



CARE OF BRAND & RISK

KV LÖTEN, UPPSALA

Riskbedömning inför ny detaljplan

2025-12-17

PROJEKTINFORMATION

Projektnamn: Kv Löten, Uppsala
Kommun: Uppsala
Adress: Vattholmavägen/Gamla Uppsalagatan
Ärende: Riskbedömning inför ny detaljplan

Uppdragsgivare: Genova Bostads Projektutveckling AB
Kontaktperson: Robert Moberg

Upprättad av: Anna Lilja
Brandingenjör/Civilingenjör i Riskhantering
anna.lilja@cobrandrisk.se
Tel. 072-522 00 78

Andreas Robbe
Brandingenjör/Civilingenjör i Riskhantering
andreas.robbe@cobrandrisk.se
Tel. 070-600 22 03

Kvalitetskontroll: Martin Wier
Brandingenjör/Civilingenjör i Riskhantering
martin.wier@cobrandrisk.se
Tel. 072-522 00 37

Tabell 1. Tabell över versionshistorik.

Version	Datum	Upprättad av	Kvalitetskontrollerad av
Riskbedömning, version 1	2025-10-31	AL/AR	MW
Riskbedömning, version 2	2025-12-17	AL	AR

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	4
1 Inledning.....	5
1.1 Syfte och mål.....	5
1.2 Dokumentets omfattning och avgränsning	5
1.3 Underlag	5
1.4 Revideringar	5
1.5 Kvalitetssäkring.....	5
2 Riskhänsyn vid ny bebyggelse	6
2.1 Risk.....	6
2.2 Styrande och vägledande dokument	7
3 Metodik	8
4 Transport av farligt gods	9
5 Områdes- och byggnadsbeskrivning	10
6 Riskidentifiering.....	11
6.1 Identifierade riskkällor	11
7 Riskuppskattning.....	12
7.1 Ostkustbanan	12
7.2 Val av olycksscenario.....	14
7.3 Olycksfrekvens och konsekvenser.....	14
8 Riskvärdering	14
8.1 Resultat individrisk.....	14
8.2 Resultat samhällsrisk	16
8.3 Osäkerheter och känslighetsanalys	17
9 Riskreducerande åtgärder	17
9.1 Verifiering av riskreducerande åtgärder	18
10 Slutsats	18
11 Referenser.....	19
Bilaga A- Beräkning olycksfrekvens järnväg	20
Olycksfrekvens.....	20
Sannolikhet och konsekvens	21
Bilaga B- Beräkning massexplosiver (klass 1.1).....	22
Beräkningsmodell 1: The Kingery-Bulmash Blast Parameter Calculator.....	22
Beräkningsmodell 2: Blast Damage Estimation	22
Val av beräkningsmodell	22
Resultat	23
Slutsats.....	26
Bilaga C- Beräkning utsläpp brandfarlig gas (klass 2.1).....	27
Konsekvensberäkning.....	28
Resultat	29
Slutsats.....	29

Bilaga D- Beräkning utsläpp giftig gas (klass 2.3).....	31
Konsekvensberäkning.....	31
Resultat.....	32
Slutsats.....	32
Bilaga E- Beräkning utsläpp brandfarlig vätska (klass 3)	33
Dimensionerande skadefall.....	33
Beräkning av konsekvensområde	33
Resultat.....	34
Slutsats.....	34

SAMMANFATTNING

Denna rapport utgör riskbedömning i samband med framtagandet av en ny detaljplan för Kv. Lötén i Uppsala.

Aktuellt planområde ligger längs med järnvägen Ostkustbanan, där det sker regelbundna transporter av farligt gods. I närområdet finns även en tankstation. Norr om planområdet passerar Bärbyleden (väg 55). Syftet med den nya detaljplanen är att kunna uppföra ett nytt flerbostadshus med uthyrningsbara lokaler på planområdet.

Riskbedömningen upprättas främst för att utreda hur riskerna kopplade till transporter av farligt gods på Ostkustbanan samt hur transporter av farligt gods till och inom tankstationen kan påverka området. Med hänsyn till avståndet till Bärbyleden (väg 55) bedöms olyckor kopplade till transporter med farligt gods på vägavsnittet enbart ha en marginell riskpåverkan på planområdet.

Ostkustbanan är klassad som en rekommenderad farligt godsled, vilket innebär att det kan ske transporter av samtliga ämnesklasser på järnvägsspåret. I huvudsak trafikerar dock studerad del av Ostkustbanan av persontåg.

Riskbedömningen har genomförts som en detaljerad riskanalys, där beräkningar samt bedömningar primärt har legat till grund för resultatet samt vilka riskreducerande åtgärder som bedömts vara skäliga att vidta. Beräkningar har gjorts dels för nuläget baserat på konfidentiell statistik från Trafikverket, dels för Prognosåret 2040.

Resultaten av riskbedömningen visar att beräknad individ- och samhällsrisk generellt ligger under ALARP-området men att en olycka med ett urspårat tåg/tågvagn medför att riskprofilerna hamnar inom ALARP-området. Risknivån är dock enbart inom ALARP-området utanför det område där flerbostadshuset planeras att uppföras, dvs markytan närmst spårområdet.

Följande förutsättningar ska behållas under projekteringen gång:

- Planerat flerbostadshus uppförs som närmst 30 m från närmsta spårmitt (Ostkustbanan). Eventuella balkonger som vetter mot Ostkustbanan inom detta område godtas men inte uteplatser.
- Elnätstationen placeras enligt riktlinjer från Vattenfall (2025) så att ett skyddsavstånd på minst 7 m erhålls till annan byggnad.

Följande riskreducerande åtgärd ska vidtas:

- Markområdet mellan Ostkustbanan och planerad bebyggelse ska utformas på ett sådant sätt att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Området kan nyttjas till ytparkering där bland annat cykelparkering med skärmtak godtas men lekplatser, utegym, grillplatser etc ska undvikas.
- Förrådsbyggnader inom ett avstånd på 30 m från Ostkustbanan ska undvikas.
- Elnätstation som utförs i obrännbar konstruktion, t ex betong, samt med dörr eller andra öppningar som vetter bort från spårområdet kan placeras som närmst 10 m från Ostkustbanan (mätt från närmsta spårmitt). Genom att utföra elnätstationen i en obrännbar konstruktion samt med öppningar (t ex dörr) som vetter bort från Ostkustbanan bedöms spridningen av en eventuell brand inne i elnätstationen begränsas och inte påverka spårtrafiken negativt.

1 INLEDNING

Denna rapport utgör riskbedömning i samband med framtagande av ny detaljplan för Kv. Löten i norra delen av Uppsala.

Aktuellt planområde ligger längs med järnvägen Ostkustbanan, där det sker regelbundna transporter av farligt gods, samt söder om Bärbyleden (väg 55). I närområdet finns även en tankstation dit det sker transporter med farligt gods. Syftet med den nya detaljplanen är att kunna uppföra ett nytt flerbostadshus med uthyrningsbara lokaler i markplan på planområdet.

Denna riskbedömning upprättas främst för att utreda hur riskerna kopplade till transporter av farligt gods på Ostkustbanan samt till och inom tankstationen kan påverka planområdet.

1.1 Syfte och mål

Syftet med riskbedömningen är att kartlägga och bedöma de risker som kan påverka det aktuella området till följd av transporter av farligt gods samt närliggande verksamheter som hanterar brandfarliga ämnen i betydande omfattning.

Denna riskbedömning ska utgöra ett beslutsunderlag för detaljplaneärendet att avgöra om den föreslagna bebyggelsen inom planområdet är lämplig ur risksynpunkt. Den ska även ge en uppskattning av nuvarande risknivå för aktuellt planområde. Vid behov presenteras förslag på riskreducerande åtgärder som kan sänka risknivån för studerat område.

1.2 Dokumentets omfattning och avgränsning

De risker som utreds i denna riskbedömning är sådana som kan ge upphov till skada på människors liv och hälsa hos de personer som vistas inom aktuellt planområde. Däremot studeras ej uppsåtliga skador, bullerstörningar, miljörisker eller vibrationsskador.

Endast riskkällor inom ett avstånd av 150 meter från planområdet har beaktats.

I övrigt förutsätts det att transporter av farligt gods sker i enlighet med gällande regelverk och myndighetskrav för respektive transporttyp.

1.3 Underlag

Följande har utgjort underlag till denna riskbedömning:

- Ritningsunderlag upprättat av Genova, odaterat.
- Platsbesök genomfört 2025-10-17.
- Information från uppdragsgivaren.

1.4 Revideringar

Denna version av riskbedömningen innehåller revideringar. Ny och reviderad text är markerad med kantlinje i höger marginal.

1.5 Kvalitetssäkring

Denna version av riskbedömningen har kvalitetssäkrats av brandingenjör och civilingenjör i riskhantering Andreas Robbe för att uppfylla Care of Brand & Risks kvalitetssystem samt relevanta krav i gällande regelverk.

2 RISKHÄNSYN VID NY BEBYGGELSE

2.1 Risk

Risk definieras som en kombination av sannolikheten för att en oönskad händelse inträffar och de konsekvenser som händelsen kan medföra. Sannolikheten uttrycks som en förväntad frekvens, medan konsekvensen avser omfattningen av de potentiella skador som kan uppstå om händelsen inträffar.

Individrisk avser sannolikheten för att en enskild individ omkommer till följd av en specifik händelse under ett år på en viss plats. Denna riskbedömning är oberoende av antalet personer som vistas i området och används för att säkerställa att individer inte exponeras för oacceptabelt höga risknivåer.

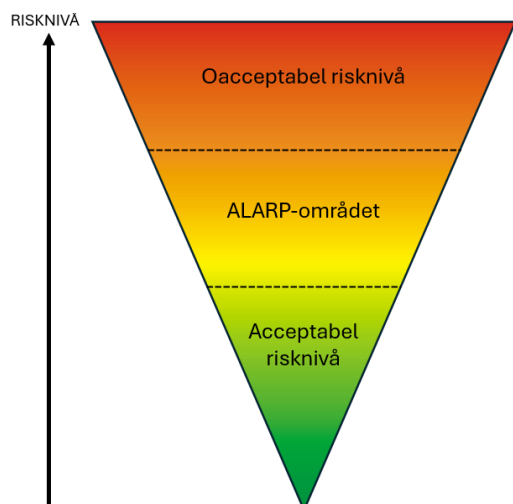
Samhällsrisk beskriver den sammanlagda sannolikheten för att ett visst antal personer omkommer som en följd av oönskade händelser. Den tar hänsyn till befolkningstätheten inom det aktuella området och redovisas generellt i form av en så kallat FN-kurva (Räddningsverket, 2003).

2.1.1 Acceptanskriterier

När risker för människors liv och hälsa ska bedömas används fyra grundprinciper som tagits fram av Räddningsverket, numera Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Dessa principer utgör en övergripande ram för riskbedömning (Statens räddningsverk, 1997):

- **Rimlighetsprincipen:** Risker som kan minskas eller elimineras med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel ska oavsett risknivå hanteras.
- **Proportionalitetsprincipen:** Den sammanlagda risknivån som en verksamhet medför bör stå i rimlig proportion till den nytta verksamheten skapar, t ex i form av tjänster eller produkter.
- **Fördelningsprincipen:** Riskerna som en verksamhet medför bör vara skäligt fördelade i samhället i förhållande till nyttan den ger.
- **Principen om undvikande av katastrofer:** Om olyckor inträffar, bör de hellre ta formen av mindre händelser som samhället har resurser att hantera, än utvecklas till större katastrofer.

Vid värdering av risk erfordras någon form av acceptanskriterier. Risknivåer brukar delas in i tre olika nivåer; risker som generellt kan accepteras, risker som är acceptabla om rimliga åtgärder vidtas samt risker som inte är acceptabla. Området i mitten, alltså området för risker som är acceptabla givet att rimliga åtgärder vidtas, kallas för ALARP-området (as low as reasonably practicable). De tre olika områdena framgår i Figur 1. Risker som hamnar inom ALARP-området kan accepteras givet att riskreducerande åtgärder inte är möjliga att vidta eller om kostnaden för riskreducerande åtgärder överskrider nyttan.



Figur 1. Illustration över de tre olika risknivåerna. ALARP-området utgörs av området mellan acceptabel och oacceptabel risknivå.

I rapporten *Värdering av risk* (Statens räddningsverk, 1997) föreslås acceptanskriterier för värdering av individ- och samhällsrisk.

För beräkning av individrisk föreslås det att den övre gränsen för ALARP-området är 10^{-5} per år och att den nedre gränsen för ALARP-området är 10^{-7} per år.

För beräkning av samhällsrisk föreslås det för ett dödsfall att den övre gränsen för ALARP-området är 10^{-4} och att den nedre gränsen för ALARP-området är 10^{-6} per år och kilometer. Vidare föreslås det att lutningen på FN-kurvan är -1.

2.2 Styrande och vägledande dokument

Det finns flera styrande dokument samt vägledningar som ska beaktas vid planläggning intill t.ex. en farligt godsled.

2.2.1 Plan- och bygglagen

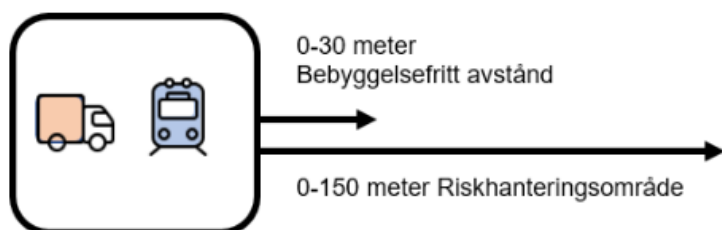
Enligt plan- och bygglagen (2010:900) ska bebyggelse och byggnadsverk placeras på mark som är lämplig för ändamålet, med särskilt hänsynstagande till människors hälsa och säkerhet.

Dessutom ska byggnadernas utformning och placering på marken ske på ett sätt som minimerar risken för bland annat bränder, trafikolyckor och andra typer av olyckshändelser.

2.2.2 Länsstyrelsens riktlinjer

Det finns inga nationella krav eller riktlinjer för hur bebyggelse ska planeras i närheten av vägar eller järnvägar där det sker transporter av farligt gods. På grund av detta har flera länsstyrelser tagit fram egna riktlinjer som har anpassats efter lokala förutsättningar. Dessa riktlinjer är vägledande och utgör inga bindande krav i planeringsprocessen men riktlinjerna används ofta som underlag vid bedömning av risk.

År 2023 gav Länsstyrelsen Uppsala län ut rapporten *Riskhantering vid transportleder för farligt gods*. I rapporten anges riktlinjer avseende riskhantering i den fysiska planeringen vid bebyggelse intill en farligt godsled. I rapporten anges det t.ex. att en riskbedömning alltid ska göras vid bebyggelse inom 150 m, mätt från närmsta spårmitt eller väggkant, från en farligt gods-transportled. Inom detta riskhanteringsområde bör ett bebyggelsefritt skyddsavstånd på minst 30 m från riskkällan generellt upprätthållas, se Figur 2.



Figur 2. Riskhanteringsområde samt rekommenderat skyddsavstånd mellan bebyggelse och farligt godsled.

I rapporten görs en uppdelning i röd, gul och grön zon där de olika zonerna anger vilken typ av information som kan behöva ingå samt redovisas i planhandlingarna, se Tabell 2. Zonindelningen grundar sig på den aktuella transportleden, avståndet till transportleden samt den föreslagna markanvändningen. Inom röd och gul zon ska en kvantitativ riskbedömning upprättas. Inom grön zon är risknivån vanligtvis acceptabel men en kvantitativ riskbedömning ska ändå upprättas för att påvisa den låga risknivån.

På aktuellt planområde planeras det att uppföras ett flerbostadshus med lokaler i markplan. Bostäderna hänförs till *känslig markanvändningen* medan de uthyrningsbara lokalerna, givet att de nyttjas till kontor eller detaljhandel, hänförs till *normalkänslig*.

Tabell 2. Tabell över zonindelning för olika typer av markanvändning vid bebyggelse intill järnväg.

Markanvändning	Röd zon	Gul zon	Grön zon
Mindre känslig	0 – 30 meter	30 – 50 meter	50 – 150 meter
Normalkänslig	0 – 30 meter	30 – 50 meter	50 – 150 meter
Känslig	0 – 30 meter	30 – 80 meter	80 – 150 meter

2.2.3 Rekommendationer från Trafikverket

Trafikverket (2020) har upprättat rapporten *Transportsystemet i samhällsplaneringen*, vilken kan användas som ett stöd i samhällsplaneringen vid bebyggelse i närheten till en järnväg. I rapporten rekommenderas ett generellt bebyggelsefritt avstånd på minst 30 m mellan ny bebyggelse och närmsta spårmitt. Enligt uppgift från Trafikverket (2025a) kan det dock godtas att t ex en elnästation byggs inom detta skyddsavstånd givet att elnästationen utformas på ett sådant sätt att risken att en eventuell brand eller liknande i elnästationen påverkar spårtrafiken negativt är liten.

Ett skyddsavstånd på 30 m bedöms ge utrymme för nödvändiga underhållsarbeten samt för räddningsinsatser vid en eventuell olycka. Skyddsavståndet möjliggör också införande av ytterligare riskreducerande åtgärder vid framtida förändrade riskförhållanden.

I rapporten framgår det även att risker kopplade till järnvägen kan sträcka sig längre än 30 m. Det rekommenderas därför att en riskbedömning upprättas för all ny bebyggelse inom 150 m från närmaste spårmitt där det sker transporter av farligt gods.

2.2.4 Bebyggelse intill tankstation

I rapporten *”Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstation”* (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000) anges bland annat följande rekommenderade skyddsavstånd vid bebyggelse i nära anslutning till tankstationer:

- I nyplaneringsfallet bör ambitionen vara att hålla ett skyddsavstånd på 100 m från en tankstation till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus.
- Byggnad bör inte uppföras inom 25 m från tankstationens lossningsplats, pumpstation och cisternernas avluftsanordningar.
- Kontorsbebyggelse bör inte uppföras närmare än 25 m från en tankstation.
- Bostäder och andra och personintensiva verksamheter bör ej uppföras närmare än 50 m från en tankstation.

I handboken *”Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer”* (MSB, 2015) anges rekommenderade skyddsavstånd mellan olika objekt tillhörande tankstationen och bebyggelse inom tankstations närområde. Störst skyddsavstånd rekommenderas till lossningsplatsen eftersom det är där riskerna är som störst. Mellan lossningsplatsen och bostäder, kontor etc rekommenderas därför ett skyddsavstånd på minst 25 m.

Utöver ovanstående finns även regelverket *”Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor”* som anger hur hantering och förvaring av brandfarliga och explosiva varor ska ske.

3 METODIK

Denna riskbedömning har följt nedanstående metodik som är uppdelad i tre steg.

Steg 1 – Riskidentifiering

Som ett första steg har en inventering av området genomförts för att identifiera potentiella olyckshändelser och riskkällor som kan påverka berört område. Denna översiktliga genomgång har legat till grund för en initial och övergripande utvärdering som i sin tur gett ett mer strukturerat underlag för det fortsatta arbetet.

Steg 2 – Fördjupad riskanalys

De riskkällor och händelser som har identifierats som särskilt betydelsefulla för områdets risknivå har därefter analyserats mer ingående. Denna analys har omfattat en bedömning av sannolikheten för respektive händelse samt de potentiella konsekvenserna. Analysen har genomförts med hjälp av logiska resonemang och/eller kvantitativa metoder. I de fall där risknivån har bedömts som oacceptabel enligt tidigare angivna acceptanskriterier har förslag på riskreducerande åtgärder tagits fram för att uppnå en acceptabel risknivå.

Steg 3 – Samlad riskbedömning

Slutligen har resultaten från de fördjupade analyserna sammanställts för att ge en helhetsbild av området totala risknivå. I detta skede har även de föreslagna riskreducerande åtgärderna verifierats för att säkerställa att de bidrar till att minska risknivån i berört område på ett effektivt sätt.

4 TRANSPORT AV FARLIGT GODS

Farligt gods är ämnen och föremål som på grund av deras fysikaliska eller kemiska egenskaper kan orsaka skador på liv, hälsa, egendom eller miljö om en transportolycka skulle uppstå. Farligt gods kan till exempel ha explosiva, giftiga, brandfarliga, frätande eller radioaktiva egenskaper.

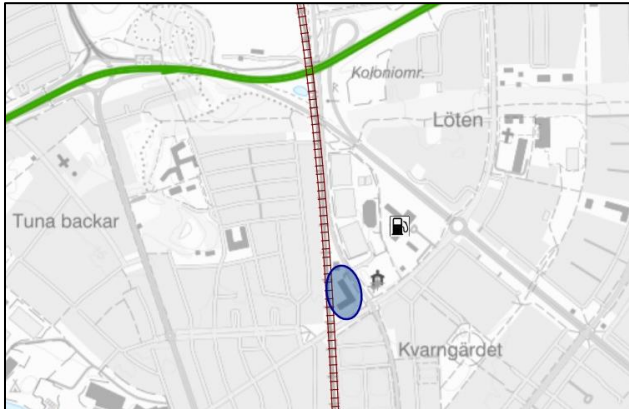
Vid transport av farligt gods gäller bland annat de två regelverken ADR-S och RID-S. ADR-S gäller för nationell och internationell transport av farligt gods på väg eller terräng. RID-S gäller för nationell och internationell transport av farligt gods på järnväg. Bokstaven S avser den svenska utgåvan (MSB, 2025).

Farligt gods delas in i nio olika ämnesklasser varav vissa även är indelade i underkategorier. Nedan redovisas dock enbart underkategorierna för Klass 2 - *Gaser*.

- **Klass 1, Explosiva ämnen och föremål** (Sprängämnen, fyrverkerier, ammunition etc)
- **Klass 2, Gaser**
 - o 2.1 - Brandfarliga gaser (t ex gasol, acetylen)
 - o 2.2 – Icke brandfarliga, icke giftiga gaser (t ex argon, kväve)
 - o 2.3 - Giftiga gaser (t ex ammoniak, klor)
- **Klass 3, Brandfarliga vätskor** (t ex bensin, etanol, lösningsmedel)
- **Klass 4, Brandfarliga fasta ämnen m.m** (t ex metallpulver, tändstickor, fosfor)
- **Klass 5, Oxiderande ämnen och oorganiska peroxider** (t ex nitrater, klorater, väteperoxid)
- **Klass 6, Giftiga ämnen** (t ex arsenik, cyanider, bly)
- **Klass 7, Radioaktiva ämnen** (t ex medicinska isotoper, rökdetektorer)
- **Klass 8, Frätande ämnen** (t ex svavelsyra, saltsyra, salpetersyra)
- **Klass 9, Övriga farliga ämnen** (t ex asbest, gödningsämnen)

5 OMRÅDES- OCH BYGGNADSBESKRIVNING

Aktuellt planområde är beläget i norra delen av Uppsala. Väster om planområdet passerar järnvägen Ostkustbanan och norr om området passerar Bärbyleden (väg 55), se Figur 3.



Figur 3. Planområdet är schematiskt markerat med blå cirkel. Helden grön markering visar Bärbyleden (väg 55), vilken är klassad som en primär farligt godsled. Röd järnvägsmarkering visar järnvägen Ostkustbanan. I figuren framgår det även var i närområdet som det finns en tankstation.

Befintlig bebyggelse på fastigheten är tänkt att rivas för att ge plats åt ett nytt flerbostadshus med uthyrningsbara lokaler i markplan samt ett parkeringsgarage under kvarterets innergård, se Figur 4 och 5.

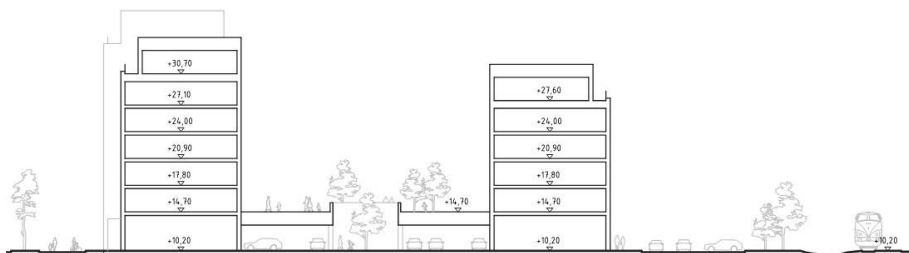
Inom berört område planeras det även att byggas en elnätstation, vilken placeras mellan planerat flerbostadshus och Ostkustbanan. Det är dock inte fastställt var elnätstationen kommer att uppföras men enligt Vattenfall (2025) ska ett skyddavstånd på minst 7 m erhållas mellan elnätstation och annan byggnad. På området mellan flerbostadshuset och Ostkustbanan planeras det även att finnas ytparkering för bilar samt cykelparkering under skärmtak.

Intilliggande byggnader utgörs främst av bostäder, föreningslokaler, en moské samt en tankstation.



Figur 4. Planerad byggnad.

I Figur 5 framgår det att topografin mellan Ostkustbanan och planområdet är jämn med undantag för ett dike intill järnvägsspåren. Berört område är avgränsat från spårområdet med ett metallstängsel.



Figur 5. En bild som planerad byggnad i sektion. Till höger i bilden visas även Ostkustbanan.

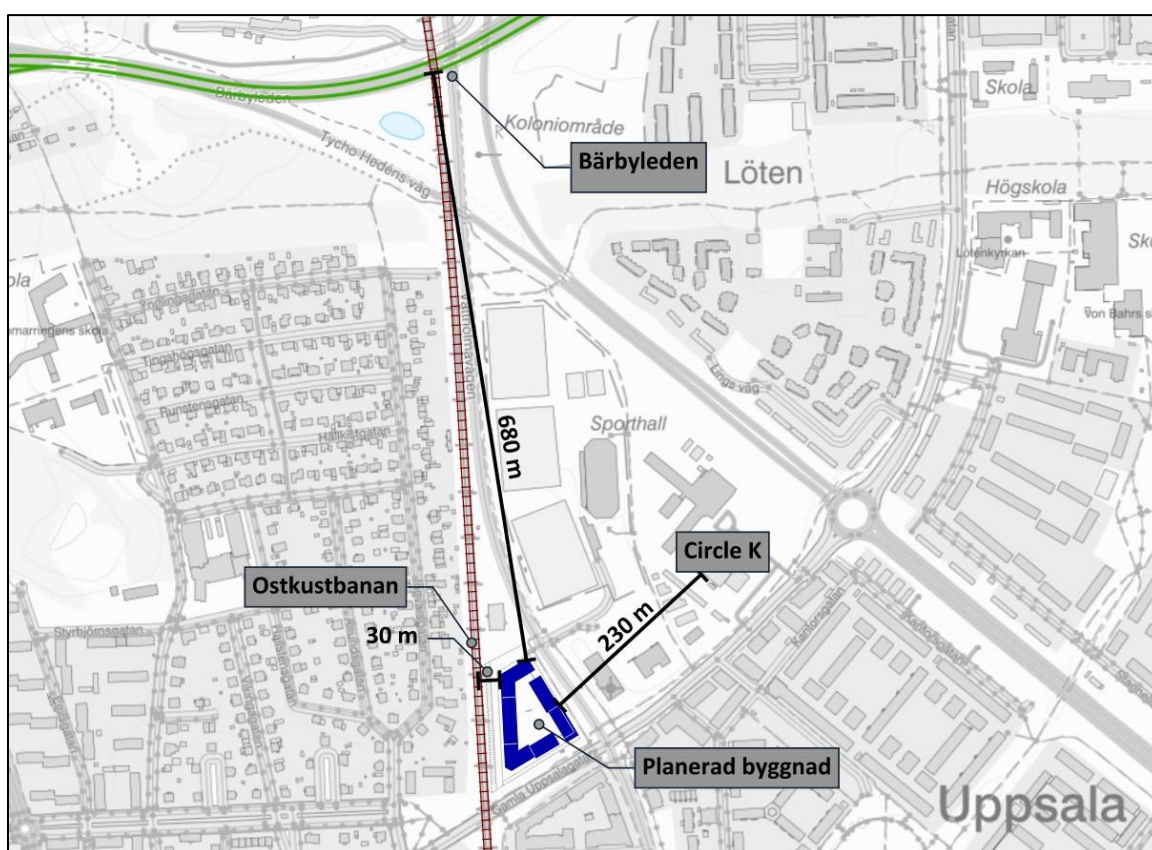
6 RISKIDENTIFIERING

I följande avsnitt sammanställs de möjliga risker inom 150 m som i ett initialt skede har bedömts kunna ha en negativ påverkan på aktuellt planområde. Risker som är kopplade till Bärbyleden (väg 55) studeras även om avståndet till vägavsnittet överstiger 150 m. De bedömningar som görs grundar sig på erhållit underlag samt tidigare erfarenheter av riskbedömningar i detaljplaneprocessen.

För varje identifierad riskkälla anges en kortare beskrivning av förutsättningarna, möjliga olycksscenarioer samt vad konsekvensen av respektive olycksscenario kan bli. Efter det görs en bedömning om respektive riskkälla utgör en risk för planområdet samt om riskreducerande åtgärder i så fall kan medföra att risknivån blir acceptabel.

Den föreslagna ändringen i detaljplanen bedöms inte tillföra några nya riskkällor inom planområdet som kan påverka skyddsobjekt vare sig inom eller utanför området.

6.1 Identifierade riskkällor



Figur 6. Planerad byggnad och intilliggande riskkällor. Planerad byggnad är schematisk utritad i mörkblått. Avstånd mellan planerad byggnad och respektive riskkälla framgår i figuren.

6.1.1 Ostkustbanan

Väster om planområdet passerar Ostkustbanan, vilket är en järnväg mellan Stockholm och Sundsvall. På studerad del av Ostkustbanan är järnvägsspåret tvåspårigt och det förekommer inga korsningar eller växlingar. Studerad del av Ostkustbanan är försedd med Automatic Train Control (ATC), vilket är ett hastighetsreglerande säkerhetssystem. Det kortaste avståndet mellan berörd byggnad och närmsta spårmitt är ca 30 m, se Figur 6.

På järnvägssträckan färdas både gods- och persontåg, varav majoriteten av alla tåg som passerar planområdet är persontåg.

Järnvägsspåret är klassat som en primär farligt godsled, vilket innebär att det sker transporter av farligt gods på järnvägsspåret. Det kan ske transporter av samtliga ämnesklasser på järnvägsspåren. En olycka där ett tåg lastat med farligt gods kan därmed ge upphov till t ex giftiga gasmoln, bränder och explosioner. Enligt Trafikverket

(2025b) har det under det under 2018 – 2024 skett transporter av i princip samtliga ämnesklasser men ca 99 % av transportererna av farligt gods som har skett på järnvägssträckan har utgjorts av klass 3, dvs brandfarlig vätska.

En urspårning leder inte alltid till negativa konsekvenser för de som vistas i omgivningen, de negativa konsekvenserna påverkas av hur långt bort från järnvägsspåret som tåget/vagnarna hamnar efter urspårningen. Hur långt bort vagnarna/tågen hamnar från järnvägsspåret påverkas bland annat av tågets hastighet när urspårningen sker samt den geografiska utformningen. Vid en urspårning hamnar tåg/vagnarna vanligtvis inom en vagnslängd från järnvägsspåren, dvs 25 m (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000).

6.1.2 Bärbyleden (väg 55)

Norr om berört område passerar Bärbyleden (väg 55), vilken är klassad som en primär farligt godsled. Det kortaste avståndet mellan planerad byggnad och farligt godsleden är ca 680 m, se figur 6. Med hänsyn till att avståndet till Bärbyleden med god marginal överstiger 150 m bedöms risker kopplade till transporter med farligt gods på vägavsnittet ha en marginell påverkan på berört område. Risker kopplade till transporter med farligt gods på Bärbyleden kommer därför inte att beaktas ytterligare i denna riskbedömning.

6.1.3 Circle K Uppsala, Gamla Uppsalagatan

Den bemannade tankstationen Circle K Uppsala, Gamla Uppsalagatan, är belägen ca 230 m öster om berört område, se figur 6. Till tankstationen sker det regelbundet transporter med drivmedel (bensin, diesel och etanol). Transporterna till tankstationen förutsätts ske på Tycho Hedéns väg innan de svänger in till tankstationen, dvs transporter förväntas inte passera berört område. Det kortaste avståndet mellan dessa transporter och berört område är ca 230 m.

Med hänsyn till avståndet mellan tankstationen samt vägavsnittet där transporter med drivmedel till tankstationen sker bedöms riskerna kopplade till tankstationen samt transporter enbart ha en marginell påverkan på berört område. Riskerna beaktas därför inte vidare i denna riskbedömning.

6.1.4 Påkörning

Berört område ligger längs med de två vägarna Vattholmavägen och Gamla Uppsalagatan. Hastigheten på vägsträckorna förbi berört området är begränsad till 40 km/h. Vägsträckorna är raka och sikten är god.

Med hänsyn till den låga tillåtna hastigheten samt vägarnas utformning bedöms risker kopplade till påkörning vara små och enbart ha en marginell riskpåverkan på berört område. Risker kopplade till trafik på vägavsnitten beaktas därför inte vidare i denna riskbedömning.

7 RISKUPPSKATTNING

7.1 Ostkustbanan

På studerad del av Ostkustbanan passerar både godståg och persontåg i både söder- och norrgående riktning på respektive spår. Ca 96 % av alla tåg som passerar planområdet utgörs av persontåg. Under åren 2018 – 2024 har antalet godstransporter (farligt godstransporter inräknat) minskat med ca 45 % medan antalet persontåg som passerar berört område i princip är oförändrat under samma tidsperiod. Dagligen passerar det i snitt 112 tåg på järnvägssträckan (sammanlagt på de två spåren), varav ca 4,5 tåg är ett godståg. Tågen som passerar berört område är relativt jämnt fördelade på de två spåren (Trafikverket, 2025).

7.1.1 Urspårning

I samband med en urspårning finns det risk att urspårande vagnar orsakar skada på närliggande byggnader eller på människor som vistas intill olycksplatsen. Den eventuella skadans storlek påverkas av hur långt från järnvägsspåret som den eller de urspårade vagnarna hamnar. Det vanligaste är dock att de urspårande vagnarna hamnar intill spåret eller i dess direkta närhet, se Tabell 3. Enligt Länsstyrelsen i Stockholms län (2000) hamnar en urspårad vagn mer än 25 m från spåret endast i 0,5 % av fallen.

Tabell 3. Tabell över på vilket avstånd från spår som en tåg/vagn hamnar efter urspårning [m], Fredén (2001).

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

Det kortaste avståndet mellan planerad byggnad och närmsta spårmitt är 30 m. Järnvägsspåret skiljs av från berört område med ett metallstängsel och förutom ett dike precis intill spårvallen så är topografin jämn, se Figur 5.

7.1.2 Transporter med farligt gods

Enligt konfidentiella uppgifter från Trafikverket som Care of Brand & Risk har tagit del av transporterades nedanstående ämnesklasser på studerad del av Ostkustbanan under åren 2018–2024. Då statistikuppgifterna angående transportmängderna är konfidentiella kommer dessa inte att redovisas i detalj.

Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål

Klass 2 – Gaser

Klass 3 – Brandfarliga vätskor

Klass 4.1 – Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen, polymeriserande ämnen och fasta okänsliggjorda explosivämnen

Klass 4.3 – Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten

Klass 5.1 – Oxiderande ämnen

Klass 5.2 – Organiska peroxider

Klass 6.1 – Giftiga ämnen

Klass 8 – Frätande ämnen

Klass 9 – Övriga farliga ämnen

Statistik från Trafikverket (2025b) visar att antalet transporter med farligt gods på Ostkustbanan har minskat de senaste åren. Men eftersom järnvägen är klassad som en rekommenderad farligt godsled är det möjligt att antalet farligt godstransporter på järnvägsavsnittet ökar i framtiden. I denna riskbedömning görs dels en nuvärdesberäkning som är baserad på statistik mellan åren 2018 – 2024, dels en prognosberäkning som baseras på förväntat ökat trafikflöde på berörd järnvägssträcka år 2040. Statistik över tågtrafik Prognosåret 2040 är framtagen av Trafikverket (Lennefors, 2020).

En olycka med ett tåg som transporterar *Ämnen och föremål med risk för massexplosion* (Klass 1.1) kan ge upphov till en explosion på Ostkustbanan. Människor kan skadas av den tryckvåg som uppkommer till följd av explosionen men också av att byggnader raserar etc. Konsekvensen av en sådan olycka analyseras därför vidare.

En olycka med ett tåg som transporterar *Brännbara gaser* (Klass 2.1) kan ge upphov till en jetflamma, gasmolnsbrand, gasmolnsexplosion samt BLEVE. Ett utsläpp av brandfarliga gaser på Ostkustbanan kan komma att påverka berört område. Konsekvensen av en sådan olycka analyseras därför vidare.

En olycka med ett tåg som transporterar *Icke brandfarliga, icke giftiga gaser* (Klass 2.2) kan ge upphov till köldskador och om läckage uppstår i ett slutet utrymme kan gaserna tränga undan syret och därmed orsaka en syrefattig och farlig miljö. Konsekvenserna vid en olycka med ämnesklassen 2.2 är vanligtvis begränsade till närområdet kring olycksplatsen. Transporter av klass 2.2 bedöms därför ha ett försumbart riskbidrag och analyseras inte vidare.

En olycka med ett tåg som transporterar *Giftiga gaser* (Klass 2.3) kan ge upphov till ett giftigt gasmoln. Ett utsläpp av giftiga gaser på Ostkustbanan kan komma att påverka berört område. Konsekvensen av en sådan olycka analyseras därför vidare.

En olycka med ett tåg som transporterar *Brandfarliga vätskor* (Klass 3) kan vid antändning ge upphov till en pölbrand. Människor som vistas i pölbrandens närhet kan utsättas för skadliga värmestrålningsnivåer. Konsekvensen av en sådan olycka analyseras därför vidare.

Konsekvensområdet för utsläpp av *Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen, polymeriserande ämnen och fasta okänsliggjorda explosivämnen* (Klass 4.1), *Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten* (Klass 4.3), *Oxiderande ämnen* (Klass 5.1), *Organiska peroxider* (Klass 5.2), *Giftiga ämnen* (Klass 6.1) *Frätande ämnen* (Klass 8) och *Övriga farliga ämnen och föremål* (Klass 9) är litet och påverkar främst närområdet. Risker kopplade till olyckor med transporter av dessa ämnesklasser bedöms därför ha ett försumbart riskbidrag och kommer därför inte att analyseras vidare.

7.2 Val av olycksscenario

I denna riskbedömning har, baserat på ovanstående, följande olycksscenarioer studerats vidare. Samtliga olycksscenarioer analyseras utifrån nuläget med statistik mellan åren 2018 – 2024 samt Basprognos 2040.

- Ursparning av tåg, oavsett persontåg eller godståg.
- Olycka med transport av massexplosiva ämnen (klass 1.1) som leder till detonation.
- Olycka med transport av brandfarlig gas som leder till utsläpp och antändning
- Olycka med transport av giftig gas som leder till utsläpp
- Olycka med transport av brandfarlig vätska som leder till utsläpp och antändning.

7.3 Olycksfrekvens och konsekvenser

För respektive olycksscenario har en olycksfrekvens samt konsekvens beräknats. Beräkningsgång för olycksfrekvensen framgår i Bilaga A och konsekvensberäkningarna framgår i Bilaga B – E. Med hänsyn till att statistikuppgifterna kring farligt godstransporter på Ostkustbanan är konfidentiella kan beräkningsgången för olycksfrekvensen inte redovisas i detalj.

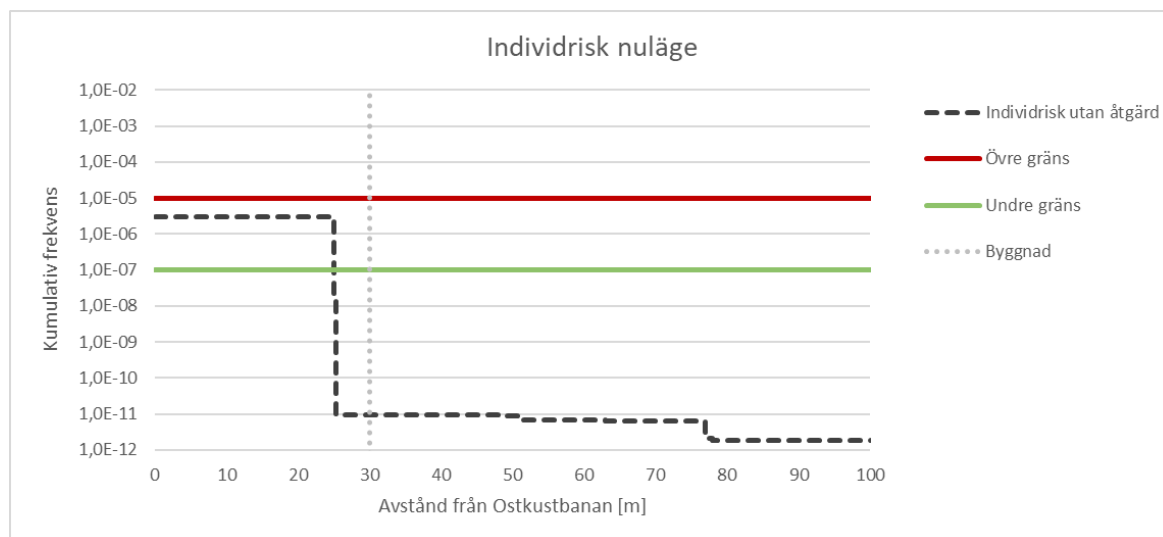
Notera att antalet omkomna vid respektive olycksscenario är en uppskattning och bör alltså inte betraktas som ett slutgiltigt värde. Care of Brand & Risk är medvetna om att den indata som använts i beräkningarna har antagits på ett konservativt sätt, liksom bedömningen av antalet omkomna. När mer detaljerad information blir tillgänglig kan uppskattningen av antalet omkomna komma att justeras, och det är troligt att den bedömda konsekvensen i så fall blir mindre omfattande.

8 RISKVÄRDERING

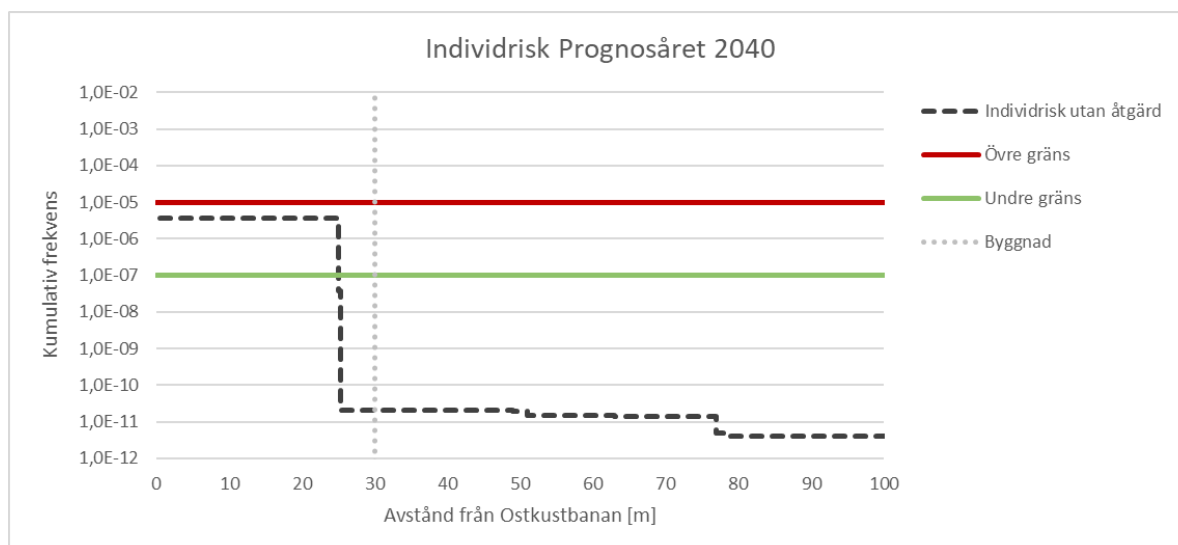
8.1 Resultat individrisk

Individrisk avser sannolikheten för att en enskild individ omkommer till följd av en specifik händelse under ett år på en viss plats. Individrisken påverkas alltså av från vilket avstånd från riskkällan som man befinner sig.

Beräkningsresultat för individrisken i nuläget, dvs baserad på statistik mellan åren 2018 – 2024, illustreras i Figur 7 och individrisken för Prognosåret 2040 illustreras i Figur 8. Avståndet i riskprofilen utgår från Ostkustbanans närmsta spårmitt. Den ljusgråprickade linjen illustrerar var flerbostadshuset på berört område i relation till Ostkustbanan planeras att uppföras.



Figur 7. Individrisken i nuläget, innan åtgärder.



Figur 8. Individrisken för Prognosåret 2040, innan åtgärder.

Underlaget för beräkning av individrisken i nuläget (Trafikverket, 2025a) är konfidentiellt. Prognosen för antalet godståg på studerad järnväg år 2040 förväntas öka med lite mer än 50 % och det är därför rimligt att anta att även antalet transporter med farligt gods på järnvägssträckan kommer att öka i framtiden. Detta även om de senaste åren har skett en nedgång i antalet farligt godstransporter. I denna riskbedömning har antagandet gjorts att antalet farligt godstransporter på Ostkustbanan år 2040 har ökat proportionerligt med antalet vanliga godstransporter.

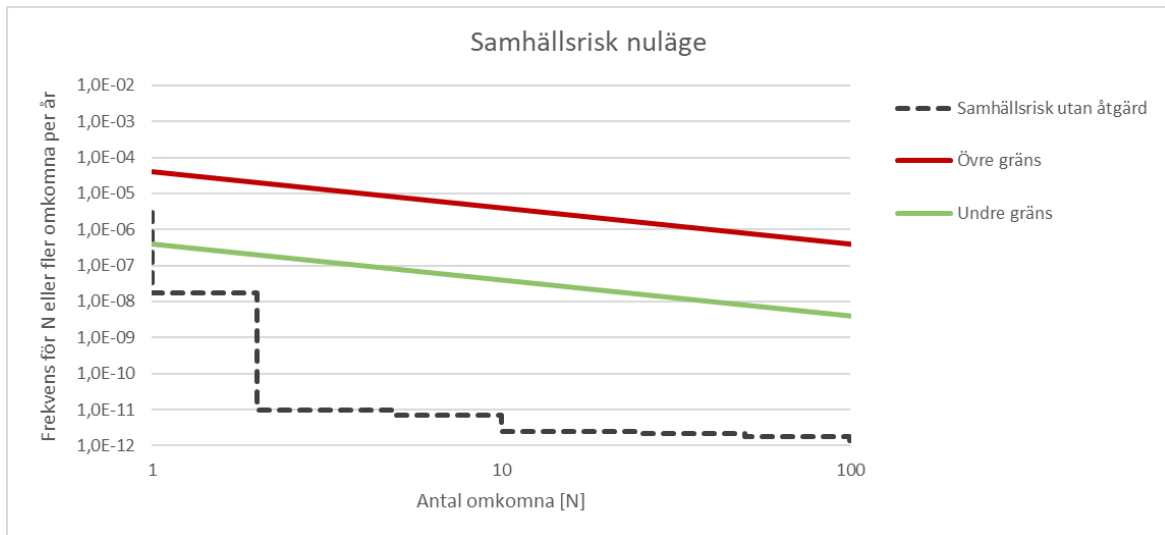
Riskprofilerna visar att risknivån för Prognosåret 2040 är högre än för nuläget även om skillnaden är marginell. I båda riskprofilerna framgår det att individrisken ligger under ALARP-området, dvs inom området för acceptabel risknivå, när avståndet till Ostkustbanan överstiger 25 m. Det är olycksscenarioet med en urspårad tågvagn som hamnar 25 m från spårområdet som medför att individrisken hamnar inom ALARP-området. Om man bortser från olycksscenarioet med ett urspårat tåg hamnar hela riskprofilen med statistik för nuläget under ALARP-området. För Prognosåret 2040 hamnar riskprofilen marginellt över den undre gränsen för ALARP-området. Oavsett ligger risknivån för den del av planområdet som planeras att bebyggas under ALARP-området.

Med hänsyn till att respektive individriskprofil ligger inom ALARP-området är utgångspunkten att riskreducerande åtgärder ska vidtas i rimlig omfattning. De riskreducerande åtgärder som har bedömts som rimliga att vidta presenteras i avsnitt 9 *Riskreducerande åtgärder*.

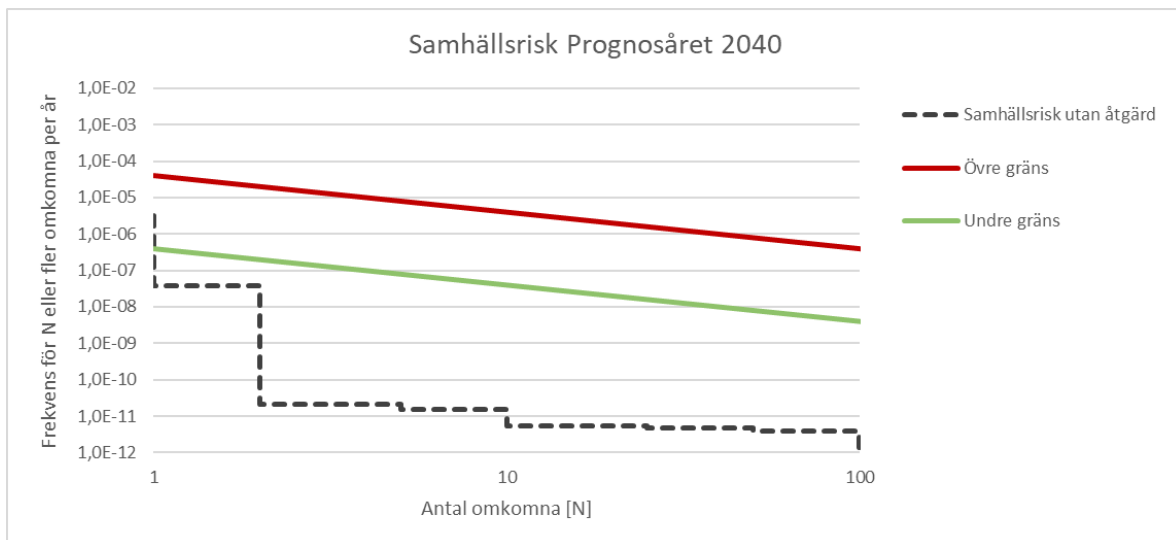
8.2 Resultat samhällsrisk

Samhällsrisk beskriver den sammanlagda sannolikheten för att ett visst antal personer omkommer som en följd av oönskade händelser.

Beräkningsresultat för samhällsrisk i nuläget, dvs baserad på statistik mellan åren 2018 – 2024, illustreras i Figur 9 och samhällsrisk för Prognosåret 2040 illustreras i Figur 10. Notera att acceptanskriterierna har skalats om med hänsyn till att den studerade järnvägssträckan är på 400 m, vilket innebär att acceptanskriterierna har reducerats till 40 % (400 m utgör 40 % av 1 km).



Figur 9. Samhällsrisk för nuläget, innan åtgärder.



Figur 10. Samhällsrisk för Prognosåret 2040, innan åtgärder.

Riskprofilerna visar att risknivån för Prognosåret 2040 är högre än för nuläget även om skillnaden är marginell. Riskprofilerna visar att samhällsrisk generellt ligger under ALARP-området men att olycksscenariot med ett urspårat tåg som orsakar att en person omkommer medför att riskprofilen hamnar inom ALARP-området.

Olyckor som ger upphov till en BLEVE eller detonation av massexplosiva ämnen ger ett visst utslag i riskprofilerna, men eftersom sannolikheten att en sådan olycka ska inträffa är liten ger det enbart ett marginellt utslag i profilerna.

Med hänsyn till att respektive individriskprofil ligger inom ALARP-området är utgångspunkten att riskreducerande åtgärder ska vidtas i rimlig omfattning. De riskreducerande åtgärder som har bedömts som rimliga att vidta presenteras i avsnitt 9 *Riskreducerande åtgärder*.

8.3 Osäkerheter och känslighetsanalys

Riskanalyser är alltid förenade med osäkerheter, vilka bland annat kan härledas till modellosäkerheter och indataosäkerheter. Olycksfrekvens- och konsekvensberäkningarna i denna riskbedömning bygger på ett antal förenklingar, antaganden och underlag som medför olika typer av osäkerheter. De presenterade resultaten och risknivåerna bör därför betraktas som uppskattningar snarare än exakta värden. För att minska risken för underskattning av de beräknade risknivåerna har konservativa antaganden tillämpats i de fall där tillgänglig information varit begränsad.

Antalet personer som kan förväntas omkomma till följd av respektive olycksscenario har valts konservativt och uppskattning av antalet omkomna vid respektive scenario framgår i Bilaga B-E. Som en del av känslighetsanalysen har antalet omkomna varierats kraftigt. Beräkningarna visar att t ex 150 personer kan omkomma till följd av ett utsläpp av giftig gas, 500 personer kan omkomma till följd av en BLEVE och 500 personer kan omkomma till följd av en explosion på Ostkustbanan utan att det medför att samhällsriskerna hamnar inom ALARP-området.

Bedömningen av konsekvensen för respektive olycksscenario samt beräkning av olycksfrekvenserna grundar sig i tidigare genomförda riskbedömningar samt litteraturstudier och bedömningar. Resultatet kan därför komma att skilja sig från om någon annan hade utfört denna riskbedömning.

9 RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

Resultatet av riskprofilerna visar att risknivån generellt är acceptabel men att risker kopplade till ett urspårat tåg medför att riskprofilerna (både individ- och samhällsrisk) hamnar inom ALARP-området. En åtgärd som kan minska risken att ett urspårat tåg lämnar järnvägsvallen är att montera skyddsräl. Denna åtgärd bedöms inte som skäligen utifrån ett kostnad/nyttoperspektiv. Care of Brand & Risk anser i stället att det är skäligen att vidta åtgärder för att minimera antalet personer som vistas på området mellan Ostkustbanan och planerat flerbostadshus och att en markutformning som uppmuntrar till stadigvarande vistelse ska undvikas. På området mellan planerat flerbostadshus och Ostkustbanan planeras det att uppföras en elnätstation. Men hänsyn till att det inte förekommer någon stadigvarande vistelse i elnätstationen bedömer Care of Brand & Risk att elnätstationen kan uppföras inom planerat område. Åtgärder ska dock vidtas så att risken att en eventuell brand inne i elnätstationsbyggnaden påverkar spårtrafiken på Ostkustbanan negativt förblir låg.

Risker kopplade till transporter av farligt gods på Ostkustbanan är låga varvid det inte erfordras några riskreducerande åtgärder för att minska risknivån ytterligare.

Följande förutsättningar ska behållas under projekteringen gång:

- Planerat flerbostadshus uppförs som närmst 30 m från närmsta spårmitt (Ostkustbanan). Eventuella balkonger som vetter mot Ostkustbanan inom detta område godtas men inte uteplatser.
- Elnätstationen placeras enligt riktlinjer från Vattenfall (2025) så att ett skyddsavstånd på minst 7 m erhålls till annan byggnad.

Följande riskreducerande åtgärd ska vidtas:

- Markområdet mellan Ostkustbanan och planerad bebyggelse ska utformas på ett sådant sätt att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Området kan nyttjas till ytparkering där bland annat cykelparkering med skärmtak godtas men lekplatser, utegym, grillplatser etc ska undvikas.
- Förrådsbyggnader inom ett avstånd på 30 m från Ostkustbanan ska undvikas.
- Elnätstation som utförs i obrännbar konstruktion, t ex betong, samt med dörr eller andra öppningar som vetter bort från spårområdet kan placeras som närmst 10 m från Ostkustbanan (mätt från närmsta spårmitt). Genom att utföra elnätstationen i en obrännbar konstruktion samt med öppningar (t ex dörr) som vetter bort från Ostkustbanan bedöms spridningen av en eventuell brand inne i elnätstationen begränsas och inte påverka spårtrafiken negativt.

9.1 Verifiering av riskreducerande åtgärder

I denna riskbedömning görs ingen verifiering av de föreslagna riskreducerande åtgärderna. Detta med hänsyn till att risknivån är generellt låg och ligger under ALARP-området för den del av planområdet som planeras att bebyggas.

10 SLUTSATS

Utifrån genomförda beräkningar med avseende på olycksfrekvenser och konsekvenser bedömer Care of Brand & Risk att risknivån för aktuellt planområde är acceptabel givet att skyddsavståndet på minst 30 m mellan planerad byggnad och närmsta spårmitt bibehålls samt att markområdet mellan planerad byggnad och Ostkustbanan utformas på ett sådant sätt att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

11 REFERENSER

- Boverket. (2013). *BFS 2013:12 BBRAD 3*. Boverket.
- Drysdale, D. (2011). *An Introduction to Fire Dynamics*. Wiley.
- Fischer, S., Forsén, R., Hertzberg, O., Jacobsson, A., Koch, B., Runn, P., . . . Winter, S. (1998). *Våda utsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor*. Försvarets forskningsanstalt.
- Fredén, S. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*. Banverket.
- Hurley, M. J., Gottuk, D., Hall, J. R., Harada, K., Kuligowski, E., Puchovsky, M., . . . Wieczorek, C. (2016). *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering (5th ed.)*. Springer.
- Lennefors, L. (2020). *Tågtrafik i Basprognos 2040 utifrån fastställd plan, beskrivning av trafikeringen*. Trafikverket.
- Länsstyrelsen i Stockholms län. (2000). *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer*. Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län.
- Länsstyrelsen Uppsala län. (2023). *Riskhantering vid transportleder för farligt gods*. Uppsala: Länsstyrelsen Uppsala län.
- MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap). (2025). *Transport av farligt gods- Väg och järnväg 2025/2026*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
- MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap). (2015). *Handbok- Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
- NOAA. (2013). *ALOHA (Areal Lovations Of Hazardous Atmospheres) 5.4.4- Technival documentation*. Seattle: NOAA.
- Räddningsverket. (2003). *Handbok för riskanalys*. Räddningsverket.
- Shokri, M., & Beyler, C. (1989). Radiation from Larger Pool Fires. *SFPE Journal of Fire Protection Engineering*, ss. 1(4):141-149.
- SRV (Statens räddningsverk). (1996). *Farligt gods – riskbedömning vid transport*. Karlstad: Statens räddningsverk.
- Statens räddningsverk. (1997). *Värdering av risk- FoU Rapport*. Karlstad: Statens räddningsverk.
- The Chlorine Institute. (den 20 10 2025). *Health Hazards*. Hämtat från The Chlorine Institute: <https://www.chlorineinstitute.org/chlorine-health-hazards>
- Trafikverket. (2020). *Transportsystemet i samhällsplaneringen – Trafikverkets underlag för tillämpning av 3–5 kap. miljöbalken och av plan- och bygglagen*. Trafikverket.
- Trafikverket. (2025a). Telefonsamtal med Johannes Lärkner.
- Trafikverket. (2025b). Statistik tågplan 2018-2024. Trafikverket.
- Vattenfall. (2025). Telefonsamtal.

BILAGA A- BERÄKNING OLYCKSFREKVENNS JÄRNVÄG

Frekvensen för olyckor med farligt gods på Ostkustbanan har beräknats med hjälp av VTI-modellen (SRV, 1996). Beräkningarna sker i två steg. I det första steget uppskattas risken för att det sker en urspärning. I det andra steget bedöms sannolikheten för att olika stora hål uppstår i godset vid en olycka, vilket i sin tur påverkar storleken på det potentiella utsläppsflödet.

Olycksfrekvens

I beräkningarna har nedanstående indata använts. Beräkningarna har gjorts utifrån den erhållna statistiken från Trafikverket (2025b). Då uppgifterna kring transporter av farligt gods är konfidentiella kommer dessa inte att redovisas i detalj.

Antalet tåg på studerad del av Ostkustbanan förväntas öka i framtiden, vilket är sammanställt i en rapport över tågtrafik i Basprognos 2040 som Trafikverket (Lennfors, 2020) har tagit fram. Enligt prognosen förväntas ökningen under 2040 vara 20 tåg/dygn. År 2040 uppskattas 10 godståg passera på studerad järnvägssträcka varje dygn, vilket kan jämföras med de 4,5 godståg som passerar i dagsläget.

Då tågtrafiken förväntas öka i framtiden görs dels beräkningar för nuläget med statistik från Trafikverket (2025b), dels beräkningar för prognosåret 2040.

Tabell 4. Tabell över sammanställning av indata för beräkning av olycksfrekvens enligt VTI-modellen.

Beskrivning	Beteckning	Indata
Avsnittets längd	S	0,4 km
Tågens medelstorlek uttryckt i antal vagnaxlar, fagovagnar	TAF	3 st
Tågens medelstorlek uttryckt i antal vagnaxlar (alla vagnar)	TAV	57 st
Urspärningstal, boggievagnar	UTif	$0,8 \times 10^{-9}$
Urspärningstal, normalgodsvagnar	UTig	$1,8 \times 10^{-9}$
Urspärningstal, ej spårfel, boggievagnar	UTof	$4,0 \times 10^{-9}$
Urspärningstal, ej spårfel, normalgodsvagnar	UTOg	$8,7 \times 10^{-9}$
Förväntat antal kollisioner med tungt vägfordon, per plankorsning	FKV(i)	-
Förväntat antal kollisioner med tåg-tåg, per tågkm	FKT	6×10^{-8}
Antal plankorsningar med bommar	PK1	-
Antal plankorsningar med ljud och ljus	PK2	-
Antal plankorsningar utan skydd	PK3	-
Antal tåg med farligt gods per år	AT	Konfidentiellt

Tågsträckans studerade längd (dvs *avsnittets längd*) har antagits till 400 m, vilket bedöms som konservativt då den verkliga spårsträckan som passerar berört område är ca 120 m. En olycka på järnvägsspåren som sker antingen norr eller söder om berört område kan dock komma att påverka de som vistas inom berört område. Genom att räkna med en total sträcka på 400 m bedöms även dessa olyckor ha beaktats.

Antalet vagnar per tåg har utifrån statistik från Trafikverket (2025b) antagits till 19 då det i snitt under åren 2018 – 2024 har varit 19 tåg vagnar per godståg.

Antalet vagnar med farligt gods-last som transporterade på Ostkustbanan under 2018 – 2024 är konfidentiellt och kommer därför inte att redovisas i denna riskbedömning. I beräkningarna har medelvärden för sjuårsperioden använts (Trafikverket, 2025). För framtidsprognosen har Trafikverkets Basprognos 2040 använts. Prognosen för 2040 är att antalet godståg på berörd järnvägssträcka kommer att öka med nästan 50 % (Trafikverket 2020).

Samtliga godståg kommer dock inte ha last som är klassad som farligt gods. I beräkningarna har antagandet därför gjorts att det är samma andel godståg med farligt gods i förhållande till total mängd godståg år 2040 som det varit under 2018 – 2024.

Mellan åren 2018 – 2024 passerade det i snitt årligen 41030 tåg (person- och godståg) förbi berört område på de två spåren. Från år 2020 till 2040 förväntas antalet passerande tåg per dygn ha ökat med 20 stycken, vilket innebär en ökning med 7300 tåg till år 2040.

I beräkningarna har varje tågagn i medel antagits bestå av 3 vagnsaxlar.

Ursparningstalen är tabellvärden hämtade från VTI-modellen. Indatan antas utifrån spårförutsättningar och olika typer av fel. Ostkustbanan har betongslipers vilket använd indata utgår från. I använda indata är alla olika typer av fel inkluderade.

Sannolikheten för ursparning och kollision mellan två tåg beräknas med nedanstående formler som är hämtade från VTI-modellen (SRV, 1996). Indata hämtas från tabellen ovan. Med hänsyn till att statistikuppgifterna kring antalet farligt godstransporter är konfidentiellt kommer olycksfrekvensen för ursparning och kollision mellan tåg varken för nuläge eller för Prognosåret 2040 att redovisas.

$$\text{Ursparning } F(1) = AT \times S \times (TAF \times 2,5 \times (UTif + UTOf) + (UTig + UTOg) \times 2 / TAV)$$

$$\text{Kollision tåg-tåg } F(2) = AT \times S \times FKT \times 3 / TAV$$

Sannolikhet och konsekvens

Vid beräkning av skadeutfallet givet att en olycka sker multipliceras olycksfrekvensen med det sannolika skadeutfallet på tanken. Skadorna har delats in i tre olika storleksklasser; liten, medelstor och stor skada. Sannolikhet för respektive utfall är hämtade från VTI-modellen (SRV, 1996) och i samtliga beräkningar har antagandet gjorts att olycksvagnen utgörs av en tjockväggig tank vilket enligt VTI-modellen innebär en sannolikhet för skada (oavsett liten, medelstor eller stor) på 0,01. Sannolikheten att en BLEVE inträffar har dock i denna riskbedömning satts som lägre och till 0,001.

Sannolikhet för antändning/detonation

Vid beräkning av ett utsläpp av brandfarlig vätska respektive brandfarlig gas har sannolikheten att det sker en antändning av utsläppets antagits vara 0,12 respektive 0,25 (SRV, 1996).

Vid beräkning av olycksfall med massexploder har sannolikheten att det sker en explosion antagits till 0,1. Det har även gjorts antagandet att av samtliga transporter med explosiva ämnen och föremål (Klass 1) så utgör 10 % *Ämnen och föremål med risk för massexlosion*, dvs Klass 1.1.

Vid beräkning av att en BLEVE sker har sannolikheten satts till 1 då antändning är en förutsättning för att en BLEVE ska kunna uppstå. Vidare har bedömningen för antändning vid scenariot med BLEVE vägts in i den bedömda sannolikheten för att scenariot som helhet.

Vid beräkning med giftig gas har sannolikheten satts till 1 då antändning inte är aktuellt vid ett olycksscenario med giftig gas.

Sannolikhet för olycka/vind riktad mot området

Vid beräkningar avseende olycksscenarier med giftig gas samt jetflamma (brandfarlig gas) har det antagits att vinden i 50 % av fallen blåser mot berört område och i de övriga 50 % av fallen inte medföra någon konsekvens.

De resterande olycksscenarierna har enbart bedömts bli marginellt påverkade av vindriktningen och sannolikheten har därför satts till 1.

BILAGA B- BERÄKNING MASSEXPLOSIVER (KLASS 1.1)

Vid beräkning av olyckor kopplade till transporter med massexplosiva ämnen har beräkningar gjorts enligt beräkningsmodeller som har tagits fram av UN SaferGuard, dvs FN. Följande två beräkningsmodeller kan användas för att uppskatta konsekvensen av en detonation av massexplosiva ämnen.

Beräkningsmodell 1: The Kingery-Bulmash Blast Parameter Calculator

Kingery-Bulmash Blast Parameter Calculator är ett verktyg som beräknar olika tryckvågsparametrar vid en hemisfärisk explosion i frifält, baserat på empiriska ekvationer utvecklade av Kingery och Bulmash. Verktöget ger bland annat information om tryck, impuls, varaktighet samt tryckvågens ankomsttid.

Ekvationerna bygger på omfattande sprängprov med laddningar från under 1 kg till över 400 000 kg och används allmänt inom ingenjörberäkningar för att förutsäga tryck och belastningar på strukturer. Modellen är avsedd för ytnära explosioner och inte för sfäriska luftsprängningar.

Beräkningarna utgår från TNT-explosioner, och skillnader i sprängverkan mellan olika explosiva ämnen hanteras genom så kallad TNT-ekvivalens, där varje ämnes sprängkraft jämförs med motsvarande mängd TNT enligt värden från AASTP-1.

Beräkningsmodellen finns här: <https://unsafeguard.org/un-safeguard/kingery-bulmash>

Beräkningsmodell 2: Blast Damage Estimation

Blast Damage Estimation (uppskattning av explosionsskador) är en metod som använder sprängteknisk och vetenskaplig kunskap för att bedöma risken för människor och egendom vid en explosion. Bedömningen baseras på en motsvarande frifältsexplosion som definieras av användaren.

Beräkningsmodellen tar varken hänsyn till negativa effekter av splitter eller delar som uppstår från explosionsplatsen, eller hot som orsakas av kollapsande strukturer. Den beaktar inte heller någon skyddseffekt från barriärer.

Beräkningsmodellen tillhandahåller enkla empiriska samband för konsekvenserna av explosioner, baserade på detonerandet av en viss mängd explosivämne på ett angivet avstånd: graden av skador på tegelkonstruktioner och fönster, explosionsrelaterade skadenivåer på människor samt det maximala avstånd där markvibrationer kan ge effekt.

Beräkningsmodellen finns här: *Blast Damage Estimation | International Ammunition Technical Guidelines*

Val av beräkningsmodell

Båda beräkningsmodellerna ger enbart en begränsad mängd information och det erhållna resultatet, oavsett val av beräkningsmodell, ska därför inte ses som en absolut sanning utan snarare ge en hänvisning kring vad konsekvenserna av en explosion med massexplosiver kan bli.

I denna riskbedömning görs beräkningarna utifrån beräkningsmodell 2 och i beräkningarna analyseras tre olika laddningsvikter av TNT. Beräkningsmodell 2 används då projektet är fortsatt i tidigt skede och det är inte fastställt hur byggnadens konstruktion ska utformas.

Explosionen antas ske vid Ostkustbanan och avståndet mellan explosionsplatsen och byggnad sätts därför till 30 m. Storleken på laddningsvikt varierar mellan 500 – 5000 kg. Val av laddningsvikt baseras på konfidentiell statistik från Trafikverket (2025b), val av laddningsvikt är dock konservativt.

Resultat

I detta avsnitt presenteras respektive resultat för en liten, medelstor och stor explosion med TNT.

Liten explosion

Explosive Type:	TNT
Charge Size (kg):	500
Range from Munition to Structure (m):	30
<button>Calculate</button>	

Damage to Windows of 4mm Thick Annealed Glass	
Small Window 0.55m by 0.55m	High Hazard
Medium Window 1.25m by 0.55m	High Hazard
Large Window 1.25m by 1.55m	High Hazard

Minimum Range to No Break (m)	
Small Window	206.36
Medium Window	333.35
Large Window	746.08

Ground Vibration (m)	
Maximum Effected Range	715.54

Injury/Fatality to Personnel Range (m)	
Fatal Distance	18.32
Lung Damage	29.03
Eardrum Rupture	74.66

Damage to Brick Structures (m)	
Houses completely demolished	20.49
Houses badly damaged, beyond repair, require demolition	30.31
Houses rendered uninhabitable, can be repaired with extensive work	52.93
Houses rendered uninhabitable, can be repaired reasonably quickly	90.92
Houses require repairs, serious inconvenience but remain habitable	181.85

Figur 11. Konsekvenserna vid en laddningsvikt på 500 kg TNT och med ett avstånd till 30 m till närmsta byggnad.

Mellanstor explosion

Explosive Type:	TNT
Charge Size (kg):	2000
Range from Munition to Structure (m):	30
<button>Calculate</button>	

Damage to Windows of 4mm Thick Annealed Glass	
Small Window 0.55m by 0.55m	High Hazard
Medium Window 1.25m by 0.55m	High Hazard
Large Window 1.25m by 1.55m	High Hazard

Minimum Range to No Break (m)	
Small Window	327.58
Medium Window	529.17
Large Window	1184.33

Ground Vibration (m)	
Maximum Effected Range	1431.08

Injury/Fatality to Personnel Range (m)	
Fatal Distance	29.08
Lung Damage	46.09
Eardrum Rupture	118.51

Damage to Brick Structures (m)	
Houses completely demolished	49.03
Houses badly damaged, beyond repair, require demolition	72.53
Houses rendered uninhabitable, can be repaired with extensive work	126.67
Houses rendered uninhabitable, can be repaired reasonably quickly	217.59
Houses require repairs, serious inconvenience but remain habitable	435.17

Figur 12. Konsekvenserna vid en laddningsvikt på 2000 kg TNT och med ett avstånd till 30 m till närmsta byggnad.

Stor explosion

Explosive Type:	TNT
Charge Size (kg):	5000
Range from Munition to Structure (m):	30
Calculate	
Damage to Windows of 4mm Thick Annealed Glass	
Small Window 0.55m by 0.55m	High Hazard
Medium Window 1.25m by 0.55m	High Hazard
Large Window 1.25m by 1.55m	High Hazard
Minimum Range to No Break (m)	
Small Window	444.59
Medium Window	718.19
Large Window	1607.38
Ground Vibration (m)	
Maximum Effected Range	2262.74
Injury/Fatality to Personnel Range (m)	
Fatal Distance	39.47
Lung Damage	62.55
Eardrum Rupture	160.84
Damage to Brick Structures (m)	
Houses completely demolished	77.57
Houses badly damaged, beyond repair, require demolition	114.74
Houses rendered uninhabitable, can be repaired with extensive work	200.40
Houses rendered uninhabitable, can be repaired reasonably quickly	344.23
Houses require repairs, serious inconvenience but remain habitable	688.46

Figur 13. Konsekvenserna vid en laddningsvikt på 5000 kg TNT och med ett avstånd till 30 m till närmsta byggnad.

Beräkningarna visar att en explosion med TNT på Ostkustbanan kan orsaka dödliga skador på människor som vistas inom berört område. Människor kan dels omkomma till följd av den tryckvåg som uppkommer, dels efter skador av raserande byggnadsdelar, glassplitter etc. I denna riskbedömning antas konsekvensområdet utgöra det avståndet från explosionsplatsen som ett tegelhus blir helt demolerat av explosionen som har uppstått.

Utifrån ovanstående bedöms konsekvensområdet och förväntat antal omkomna till följd av respektive olycksscenario enligt nedan.

En liten explosion med massexplosiver ger upphov till ett konsekvensområde på ca 21 m.

En mellanstor explosion med massexplosiver ger upphov till ett konsekvensområde på ca 49 m.

En stor explosion med massexplosiver ger upphov till ett konsekvensområde på ca 78 m.

Slutsats

En olycka på Ostkustbanan och som ger upphov till en liten explosion bedöms kunna påverka byggnadens fasadkonstruktion samt orsaka att fönster går sönder. Även människor som vistas på området mellan järnväg och planerad byggnad skulle kunna omkomma till följd av tryckvågen som uppkommer eller för att de träffas av splitter etc. I denna riskbedömning görs antagandet att 5 personer omkommer till följd av en liten explosion på Ostkustbanan.

En mellanstor explosion på Ostkustbanan ger upphov till en tryckvåg som kan orsaka dödliga konsekvenser inom 29 m från explosionens centrum. Beräkningarna visar även att en tegelbyggnad inom 49 m från explosionsområdet rasar. Även om planerad byggnad inte uppförs med en tegelstomme skulle byggnaden kunna påverkas allvarligt av en medelstor explosion. I denna riskbedömning görs antagandet att 25 personer omkommer till följd av en mellanstor explosion på Ostkustbanan.

En stor explosion ger enligt ovanstående beräkningar upphov till en tryckvåg som kan ge dödliga konsekvenser inom ca 40 m från explosionsplatsen och att tegelbyggnader inom ca 78 m raserar. En stor explosion bedöms därför kunna ge upphov till stora konsekvenser och i denna riskbedömning görs antagandet att 50 personer omkommer.

Med hänsyn till svårigheten att uppskatta antalet omkomna till följd av en explosion på Ostkustbanan har Care of Brand & Risk genomfört en känslighetsanalys där antalet komna har varierats. Beräkningarna visar att 500 personer kan omkomma i respektive scenario utan att det medför att samhällsriskerna hamnar inom ALARP-området.

BILAGA C- BERÄKNING UTSLÄPP BRANDFARLIG GAS (KLASS 2.1)

Vid beräkning av olyckor kopplade till utsläpp av brandfarlig gas har gasol (propan) använts då det är en av de vanligaste brandfarliga gaserna.

Beräkningarna vid utsläpp av brandfarlig gas har skett i beräkningsprogrammet ALOHA (Area Locations Of Hazardous Atmospheres) version 5.4.7. ALOHA är ett beräkningsprogram för riskmodellering av farliga ämnen. I programmet kan man modellera ett utsläpp, spridning och konsekvenser av ett sådant utsläpp. Programmet är framtaget tillsammans av de amerikanska myndigheterna EPA (U.S Environmental Protection Agency) och NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration).

ALOHA använder två semi-empiriska modeller för att beskriva hur ett utsläpp sprider sig i omgivningen. Den första är en *gaussisk spridningsmodell* som används för lätta gaser, medan den andra är en *tunggasmodell* som tillämpas när gasens densitet är högre än luftens. Programmet beräknar koncentrationen som en funktion av tiden inom det geografiska område där utsläppet sker (NOAA, 2013).

Det finns ett antal begränsningar i beräkningsprogrammet:

- Mycket låg vindhastighet eller ingen vind medför ett otillförlitligt resultat.
- Mycket stabila atmosfäriska förutsättningar kan leda till att utsläppet knappt späds ut i luften, vilket kan leda till höga koncentrationer även på ett långt avstånd från utsläppskällan. Detta går inte att modellera i programmet.
- I programmet görs antagandet att det är samma vindhastighet gäller för hela området. Vindhastighetens variation beroende på höjden beaktas dock i programmet.
- Terräng och omgivande byggnader påverkar hur ett utsläpp rör sig i luften, detta förenklas i programmet genom att en vald ytråhet.
- I programmet beräknas koncentrationen av ett ämne i luften genom tidsmedelvärden under flera minuter. Virvlar som uppstår och som blir större än utsläppsplymen beräknas alltså inte.

ALOHA tar hänsyn till flera faktorer som styr hur ett utsläpp sprids. Nedan följer en sammanfattning av de viktigaste parametrarna och deras betydelse.

- Stabilitetsklass:
Anger atmosfärens turbulens, från A (mycket instabil) till F (mycket stabil). Hög stabilitet innebär längre konsekvensavstånd.
- Molnighet:
Används för att uppskatta solinstrålning.
- Lufttemperatur:
Påverkar bland annat förångningshastigheten hos vätskor.
- Luftfuktighet:
Används främst vid tunggasberäkningar.
- Vindhastighet och vindriktning:
Påverkar hur snabbt och i vilken riktning utsläppet transporteras samt hur det späds ut.
- Ytråhet:
Landskapets karaktär styr turbulens och luftinblandning. Öppet landskap ger längre spridning med högre koncentrationer, medan tätbebyggelse ger snabbare utspädning.
- Utsläppshöjd:
Utsläppshöjden ovan mark påverkar spridningsbilden. I området nära utsläppskällan blir koncentrationerna lägre eftersom det tar tid innan gasen hinner blandas ner till marknivå.
- Inversion:
Ett väderfenomen där varmare luft ligger ovanför kallare och hindrar vertikal spridning. Då detta sällan påverkar marknära utsläpp bortses inversion i beräkningarna.

Konsekvensberäkning

Samtliga beräkningar för olyckor som orsakas av ett utsläpp av brandfarlig gas har skett i programmet ALOHA.

Vid beräkningarna av utsläpp och antändning av brandfarlig gas antas utsläppet ske från en 50 m³ stor tank som är fylld med 21 ton gasol (fylld till 80 %). Tanken har antagits ha formen som en horisontell cylinder med längden 8 m och diametern 8,82 m.

Utöver ovanstående har följande indata har använts vid alla beräkningarna:

- Datum och klockslag: 2025-10-20, 10:00
- Stabilitetsklass: D (neutral stabilitet)
- Molnighet: 50 %
- Lufttemperatur: 6 °C
- Luftfuktighet: 50 %
- Vind: östlig vind med styrkan 5 m/s på 3 meters höjd, dvs med riktning mot berört område.
- Utsläppspunkten antas ske 1 m ovan marknivån i bebyggt område (ytråhet).

Jetflamma

Om det sker ett kontinuerligt utsläpp av brandfarlig gas och antändningen sker direkt bildas en jetflamma. En jetflamma kan t.ex leda till brandspridning till närliggande byggnad men även att personer som vistas i dess närhet utsätts för höga värmestrålningsnivåer.

Vid beräkning av jetflamma har tre olika hålstorlekar på tanken antagits; litet, mellanstort och stort hål. Vid beräkningarna har dels jetflammans längd beräknats men även på vilket avstånd från jetflamman som den infallande värmestrålningen uppgår till minst 15 kW/m². Det sammanlagda avståndet av jetflammans längd samt avståndet till punkten då den infallande värmestrålningen uppgår till minst 15 kW/m² har därefter antagits utgöra konsekvensområdet inom vilket personer som vistas kan förolyckas.

Liten jetflamma:

Utsläppet antas ske genom ett cirkulärt hål (0,5 mm i diameter) i tanken. Hålets öppning har antagits vara placerad 1 m från tankens botten. Utsläppet antas pågå i 60 minuter.

Detta ger upphov till en jetflamma med längden 3 m. Avståndet till punkten då den infallande värmestrålningen uppgår till 15 kW/m² understiger enligt beräkningarna 10 m. Konsekvensområdet som en liten jetflamma ger upphov till antas därför uppgå till 13 m.

Mellanstor jetflamma:

Utsläppet antas ske genom ett cirkulärt hål (10 mm i diameter) i tanken. Hålets öppning har antagits vara placerad 1 m från tankens botten. Utsläppet antas pågå i 60 minuter.

Detta ger upphov till en jetflamma med längden 6 m. Avståndet till punkten då den infallande värmestrålningen uppgår till 15 kW/m² understiger enligt beräkningarna 10 m. Konsekvensområdet som en liten jetflamma ger upphov till antas därför uppgå till 16 m.

Stor jetflamma:

Utsläppet antas ske genom ett cirkulärt hål (40 mm i diameter) i tanken. Hålets öppning har antagits vara placerad 1 m från tankens botten. Utsläppet antas pågå i 44 minuter.

Detta ger upphov till en jetflamma med längden 22 m. Avståndet till punkten då den infallande värmestrålningen uppgår till 15 kW/m² understiger enligt beräkningarna 29 m. Konsekvensområdet som en liten jetflamma ger upphov till antas därför uppgå till 51 m.

Gasmolnsbrand

Om det sker ett kontinuerligt utsläpp av brandfarlig gas och antändningen fördröjs bildas ett gasmoln. Beroende på omgivningen utformning kan detta gasmoln röra sig med vinden och en antändning av gasmolnet kan ge upphov till en gasmolnsbrand.

Beräkningarna för en tänkbar gasmolnsbranden har skett i programmet ALOHA.

Utsläppet antas ske från en 50 m³ stor tank som är fylld med 21 ton gasol (fylld till 80 %). Utsläppet antas ske genom ett cirkulärt hål (40 mm i diameter) i tanken.

Vid beräkningen har avståndet till 60 % av den nedre brännbarhetsgränsen (utgör standardvärde i ALOHA) antagits utgöra konsekvensområdet inom vilket personer som vistas kan förolyckas.

Utifrån denna indata ger en gasmolnsbrand upphov till ett konsekvensområde på 77 m.

Gasmolnsexplosion

Om det sker ett kontinuerligt utsläpp av brandfarlig gas och antändningen fördröjs bildas ett gasmoln. Beroende på omgivningen utformning kan detta gasmoln röra sig med vinden och en antändning av gasmolnet kan ge upphov till en gasmolnsexplosion.

Beräkningarna för en tänkbar gasmolnsexplosion har skett i programmet ALOHA.

Utsläppet antas ske från en 50 m³ stor tank som är fylld med 21 ton gasol (fylld till 80 %). Utsläppet antas ske genom ett cirkulärt hål (40 mm i diameter) i tanken.

Utifrån denna indata ger denna typ av utsläpp inte upphov till en gasmolnsexplosion.

BLEVE

BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) är en typ av explosion som kan ske om en gastank med brännbar vätska t.ex utsätts för en brand utifrån. Branden kan medföra att den brännbara vätskan inne i tanken förångas, vilket kan leda till en snabb expansion och en tryckvåg. Det kan då ge upphov till ett eldklot.

Vid beräkningarna av en 50 m³ stor tank som är fylld med 21 ton gasol (fylld till 80 %) kan detta ge upphov till ett eldklot med diametern 160 m som brinner i ca 11 sekunder.

Resultat

Konsekvensområdet för en olycka som ger upphov till en jetflamma utgörs av avståndet från utsläppskällan till den punkt då den infallande värmestrålningen uppgår till 15 kW/m².

En liten jetflamma ger upphov till ett konsekvensområde på ca 13 m.

En mellanstor jetflamma ger upphov till ett konsekvensområde på ca 16 m.

En stor jetflamma ger upphov till ett konsekvensområde på ca 51 m.

En gasmolnsbrand ger upphov till ett konsekvensområde på ca 77 m.

En BLEVE ger upphov till ett konsekvensområde på ca 160 m.

Slutsats

En olycka på Ostkustbanan och som ger upphov till en liten eller mellanstor jetflamma på järnvägen bedöms medföra att en person omkommer i respektive olycksscenario. En olycka som ger upphov till en stor jetflamma bedöms kunna få en större negativ påverkan på människorna som vistas inom närområdet. I denna riskanalys görs antagandet att fem personer omkommer till följd av en stor jetflamma. Uppskattningen av antal omkomna bedöms vara konservativt eftersom människor som vistas utanför byggnaden med relativt enkla sätt kan sätta sig i säkerhet och personer som vistas inom byggnader är delvis skyddade av väggar. Personer som vistas på innergården bedöms vara skyddade och inte kunna utsättas för kritiska värmestålningsnivåer.

En olycka som ger upphov till en gasmolnsbrand bedöms kunna leda till att 10 personer omkommer. Människor bedöms kunna omkomna till följd av eldmolnet som uppstår samt att de utsätts för kritiska värmestålningsnivåer.

Människor som vistas inomhus eller på innegården bedöms dock kunna vara skyddade till stor del med hänsyn till byggnadskonstruktionen.

En olycka som ger upphov till en BLEVE skulle kunna påverka de människor som vistas inom området. Människor bedöms kunna förolyckas till följd av eldklotet som bildas, till följd av tryckvågen som uppkommer, flygande glassplitter samt nedfallande byggnadsdelar. I denna riskanalys görs antagandet att 100 personer omkommer till följd av en BLEVE på Ostkustbanan.

BILAGA D- BERÄKNING UTSLÄPP GIFTIG GAS (KLASS 2.3)

Konsekvensberäkning

Samtliga beräkningar för olyckor som orsakas av ett utsläpp av giftig gas har skett i programmet *Spridning i luft*. Vid beräkningarna har utsläppet antagits ske från en transport med klor. Klor är i giftig gas som är förnimbar och irriterande även i små koncentrationer. Effekterna av klor påverkas av koncentrationen samt hur länge man exponeras (The Chlorine Institute, 2025).

0,2 ppm	Förnimbar lukt
1 – 3 ppm	Mild irritation i slemhinnan
5 – 15 ppm	Måttlig irritation i luftvägarna
30 ppm	Omedelbar bröstsmärta, kräkningar, andnöd och hosta
430 ppm	Dödlig i över 30 minuter
1000 ppm	Dödlig inom några minuter

Vid beräkningarna av ett utsläpp av giftig gas antas utsläppet ske från en järnvägsvagn som rymmer 65 000 kg klor. Utöver ovanstående har följande indata har använts vid alla beräkningarna:

- Datum och klockslag: 2025-10-22, 10:00
- Plats i Sverige: Svealand
- Stabilitetsklass: C (svagt instabil)
- Lufttemperatur: 10 °C
- Vind: vindriktningen är 180 ° med styrkan 5 m/s på 10 meters höjd.
- Utsläppspunkten antas ske 1 m ovan marknivån i öppet landskap (ytråhet 0,03).
- Höjd för ventilationsintag byggnad: 20 m
- Luftomväxling inomhus: 0,5 per timme
- Koncentrationen beräknas för höjden 1,5 m
- Räddningstjänsten gör inga åtgärder.

Giftigt gasmoln

Om det sker ett kontinuerligt utsläpp av giftig gas kan ett giftigt gasmoln bildas. Beroende på omgivningen utformning kan detta gasmoln röra sig med vinden och människor som hamnar inom det giftiga gasmolnet kan utsättas för livshotande koncentrationer.

Vid beräkningarna har konsekvensområdet för respektive scenario antagits vara från det avstånd från utsläppskällan som koncentrationen 430 ppm uppnås.

Liten giftigt gasmoln:

Ett litet utsläpp med källstyrka 0,4 kg/s antas ske. Hålets öppning har antagits vara placerad 1 m från tankens botten. Utsläppet antas pågå i 60 minuter.

Beräkningarna visar att detta giftiga gasmoln ger upphov till en koncentrationen 430 ppm inom ett avstånd på 31 m från utsläppskällan och 1000 ppm på ett avstånd inom 22 m. I övrigt visar beräkningarna att människor som vistas inomhus enbart utsätts för en mindre risk över tid.

Mellanstort giftigt gasmoln:

Ett mellanstort utsläpp med källstyrka 2 kg/s antas ske. Hålets öppning har antagits vara placerad 1 m från tankens botten. Utsläppet antas pågå i 60 minuter.

Beräkningarna visar att detta giftiga gasmoln ger upphov till en koncentrationen 430 ppm inom ett avstånd på 63 m från utsläppskällan och 1000 ppm på ett avstånd inom 47 m. I övrigt visar beräkningarna att människor som vistas inomhus utsätts för risk över tid.

Stor giftigt gasmoln:

Ett stort utsläpp med källstyrka 10 kg/s antas ske. Hålets öppning har antagits vara placerad 1 m från tankens botten. Utsläppet antas pågå i 60 minuter.

Beräkningarna visar att detta giftiga gasmoln ger upphov till koncentrationen 430 ppm inom ett avstånd på 185 m från utsläppskällan och 1000 ppm på ett avstånd inom 107 m. I övrigt visar beräkningarna att människor som vistas inomhus utsätts för risk över tid.

Resultat

Konsekvensområdet utgörs av avståndet från utsläppskällan till den punkt då koncentrationen är 430 ppm.

Ett litet utsläpp av giftig gas ger upphov till ett konsekvensområde på ca 31 m.

Ett mellanstort utsläpp av giftig gas ger upphov till ett konsekvensområde på ca 63 m.

Ett stort utsläpp av giftig gas ger upphov till ett konsekvensområde på ca 185 m.

Slutsats

En olycka på Ostkustbanan och som ger upphov till ett litet giftigt gasmoln bedöms kunna påverka de som vistas utomhus på området mellan järnvägen och berörd byggnad. Människor som vistas på inomhus eller på innegården bedöms inte utsättas för skadliga koncentrationer. I denna riskbedömning görs antagandet att 5 personer omkommer till följd av ett litet utsläpp av giftig gas på Ostkustbanan. Bedömningen bedöms dock vara konservativ då klor är förnimbart även i små koncentrationer och personer som vistas på området kan förväntas sätta sig i säkerhet innan de utsätts för skadliga doser.

Ett mellanstort och stort utsläpp av giftig gas har beräknats ge upphov till dödliga koncentrationer inom ett avstånd på 63 m respektive 185 m om man utsätts för dosen i minst 30 minuter. Personer som vistas inom 47 m respektive 107 m från utsläppskällan utsätts dock för så pass höga doser att man kan omkomma redan efter några minuter. Över tid bedöms även människor som vistas inomhus kunna påverkas negativt av ett mellanstort och stort utsläpp av giftig gas. I denna riskbedömning görs antagandet att 10 respektive 50 personer omkommer till följd av ett mellanstort respektive stort utsläpp av giftig gas på Ostkustbanan.

Med hänsyn till svårigheten att uppskatta antalet omkomna till följd av ett giftigt gasmoln som bildas efter en olycka på Ostkustbanan har Care of Brand & Risk genomfört en känslighetsanalys där antalet komna har varierats. Beräkningarna visar att 150 personer kan omkomma i respektive scenario utan att det medför att samhällsriskerna hamnar inom ALARP-området.

BILAGA E- BERÄKNING UTSLÄPP BRANDFARLIG VÄTSKA (KLASS 3)

Ett utsläpp av brandfarlig vätska kan ge upphov till en pölbrand. I denna bilaga anges beräkningarna för den infallande strålning som en pölbrand ger upphov till.

Dimensionerande skadefall

Vid bedömning av det dimensionerande skadeutfallet av en pölbrand beaktas enbart påverkan på personer som befinner sig inom respektive konsekvensområde.

Som gränsvärde för personskada används 15 kW/m², vilket motsvarar det accepterade värdet för skydd mot brandspridning mellan byggnader enligt BBRAD 3 (Boverket, 2013).

Vid strålningsnivåer över 15 kW/m² finns risk för att material kan antändas i närvaro av en tändkälla. Den infallande strålningen är dessutom så intensiv att det inte är möjligt att passera området utan att utsättas för allvarlig skada.

Personer som vistas inom ett område där strålningsnivån överskrider 15 kW/m², och som saknar möjlighet att självständigt utrymma eller fly undan strålningskällan, antas omkomma.

Beräkning av konsekvensområde

För att fastställa storleken på konsekvensområdet behöver ett avstånd från flammans till den punkt där den infallande strålningsnivån är 15 kW/m² beräknas. Beräkningen av avståndet kan delas upp i tre moment, beräkning av flammans storlek, beräkning av flammans emitterad strålning och slutligen beräkning av synfaktorn, hur stor del av emitterad strålning som faktiskt träffar punkten.

Care of Brand & Risk har antagit tre olika storlekar på utsläpp av brandfarliga vätska som sedan resulterar i pölbrand enligt:

- Litet utsläpp som ger upphov till en pölbrand på 10 m².
- Mellanstort utsläpp som ger upphov till en pölbrand på 100 m².
- Stort utsläpp som ger upphov till en pölbrand på 300 m².

Beräkning av flammans storlek

För att bestämma hur stor en flamma från en pölbrand blir finns olika empiriskt framtagna ekvationer. I den här riskbedömningen har följande ekvation använts (Fischer, o.a., 1998).

$$h_f = d_p * 42 \left(\frac{b'}{\rho \sqrt{g * d_p}} \right)^{0,61}$$

Där h_f är flammans höjd [m], d_p är diametern [m] på pölen, b' är förbränningshastigheten per ytenhet [kg/m²s], g är tyngdaccelerationen [m/s²] och ρ är luftens densitet [kg/m³]. I beräkningarna används förbränningshastigheten för bensen, vilket är ca 0,055 kg/m²s (Drysedale, 2011).

En liten pölbrand (10 m²) ger upphov till en flamma med diametern ca 3,6 m och en flamhöjd på ca 7,4 m.

En mellanstor pölbrand (100 m²) ger upphov till en flamma med diametern ca 11,3 m och en flamhöjd på ca 16,5 m.

En stor pölbrand (300 m²) ger upphov till en flamma med diametern ca 19,5 m och en flamhöjd på ca 24,1 m.

Emitterad strålning från flammans

Vid beräkning av strålning från flammans kommer följande beräkning av Shokri and Beyler (1989) att användas.

$$E = 58(10^{-0,00823D})$$

Där E står för emitterad strålning och D är diametern på pölbranden. Hurley o.a. (2016) föreslår en konservativ säkerhetsfaktor på två vilket tillämpas i beräkningarna.

En liten pölbrand (10 m²) ger upphov till emitterad strålning (beräknad med en säkerhetsfaktor) på ca 108 kW/m².

En mellanstor pölbrand (100 m²) ger upphov till emitterad strålning (beräknad med en säkerhetsfaktor) på ca 94 kW/m².

En stor pölbrand (300 m²) ger upphov till emitterad strålning (beräknad med en säkerhetsfaktor) på ca 80 kW/m².

Synfaktor

Synfaktorn anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta. Vid beräkningen av synfaktorn antas det att branden är rektangulär vilket gör att flammen är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill. Den rektangulära approximationen av flammen kan sedan delas upp i fyra sektioner (A, B, C, D) där synfaktorn för varje sektion beräknas enligt:

$$F = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{h/s}{\sqrt{1 + h/s^2}} \tan^{-1} \left(\frac{w/s}{\sqrt{1 + h/s^2}} \right) + \frac{w/s}{\sqrt{1 + w/s^2}} \tan^{-1} \left(\frac{h/s}{\sqrt{1 + w/s^2}} \right) \right)$$

Där h är höjden på flammen, s är avståndet från flammen till objektet som det strålar mot, w är bredden på flammen. Den totala synfaktorn blir sedan:

$$F_{tot} = F_A + F_B + F_C + F_D$$

En liten pölbrand (10 m²) ger upphov till en total synfaktor på ca 0,138.

En mellanstor pölbrand (100 m²) ger upphov till en total synfaktor på ca 0,160.

En stor pölbrand (300 m²) ger upphov till en total synfaktor på ca 0,187.

Avståndet från flammen till punkten då strålningsnivån är 15 kW/m² kan beräknas med hjälp av ovanstående ekvationer och följande ekvation presenterad av Fischer o.a. (1998). Där I är infallande strålning, P emitterad strålning och F_{tot} den totala synfaktorn.

$$I = P * F_{tot}$$

Resultat

Konsekvensområdet utgörs av avståndet från flammen till den punkt då strålningsnivån är 15 kW/m².

En liten pölbrand (10 m²) ger upphov till ett konsekvensområde på ca 7,1 m.

En mellanstor pölbrand (100 m²) ger upphov till ett konsekvensområde på ca 17,5 m.

En stor pölbrand (300 m²) ger upphov till ett konsekvensområde på ca 25,4 m.

Slutsats

Beräkningarna har gjorts med ett konservativt antagande nämligen att den infallande strålningen har beräknats vid flammans centrum vilket ger det största möjliga strålningsbidraget. Det antas därefter att övriga punkter på samma avstånd utsätts för denna strålningsnivå.

En olycka på Ostkustbanan som ger upphov till en liten pölbrand bedöms med hänsyn till konsekvensområdet på ca 7 m inte leda till att någon omkommer.

En medelstor pölbrand i nära anslutning till järnvägsspåret bedöms dock kunna påverka de som vistas vid järnvägens närhet. I denna riskanalys görs antagandet att en person omkommer till följd av höga strålningsnivåer.

En stor pölbrand som orsakas av en olycka på Ostkustbanan bedöms kunna ge allvarligare konsekvenser än vad en medelstor pölbrand gör. I denna riskanalys görs därför antagandet att tre personer omkommer till följd av höga strålningsnivåer. Uppskattningen av antal omkomna bedöms vara konservativt eftersom människor som vistas utanför byggnaden med relativt enkla sätt kan sätta sig i säkerhet och personer som vistas inom byggnader är delvis skyddade av väggar. Personer som vistas på innergården bedöms vara skyddade och inte kunna utsättas för kritiska värmestrålningsnivåer.