, vilket ökar mängden ofullständiga (giftiga) förbränningsprodukter i röken. Den optimala släcktaktiken mot däckupplag är att begrava däcken i sand, men i dagsläget finns ingen sandhög eller lastmaskin tillgänglig inom verksamheten.

7.1.1 Släckvatten

Vid en eventuell räddningstjänstinsats där man väljer att påföra släckvatten kommer vattnet både tvätta ner röken, men också träffa däcken och skölja med sig material från den brinnande ytan. Dessa utgörs i mångt och mycket av samma förbränningsprodukter som förekommer i röken. Släckvattnet riskerar vidare att föra med sig de giftiga ämnena till närmsta recipient, vilket i detta fall är permeabla ytor i den omgivande naturen eftersom verksamhetens yta inte är hårdgjord med invallningar.

7.2 Jämförelse med rekommendationer för däcklagring

Av flygfoton att döma är inte däcken lagrade på ett särskilt sätt, utan är slumpmässigt löst lagrade på hög. Detta är inte den minst platseffektiva lagringsmetoden, vilket innebär att det finns som mest luft mellan däcken. Detta i sin tur innebär ett snabbare och mer intensivt brandförlopp (TyreStewardship, 2017).

Ytterligare rekommendationer anser att utomhusförvaring bör ske på inhägnade områden för att undvika antagonistiska handlingar samt minst 15 meter från byggnader för att undvika brandspridning. Man anger även vikten av att hålla ordning och reda med avseende på bland annat vegetation runt upplaget för att minimera risken för brand (Red River Mutual, 2020).

7.3 Åtgärdsförslag

Mot bakgrund av ovanstående identifierade risker kopplade till verksamhetens närhet till planerad bebyggelse finns det ett antal åtgärder, både som rör verksamheten och som rör det närliggande planområdet, som på olika sätt reducerat risknivån. Den nuvarande utformningen av området innebär inga byggnader, och i synnerhet inga bostäder, planerade i direkt anslutning till den aktuella fastigheten, vilket är positivt ur riskhänsyn.

Den planerade trevåningsbyggnaden är planerad på ett avstånd om ungefär 15 m från den aktuella fastigheten, dock inte i närheten av där däcken förvaras idag. Ytterligare längre norrut planeras en förskola. Denna bedöms dock ligga skyddad med hänsyn till avstånd och det avskiljande mellanliggande grönområdet.

Nedan presenteras några potentiella åtgärder som de båda parterna kan vidta, men en dialog bör föras mellan parterna för att på bästa sätt samverka aktuella åtgärdsinsatser.

7.3.1 Åtgärder inom verksamheten

För att minska såväl sannolikhet som konsekvens av brand kan verksamheten genomföra vissa förändringar och följa vissa rutiner. Punktlistan nedan sammanfattar utan inbördes ordning några potentiella åtgärder som hade kunnat sänka risknivån gentemot omgivningen.

- Följa rekommendationer för däcklagring avseende inhägnad och skötsel
- Dela upp däckhögen i flera mindre högar med betryggande skyddsavstånd emellan
- Lagra däck så långt från byggnader som möjligt
- Utredda möjligheten att stänga av dagvattennätet som förberedelse för hantering av kontaminerat släckvatten

- Förbereda en hög med sand på fastigheten som kan användas av räddningstjänsten

7.3.2 Åtgärder inom planområdet

I takt med att arbetet med planområdet fortsätter bör risknivån från däckföretaget och andra närliggande riskobjekt beaktas. På samma sätt sammanfattar punktlistan nedan några potentiella åtgärder som kan sänka risknivån för människor och miljö inom det planerade området.

- Genomföra riskutredningar avseende brandrök och ventilationsöppningar inom planerade byggnader
- Inte planera för stadigvarande vistelse eller hög persontäthet i direkt anslutning till den aktuella fastigheten
- Inte planera några byggnader inom 19 meter från den aktuella fastighetens gräns (alternativ från specificerad plats för däcklagring)

Uppdragsnamn

Väsby Entré

Uppdragsgivare

Upplands Väsby kommun (via Urban Minds)

Uppdragsnummer

503570

Datum

2021-10-11

Handläggare

Rosie Kvål

Egenkontroll

RKL 2021-10-11

Internkontroll

LSS 2016-05-30

Bilaga C - Riskberäkningar

Denna bilaga är reviderad med nya riskkurvor till följd av nya trafiksiffror.

1. Inledning

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

Den sammanvägda risken kommer att redovisas med riskmåten **individrisk** respektive **samhällrisk**.

2. Beräkning av individrisk

2.1 Metodik

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

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

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

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

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

3. För vissa olycksscenarier förknippade med gaser (både brännbara och giftiga) blir skadeområdet inte cirkulärt. Detta innebär i sin tur att det inte är givet att en person som befinner sig inom det kritiska området omkommer. För dessa scenarier reduceras frekvensen ytterligare med avseende på gasplymens spridningsvinkel.
4. Detsamma gäller urspårningsolyckor där endast en sida av planområdet kommer att påverkas. Olycksfrekvensen för respektive scenario har beräknats för den totala tågtrafiken på de två yttre spåren. För dessa scenarier reduceras frekvensen ytterligare med avseende på att endast hälften av urspårningarna påverkar respektive sida.

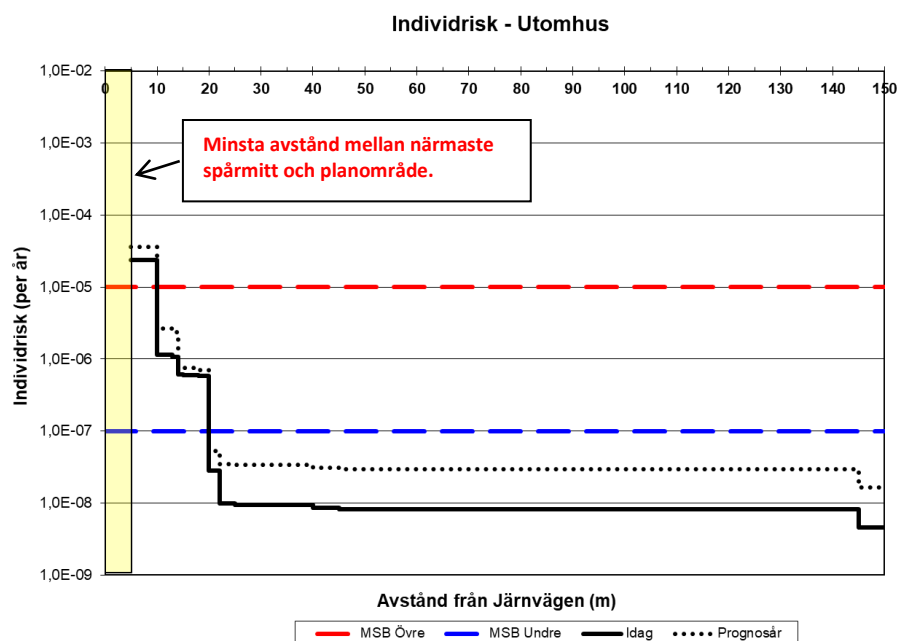
3. Bedömningskriterier

Den beräknade individrisken kommer att värderas utifrån de kriterier för acceptans av risk som redovisas i *Värdering av risk /1/*, se avsnitt 5.3 i huvudrapporten. Riskkriterierna redovisas även i figur C.1-C.2.

3.1 Resultat

I Figur C.1 redovisas individrisken för planområdet och dess omgivning som funktion av avståndet till Ostkustbanan. Riskprofilen som redovisas gäller för obebyggd mark där ingen hänsyn tas till eventuell konsekvensreducerande effekt av exempelvis framföriggande bebyggelse och andra avskärmande barriärer. Individrisken redovisas för dagens trafik samt för en prognostiserad trafik 2030/2040 .

Avstånden i figuren utgår från närmaste spårmitt. Individrisken beräknas fr.o.m. planområdets närmaste gräns mot riskkällan och vidare in i området, d.v.s. från ca 6,5 meter (se markering i figur C.1).



Figur C.1. Individrisk för person utomhus inom planområdet som funktion av avståndet till Ostkustbanan. Utan hänsyn tagen till nivåskillnader, bebyggelse och avskärmande barriärer.

Avståndet utgår från järnvägens närmaste spårmitt.

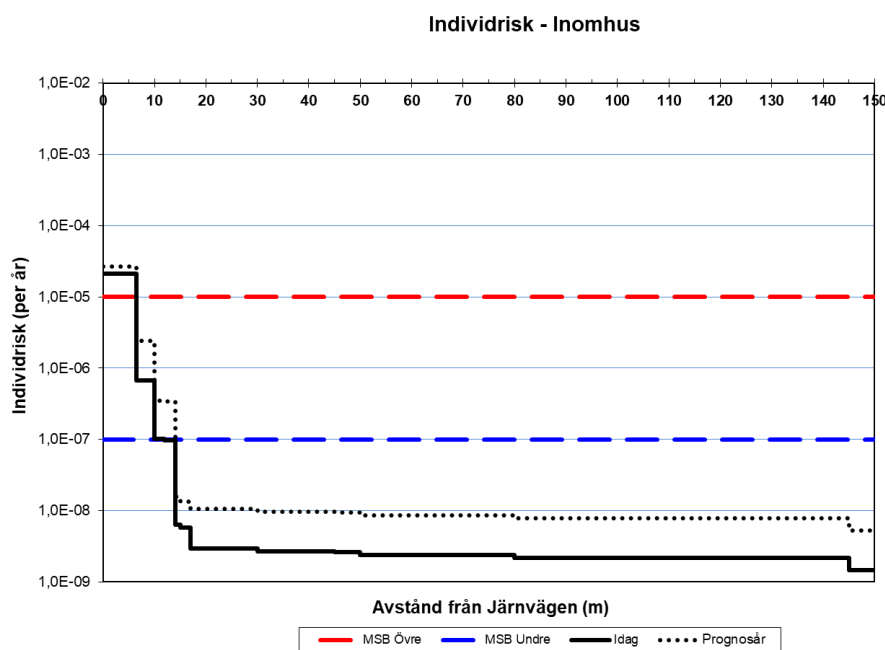
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

/1/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997

I bilaga B beräknas även skadeområden med avseende på personer som vistas inomhus. Dessa konsekvensberäkningar utgår från förutsatt byggnadsutformning vid ny bebyggelse inom planområdet. För majoriteten av skadescenarierna har bebyggelsen en reducerande effekt på skadeavstånd och sannolikheten att omkomma (bl.a. olycka med brännbar respektive giftig gas, brandfarliga vätskor samt urspårning). För skadescenarier med explosiva ämnen bedöms däremot skadeavstånden och sannolikheten att omkomma vara högre inomhus.

I figur C.2 redovisas individrisken för planområdet och dess omgivning som funktion av avståndet till Ostkustbanan där hänsyn tas till planerad bebyggelse.

Avstånden i figuren utgår från närmaste spårmitt.



Figur C.2. Individrisk för person inom planområdet som funktion av avståndet till Ostkustbanan. Med hänsyn tagen till nivåskillnader samt förutsatt byggnadsutformning och avskärmande barriärer vid bebyggelse nära järnvägen.

Avståndet utgår från järnvägens närmaste spårmitt.

(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

4. Beräkning av Samhällsrisk

4.1 Metodik

Samhällsrisknivån presenteras som en F/N-kurva, vilket anger den kumulativa frekvensen för N, eller fler än N, antal omkomna inom det studerade området till följd av olycka på Ostkustbanan. I bilaga B redovisas omfattningen av det studerade området, vilket omfattar både aktuellt planområde samt omgivande bebyggelse. Samhällsrisken beräknas för planförslaget (d.v.s. med planerad bebyggelse och markanvändning inom det aktuella planområdet) samt för ett nollalternativ (befintliga förhållanden inom planområdet).

Det finns ett flertal olika parametrar som påverkar samhällsrisken, framför allt med avseende på konsekvensernas storlek vid händelse av en olycka. Enligt bilaga B har konsekvensberäkningarna genomförts konservativt med avseende på den nya bebyggelsen:

1. Det studerade området har delats upp i tre delsträckor med hänsyn till planområdets utformning samt variationer i planerad bebyggelse kommer, se bilaga B. För respektive delsträcka studeras skadescenarierna utifrån de förutsättningar som innebär så stora konsekvenser som möjligt för själva planområdet. Det antas konservativt att skadescenarierna inträffar mitt respektive delsträcka. Vid sammanställningen av samhällsrisker för den studerade järnvägssträckan antas att de beräknade konsekvenserna kan inträffa oavsett var på respektive delsträckan som olyckan inträffar. Detta är ett konservativt antagande som säkerställer att risknivån för det aktuella planområdet inte underskattas med hänsyn till kringliggande bebyggelse. För att ta hänsyn till detta reduceras den totala frekvensen beroende på respektive delsträckas längd i förhållande till den totala studerade sträckan.
2. Enligt avsnitt 2.1 så blir skadeområdet för vissa skadescenarier förknippade med gaser samt urspårning inte cirkulära. Med hänsyn till planområdets utformning samt variationer i planerad bebyggelse kan konsekvenserna variera beroende på vilken sida av järnvägen som påverkas. Konsekvensberäkningarna för dessa scenarier har därför genomförts för skadeområden väster respektive öster om järnvägen. Vid sammanvägningen av samhällsrisker delas frekvensen för dessa scenarier upp med hänsyn till om de innebär skadeområden väster eller öster om järnvägen (d.v.s. 50/50).
3. Vidare antas respektive skadescenario inträffa då personantalet inom det studerade området är som störst, vilket innebär största möjliga konsekvenser. Vid sammanställningen av samhällsrisker antas att dessa konsekvenser uppstår oavsett vilken tid på dygnet eller året som olyckan inträffar. Även detta innebär en konservativ skattning av samhällsrisker.

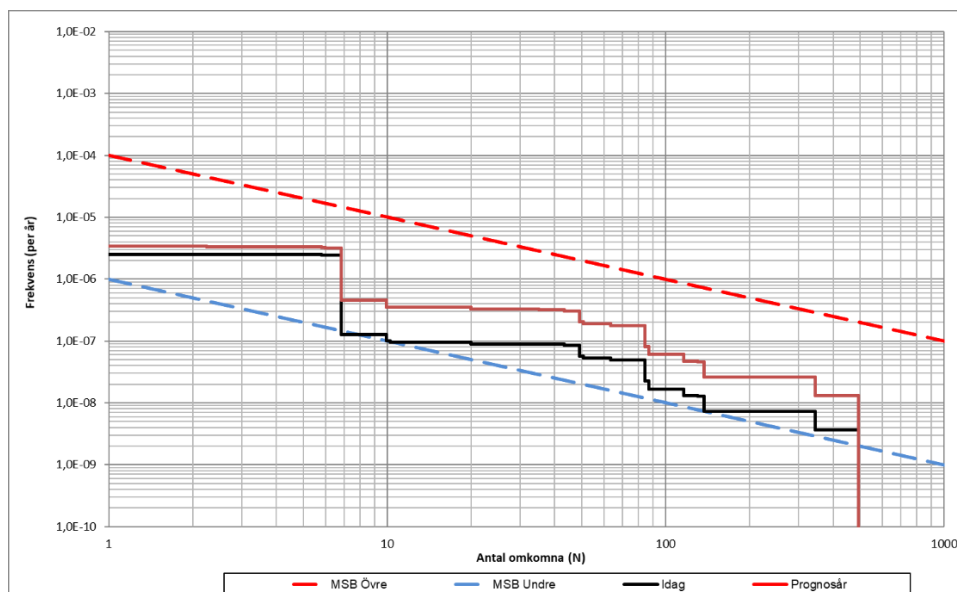
4.2 Bedömningskriterier

Den beräknade samhällsrisker kommer att värderas utifrån de kriterier för acceptans av risk som redovisas i *Värdering av risk /1/*, se avsnitt 5.3 i huvudrapporten. Riskkriterierna redovisas även i Figur C.3-C.4.

4.3 Resultat

4.3.1 Nollalternativet

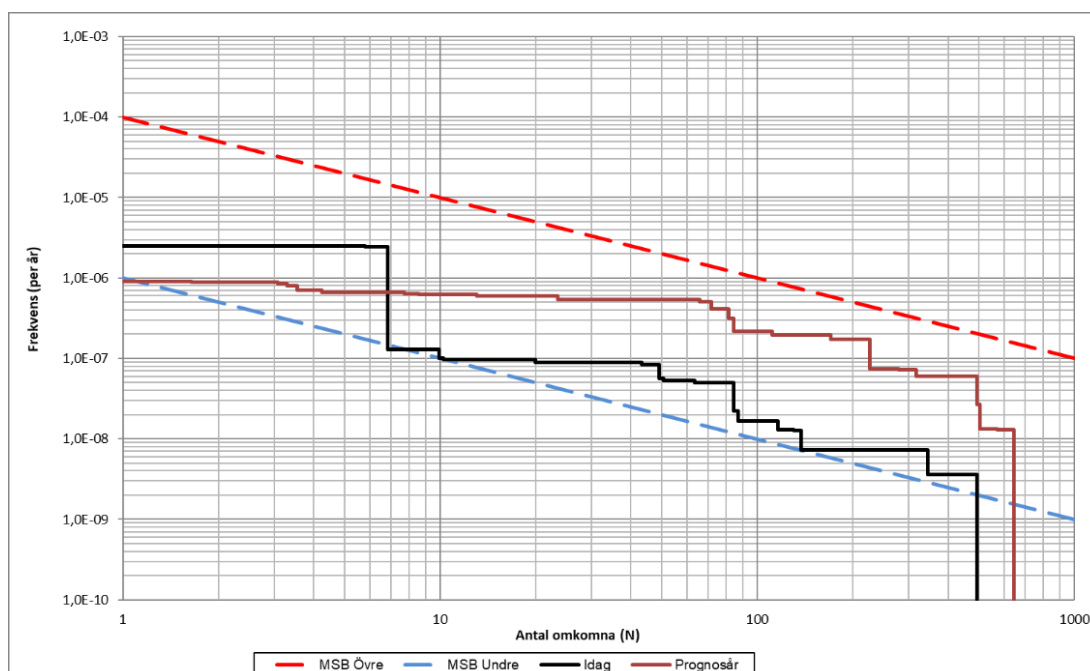
I figur C.3 redovisas den uppskattade samhällsrisker inom det studerade området, vilket omfattar både aktuellt planområdet samt omgivande bebyggelse inom 150 meter från Ostkustbanan. I figuren redovisas samhällsrisker för nollalternativet (d.v.s. utan planerad ny bebyggelse inom planområdet). Samhällsrisker redovisas för dagens trafik samt för en prognostiserad trafik 2030/2040.



Figur C.3. Samhällsrisik för planområdet Väsby Entré samt dess omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med järnvägen. Nollalternativet.
(Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)

4.3.2 Planförslag utan åtgärder

I figur C.4 redovisas den uppskattade samhällsrisken inom det studerade området, vilket omfattar både aktuellt planområde samt omgivande bebyggelse inom 150 meter från järnvägen. I figuren redovisas samhällsrisken för det aktuella planförslaget (d.v.s. med planerad ny bebyggelse inom planområdet). Samhällsrisken redovisas för dagens trafik samt för en prognostiserad trafik 2030/2040.



Figur C.4. Samhällsrisik för planområdet Väsby Entré samt dess omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med järnvägen. Planförslag.
(Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)

4.3.3 Planförslag med åtgärder

I avsnitt 6 i huvudrapporten beskrivs vilka säkerhetshöjande restriktioner och åtgärder som behöver vidtas vid ny bebyggelse och ändrad markanvändning för det studerade planområdet.

De rekommenderade åtgärderna innebär att samhällsriskerna minskar genom att reducera konsekvenserna av de studerade olycksscenarierna. I figur C.5 redovisas den beräknade samhällsriskerna för utförandealternativet år 2050 utan respektive med rekommenderade åtgärder samt för nollalternativet.

För planförslaget med åtgärder antas att åtgärderna har följande reducerande effekter (samtliga avstånd utgår från närmaste spårmitte efter framtida utbyggnad av järnvägen):

Planering och placering av ny bebyggelse samt markanvändning

Obebyggda ytor mellan järnvägen och ny bebyggelse bör utföras så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Avståndet mellan Ostkustbanan och ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse ska ej understiga 20 m. Enstaka busshållplats, cykelparkering samt markparkering bedöms kunna accepteras inom detta avstånd. .

Reducerar antalet omkomna utomhus för olycksrisker med skadeavstånd som understiger dessa avstånd samt reducerar antalet omkomna utomhus för övriga olycksrisker. Föreslagen markanvändning för aktuella ytor uppfyller åtgärdsförslaget och utgör förutsättning för riskberäkningarna. Konsekvensberäkningarna beaktar inte i detalj placering av ytor som uppmuntrar till stadigvarande vistelse eftersom dessa förutsättningar kan förändras.

Avståndet mellan järnvägen och bostäder, förskolor samt personintensiva verksamheter ska ej understiga 25 m.

Avståndet mellan järnvägen och handel (ej personintensiv) ska ej understiga 25 m.

Avståndet mellan järnvägen och väntytter m.m. inom bussterminal ska ej understiga 25 m.

Eliminerar antalet omkomna inom ny bebyggelse för olycksrisker med skadeavstånd < 25 m samt reducerar antalet omkomna inom ny bebyggelse för övriga olycksrisker. Föreslagen markanvändning för ny bebyggelse uppfyller åtgärdsförslaget och utgör förutsättning för riskberäkningarna.

Byggnadstekniska åtgärder

- **Utrymning:** Vid bostäder, förskolor och personintensiva verksamheter inom 50 meter från järnvägen ska utrymningsvägar, för lokaler där personer vistas stadigvarande, placeras så att utrymning kan ske till säker plats vid olycka på järnvägen.

Reducerar antalet omkomna inomhus i planområdet för olycksrisker som ej innebär direkt skada invändigt, t.ex. olycka med brännbar respektive giftig gas samt brandfarlig vätska. Den reducerande effekten sker framför allt i kombination med nedanstående åtgärder för skydd mot gaser och brand. Riskreducerande effekt för enbart denna åtgärd antas grovt till 0 %.

- **Skydd mot gaser:** Vid bostäder, förskolor och personintensiva verksamheter inom 50 meter från järnvägen ska friskluftsintag för lokaler där personer vistas stadigvarande placeras mot en trygg sida, d.v.s. bort från riskkälla alternativt på byggnadernas tak. Mekaniska ventilationssystem ska utföras med central nödavstängningsfunktion (manuell).

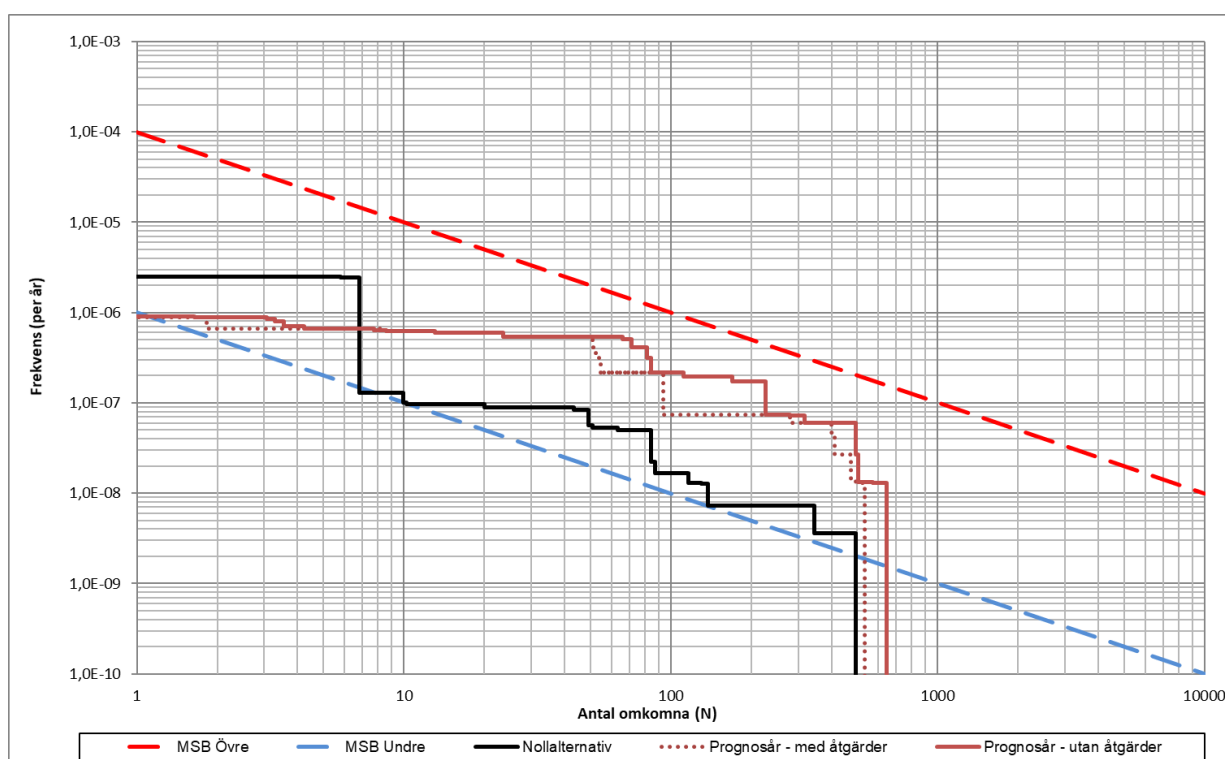
Reducerar antalet omkomna inomhus i planområdet vid olycka med brännbar respektive giftig gas. Åtgärdernas reducerande effekt är svår att simulera/uppskatta, varför den ansätts konservativt till 25 % för ny bebyggelse inom ovanstående avstånd. Med hänsyn till ny bebyggelse inom planområdet som uppfyller skyddsavstånden samt kringliggande bebyggelse antas den totala riskreducerande effekten inomhus vara 15 %. Riskreducerande effekt utomhus antas vara 0 %.

(Den reducerande effekten vid olycka med brännbar gas sker framför allt i kombination med nedanstående åtgärder för skydd mot brand.)

- **Skydd mot brand:** Vid bostäder, förskolor och personintensiva verksamheter inom 50 meter från järnvägen ska fasader som vetter direkt mot riskkälla (d.v.s. ingen framförbyggande bebyggelse) utföras obrännbara alternativt med en konstruktion som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30.

Fönster som vetter direkt mot riskkälla ska utföras med brandglas. Inom 30 m från järnvägen ska fönster utföras i lägst brandteknisk klass EW 30.

Reducerar antalet omkomna inomhus i planområdet med 100 % vid olycka med brännbar gas respektive brandfarlig vätska. Med hänsyn till ny bebyggelse inom planområdet som uppfyller skyddsavstånden samt kringliggande bebyggelse antas den totala riskreducerande effekten inomhus vara 80-100 % (skadescenarierna påverkar framför allt bebyggelsen närmast riskkällan som fungerar som avskärmade barriär mot bakomliggande byggnader). Riskreducerande effekt utomhus antas vara 0 %.



Figur C.5. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för nollalternativ samt studerat utförandealternativ utan, respektive med rekommenderade åtgärder.

5. Känslighetsanalys

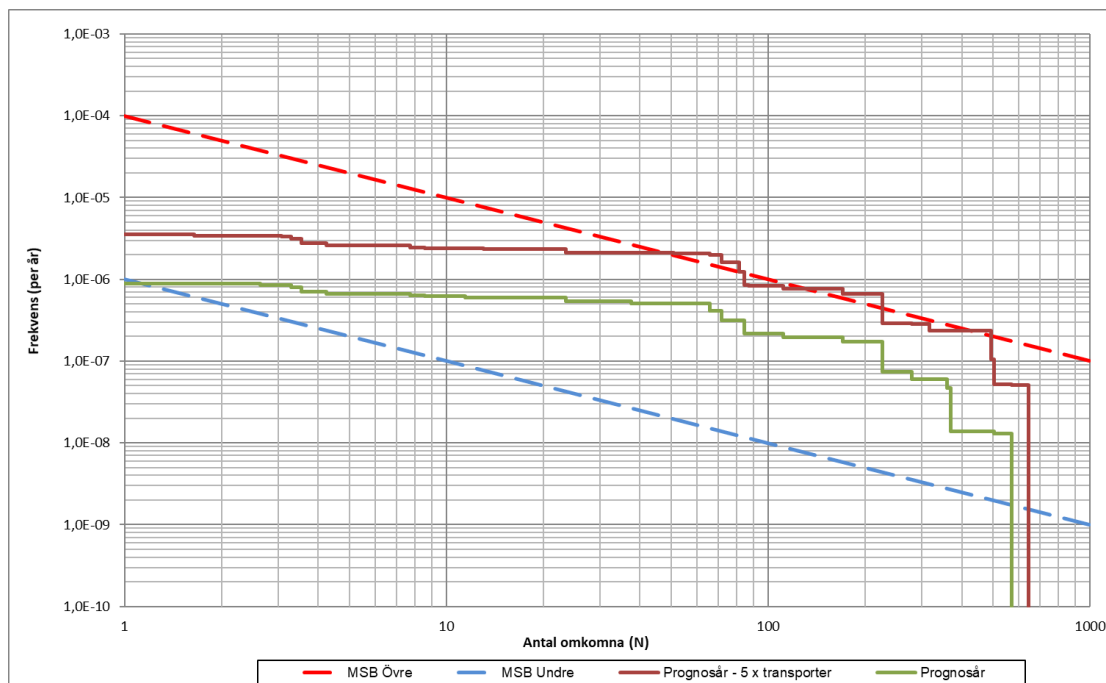
Med hänsyn till osäkerheter i det statistiska underlaget upprättas en känslighetsanalys som beaktar förändrade förutsättningar avseende dels frekvensberäkningar och dels avseende konsekvensberäkningar, se bilaga A och bilaga B.

Känslighetsanalysen omfattar även sammanvägning av samhällsrisk för de förändrade förutsättningarna. Känslighetsanalysen beräknas endast för utförandealternativet.

5.1 Del 1. Förändrat transportantal

Denna del av känslighetsanalysen omfattar frekvensberäkningar för olycka med farligt gods där antalet transporter har antagits öka med en **faktor 5** i förhållande till dimensionerande transportmängder för prognosåret. Känslighetsanalysen omfattar en ökning av det totala antalet farligt godstransporter.

I figur C.6 redovisas resultatet av del 1.

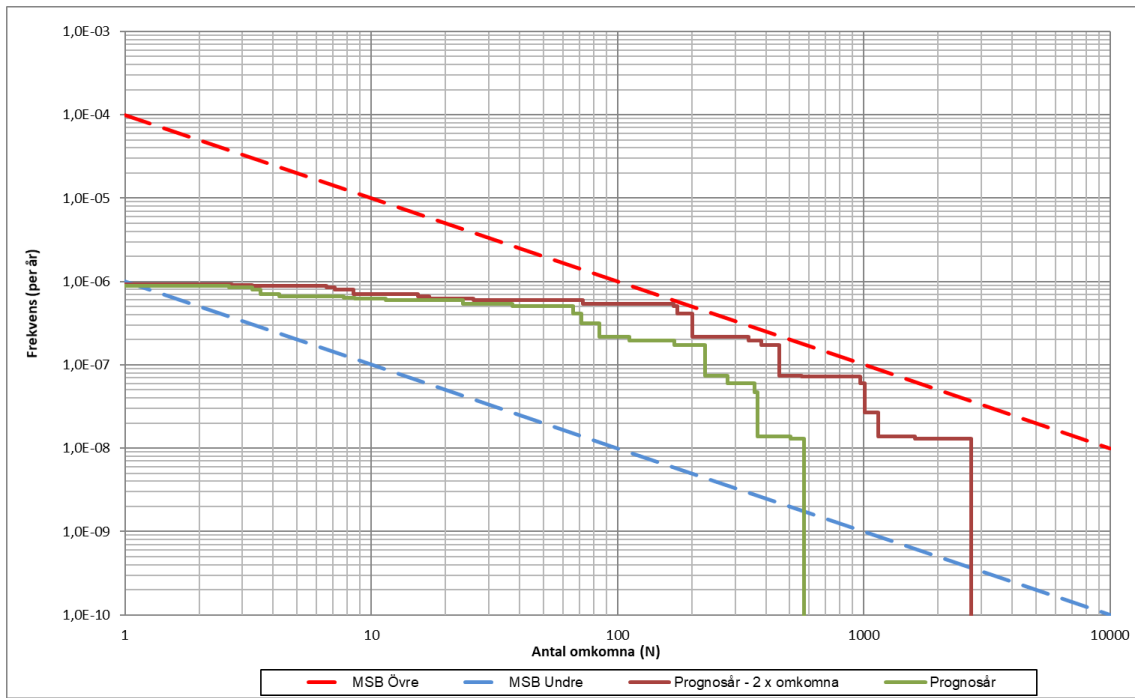


Figur C.6. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån med avseende på skadescenarier på Ostkustbanan. Känslighetsanalys del 1.

5.2 Del 2. Förändrade konsekvenser

Denna del av känslighetsanalysen omfattar konsekvensberäkningarna för respektive olycksrisk där antalet omkomna har antagits öka med en **faktor 2** i förhållande till dimensionerande förutsättningar.

I figur C.7 redovisas resultatet av del 2.



Figur C.7. F/N-kurva som redovisar samhällsriskenivån med avseende på skadescenarier på Ostkustbanan.