

2015-04-13

DRAGARBRUNN 25:1, UPPSALA

RISKUTREDNING FÖR DETALJPLAN

VERSION 4

PROJEKTINFORMATION

Projektnamn: Riskutredning för detaljplan (fastighet Dragarbrunn 25:1)

Kommun: Uppsala

Uppdragsgivare: Uppsala kommun Förvaltningsfastigheter AB

Kontaktperson: Peter Hesselgren
peter.hesselgren@ihus.nu
018-56 29 83

Uppdragsansvarig: Olle Wulff
olle.wulff@briab.se
08-406 66 09

Handläggare: Erol Ceylan (EC)
erol.ceylan@briab.se
08-406 66 33

Kvalitetskontroll: Johan Norén (JN)

Datum	Version	Kontroll
2015-04-13	Version 4	Egenkontroll: EC
2015-03-23	Version 3	Egenkontroll: EC Kvalitetskontroll: JN
2015-03-10	Version 2	Egenkontroll: EC
2015-01-19	Version 1	Egenkontroll: EC Kvalitetskontroll: JN

SAMMANFATTNING

Briab Brand & Riskingenjörerna AB har av Uppsala kommun Förvaltningsfastigheter AB fått i uppdrag att utreda den riskbild som är förknippad med tillägg i en befintlig detaljplan omfattande fastigheten Dragarbrunn 25:1, Uppsala kommun. Utredningen görs i enlighet med krav på redogörelse för bebyggelsens lämplighet utifrån ett säkerhetsperspektiv i Plan- och bygglagen (SFS 2010:900).

Uppsala kommun Förvaltningsfastigheter AB önskar att möjliggöra för ett nytt femvåningshus (kontorsverksamhet) på fastigheten. Vidare önskar de att förändra utformningen av en nedfartsramp samt att möjliggöra en ny sträckning av gång- och cykelväg på prickad mark (i gällande detaljplan) inom fastigheten. Slutligen är önskemålet att pröva möjligheten till överdäckning av innergården med glas (Uppsala kommun Förvaltningsfastigheter AB, 2012). Tilläggen sammanfattas nedan i fyra punkter:

- a) Nytt femvåningshus för kontorsverksamhet (på innergården, ca 40+ meter från järnvägen enligt skisser (Uppsala kommun Förvaltningsfastigheter AB, 2012)).
- b) Förändring av nedfartsrampen i fastighetens östra del.
- c) Förändring av cykel- och gångvägens sträckning intill nedfartsrampen.
- d) Möjliggöra glasöverdäckning av innergård.

Denna riskutredning syftar till att kartlägga, analysera, värdera och redogöra för riskbilden som är förknippad med de tillägg som önskas göras i fastighetens detaljplan. I utredningen tas beslut om tolerabel risknivå och vid behov ges förslag på eventuella riskreducerande åtgärder. Målet med riskutredningen är att presentera en samlad bedömning av potentiella olyckor som kan belasta fastigheten och att utreda om det ur risksynpunkt är acceptabelt att införa de önskade tilläggen i detaljplanen.

Utifrån en riskinventering av riskkällor i fastighetens omgivning och genomgång av tidigare genomförda riskutredningar för närliggande områden har riskkällor som kan påverka personer som befinner sig inom fastigheten identifierats. Dragarbrunn 25:1 är belägen intill Ostkustbanan (järnväg) som trafikeras med person- och godståg (även farligt gods). Fastighetens närhet till Ostkustbanan bedöms medföra en förhöjd risknivå för fastigheten varför detta blir föremål för en fördjupad analys.

Resultatet från den fördjupade analysen visar att risknivån för tilläggen i detaljplanen är förhöjd enligt nyttjade acceptanskriterier men att risknivån kan reduceras till en acceptabel nivå med riskreducerande åtgärder. De olyckor på järnvägen som ger upphov till den höga risknivån är tågurspårning samt tågolyckor med farligt gods. För att sänka risknivån till en acceptabel nivå bör följande åtgärder vidtas:

1. Nya byggnader som uppförs i och med tillägget i detaljplanen (femvåningshuset) placeras minst 25 meter från järnvägens närmaste spårmit. Åtgärden syftar till att skapa ett skyddsavstånd mellan järnväg och plats där människor uppehåller sig stadigvarande (t.ex. kontor och handel). Icke stadigvarande vistelse är exempelvis trafik och parkering. Till trafik hör även den förändrade gång- och cykelvägen samt nedfartsrampen som berörs av tilläggen.
2. Utrymning från nya byggnader som placeras mellan 25 – 43 meter från närmaste spårmit ska ha minst en utgång som mynnar bort från järnvägen. Åtgärden syftar till att människor i byggnader ska kunna ta sig ut på en icke brandutsatt sida av byggnaden i händelse av en brand på järnvägen.

Den markanvändning som – för tilläggen i detaljplanen – rekommenderas på fastigheten, presenteras i tabellen nedan:

Rekommenderad markanvändning vid olika avstånd från järnvägens närmsta spårmitt då presenterade åtgärder vidtas. Endast sådana verksamheter (eller snarlika verksamheter) som önskas i tilläggen i detaljplanen presenteras.

Avstånd från Ostkustbanans närmsta spårmitt, [m]	Verksamhet
0 – 25 m	P – Parkering (ytparkering) T – Trafik (t.ex. gång- och cykelväg, ramp)
25 – 43 m	Tillkommande verksamheter till ovan presenterade: P – Parkering (övrig parkering) U – Lager K – Kontor H – Sällanköpshandel
43 m –	Tillkommande verksamheter till ovan presenterade: H – Övrig handel C – Centrum

Eftersom att Ostkustbanan är klassificerad som riksintresse ska Trafikverkets krav om fria avstånd kring järnvägen beaktas före beslut.

Riskhänsyn för befintliga byggrätter i gällande detaljplan

Uppsala kommun Förvaltningsfastigheter AB har i framtagandet av riskutredningen uttryckt egenambitionen att säkerheten för de byggrätter som redan medges i gällande detaljplan ska vara lika hög som för bebyggelse som ska möjliggöras i och med tillägget i detaljplanen. Briab har därför (se *Bilaga 3 – Riskhänsyn för befintlig detaljplan*) utrett om och i så fall hur detta kan säkerställas.

Ytterligare riskreducerande åtgärder

För att nå en acceptabel risknivå även för de byggrätter som redan medges i gällande detaljplan bör följande riskreducerande åtgärder vidtas:

3. Ett påkörningsskydd uppförs mellan järnvägen och byggnader på planområdet.

Påkörningsskyddets egenskaper beror på hur nära järnvägen som påkörningsskyddet uppförs, se *Bilaga 4 – Påkörningsskyddets egenskaper*. Om påkörningsskyddet uppförs fristående 13 meter från järnvägen ska det dimensioneras för påkörningskrafter enligt nedan:

– Minsta höjd 1,0 meter, lateral kraft 750 kN, longitudinell kraft 200 kN.

Enstaka mindre öppningar kan placeras i påkörningsskyddet men dessa får inte försämra påkörningsskyddets funktion. Detta kan säkerställas genom att utforma öppningarna med en maximal bredd om 1,2 meter per öppning.

Påkörningsskyddet kan även anläggas i fasad i byggnad. Om påkörningsskyddet anläggs i fasad i byggnad ska det dimensioneras för påkörningskrafter enligt nedan:

– Byggnad belägen 17 meter från järnvägen: lateral kraft 550 kN, longitudinell kraft 140 kN.

– Byggnad belägen 22 meter från järnvägen: lateral kraft 200 kN, longitudinell kraft 50 kN.

Dessa påkänningar får inte ge mer än lokala skador på byggnader och får ej medföra att fortskridande ras sker i byggnaderna.

4. Byggnader belägna inom 43 meter från järnvägen utförs (i riktning mot järnvägen) med fasader som klarar strålningsnivåer upp till 20 kW/m² under minst 30 minuter. Detta kan exempelvis uppfyllas med konstruktioner utförda i brandteknisk klass EI 30 och ytskikt motsvarande klass A2-s1,d0. Fönster i dessa fasader ska uppfylla motsvarande funktionskrav och endast vara öppningsbara för underhåll.

5. Byggnader belägna inom 43 meter från järnvägen ska ha minst en utgång som mynnar i riktning bort från järnvägen. Samtliga som vistas i dessa byggnader ska ha möjlighet att ta sig ut genom en sådan utgång.

6. Verksamhet mellan järnvägen och byggrätter närmast järnvägen bör inte uppmuntra till stadigvarande vistelse.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	2
Riskhänsyn för befintliga byggrätter i gällande detaljplan	3
1 INLEDNING	6
1.1 Bakgrund.....	6
1.2 Syfte och mål.....	6
1.3 Omfattning och avgränsningar	6
1.4 Revidering	7
1.5 Underlag.....	7
1.6 Kvalitetssäkring	7
2 RISKHÄNSYN VID FYSISK PLANERING	8
2.1 Risk	8
2.2 Olika mått på risk.....	8
2.3 Styrande dokument	8
2.4 Metodik för riskhantering.....	9
2.5 Nyttjad metod.....	10
2.6 Acceptanskriterier.....	11
3 FASTIGHETENS FÖRUTSÄTTNINGAR	12
3.1 Befolkningstäthet.....	14
4 RISKINVENTERING OCH ÖVERSIKTLIG BEDÖMNING.....	15
4.1 Tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet och Sevesoanläggningar.....	15
4.2 Järnväg.....	15
5 FÖRDJUPAD ANALYS	20
5.1 Olycksfrekvens på Ostkustbanan	20
5.2 Olyckornas konsekvensavstånd	21
5.3 Antal omkomna	21
6 RESULTAT	22
6.1 Individ- och samhällsrisk för fastigheten.....	22
7 RISKVÄRDERING.....	24
7.1 Riskvärdering av fastighetens risknivå.....	24
7.2 Markanvändning.....	26
8 KÄNSLIGHETS- OCH OSÄKERHETSANALYS	27
8.1 Ökad trafik på Ostkustbanan	27
9 DISKUSSION OCH SLUTSATS	29
9.1 Tillägg i befintlig detaljplan	29
9.2 Egenambition för gällande detaljplans risknivå	29
10 REFERENSER	31
BILAGA 1 – FREKVENSBERÄKNING.....	33
BILAGA 2 – KONSEKVENSBERÄKNING	41
BILAGA 3 – RISKHÄNSYN FÖR BEFINTLIG DETALJPLAN	47
BILAGA 4 – PÅKÖRNINGSSKYDDETS EGENSKAPER	50

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Briab Brand & Riskingenjörerna AB har av Uppsala kommun Förvaltningsfastigheter AB fått i uppdrag att bedöma den riskbild som är förknippad med tillägg i en befintlig detaljplan omfattande fastigheten Dragarbrunn 25:1, Uppsala kommun. Detta görs i enlighet med krav på redogörelse för bebyggelsens lämplighet utifrån ett säkerhetsperspektiv i Plan- och bygglagen (SFS 2010:900) i samband med planläggning.

Önskemålet från Uppsala kommun Förvaltningsfastigheter AB är att få uppföra ett nytt femvåningshus för kontorsverksamhet på fastigheten. Vidare är önskemålet att förändra utformningen av en nedfartsramp inom fastigheten samt att möjliggöra en ny sträckning av gång- och cykelväg på prickad mark (i gällande detaljplan). Slutligen är önskemålet att pröva möjligheten till överdäckning av innergården med glas (Uppsala kommun Förvaltningsfastigheter AB, 2012).

Uppsala kommun Förvaltningsfastigheter AB har även uttryckt egenambitionen att säkerheten för befintliga byggrätter i gällande detaljplan ska kompletteras med riskreducerande åtgärder för att nå en risknivå som idag bedöms som acceptabel.

1.2 Syfte och mål

1.2.1 Tillägg i befintlig detaljplan

Syftet med denna riskutredning är att kartlägga, analysera, värdera och redogöra för riskbilden som är förknippad med de tillägg som önskas göras i detaljplanen som omfattar Dragarbrunn 25:1, Uppsala. Utredningen syftar vidare till att uppskatta om önskade tillägg i detaljplanen är acceptabla ur risksynpunkt. I utredningen presenteras vilken risknivå som anses tolerabel och vid behov ges förslag på riskreducerande åtgärder.

Målet med riskutredningen är att presentera en samlad bedömning av potentiella olyckor som kan belasta fastigheten och att ge svar på om det ur risksynpunkt är acceptabelt att införa de önskade tilläggen i detaljplanen.

1.2.2 Egenambition för gällande detaljplans risknivå

Syftet med utredningen är, med anledning av egenambition från Uppsala kommun Förvaltningsfastigheter AB, även att bedöma risknivåer för redan gällande detaljplan. Målet är att utgöra ett beslutsunderlag för riskhänsyn i hela planområdet.

Briab har därför i *"Bilaga 3 – Riskhänsyn för befintlig detaljplan"* utrett om och i så fall hur detta kan säkerställas.

1.3 Omfattning och avgränsningar

Riskutredningen omfattar endast sådana skadehändelser för personer som kan komma att inträffa till följd av en plötslig olycka i anslutning till fastigheten.

Olyckor där långvarig exponering krävs för skadliga konsekvenser, eventuella skador på egendom och miljö eller uppsåtliga risker samt påverkan på människor vistandes på andra kringliggande områden är exkluderade i denna riskutredning.

Fastigheten Dragarbrunn 25:1 avgränsas av järnvägen (Ostkustbanan), Vaksalagatan, Kungsgatan och lokalgatan Stadshusgatan. Riskutredningen fokuserar på de tillägg som önskas göras i detaljplanen och föreslår vid behov riskreducerande åtgärder som berör dessa.

Referensåret för påverkansområdet är valt till 2035.

1.4 Revidering

Denna handling utgör en fjärde version och ersätter helt föregående versioner.

I den fjärde versionen har utformningen av ett fristående påkörningsskydd närmare specificerats.

1.5 Underlag

För riskutredningen har följande underlag använts:

- e) Antagandehandling. Detaljplan för (05/20029) Bussterminal vid Uppsala C. Upprättad i februari 2006, reviderad i maj 2006, Uppsala kommun.
- f) Förslag om detaljplaneläggning med begäran om planbesked. Uppsala kommun Förvaltningsfastigheter AB. Datum: 2012-06-07.
- g) Riskbedömning, Stationshuset, Uppsala, 2010-10-01, upprättad av Briab.

Platsbesök på fastigheten har genomförts av Erol Ceylan i januari 2015.

1.6 Kvalitetssäkring

Intern granskning har utförts av en från uppdraget fristående person enligt Briabs processbaserade kvalitetssystem som följer anvisningarna i FR 2000.

Granskare i projektet har varit Johan Norén, Civilingenjör i riskhantering och brandingenjör.

2 RISKHÄNSYN VID FYSISK PLANERING

För att få en förståelse för begrepp och definitioner relaterade till riskhantering beskrivs i detta avsnitt riskhanteringsprocessen och dess ingående komponenter.

2.1 Risk

Begreppet risk kan tolkas på olika sätt. I säkerhetstekniska sammanhang förstås begreppet som:

Sannolikheten¹ för en händelse multiplicerat med omfattningen av dess konsekvens, vilka kan vara kvalitativt eller kvantitativt bestämda.

2.2 Olika mått på risk

I säkerhetstekniska sammanhang används ofta två olika riskmått, individ- respektive samhällsrisik.

Med **individrisk**, eller platspecifik risk, avses risken för en enskild individ att omkomma av en specifik händelse under ett år på en specifik plats. Individrisken är oberoende av hur många människor som vistas inom ett specifikt område och används för att se till att enskilda individer inte utsätts för oacceptabelt höga risknivåer (Davidsson, 1997).

Samhällsrisken, eller kollektivrisken, visar den kumulativa sannolikheten för att ett visst antal människor omkommer till följd av konsekvenser av oönskade händelser och presenteras ofta i form av ett s.k. F/N-diagram. Till skillnad från individrisk tar samhällsrisken hänsyn till den befolkningssituation som råder inom undersökt område, samt om personer befinner sig inomhus eller utomhus (Davidsson, 1997).

2.3 Styrande dokument

Det finns ett flertal styrande dokument som berör riskhantering och som ska beaktas vid exploatering.

2.3.1 Plan- och bygglagen

I Plan- och bygglagens (SFS 2010:900) första paragraf definieras att vid planläggning av mark och vatten och byggande, ska hänsyn tas till den enskilda människans frihet. En samhällsutveckling ska främjas med jämlika och goda sociala levnadsförhållanden samt en god och långsiktigt hållbar livsmiljö för människorna i dagens samhälle och för kommande generationer (SFS 2010:900). I lagen förutsetts således att frågor om skydd mot olyckor kopplat till föreslagna markändringar ska vara slutligt avgjorda i samband med planläggning.

2.3.2 Rekommendationer och riktlinjer

Lagstiftningen anger när en riskanalys bör göras men inte i detalj hur en sådan ska utföras eller vad den ska innehålla. För att tydliggöra detta har Länsstyrelserna runt om i landet presenterat riktlinjer med detaljerade specifikationer rörande innehållet i riskanalyser. Riktlinjerna utgör rekommendationer beträffande vilka typer av riskanalyser som bör utföras i olika sammanhang och vilka krav som bör ställas på dessa analyser.

¹ Sannolikhet och frekvens används ofta synonymt, trots att det finns en skillnad mellan begreppen. Frekvensen uttrycker hur ofta något inträffar under en viss tidsperiod, t.ex. antalet trafikolyckor per år, och kan därigenom anta värden som är både större och mindre än 1. Sannolikheten anger istället hur troligt det är att en viss händelse kommer att inträffa och anges som ett värde mellan 0 och 1.

Eftersom Länsstyrelsen i Uppsala län inte har egna liknande riktlinjer har de hänvisat till riktlinjer från storstadslänens länsstyrelser (Structor, 2014). Länsstyrelsen i Stockholms län har gett ut rekommendationerna "Riktlinjer för riskanalys som beslutsunderlag" (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2003) och "Riskanalyser i detaljplaneprocessen" (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2003) som är generella rekommendationer beträffande krav på innehåll i riskanalyser för bland annat planärenden. Utöver de allmänna rekommendationerna har Länsstyrelsen i Stockholms län publicerat mer specifika rekommendationer rörande transporter av farligt gods. Enligt de rekommendationer som tagits fram föreslås att riskerna alltid ska bedömas då nyexploatering planeras inom ett avstånd av 150 meter från transportled för farligt gods (SFS 2010:900).

2.4 Metodik för riskhantering

Riskhantering innebär ett systematiskt och kontinuerligt arbete för att inom ett givet system, kontrollera eller minska olycksriskerna. Att hantera risker är en kontinuerlig process som innebär att inventera, analysera, värdera och vidta säkerhetsåtgärder samt att följa upp och kommunicera till berörda parter. Schematiskt kan processen beskrivas enligt Figur 1.



Figur 1 - Metodik för riskhantering (SFS 2010:900, 2010).

Riskhanteringsprocessens tre delar – riskanalys, riskvärdering och riskreduktion - behandlar allt från identifiering av olyckshändelser och riskkällor till beslut om och genomförande av riskreducerande åtgärder samt uppföljning av att besluten ger avsedd påverkan på den aktuella riskbilden. Riskbedömning utgör enligt denna metodik de två första stegen, riskanalys och riskvärdering.

Riskanalys

Riskanalys utgör den första delen i riskhanteringsprocessen. En grundläggande förutsättning för ett välgrundat resultat av en riskanalys är att dess syfte och omfattning är tydligt beskrivna. Utifrån det kan en riskinventering göras och möjliga olyckshändelser och riskkällor identifieras. Därefter beskrivs riskerna genom att kvalitativt eller kvantitativt bestämma sannolikhet och konsekvens och en sammanvägning av dessa kan därefter genomföras (Länsstyrelserna Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län, 2006).

Riskvärdering

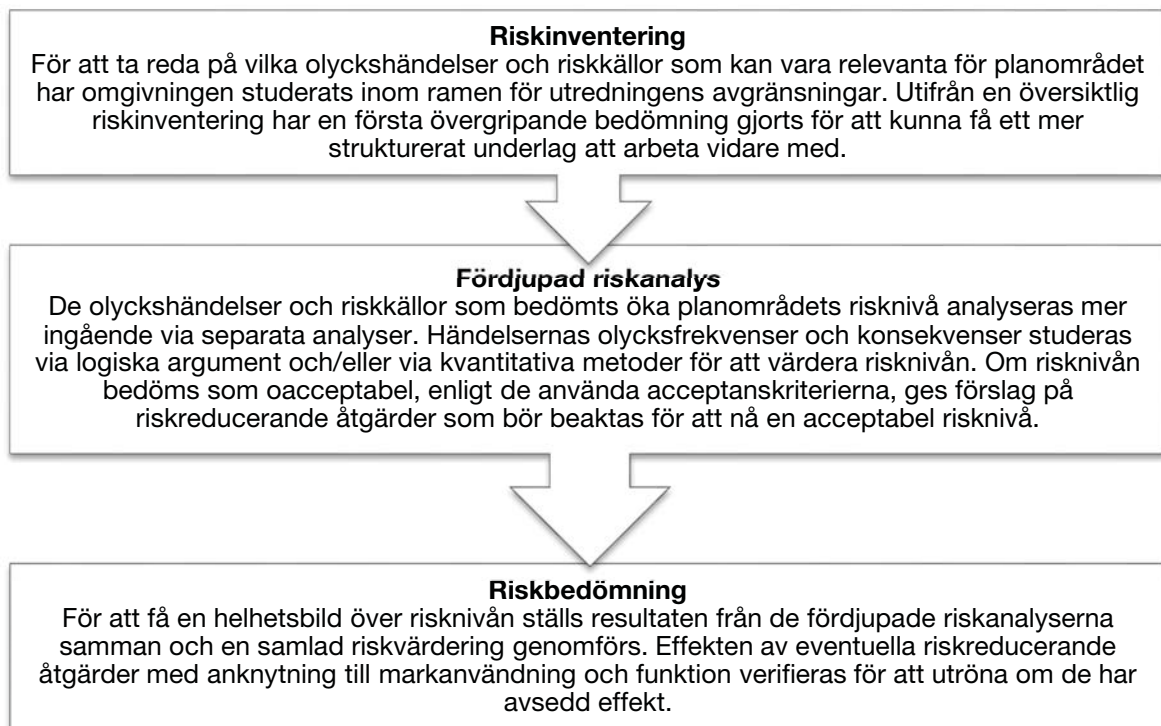
Vid riskvärderingen värderas risken genom att den jämförs mot tydligt motiverade värderingskriterier för att åskådliggöra om risknivån ligger på en tolerabel nivå eller ej. Visar riskvärderingen på en icke tolerabel risknivå ska åtgärdsförslag tas fram och verifieras, vilket innebär att risken, inklusive föreslagna åtgärder, på nytt analyseras och värderas för att påvisa att åtgärderna har en riskreducerande effekt (Länsstyrelserna Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län, 2006).

Riskreduktion/kontroll

Riskanalys och riskvärdering utgör tillsammans riskbedömningen. Riskbedömningen utgör i sin tur beslutsunderlag och ligger till grund för riskhanteringsprocessens sista del: riskreduktion/kontroll. Denna omfattar ställningstaganden och beslutsfattanden, genomförande av eventuella riskreducerande åtgärder samt kontroll och återkoppling gentemot riskanalysens syfte och mål (Länsstyrelserna Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län, 2006).

2.5 Nyttjad metod

Utifrån ovan presenterad metodik och process för riskhantering presenteras nedan den arbetsgång som nyttjats i aktuell utredning.



2.6 Acceptanskriterier

För risker förknippade med säkerhet för liv och hälsa bedöms risknivåerna övergripande utifrån de fyra principer som utarbetats av Räddningsverket (Davidsson, 1997):

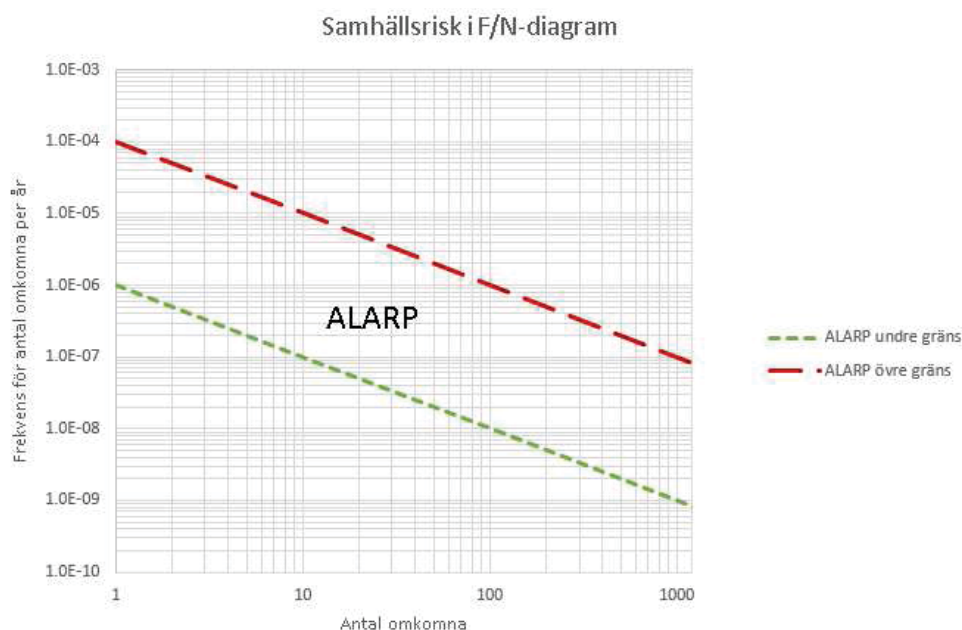
- **Rimlighetsprincipen** - Om det med rimliga tekniska och ekonomiska medel är möjligt att reducera eller eliminera en risk ska detta göras.
- **Proportionalitetsprincipen** - En verksamhets totala risknivå bör stå i proportion till den nytta i form av exempelvis produkter och tjänster som verksamheten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

För individrisk och samhällsrisk har DNV (Det Norske Veritas) på uppdrag av Räddningsverket (nuvarande MSB) definierat acceptanskriterier (Davidsson, 1997). Dessa kriterier är inte tvingande men kan ses som vägledande vid bedömning av risknivåer vid fysisk planering. Länsstyrelsen i Stockholms län har bedömt att dessa kriterier har fördelarna att de är framtagna med avseende på svenska förhållanden, att de har ett tydligt markerat ALARP²-område och att de är konstruerade för användning både intill fasta verksamheter och farligt gods-leder (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2003).

Följande kriterier för individrisk föreslås:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras är 1×10^{-5} per år.
- Övre gräns för område där risker kan anses små är 1×10^{-7} per år.

I Figur 2 redovisas använt acceptanskriterium för samhällsrisk, visualiserad i ett F/N-diagram.



Figur 2. Exempel på ett F/N-diagram med DNV:s acceptanskriterier för samhällsrisk.

² As Low As Reasonably Practicable (= risker kan tolereras om alla rimliga riskreducerande åtgärder är vidtagna.)

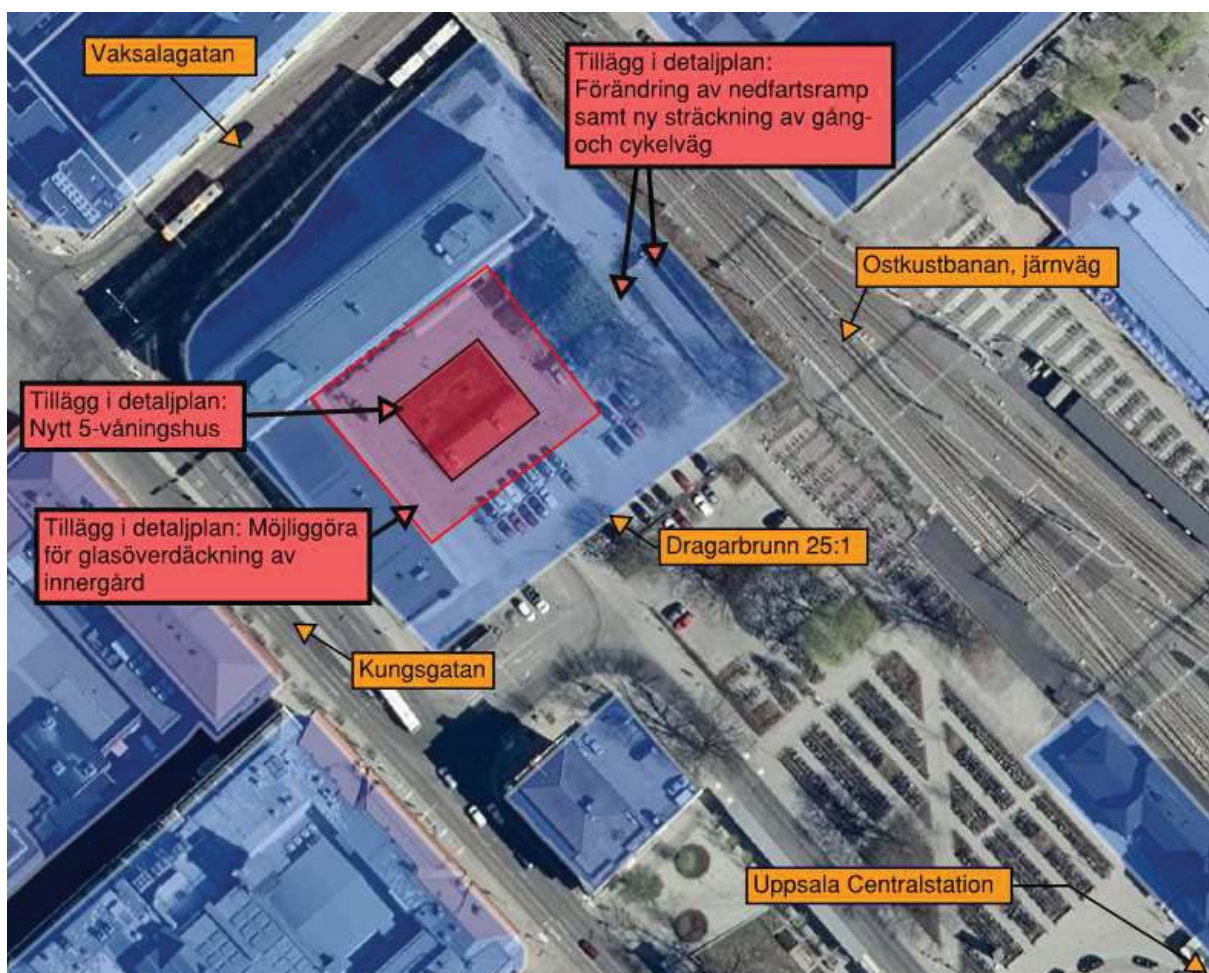
Enligt DNV:s förslag till riskkriterier finns tre riskområden:

- Olyckshändelser som förväntas inträffa tillräckligt ofta och med tillräckligt stora konsekvenser för att anses oacceptabla.
- Olyckshändelser som förväntas inträffa sällan och med så små konsekvenser att de anses acceptabla.
- Olyckshändelser som hamnar mellan den undre och övre gränsen hamnar i det område som kallas ALARP.

För en riskanalys innebär en tillämpning av ovanstående acceptanskriterier att risker ovanför ALARP-området anses vara oacceptabla och att åtgärder måste vidtas oavsett åtgärdernas kostnad. Inom ALARP-området kan risker accepteras om kostnaden för åtgärderna är orimligt höga. Risker under den lägre gränsen enligt DNV anses vara acceptabla utan åtgärder.

3 FASTIGHETENS FÖRUTSÄTTNINGAR

Dragarbrunn 25:1 är belägen omkring 200 meter från centralstationen i Uppsala och angränsar i nordost till järnvägen (Ostkustbanan), se Figur 3. Nordväst om fastigheten går Vaksalagatan och i sydväst Kungsgatan. I sydost går Stadshusgatan.



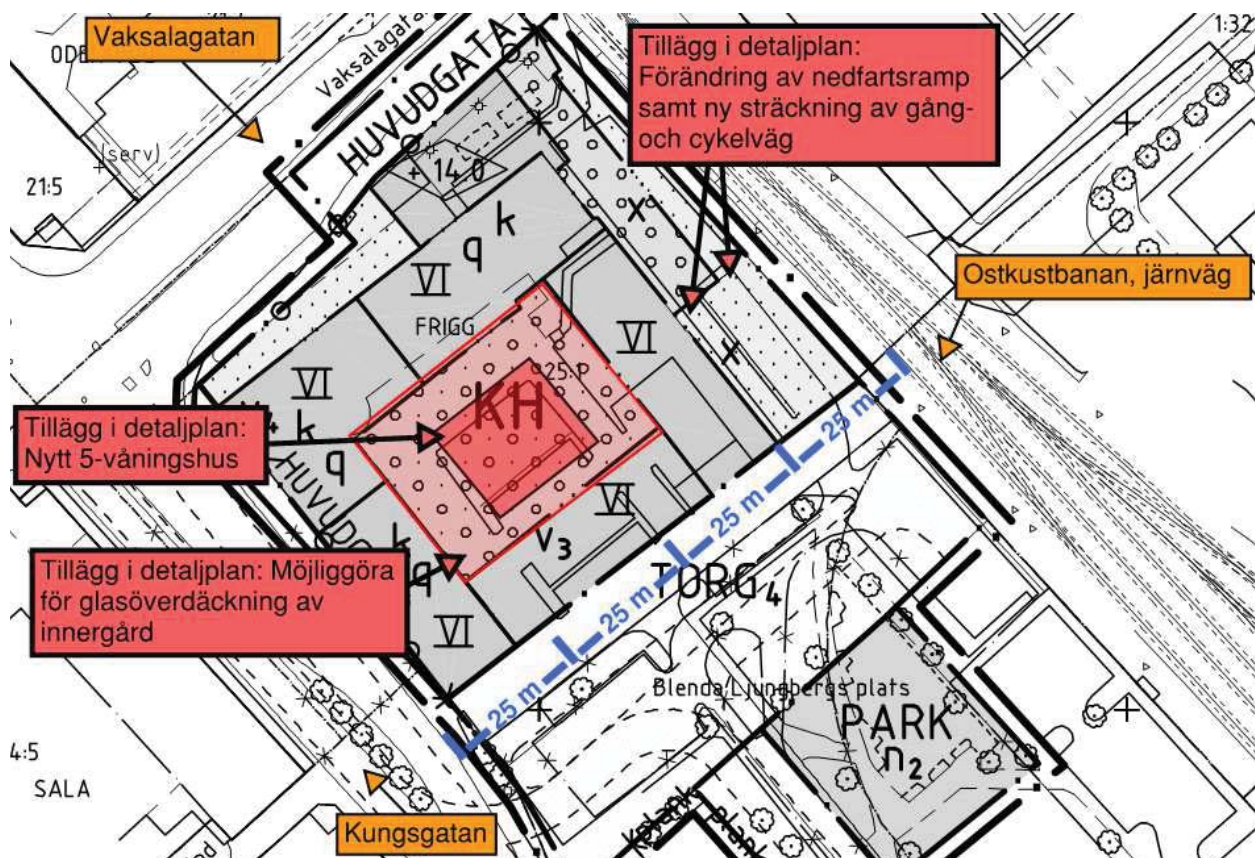
Figur 3. Dragarbrunn 25:1 med omgivning. Tilläggen i detaljplanen har rödmarkerats. Bildkälla: (Hitta.se, 2014). Redigerad av Briab.

På fastigheten står idag Uppsala stadshus i två sammanbyggda byggnader. På fastigheten finns också en parkering. I Figur 4 framgår det nuvarande stadshuset, sett från innergården.



Figur 4. Stadshuset sett från innergården/parkeringsytan.

Den idag gällande detaljplanen för Dragarbrunn 25:1 (antagen 2006) presenteras i Figur 5 tillsammans med de önskade tilläggen.



Figur 5. Gällande detaljplan (antagen år 2006) omfattande Dragarbrunn 25:1. Bildkälla: (Uppsala kommun, 2006)

I detaljplanen framgår att ytterligare tre byggnader får uppföras på fastigheten än de som idag är uppförda (byggnaderna som ligger österut samt byggnaden längst norrut; jämför Figur 5 med Figur 3). "KH" innebär att markanvändningen får utgöras av kontor och handel. Tilläggen till detaljplanen har rödmarkerats i Figur 5. Blå avståndsangivelser är uppmätta från järnvägens närmaste spårmitt i riktning mot fastigheten.

Tilläggen sammanfattas nedan:

- a) Nytt femvåningshus för kontorsverksamhet (på innergården, ca 40+ meter från järnvägen enligt skisser (Uppsala kommun Förvaltningsfastigheter AB, 2012)).
- b) Förändring av nedfartsrampen i fastighetens östra del.
- c) Förändring av cykel- och gångvägens sträckning intill nedfartsrampen.
- d) Möjliggöra glasöverdäckning av innergård.

I Figur 6 visas området mellan stadshuset och järnvägen.



Figur 6. Till vänster i bild syns stadshuset. I mitten och till höger i bild syns nuvarande placering av cykel- och gångväg samt nedfartsramp.

3.1 Befolkningstäthet

För att möjliggöra en välgrundad riskutredning är befolkningstäthet liksom exploateringsgrad inom berört område av stor vikt.

Enligt Regionförbundet Uppsala län har befolkningstätheten för Uppsala centrum beräknats utifrån folkmängd år 2011 (Regionförbundet Uppsala län, 2011) och uppskattats till 4 600 personer per km².

För att ta hänsyn till framtida befolkningsökningar har befolkningstillväxten analyserats. Enligt data från Regionförbundet Uppsala län har befolkningstillväxten i Uppsala varit 26,3 procent under en 25-årsperiod (Regionförbundet Uppsala län, 2011), d.v.s. en befolkningsökning på 1,14 procent per år i snitt. Samma befolkningsökning antas gälla även kommande 20 års-period vilket ger en dimensionerande befolkningstäthet år 2035 på 6 500 personer per km².

4 RISKINVENTERING OCH ÖVERSIKTLIG BEDÖMNING

I detta avsnitt identifieras och bedöms översiktligt de riskkällor som kan påverka fastighetens risknivå.

4.1 Tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet och Sevesoanläggningar

Närmsta bensinstation är belägen över 600 meter från fastigheten. En olycka på bensinstationen förväntas inte påverka fastigheten och analyseras därför inte närmare.

Ungefär 2 km nordväst om fastigheten ligger ett kraftvärmeverk och lika långt sydost ligger ett verk för avfallsförbränning (Lantmäteriet, 2014). Avståndet till verken bedöms som tillräckligt stort för att kunna avskriva dem som riskkällor.

Strax över 1 km öster om fastigheten ligger en Sevesoanläggning (Lantmäteriet, 2014). Med anledning av det omfattande regelverket som sådana anläggningar ska följa och med hänsyn till avståndet mellan anläggning och fastigheten bedöms att anläggningens riskbidrag till fastigheten är försumbart.

De ovan identifierade verksamheterna har även identifierats år 2012 i en riskanalys av Uppsala brandförsvaret (2012).

4.2 Järnväg

Det förhållandevis korta avståndet mellan järnvägen och fastigheten gör att transporter på järnvägen (bl.a. farligt gods) kan påverka människors hälsa och säkerhet. Om ett tåg spårar ur kan det leda till kollision med byggnader på fastigheten. Om tåget transporterar farligt gods (som omfattas av regelverket RID/RID-S³) kan konsekvensen bli mer omfattande.

4.2.1 Farligt gods – begrepp och definition

Med farligt gods avses varor eller ämnen som har sådana egenskaper att de kan vara skadliga för människor, miljö och egendom, om det inte hanteras rätt under transport. Transport av farligt gods omfattas av en genomgripande regelsamling som tagits fram i internationell samverkan. Regelsamlingen fastställer vem som får transportera farligt gods, hur transporterarna ska ske, var dessa transporter får färdas och hur godset ska vara emballerat samt vilka krav som ställs på transporterande fordon (MSBFS 2015:2)

Farligt gods delas in i 9 olika klasser för ämnen med liknande risker vid transport på väg och järnväg. En kortfattad beskrivning av de olika farligt gods-klasserna med konsekvensbeskrivning finns i Tabell 1.

³ Ett Europa-gemensamt regelverk för transport av farligt gods på järnväg.

Tabell 1. Kategorisering, beskrivning och konsekvensbeskrivning av farligt gods-klasser.

Kategori	Beskrivning	Konsekvensbeskrivning
Klass 1, Explosiva ämnen och föremål	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut och fyrverkerier med mera.	Stor mängd massexplosiva ämnen ger skadeområde på ca 200 m radie. Personer kan omkomma både inomhus och utomhus. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexplosiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden.
Klass 2.1, Gaser	Brandfarlig gas (acetylen, propan)	Jetflamma, gasmolnsexplosion, (BLEVE). Konsekvensområden på omkring 40 meter (större för BLEVE). Omkomna både inomhus och utomhus.
Klass 2.2, Gaser	Icke giftig, icke brandfarlig gas (kväve, helium, neon)	-
Klass 2.3, Gaser	Giftig gas (t.ex. klor)	Giftigt gasmoln. Konsekvensområden över 100-tals meter. Omkomna både inomhus och utomhus.
Klass 3, Brandfarliga vätskor	Bensin, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel och industrikemikalier etc. Bensin och diesel transporteras i tankar rymmandes upp till 50 ton.	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvensområden överstiger vanligtvis inte 30-40 meter, beroende på topografi etc.
Klass 4, Brandfarliga fasta ämnen	Kiseljärn (metallpulver) karbid och vit fosfor.	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
Klass 5, Oxiderade ämnen och organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider och kaliumklorat.	Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidlösningar med konc. > 60 procent eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. Konsekvensområden < 70 meter.
Klass 6, Giftiga och smittförande ämnen	Arsenik-, bly- och kvicksilversalter, cyanider och bekämpningsmedel etc.	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
Klass 7, Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat.	Transporteras vanligtvis i små mängder. Utsläpp av radioaktivt ämne ger kroniska effekter etc. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
Klass 8, Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium- och kaliumhydroxid.	Utsläpp av frätande ämne. Konsekvenser begränsade till närområdet.
Klass 9, Övriga farliga ämnen och fasta föremål	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material etc.	Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet.

4.2.2 Transport på Ostkustbanan

Totalt så passerade, ankom eller avgick det 245 tåg per dygn inom Uppsala Centralområde år 2010. Dessa är uppdelade i godståg, pendeltåg, snabbtåg samt övriga persontåg⁴. Av dessa transporter var i genomsnitt 20 stycken godstransporter. Några av godstransporterna utgjorde transport av farligt gods. År 2010 uppskattades att antalet vagnar med farligt gods som transporterades förbi Uppsala Centralstation var 17 670 vagnar per år. Av dessa vagnar innehöll 6 205 flygbränsle som transporterades från Gävle till Arlanda. Ett typiskt godståg är 28-30 vagnar långt medan tåget med flygbränsle är 17 vagnar långt (Briab, 2010).

Mängden och omfattningen av farligt gods på järnväg är direkt relaterat till efterfrågan av samhället och industrin samt till den politiska inställningen kring transportsättet. Enligt nationella trafikprognoser, upprättade av Trafikverket, kommer antalet godstransporter på järnväg att öka 1,5 % per år mellan 2006 och 2030 (Trafikverket, 2014c). För att ta hänsyn till en framtida utbyggnad av järnvägstrafiken dimensioneras trafiken mot bakgrund av ovanstående statistik. Om en lika stor årlig ökning av det totala antalet godstransporter antas ske till och med 2035 gör det att antalet vagnar med farligt gods förväntas bli 26 000 år 2035. I jämförelse med nationella trafikprognoser kan det vara så att antalet flygbränsletransporter mellan Gävle och Arlanda ökar mer än med 1,5 % per år i framtiden. En väsentligt högre mängd farligt gods-transporter undersöks därför i en känslighetsanalys i avsnitt 8.

I en prognos från Trafikverket uppskattades att persontransportarbetet med tåg skulle tillväxa med 2 % årligen mellan år 2010 och 2030 (Trafikverket, 2014b). Om den årliga tillväxten antas vara samma fram till år 2035 väntas det totala antalet persontåg förbi fastigheten bli ca 370 tåg per dygn år 2035.

I närheten av fastigheten sker tågväxling vilket höjer olycksfrekvensen för urspårning. Konsekvensen av en kollision med byggnad kan leda till att personer i byggnaden omkommer. Det kan också leda till fortskridande ras till följd av att bärande konstruktioner kollapsar. För att bestämma kollisionsriskens storlek behöver flera faktorer och osäkerheter kvantifieras vilket erfordrar en fördjupande kvantitativ analys.

4.2.3 Farligt gods-olycka på Ostkustbanan

Uppgifter från Trafikverket år 2010 gör gällande att mängden farligt gods som transporteras via Uppsala Centralstation i huvudsak (till ~90 %) utgörs av brandfarlig vätska, bland annat flygbränsle från Gävle till Arlanda⁵. Det uppskattades att fördelningen av mängden farligt gods för respektive klass var såsom framgår av Tabell 2.

⁴ Trafikverket: Stefan M Persson 2010-09-13, stefan.m.persson@trafikverket.se

Tabell 2. Antal vagnar av farligt gods transporterade på järnväg i anslutning till Uppsala Centralstation. Data är fördelade efter farligt gods-klass. Källa: intervju med statistiker på Trafikverket⁵.

Farligt gods-klass	Beskrivning	Antal vagnar innehållande farligt ämne under perioden 2009-04-16 till 2010-04-15	Andel vagnar av samtliga vagnar [-]
1	Sprängämnen	4	0,02 %
2	Gaser	94	0,53 %
3	Brandfarliga vätskor	15 645	88,54%
4.1	Brandfarliga fasta ämnen	187	1,05 %
4.2	Självantändande ämnen	15	0,08 %
4.3	Ämnen som vid kontakt med vatten utvecklar brandfarliga gaser	98	0,55 %
5.1	Oxiderande ämnen	741	4,19 %
5.2	Organiska peroxider	26	0,15 %
6.1	Giftiga ämnen	18	0,10 %
6.2	Smittsamma ämnen	0	0 %
7	Radioaktiva ämnen	0	0 %
8	Frätande ämnen	316	1,78 %
9	Övriga farliga ämnen	526	2,98 %
Totalt		17 670	100 %

Mängden gods är framtagen för Uppsala Centralstation men eftersom att inga farligt gods-transporter gör uppehåll på centralstationen så följer att transportmängden och fördelningen bör vara lika stor förbi Dragarbrunn 25:1.

⁵ Hermo, R. (2010-07-06). Statistiker, Trafikverket. (H. Nordenstedt, Interviewer)

4.2.4 Översiktlig bedömning av sannolikhet och konsekvens för farligt gods-olycka

Med kännedom om mängden gods och med stöd i tidigare utredningar bedöms i kommande stycken sannolikheten för en olycka involverande respektive farligt gods-klass och konsekvensen givet en sådan olycka. Om sannolikheten och konsekvensen (d.v.s. risken) sammantaget bedöms kunna vara stor för fastigheten så underkastas riskkällan en fördjupad analys.

Olycka med klass 1

Andelen explosiva ämnen som transporteras i anslutning till fastigheten är liten, se Tabell 2. En explosion kan dock ge flertalet döda (stor konsekvens) och olyckshändelsen behöver därför analyseras djupare.

Olycka med klass 2

Det transporteras en liten mängd tryckkondenserad gas förbi fastigheten. Underklassen 2.2 utgör icke-giftiga gaser och bedöms inte ha någon påverkan på fastigheten. Klass 2.1 och klass 2.3 har dock potential att orsaka dödsfall i närheten av järnvägen men också på längre avstånd (för klass 2.3). Olyckshändelsen bedöms kräva en fördjupad kvantitativ analys.

Olycka med klass 3

Med hänsyn till den stora mängden brandfarlig vätska som transporteras och med hänsyn till den potentiella brandpåverkan som en olycka med brandfarlig vätska kan ha på fastigheten behöver denna olyckshändelse undersökas närmare i en fördjupad kvantitativ analys.

Olycka med klass 5

Eftersom att oxiderande ämnen och organiska peroxider kan ge upphov till större bränder vid olyckor och att mängden som transporteras är icke försumbar bedöms att en fördjupad analys behöver göras för olycka involverande denna klass.

Olycka med klass 4, 6, 7, 8 och 9

Olyckor med dessa ämnen påverkar i huvudsak den omedelbara omgivningen (se Tabell 1). Med hänsyn till detta bedöms de ha marginell påverkan på fastigheten och utreds därför inte närmare.

5 FÖRDJUPAD ANALYS

Riskinventeringen och den översiktliga bedömningen visar att det finns behov av att kartlägga fastighetens förhöjda risknivå med hänsyn till ett antal potentiella olycksscenarioer på Ostkustbanan. Övriga identifierade riskkällor har kunnat avskrivas med hänsyn till deras låga bidrag till fastighetens totala risknivå.

I detta avsnitt genomförs en fördjupad analys av de olyckshändelser som bedömts kunna ge förhöjda risknivåer. Ingående information rörande beräkningsförfarandet och bakgrundsfakta återfinns i bilagorna. Konsekvensområden och eventuella förslag på lämplig placering av bebyggelse (markanvändning) mäts från den spårmiten på Ostkustbanan som ligger närmast fastigheten. I den fördjupade analysen har det antagits att *fördelningen* av transporter utefter farligt gods-klass kommer att se likadan ut år 2035 som idag men att det totala antalet farligt gods-transporter kommer att öka (i enlighet med trafikprognoser i 4.2.2).

5.1 Olycksfrekvens på Ostkustbanan

Utgångspunkten vid olycksfrekvensberäkningarna är för Ostkustbanan de trafikdata som presenterats i avsnitt 4.2. Metoden som används för att uppskatta olycksfrekvensen utgår från en modell framtagen åt Banverket av Fredén (2001). Beräkningarna grundar sig på händelseförlopp som beskrivs i *Bilaga 1 – frekvensberäkning*. I samma bilaga återfinns även de olycksfrekvensberäkningar som gjorts.

5.1.1 Olycka på Ostkustbanan

Resultatet från olycksfrekvensberäkningarna för de identifierade scenarierna presenteras i Tabell 3. Vid beräkning av risknivån, vars resultat presenteras i senare avsnitt, har en förfinad uppdelning gjorts rörande olyckans omfattning (t.ex. litet, medelstort och stort läckage). För scenariot urspårning är olyckans omfattning indelad efter hur långt från spåret vagnarna hamnar: liten omfattning (0-5 meter från spår), medelstor omfattning (5-25 meter från spår) och stor omfattning (>25 meter från spår).

Tabell 3. Olycksfrekvens för identifierade olycksscenarioer på Ostkustbanan.

Scenario	Frekvens [olycka/år] efter olyckans omfattning		
	Liten	Medelstor	Stor
O(Urspårning)	2.2×10^{-02}	1.1×10^{-03}	6.7×10^{-05}
O(1)	5.9×10^{-10}	1.0×10^{-10}	3.5×10^{-12}
O(2.1a) ⁶	2.8×10^{-09}	1.2×10^{-09}	1.2×10^{-09}
O(2.1b) ⁷	5.5×10^{-10}	2.8×10^{-10}	3.0×10^{-10}
O(2.1c) ⁸	5.6×10^{-12}	2.8×10^{-12}	3.0×10^{-12}
O(2.3)	1.9×10^{-09}	6.2×10^{-10}	5.0×10^{-10}
O(3)	5.4×10^{-07}	5.4×10^{-07}	2.0×10^{-06}
O(5)	-	-	1.0×10^{-07}
Summa	2.3×10^{-02}		

⁶ Olycksscenarioet gäller en olycka i klass 2.1 som leder till en fördröjd antändning av utsläppt gas

⁷ Olycksscenarioet gäller en olycka i klass 2.1 som leder till en jetflamma.

⁸ Olycksscenarioet gäller en olycka i klass 2.1 som leder till en BLEVE.

Olycksfrekvensen för urspårning längs en 1 km lång sträcka intill fastigheten är totalt 2.3×10^{-2} eller "en gång inom nästan 45 år". De olyckor som är förknippade med farligt gods förväntas emellertid ske med frekvensen 3.2×10^{-6} ("en gång inom 300 000 år") enligt Tabell 3.

5.2 Olyckornas konsekvensavstånd

De konsekvensberäkningsmetoder som använts följer vetenskapligt vedertagna praxis och har genomförts i spridningsprogrammet *ALOHA* (NOAA, 2013). Ingångsdata för beräkning av konsekvensavstånd för identifierade olycksscenarier återfinns i *Bilaga 2 – konsekvensberäkning*. I bilagan återfinns även en beskrivning av programmet *ALOHA*.

5.2.1 Konsekvensavstånd

Beräknade konsekvensavstånd, det vill säga avstånd från närmaste spårmitt till dödliga förhållanden, redovisas i Tabell 4 för de olika olycksscenarierna.

Tabell 4. Beräknade konsekvensavstånd från närmaste spårmitt till dödliga förhållanden.

Scenario **Representativt** **Konsekvensavstånd [m] efter olyckans omfattning**
ämne

		Liten	Medelstor	Stor
O(Urspårning)	-	5	25	>25
O(1)	TNT	30	70	170
O(2.1a)	Gasol	11	17	52
O(2.1b)	Gasol	10	10	31
O(2.1c)	Gasol	168	168	168
O(2.3)	Klorgas	71	194	880
O(3)	Bensin	14	30	43
O(5)	Ammoniumnitrat	-	-	43

5.3 Antal omkomna

För att kunna beräkna samhällsriskerna har antalet omkomna inom fastigheten beräknats för varje olycksscenario. Följande antaganden om befolkningen har gjorts i beräkningarna:

- Fastighetens befolkningstäthet har i avsnitt 3.1 uppskattats till 6500 personer per km² år 2035.
- 22:00-06:00 uppgår befolkningstätheten till 100 procent inom fastigheten. 06:00-22:00 uppgår befolkningstätheten till 50 procent. Detta ger en genomsnittlig befolkningstäthet på ca 5400 per km².
- De som vistas på fastigheten befinner sig utomhus i genomsnitt 3 timmar per dygn. Detta baseras på en nationell tidsanvändningsundersökning från Statistiska centralbyrån (2011).

Beräkningsförfarandet av antalet omkomna presenteras i bilagorna. Beräknat antal omkomna återges i Tabell 5 nedan.

Tabell 5. Antalet omkomna givet olyckshändelser på Ostkustbanan.

Scenario	Antal omkomna givet olika omfattningar av olyckshändelser [-]		
	Liten	Medelstor	Stor
O(Urspårning)	0	8	8
O(1)	7	27	40
O(2.1a)	0	1	18
O(2.1b)	0	0	7
O(2.1c)	40	40	40
O(2.3)	8	35	40
O(3)	1	7	16
O(5)	-	-	16

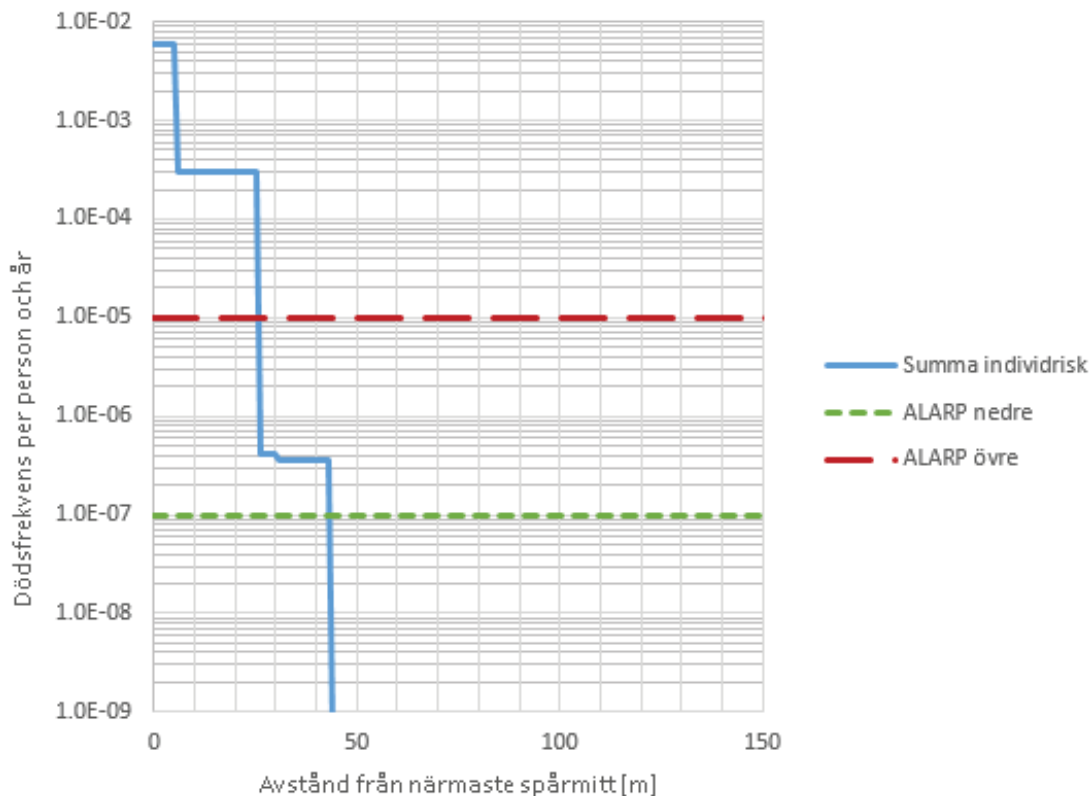
6 RESULTAT

I detta avsnitt presenteras vilken individ- och samhällsrisk som närheten till Ostkustbanan ger upphov till för fastigheten. Individrisken har beräknats genom att addera olycksfrekvensen för de scenarier vars konsekvens påverkar en person som vistas på fastigheten (på en specifik plats och vid ett visst avstånd från närmaste spårmitt) och som orsakar att personen omkommer.

Risknivån har även beräknats i form av samhällsrisk. Resultatet presenteras enligt gängse normer i ett F/N-diagram där även valda acceptanskriterier framgår.

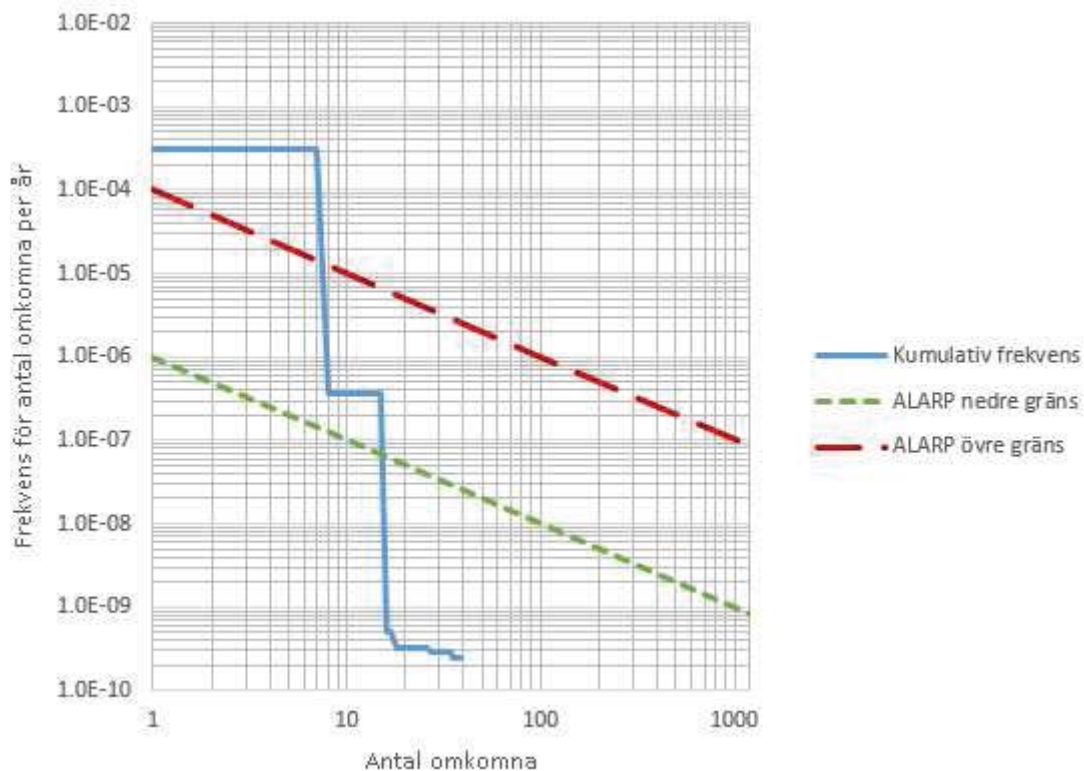
6.1 Individ- och samhällsrisk för fastigheten

Individrisken intill Ostkustbanan presenteras i Figur 7.



Figur 7. Individrisken för fastigheten intill Ostkustbanan.

F/N-diagrammet i Figur 8 illustrerar samhällsrisken intill Ostkustbanan.



Figur 8. Beräknad samhällsrisk för fastigheten (antalet personer som kan förväntas omkomma och med vilken frekvens till följd av en olycka som inträffar på Ostkustbanan).

7 RISKVÄRDERING

I detta avsnitt värderas den rådande risknivån (presenterad i avsnitt 6.1) utifrån i tidigare avsnitt definierade acceptanskriterier.

7.1 Riskvärdering av fastighetens risknivå

7.1.1 Individrisk

Enligt genomförda beräkningar ligger individrisken ovanför ALARP-gränsen mellan 0 – 25 meter från Ostkustbanan, se Figur 7. Mellan 25 och 43 meter är individrisken inom ALARP-området och för att ha stadigvarande vistelse inom detta område ska rimliga riskreducerande åtgärder vidtas. Den skarpa ändringen i individrisken omkring 25 meter från spåret beror på att de flesta vagnarna hamnar inom 25 meter från järnvägen i händelse av urspårning.

7.1.2 Samhällsrisk

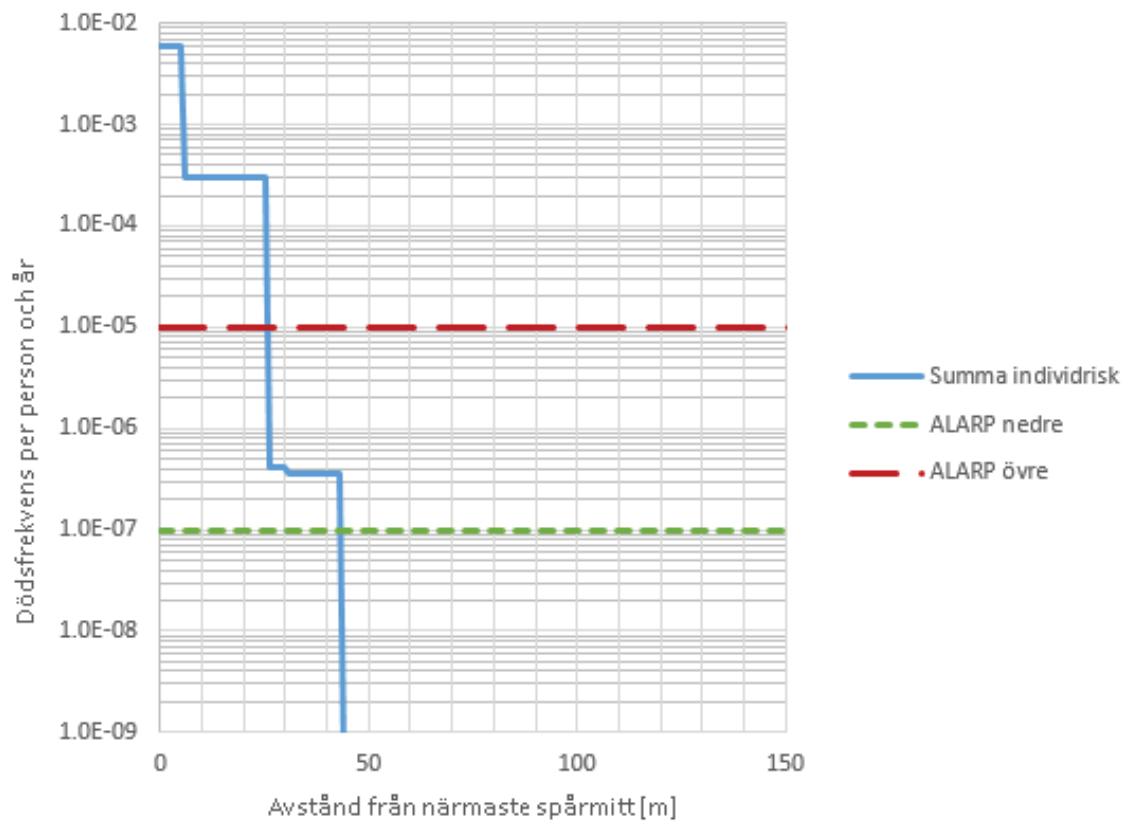
Samhällsrisken är högt över ALARP-området och därmed oacceptabel. Det är främst olyckor involverande ett fåtal personer (färre än 7-8 omkomna) som inträffar med hög frekvens. Anledningen till detta är att urspårning är en olyckshändelse med en i sammanhanget hög frekvens men ett förhållandevis kort konsekvensavstånd.

7.1.3 Åtgärdsförslag

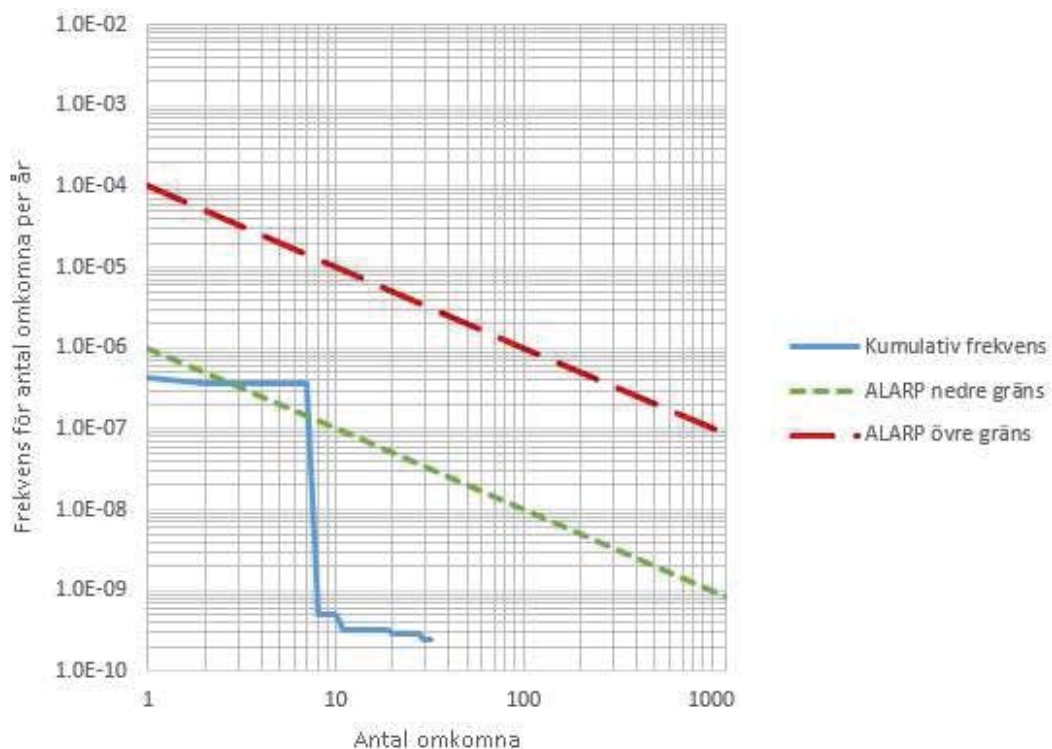
För att sänka individ- och samhällsrisken inom fastigheten, och därmed möjliggöra de tillägg i detaljplanen som önskas, föreslås följande riskreducerande åtgärder:

1. Nya byggnader som uppförs i och med tillägget i detaljplanen placeras minst 25 meter från järnvägens närmaste spårmit. Inom detta avstånd bör inte bebyggelsen uppmuntra till stadigvarande vistelse. Åtgärden syftar till att skapa ett skyddsavstånd mellan järnväg och plats där människor uppehåller sig stadigvarande (t.ex. kontor och handel). Icke stadigvarande vistelse är exempelvis trafik och parkering. Till trafik hör även den förändrade gång- och cykelvägen samt nedfartsrampen som berörs av tilläggen.
2. Utrymning från nya byggnader som placeras mellan 25 – 43 meter från närmaste spårmit ska ha minst en utrymningsväg som mynnar bort från järnvägen. Åtgärden syftar till att människor i byggnader ska kunna utrymma på en icke brandutsatt sida av byggnaden i händelse av en brand på järnvägen.

7.1.4 Verifiering av åtgärdsförslag 1 och 2



Figur 9. Individrisk mätt från närmaste spårmittpunkt efter att riskreducerande åtgärd 1 har vidtagits. Efter 25 meter från spårmittpunkt är individrisknivån i den lägre halvan av ALARP-området.



Figur 10. Beräknad samhällsrisk för fastigheten efter att riskreducerande åtgärder 1 har vidtagits. I huvudsak är samhällsrisk under ALARP-området. För ett mindre antal omkomna (≤ 7) är risknivån inom lägre delen av ALARP-området.

Verifieringen påvisar att om åtgärd 1 vidtas fås en individrisk som hamnar inom den nedre delen av ALARP-området efter 25 meter från närmaste spårmitt. Den största riskkällan, påkörning med tåg, reduceras väsentligt med detta skyddsavstånd. Den resterande risknivån (över 25 meter från spårmitt) kommer huvudsakligen från olyckshändelser som leder till bränder (pölbrand, jetflamma, brand i oxiderande ämnen). Riskreducerande åtgärd 2 förbättrar möjligheten att rymma ut ur byggnader i riktning bort från järnvägen. Åtgärdens effekt har inte kvantifierats i Figur 9 och Figur 10 utan bedöms kvalitativt vara en rimlig och försvarbar åtgärd som bidrar till att sänka risknivån till en lägre nivå än den som framgår i figurerna. Längre bort än 43 meter från järnvägen kan känsligare verksamheter accepteras eftersom risknivån på detta avstånd sjunker under ALARP-området.

Samhällsriskerna hamnar med de riskreducerande åtgärderna inom och under ALARP-området.

Eftersom att risknivåerna för fastigheten, med de riskreducerande åtgärderna beaktade, hamnar delvis inom ALARP-området ska, enligt definierade acceptanskriterier, de åtgärder som anses rimliga ha vidtagits. Åtgärderna 1 och 2 anses tillsammans vara rimliga och försvarbara sett till den påtagliga minskning av risknivåerna som åtgärderna ger. Risknivåerna bedöms sammantaget vara acceptabla för fastigheten givet att riskreducerande åtgärd 1 och 2 beaktas.

7.2 Markanvändning

Förutsatt att de riskreducerande åtgärderna 1 och 2 beaktas är det, ur risksynpunkt, möjligt att göra de önskade tilläggen i detaljplanen. Den markanvändning som för tilläggen rekommenderas på fastigheten presenteras i Tabell 6.

Vid framtagandet av den rekommenderade markanvändningen vid olika avstånd från järnvägen har även beaktats den generella zonindelning av kvartersmark (zon A, B och C) som presenterats av Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län (2006).

Tabell 6. Rekommenderad markanvändning vid olika avstånd från järnvägens närmsta spårmitt då åtgärd 1 och 2 beaktas. Endast sådana verksamheter (eller snarlika verksamheter) som önskas i tilläggen i detaljplanen presenteras.

Avstånd från Ostkustbanans närmsta spårmitt, [m]	Verksamhet
0 – 25 m	P – Parkering (ytparkering) T – Trafik (t.ex. gång- och cykelväg, ramp)
25 – 43 m	Tillkommande verksamheter till ovan presenterade: P – Parkering (övrig parkering) U – Lager K – Kontor H – Sällanköpshandel
43 m –	Tillkommande verksamheter till ovan presenterade: H – Övrig handel C – Centrum

De olyckshändelser med störst bidrag till fastighetens risknivå är sådana händelser som förväntas ge ett fåtal omkomna och som begränsas till området närmast järnvägen. Principen om undvikande av katastrofer (se avsnittet om acceptanskriterier) är således beaktad i och med de rekommenderade skyddsavstånden. Vidare har rimliga riskreducerande åtgärder (1 och 2) vidtagits i enlighet med rimlighetsprincipen.

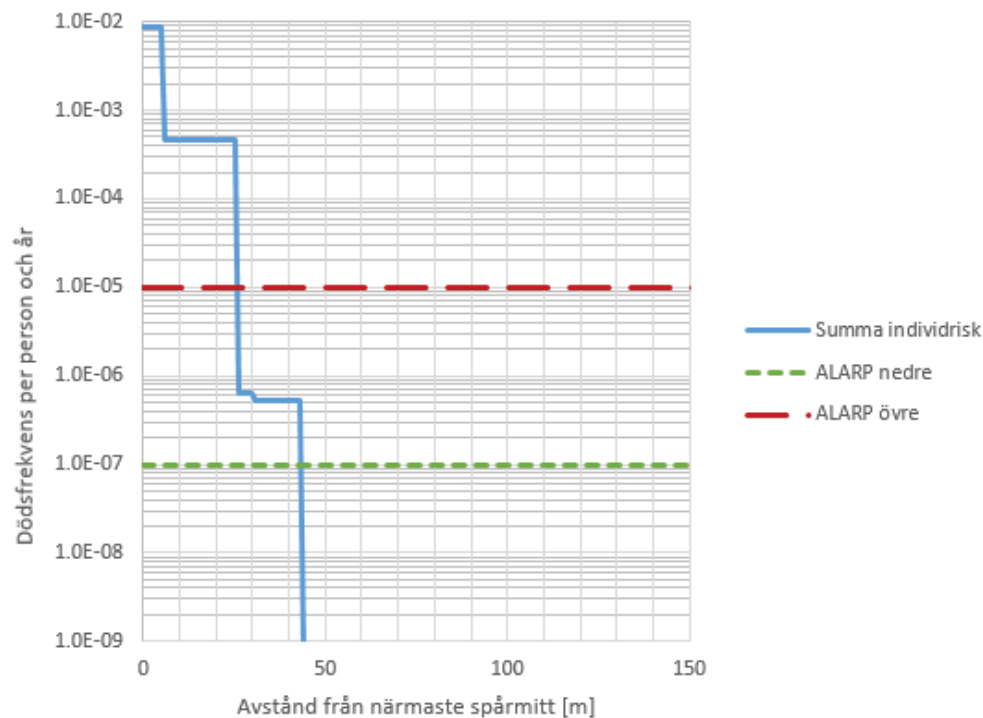
8 KÄNSLIGHETS- OCH OSÄKERHETSANALYS

I en riskutredning av detta slag finns det flertalet osäkra parametrar. Detta gäller främst vid uppskattningen av olycksfrekvenser för att en farligt gods-olycka ska inträffa inom det studerade området. Statistiken över farligt gods-olyckor med läckage bedöms ej vara tillfredställande. Detta beror till stor del på att det inte har inträffat något större antal olyckor de senaste åren. Det är även olämpligt att använda sig av olycksstatistik från andra länder eftersom deras infrastrukturer kan skilja sig markant från den i Sverige.

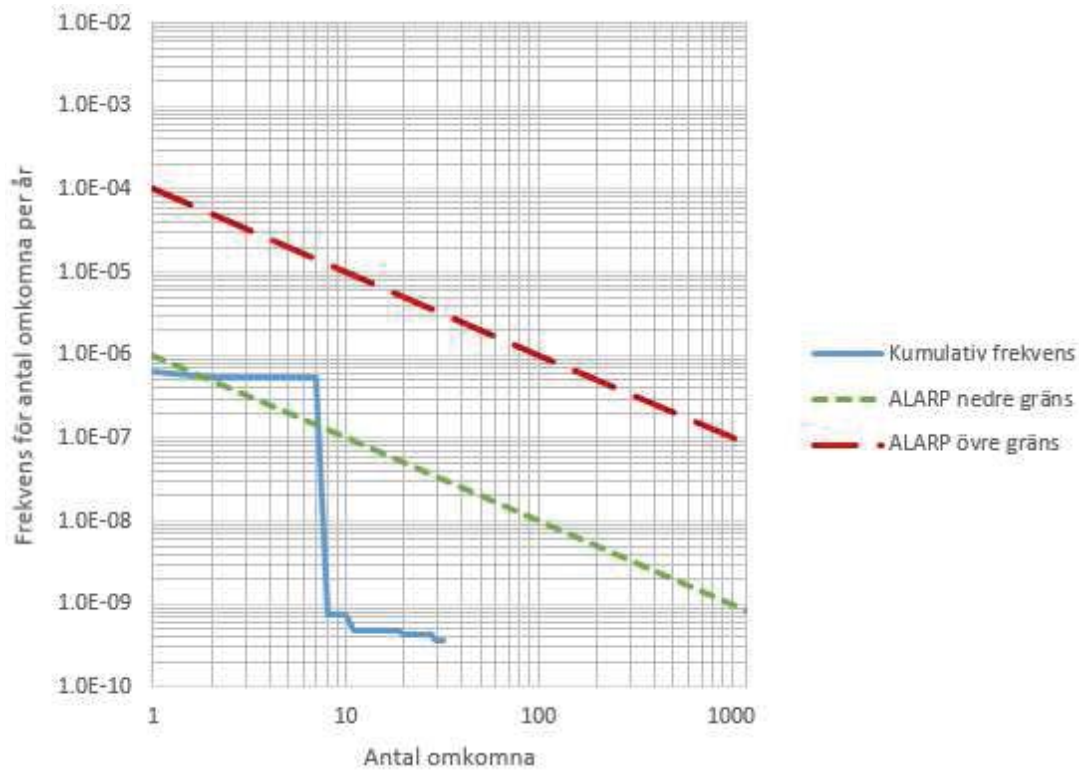
8.1 Ökad trafik på Ostkustbanan

För att undersöka hur en påtagligt ökad trafik på Ostkustbanan (inklusive farligt gods-trafik) inverkar på fastighetens risknivå beräknas individ- och samhällsrisk då trafiken ökar med 50 % från det prognosticerade värdet år 2035. De riskreducerande åtgärderna 1 och 2 antas vara implementerade.

I Figur 11 och Figur 12 visas beräknad individ- och samhällsrisk för fastigheten mätt från närmaste spårmittpå Ostkustbanan efter att trafikmängden ökat 50 % från det prognosticerade värdet år 2035.



Figur 11. Individrisk med hänsyn till avstånd från närmaste spårmittpå Ostkustbanan efter att trafikmängden ökat med 50 %. Individrisken ökar något men hamnar fortsatt i nedre halvan av ALARP-området för bebyggelse som placeras minst 25 meter från närmaste spårmittpå Ostkustbanan.



Figur 12. Beräknad samhällsrisk för fastigheten efter att trafikmängden ökats med 50 %. Samhällsrisker hamnar under och i lägre delen av ALARP-området.

En ökning av trafiken på Ostkustbanan med 50 % mer än det prognosticerade värdet medför inte oacceptabelt höga risknivåer vilket påvisar en robusthet i resultatet från grundberäkningarna och de riskreducerande åtgärdernas effekt.

9 DISKUSSION OCH SLUTSATS

Syftet med denna riskutredning har varit att analysera och värdera riskkällor i anslutning till fastigheten Dragarbrunn 25:1, Uppsala kommun. I riskvärderingen har ingått beslut om tolerabel risknivå och förslag på åtgärder. Riskutredningen är en del av beslutsunderlaget för ställningstagandet till tilläggen som önskas i gällande detaljplan. Utredningen är även en del av beslutsunderlaget för riskhänsyn omfattande hela planområdet inklusive bebyggelse som redan möjliggörs i gällande detaljplan.

9.1 Tillägg i befintlig detaljplan

Resultatet från den fördjupade analysen visar att risknivån för tilläggen i detaljplanen är förhöjd enligt nyttjade acceptanskriterier men att risknivån kan reduceras till en acceptabel nivå med riskreducerande åtgärder. De olyckor på järnvägen som ger upphov till den höga risknivån är tågurspårning samt tågolyckor med farligt gods. För att sänka risknivån till en acceptabel nivå bör åtgärderna som presenterats i 7.1.3 vidtas. Om dessa vidtas är det acceptabelt att genomföra de önskade tilläggen i detaljplanen:

- a) Nytt femvåningshus för kontorsverksamhet (på innergården, ca 40+ meter från järnvägen enligt skisser (Uppsala kommun Förvaltningsfastigheter AB, 2012)).
- b) Förändring av nedfartsrampen i fastighetens östra del.
- c) Förändring av cykel- och gångvägens sträckning intill nedfartsrampen.
- d) Möjliggöra glasöverdäckning av innergård.

Modeller som nyttjats (för olycksfrekvenser och konsekvenser) bedöms som lämpliga för att uppskatta fastighetens risknivå och för att i förlängningen uppskatta om tilläggen i detaljplanen är acceptabla. Urspårningsfrekvenser är framtagna med hjälp av svensk olycksstatistik. Konsekvenser har beräknats på ett vetenskapligt etablerat sätt. I exploateringsskedet är det fortfarande oklart hur detaljutformningen på planområdet kommer att bli. Den skyddande effekt som bebyggelsen kan ha mot exempelvis brandspridning och tryckspridning har därför inte beaktats i risknivåberäkningar men bör i praktiken sänka risknivån. En känslighetsanalys har genomförts med en påtagligt högre trafikmängd på Ostkustbanan. Även med den högre trafikmängden har risknivåerna visats vara acceptabla. Detta påvisar en robusthet i utredningens resultat.

Eftersom att Ostkustbanan är klassificerad som riksintresse ska Trafikverkets krav om fria avstånd kring järnvägen beaktas före beslut.

Upprättad riskutredning ska ses som ett underlag för fortsatt planläggning och föreslagna åtgärder bör utgöra underlag till planbestämmelser och exploateringsavtal som är juridiskt bindande i samband med projektering.

9.2 Egenambition för gällande detaljplans risknivå

Givet att riskreducerande åtgärder 3 – 6 vidtas (presenterade i *Bilaga 3 – Riskhänsyn för befintlig detaljplan*) i tillägg till åtgärder 1 – 2 blir risknivån för byggrätter som redan möjliggörs i gällande detaljplan acceptabelt låg. Åtgärd 3 – 6 utgörs av påkörningsskydd, brandskydd i fasad, möjlighet att ta sig ut i riktning bort från järnvägen samt icke-stadigvarande vistelse mellan byggrätter närmast järnvägen och järnvägen.

Om påkörningsskyddet uppförs fristående 13 meter från järnvägen ska det dimensioneras för påkörningskrafter enligt nedan:

- Minsta höjd 1,0 meter, lateral kraft 750 kN, longitudinell kraft 200 kN.

Enstaka mindre öppningar kan placeras i påkörningsskyddet men dessa får inte försämra påkörningsskyddets funktion. Detta kan säkerställas genom att utforma öppningarna med en maximal bredd om 1,2 meter per öppning.

Om påkörningsskyddet anläggs i fasad i byggnad ska det dimensioneras för påkörningskrafter enligt nedan:

- Byggnad belägen 17 meter från järnvägen: lateral kraft 550 kN, longitudinell kraft 140 kN.
- Byggnad belägen 22 meter från järnvägen: lateral kraft 200 kN, longitudinell kraft 50 kN.

Dessa påkänningar får inte ge mer än lokala skador på byggnader och får ej medföra att fortskridande ras sker i byggnaderna.

10 REFERENSER

- Alexandersson, H. (2006). *Vindstatistik för 1961-2004*. SMHI.
- Alonso, F. (2006). Characteristic overpressure–impulse–distance curves for the detonation. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 19 (2006), ss. 724–728.
- Baker, W. E. (1983). *Explosion hazards and evaluation*. Amsterdam; New York: Elsevier Scientific Pub. .
- Björnsson. (2010). *Robust design of bridges - Robustness analysis of Sjölundaviadukten Bridge in Malmö*. Hämtat från Robustness analysis of Sjölundaviadukten Bridge in Malmö.
- Briab. (2010). *Stationshuset Uppsala*. Briab.
- Briab. (2012). *Kungsängen 25:1, Uppsala, Riskbedömning för detaljplan. Bilaga 1, olycksfrekvens. (2012-03-16)*.
- Davidsson, G. e. (1997). *Värdering av risk* . Karlstad: Statens Räddningsverk.
- FOA. (1998). *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gas och vätskor*. Stockholm: Försvarets Forskningsanstalt.
- Fréden, S. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Rapport 2001:15*. Stockholm: Banverket.
- Hitta.se. (2014). *Uppsala*. Hämtat från Kartan.
- HMSO. (1991). *Major Hazard aspects of the transport of dangerous substances*. Londo: Advisory Committee on Dangerous Substances Health & Safety Commission.
- Lantmäteriet. (2014). *Geodataportalen*. Hämtat från Lantmäteriet:
<http://www.geodata.se/GeodataExplorer/index.jsp?loc=sv&site=AdvancedUser>
- Länsstyrelsen i Stockholms län. (2003). *Risikanalyser i detaljplaneprocessen – vem, vad, när & hur?* Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län.
- Länsstyrelsen i Stockholms län. (2003). *Riktlinjer för risikanalyser som beslutsunderlag*. Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län.
- Länsstyrelserna Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods*. Stockholm: Länsstyrelserna Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län.
- Moyer, P. D., James, R. W., & Bechara, C. H. (1994). *Safety of High Speed Guided Ground Transportation Systems Intrusion Barrier Design Study*. Washington DC: U.S. Department of Transportation.
- MSBFS 2015:2. (2015). *Myndigheten för samhällsskydd och beredskap*. Hämtat från Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter (MSBFS 2015:2) om transport av farligt gods på järnväg (RID-S): <http://www.msb.se/farligtgoods> den 20 november 2012
- Nilsson, G. (1994). *Vägtransporter med farligt gods - Farligt gods i vägtrafikolyckor*. VTI rapport.
- NOAA. (2013). *ALOHA Areal Locations of Hazardous Technical Documentation*:
http://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/ALOHA_Tech_Doc.pdf. Seattle, WA: DEPARTMENT OF COMMERCE • National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) .

- OGP. (2010). *International Association of Oil & Gas Producers*. Hämtat från Vulnerability of humans: <http://www.ogp.org.uk/pubs/434-14.pdf>
- Purdue University. (2009). *Department of Chemistry*. Hämtat från Poison gases: <http://www.chem.purdue.edu/chemsafety/chem/poison gases.htm>
- Purdy, G. (1993). *Risk analysis of the transport of dangerous goods by road and rail*. Journal of Hazardous Materials, vol 3, p. 229-259.
- Regionförbundet Uppsala län. (den 12 09 2011). *Regionförbundet Uppsala län*. Hämtat från Uppsala Kommun - fakta och perspektiv: <http://www.regionfakta.com/Uppsala-lan/Uppsala-lan/Uppsala/Geografi/Areal-och-befolkningstathet/> den 08 03 2012
- Räddningsverket. (1996). *Farligt gods - riskbedömning vid transport- Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg och järnväg*. Karlstad: Räddningsverket.
- SCB. (2011). *Tidsanvändningsundersökningen*. Statistiska centralbyrån.
- SFS 2010:900. (2010). *Plan- och bygglag (SFS 2010:900)*.
- SMHI. (2014). *Normal årsmedeltemperatur*. Hämtat från <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/1.3973>
- Structor. (2014). *Förslag till avsnitt i planbeskrivning – Detaljplan för Fullerö 21:66, 21:33, Uppsala kommun*.
- Swedish Standards Institute (SIS). (2011). *SS-EN 1991-1-7:2006 Eurokod 1 - Laster på bärverk - Del 1-7: Allmänna laster - Olyckslast*. Stockholm: SIS.
- Trafikverket. (2014b). *Prognos för personresor 2030. Trafikverkets basprognos 2014*. Hämtat från http://publikationswebbutik.vv.se/upload/7326/2014_071_Prognos_for_personresor_2014_2030_trafikverkets_basprognos.pdf
- Trafikverket. (2014c). *Prognos för godstransporter 2030. Trafikverkets basprognos 2014*. Hämtat från http://publikationswebbutik.vv.se/upload/7325/2014_066_Prognos_for_godstransporter_2030_trafikverkets_basprognos_2014.pdf
- Uppsala brandförsvär. (2012). *Riskanalys - underlag för handlingsprogram 2013-2015*. Hämtat från http://www.uppsala.se/Upload/Dokumentarkiv/Externt/Dokument/Kris_o_beredskap/Riskanalysfaststalldsept2012.pdf
- Uppsala kommun. (2006). *Antagandehandling. Detaljplan för (05/20029) Bussterminal vid Uppsala C, Uppsala kommun*.
- Uppsala kommun Förvaltningsfastigheter AB. (2012). *Förslag om detaljplaneläggning med begäran om planbesked*.
- VROM. (2005). *Guidelines for storage of organic peroxides. Publication series on Dangerous Substances*. Holland: Ministerier van VROM.
- Östlund, L., Svensson, S., & Thelandersson, S. (1995). *Dubbelspårsutbyggnad Kävlinge-Lund : Konsekvenser och skyddsåtgärder vid urspårning eller kollision*. Lund: Lunds universitet.

BILAGA 1 – FREKVENSBERÄKNING

De beräkningsmetoder och indata som används för att beräkna olycksfrekvenser på Ostkustbanan presenteras i denna bilaga.

En olycka med en farligt gods-transport kan leda till olika följdhändelser såsom punktering, läckage, antändning etc. Sannolikheten för dessa följdhändelser behöver därmed uppskattas för att kunna uttala sig om hur olyckan bidrar till fastighetens risknivå.

Olycksfrekvens

Det som avses med farligt gods-olycka i detta fall är att en olycka inträffar och att ett tåg som transporterar farligt gods är inblandat.

För att beräkna sannolikheten för en järnvägsolycka har en modell som utarbetats åt Banverket nyttjats (Fréden, 2001). Vid framtagandet av modellen har en analys gjorts av vilka faktorer som påverkar sannolikheten för järnvägsolycka längs en specifik sträckning.

Skattning av förväntat antal olyckor sker genom att järnvägens möjliga olyckor delas upp i ett antal typer som kan betraktas som av varandra oberoende funktioner. Dessutom antas att förväntat antal olyckor är en linjär funktion av ett uttryck för verksamhetens omfattning. Ett uttryck för förväntat antal olyckor (φ) ges av:

$$\varphi = W \cdot I$$

Exponeringsvariabeln (W) representerar järnvägsdriftens omfattning i ett för olyckstypen signifikant avseende, till exempel tågkilometer, vagnaxelkilometer, antal växelpassager.

Intensitetsfaktorn (I) utgör ett mått på förväntat antal olyckor som en funktion av verksamhetens omfattning. Formeln används för samtliga olyckstyper och de olika resultaten adderas sedan för att få det totala antalet förväntade olyckor.

I modellen presenteras ett antal förslag till tänkbara scenarier för hur olyckor på järnväg kan uppstå. Bland dessa nämns:

1. Urspåring
2. Påkörning i samband med urspåring
3. Sammanstötning mellan tåg
4. Olyckor vid rangering och växling
5. Bränder till följd av gnistor från tåg
6. Plankorsningsolyckor
7. Växlingsolyckor

Av dessa scenarier bedöms sammanstötning av tåg som osannolikt på grund av utbyggnaden av ATC system (Fréden, 2001). Plankorsningar finns en liten bit norr om aktuell fastighet. I närheten sker också växlingsrörelser på järnvägen. Rälsavsnittet som beaktas med avseende på urspåringsfrekvensen är 1 km långt.

Antaganden om trafikrörelser

Nedan listas antaganden och motiveringar som utgör grunden för den fortsatta analysen.

- I analysen behandlas kategorin persontåg och godståg (inklusive farligt gods).
- Transporter av farligt gods antas vara jämnt fördelat över årets 365 dagar.
- Avstånd i riktning mot fastigheten räknas den spårmitt som ligger närmast fastigheten.
- Ett godståg antas ha 29 vagnar med i genomsnitt 3 axlar per vagn. Tåg som transporterar flygbränsle har emellertid 17 vagnar varför antalet vagnar för tåg som transporterar farligt gods antas vara i medel 23 vagnar (flygbränsle-transporterna utgör förbi fastigheten lite mindre än hälften av alla farligt gods-vagnarna). Persontåg antas bestå av 6,5 vagnar i genomsnitt (X60 har 6 vagnar och de dåvarande X2000 7 vagnar) och 3 axlar per vagn.

Olycksfrekvens för urspårning

För att beräkna olycksfrekvensen för en urspårning nyttjas exponeringsvariabler och intensitetsfaktorer för givna olyckstyper som presenteras i Tabell 7 (Fréden, 2001).

Tabell 7. Exponeringsvariabler och intensitetsfaktorer för olika olyckstyper.

Olyckstyp	Exponeringsvariabel	Intensitetsfaktor
Rälsbrott	Antal vagnaxelkm	$5,0 \times 10^{-11}$
Solkurva	Antal spårkm	$1,0 \times 10^{-5}$
Spårlägesfel	Antal vagnaxelkm	$4,0 \times 10^{-10}$
Växel, sliten, trasig	Antal tågpassager genom växel	$5,0 \times 10^{-9}$
Växel ur kontroll § 70	Antal tågpassager genom växel	70×10^{-9}
Vagnfel	Antal vagnaxelkm	$31,0 \times 10^{-10}$ (godståg) 1×10^{-10} (persontåg)
Sabotage	Enligt särskilt utredning	-
Annan orsak	Tågkm	$5,70 \times 10^{-8}$
Okänd orsak	Tågkm	$1,4 \times 10^{-07}$

Där:

Vagnaxelkm = aktuellt rälsavsnitt i km × antal vagnar som passerar per år × antal axlar per vagn

Spårkm = aktuellt rälsavsnitt i km × spår

Tågkm = aktuellt rälsavsnitt i km × antal tåg per år

Antal tågpassager genom växel = antal tågpassager genom växel per år.

Angående sabotage som leder till urspårning är sannolikheten i hög grad beroende av vilken sträcka som undersöks. Sabotage förekommer, men väldigt sällan. Enligt Banverket (Fréden, 2001) uppskattas en urspårning var tredje år i Sverige bero på sabotage. Med anledning av de i sammanhanget mycket korta sträckningar som undersöks anses sannolikheten för urspårning till följd av sabotage vara väldigt liten och bidraget till fastighetens risknivå vara försumbar.

Urspårningsfrekvenserna presenteras i Tabell 8.

Tabell 8. Beräknad urspårningsfrekvens intill fastigheten för samtliga tågtyper.

Olyckstyp [exponeringsvariabel]	Urspårningsfrekvens [/år]		
	Farligt gods-tåg	Godståg	Persontåg
Rälsbrott [Vagnaxelkm]	3.8×10^{-06}	4.1×10^{-05}	1.3×10^{-04}
Solkurva [Antal spårkm]	10^{-05}	10^{-05}	10^{-05}
Spårlägesfel [Vagnaxelkm]	3.0×10^{-05}	3.3×10^{-04}	1.1×10^{-03}
Växel, sliten, trasig [Antal tågpassager genom växel]	5.5×10^{-06}	4.8×10^{-05}	6.8×10^{-04}
Växel ur kontroll [Antal tågpassager genom växel]	7.7×10^{-05}	6.6×10^{-04}	9.5×10^{-03}
Vagnfel [Vagnaxelkm]	2.3×10^{-04}	2.6×10^{-03}	2.4×10^{-03}
Annan orsak [Tågkm]	6.2×10^{-05}	5.4×10^{-04}	7.7×10^{-03}
Okänd orsak [Tågkm]	1.5×10^{-04}	1.3×10^{-03}	1.9×10^{-02}
Summa urspårningsfrekvens [/år]	5.8×10^{-04}	5.5×10^{-03}	4.0×10^{-02}
Totalt antal urspårningar [/år] för alla tågtyper	4.6×10^{-02}		

Urspårning i respektive farligt gods-klass

Olycksfrekvensen för farligt gods-tåg antas vara oberoende av vilken typ av farligt gods som transporteras. Detta medför att sannolikheten för att en olycka involverande en viss typ av farligt gods är direkt proportionell mot transportandelen. Hur fördelningen ser ut mellan olika klasser av farligt gods-transporter har uppskattats i avsnitt 4.2.3.

Avstånd från spårkant vid urspårning

Avståndet mellan tåg och spår efter en urspårning har inget påvisbart samband med vilken hastighet tåget färdades i när urspårningen skedde (om tåghastigheten är över 40 km/h). Avståndet är däremot väsentligen beroende av spårets läge i förhållande till omgivningen och omgivningens beskaffenhet (Fréden, 2001).

Statistik rörande avstånd från spår efter en urspårning presenteras i Tabell 9. Informationen är hämtad från Fredén (2001) och nyttjas för att uppskatta konsekvensavståndet givet urspårning.

Tabell 9. Avstånd från spår efter urspårning.

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

Frekvenser för utsläpp och antändning

I detta avsnitt presenteras med vilka frekvenser olyckorna leder till konsekvenser som utsläpp och/eller spridning/antändning.

Explosiva ämnen och föremål (klass 1)

Andelen explosiva ämnen som transporteras är låg men konsekvenserna av en explosion kan bli mycket omfattande med flertalet omkomna.

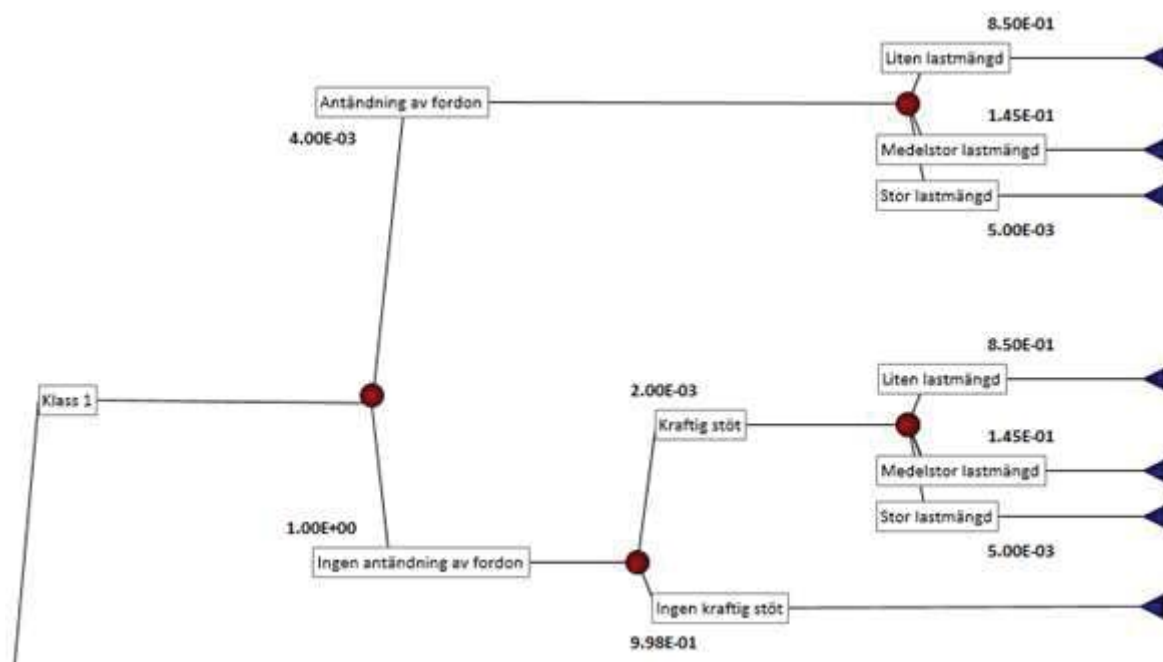
Antändning av explosiva ämnen som transporteras kan i huvudsak ske på två sätt: yttre krafter eller via en tändkälla. Sannolikheten för att brand ska uppstå vid en farligt gods-olycka har uppskattats till 0,4 % (Nilsson, 1994). Det antas konservativt att en sådan brand alltid leder till en explosion av lasten. Sannolikheten att ämnet detonerar till följd av krafterna från en kollision har uppskattats till mindre än 0,2 % (HMSO, 1991).

Olika laststorlekar ger upphov till olika konsekvenser. Fördelningen över hur vanligt förekommande olika lastmängder är har uppskattats i Tabell 10.

Tabell 10. Lastmängder för farligt gods-transporter (klass 1).

Lastmängd [kg]	Andel av transporter i denna klass	Kommentar
25000 på järnväg (maximalt tillåtet)	0,5 %	Baserat på statistik över genomfartstransporter (MSBFS 2015:2, 2015).
500-5000 kg	14,5 %	-
<500 kg	85 %	Huvuddelen av transportererna bedöms utgöras av mindre mängder än 500 kg.

I Figur 13 beskrivs olycksförloppet i ett händelsetråd.



Figur 13. Händelseträd för olycka med farligt gods-klass 1.

Tryckkondenserade gaser (klass 2)

Ämnen inom klass 2 transporteras främst som tryckkondenserade gaser och behållarnas väggar har större tjocklek för att klara de påfrestningar som de utsätts för under normala förhållanden. De tjockare väggarna ger en högre motståndskraft vid en eventuell olycka. Från utländska studier har det påvisats att sannolikhet för att punktera en behållare avsedd för tryckkondenserade gaser är 1/30 av sannolikheten för "normala" behållare avsedda för transporter av farligt gods (Fréden, 2001). Omfattningen av ett läckage beror på hålstorleken. Hålstorlekarna som bedöms kunna uppstå presenteras i Tabell 11.

Tabell 11. Hålstorlekar och sannolikhet att de uppkommer (Räddningsverket, 1996).

Hålstorlek [cm ²]	Sannolikhet
0,1	62,5 %
0,8	20,8 %
16,4	16,7 %

Olycka med brännbara gaser

För brännbara gaser bedöms ett utsläpp kunna resultera i fyra scenarier:

- Ingen antändning
- Jetflamma
- Fördröjd antändning av gasmoln
- BLEVE (Boiling Liquid Expanded Vapour Explosion)

Om den trycksatta gasen antänds omedelbart efter läckage uppstår en jetflamma.

Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln som sprids med hjälp av vinden för att sedan antändas.

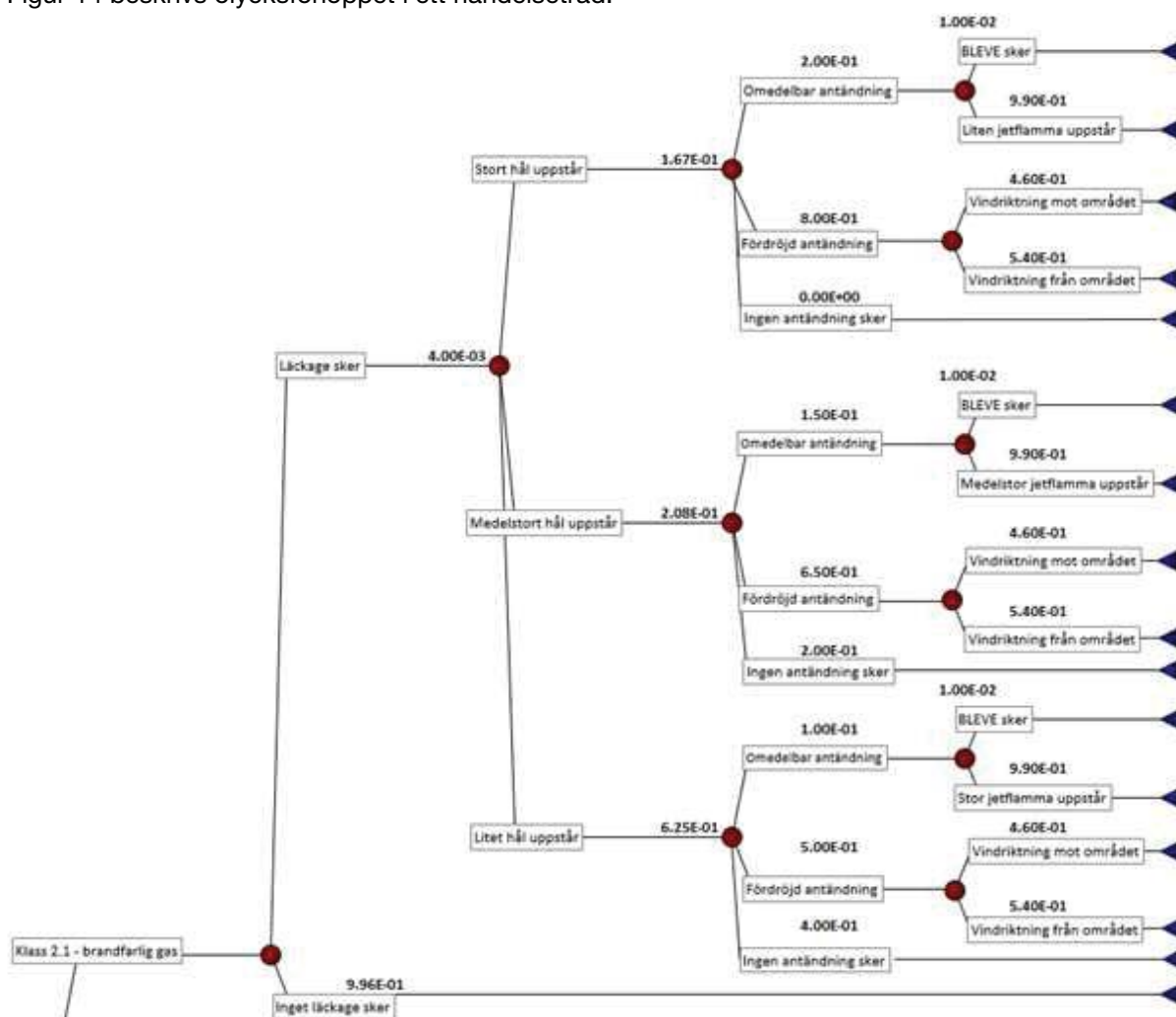
BLEVE är mycket ovanligt och kan endast inträffa om gasbehållarnas säkerhetsventil saknas eller inte är tillräcklig och gasbehållaren utsätts för kraftig brandpåverkan under en längre tid. Eftersom sannolikheten för BLEVE är väldigt liten och svårkalkylerad men konsekvensen kan bli mycket stor så antas sannolikheten vara 1 %.

Sannolikheten för antändning givet läckage uppskattas utifrån data i (Purdy, 1993) och presenteras i Tabell 12.

Tabell 12. Sannolikhet för antändning givet en viss utsläppsmängd.

Scenario	Sannolikhet för antändning	Kommentar
Jetflamma	10 % vid utsläpp <1500 kg 20 % vid utsläpp >1500 kg	-
Gasmolnsexplosion	50 % vid utsläpp <1500 kg 80 % vid utsläpp >1500 kg	-

I Figur 14 beskrivs olycksförloppet i ett händelsetråd.

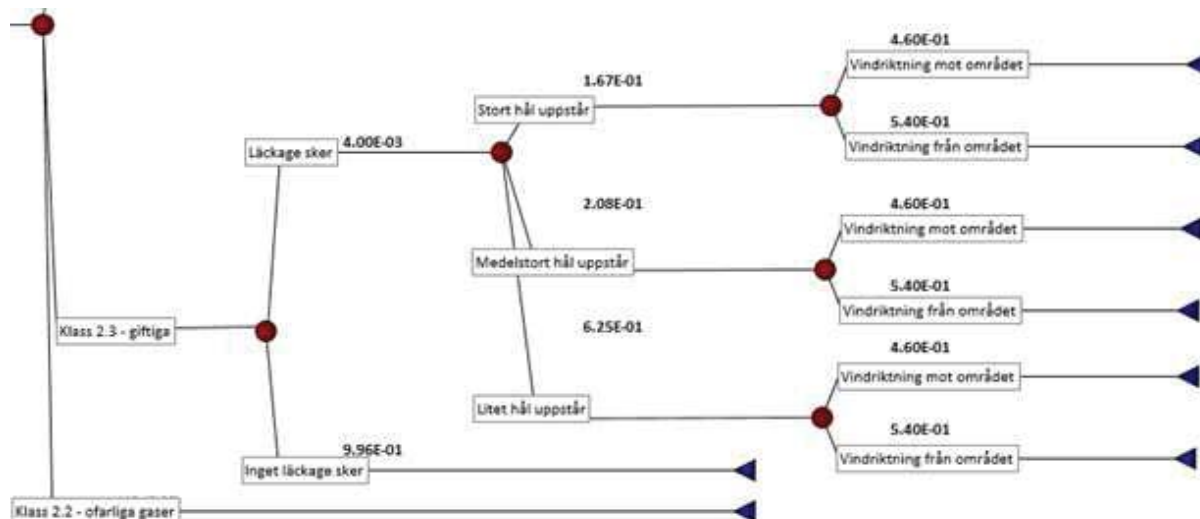


Figur 14. Händelsetråd för olycka med farligt gods-klass 2.1.

Olycka med giftiga gaser

Giftiga gaser-utsläpp ger störst konsekvens åt det håll som vinden blåser. Spridningen är beroende av bland annat lufttemperatur och rådande vindstyrka. Statistik från SMHI ger en genomsnittlig styrka på 3,6 m/s för Uppsala och vindriktningen är i ungefär hälften av fallen i riktning mot fastigheten (Alexandersson, 2006). Det farliga gods som anses representativt för klassen är den giftiga gasen klorgas.

I Figur 15 beskrivs olycksförloppet i ett händelsetråd.



Figur 15. Händelsetråd för olycka med farligt gods-klass 2.3.

Brandfarliga vätskor (klass 3)

För att en olycka ska leda till större konsekvenser måste både läckage och antändning av den brandfarliga vätskan ske. I huvudsak transporteras bensin och diesel i denna klass. Eftersom diesel, till följd av dess låga flampunkt, sannolikt inte antänds så anses bensin som representativt i klassen. Sannolikheten för att en olycka med farligt gods-transport inblandad leder till läckage har bedömts vara 13 % (Räddningsverket, 1996). Vidare har sannolikheten för antändning givet läckage uppskattats till 3,3 % (HMSO, 1991).

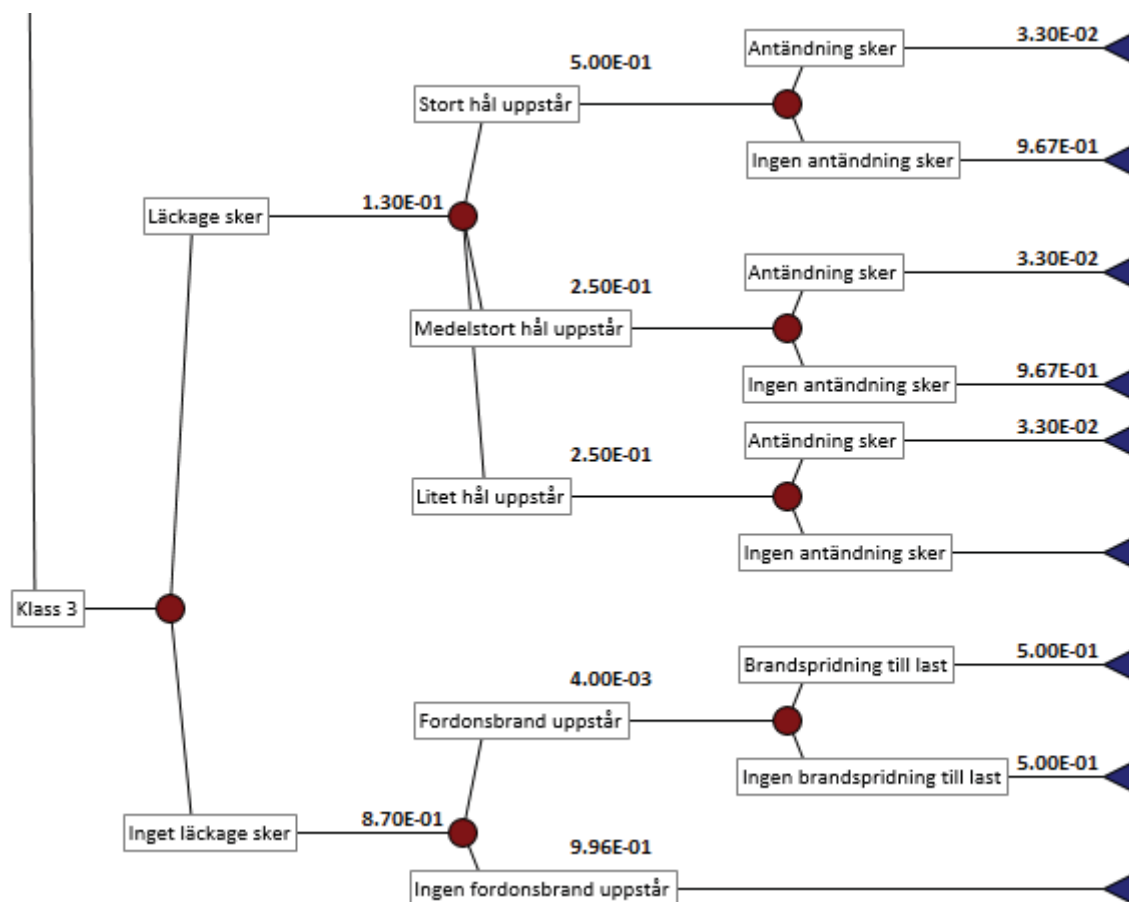
Sannolikheten för att brand ska uppstå vid en farligt gods-olycka har som tidigare nämnts uppskattats till 0,4 % (Nilsson, 1994). Det antas att hälften av dessa bränder sprider sig till lasten.

Storleksfördelningen för en pöl givet läckage presenteras i Tabell 13.

Tabell 13. Sannolikhet för olika pölstorlekar givet läckage (Räddningsverket, 1996).

Pölstorlek [m ²]	Sannolikhet
50	25 %
200	25 %
400	50 %

I Figur 16 beskrivs olycksförloppet i ett händelsetråd.

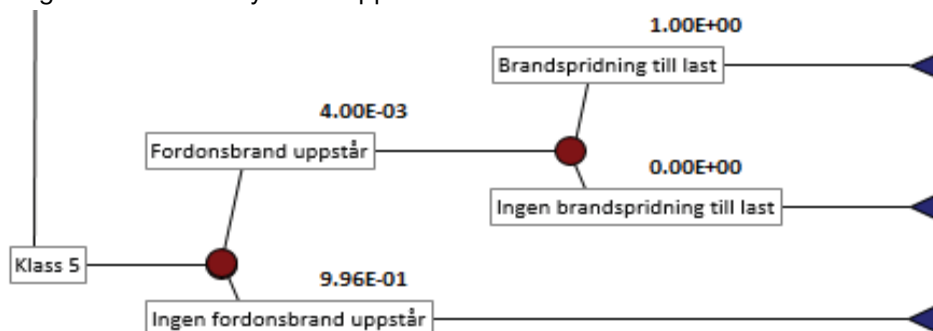


Figur 16. Händelsetråd för olycka med farligt gods-klass 3.

Oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5)

Denna klass utgörs av ämnen som är brandfrämjande och/eller instabila samt har en förmåga att i vissa fall explodera. Ammoniumnitrat är ett vanligt ämne i klass 5 som används som gödningsämne. Det kan anses vara representativt för klass 5 (VROM, 2005). För att en brand ska uppstå givet en olycka i denna klass krävs farligt gods-olyckan leder till antändning. Sannolikheten för antändning har uppskattats till 0,4 % (Nilsson, 1994). Antändning antas alltid leda till brandspridning till lasten. Detta bör överskatta sannolikheten eftersom det bör finnas viss tid att släcka branden. Sannolikhet för att en explosion ska ske anses vara försumbar därför att mycket speciella förutsättningar ska råda (blandning med diesel från tank som sprungit läck) och att branden ska pågå under en lång tid. Explosion med en sådan blandning analyseras därför inte vidare.

I Figur 17 beskrivs olycksförloppet i ett händelsetråd.



Figur 17. Händelsetråd för olycka med farligt gods-klass 5.

BILAGA 2 – KONSEKVENSBERÄKNING

För att tydliggöra hur olyckshändelser påverkar människor inom aktuell fastighet presenteras inledningsvis i denna bilaga vad det är som är orsaken till skada. Endast sådana händelser som förväntas ge upphov till oacceptabelt höga risknivåer presenteras.

För att beräkna konsekvensen (antal omkomna) behöver ett konsekvensområde tas fram och befolkningstätheten inom fastigheten uppskattas. För att kompensera för att personer inte alltid vistas inom fastigheten och för den konsekvensreducerande effekten av att personer befinner sig inomhus går det att göra en justering genom att reducera den genomsnittliga befolkningstätheten.

Befolkningstätheten har tidigare beräknats till 6500 personer per km² i avsnitt 3.1. Vid beräkning av befolkningstätheten har följande antaganden gjorts:

- 22:00-06:00 uppgår befolkningstätheten till 100 procent inom fastigheten. 06:00-22:00 uppgår befolkningstätheten till 50 procent. Detta ger en genomsnittlig befolkningstäthet på ca 5400 per km².
- De som vistas på fastigheten befinner sig utomhus i genomsnitt 3 timmar per dygn. Detta baseras på en nationell tidsanvändningsundersökning från Statistiska centralbyrån (2011).
- Ingen hänsyn har tagits till att de flesta transporter sker dagtid då befolkningstätheten är lägre och konsekvenserna därmed inte blir lika allvarliga. Detta utgör ett konservativt antagande.

Med kännedom om konsekvensområdets storlek och vilken befolkningstäthet som råder, kan antalet omkomna för ett givet olycksscenario beräknas.

Gränsvärden för värmestrålning

Vid brand avges energi från flammorna till omgivningen delvis i form av strålning. I Tabell 14 presenteras kritiska strålningsnivåer och vilka effekter de har på omgivningen.

Tabell 14. Effekter vid olika strålningsnivåer (Brandteknik, Lunds tekniska högskola, 2005).

Strålningsnivå [kW/m ²]	Effekt
2,5	Övre tillåten strålningsnivå vid utrymning ur byggnad enligt Boverkets byggregler
10	Normalt glas spricker
15	Maximal strålningsnivå för oklassat fönster och för kortvarig exponering vid utrymning
20	Kriterium för övertändning
25	Spontan antändning av trä vid långvarig strålning
42	Spontan antändning av cellulosamaterial efter ca 5 sekunder

Med stöd i dessa strålningsnivåer ansätts den strålningsnivå där 100 % antas omkomma till 15 kW/m². Detta antas gälla vid långvarig exponering, mer än enbart några sekunder. Lägre strålningsnivå än så ger inga omkomna. Från en annan publikation har det ansetts sannolikt att omedelbart omkomma av kortvarig exponering av en strålningseffekt på 35 kW/m² (OGP, 2010). I samma publikation anges att en strålningseffekt på 25 kW/m² troligen ger dödsfall efter en något längre exponering. I aktuell analys antas att 25 kW/m² ger 100 % dödsfall vid kortvarig exponering (mindre än 10 s). Sådan exponering är

aktuell vid BLEVE och fördröjd antändning av utsläppt gas eftersom dessa är kortvariga värmestrålningsfenomen.

Gränsvärden för giftig gas

Den giftiga gas som antas kunna medföra stora konsekvenser och vara mest sannolik för transport på järnväg är klorgas (Cl_2). Den koncentration av klorgas som leder till dödsfall i 50 % av fallen är 293 ppm (Purdue University, 2009). Det antas att samtliga som utsätts för denna koncentration dör medan en lägre koncentration inte ger några dödsfall.

Gränsvärden för explosion

Vid en explosion kan människor påverkas på flera olika sätt. Människor kan omkomma till följd av det infallande övertrycket, träffas av projektiler utomhus, träffas av glassplitter inomhus och hamna under rasmassorna av en byggnad som kollapsar.

Människor tål tryck relativt bra och gränsen för direkta dödliga skador på grund av övertryck går vid omkring 180 kPa (FOA, 1998). Det är emellertid känt att byggnader kan raseras och projektiler utgöra ett allvarligt hot redan vid omkring 55 kPa (8 psi) (Baker, 1983). Tryckvågens varaktighet och utseende avgör också med vilken impulstäthet en människa eller en byggnad belastas. En modern byggnad utförd i betong med sammanhållen stomme klarar endast av ett tryck på ca 40 kPa men klarar dock av en förhållandevis hög impulstäthet 1,5 kPas (FOA, 1998). Det övertryck som därför bedöms vara 100 % dödligt antas i beräkningarna vara 55 kPa. Lägre tryck än så ger inga dödsfall.

Konsekvensberäkningar

För att bedöma hur stor påverkan konsekvenser från farligt gods-olyckor på Ostkustbanan kan ha på fastigheten genomförs spridningsberäkningar i datorprogrammet ALOHA. Programmet lämpar sig särskilt för beräkning av konsekvenser av läckage från trycksatta tankar och tankar med brandfarliga vätskor (NOAA, 2013). Beräkningar av övertryck till följd av antändning av explosiva ämnen (klass 1) görs med hjälp av handberäkningar framtagna av Alonso et al. (2006).

Allmän ingångsdata

I Tabell 15 redovisas allmän indata som ligger till grund för genomförda beräkningar.

Tabell 15. Allmän indata för konsekvensberäkningar i ALOHA.

Variabel	Ingångsvärde
Atmosfärstryck [Pa]	101325
Densitet på luft [kg/m^3]	1,29
Tyngdacceleration, [m/s^2]	9,81
Temperatur [$^{\circ}\text{C}$]	5 (SMHI, 2014)
Vind [m/s]	3,6 (Alexandersson, 2006)
Stabilitetsklass	D
Molnighet	Delvis molnigt
Luftomsättning i bostäder	0,5 omsättningar per timme
Tankvolym för tryckkondenserad gas	35 m^3
Tankvolym för vätska under atmosfärstryck	45 m^3

Explosiva ämnen (klass 1)

Konsekvensområdet vid explosion beräknas för varje lastmängd explosiva ämnen som anges i Tabell 10. Beräkningarna bygger på ett samband mellan mängden explosivt ämne och det övertryck som uppstår vid ett visst avstånd från detonationen (Alonso, 2006). Resultatet presenteras i Tabell 16.

Tabell 16. Avstånd till dödligt övertryck (55 kPa) från detonationens centrum givet olika mängder explosivt ämne.

Mängd explosivt ämne [kg]	Konsekvensavstånd längs med rälen [m]	Konsekvensavstånd från spårmitt [m]
150 kg	60	30
1500 kg	140	70
25000 kg	340	170

Brandfarlig gas (klass 2.1)

Konsekvensområdet vid läckage med brandfarlig gas simuleras i *ALOHA* med ämnet propan för samtliga hålstorlekar som angivits i Tabell 11. Vid konsekvensberäkningarna ligger vinden i riktning mot fastigheten. Resultaten presenteras i Tabell 17 till Tabell 19.

Tabell 17. Konsekvensområdet för olika hålstorlekar givet fördröjd antändning av gasmoln.

Hålstorlek [cm]	Konsekvensavstånd längs med rälen [m]	Konsekvensavstånd från spårmitt [m]
0,36	11	11
1	17	17
4,6	74	52

Tabell 18. Konsekvensområdet för olika hålstorlekar givet jetflamma.

Hålstorlek [cm]	Konsekvensavstånd längs med rälen [m]	Konsekvensavstånd från spårmitt [m]
0,36	10	10
1	20	10
4,6	56	31

Tabell 19. Konsekvensområdet för en BLEVE.

Mängd	Konsekvensavstånd längs med rälen [m]	Konsekvensavstånd från spårmitt [m]
Halvfull tank med propan (8 ton)	336	168

Giftig gas (klass 2.3)

Konsekvensområdet vid läckage med giftig gas simuleras i *ALOHA* med ämnet klorgas för samtliga hålstorlekar som angivits i Tabell 11. Resultaten presenteras i Tabell 20 – Tabell 20.

Tabell 20. Konsekvensområdet utomhus för olika hålstorlekar givet läckage av klorgas.

Hålstorlek [cm]	Konsekvensavstånd längs med rälen [m]	Konsekvensavstånd från spårmit mitt [m]
0,36	24	71
1	70	194
4,6	400	880

Tabell 21. Konsekvensområdet inomhus för olika hålstorlekar givet läckage av klorgas.

Hålstorlek [cm]	Konsekvensavstånd längs med rälen [m]	Konsekvensavstånd från spårmit mitt [m]
0,36	24	39
1	70	108
4,6	400	340

Brandfarlig vätska (klass 3)

Konsekvensområdet vid läckage med brandfarlig vätska simuleras i *ALOHA* med ämnet bensin för samtliga pölstorlekar som angivits i Tabell 13. Resultaten presenteras i Tabell 22.

Tabell 22. Konsekvensområdet för olika pölstorlekar givet pölbrand.

Pölstorlek [m ²]	Konsekvensavstånd längs med rälen [m]	Konsekvensavstånd från spårmit mitt [m]
50	29	14
200	60	30
400	86	43

Oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5)

Konsekvensområdet vid brand i en farligt gods-transport med klass 5 antas representeras av det konsekvensområde som uppstår för brandfarlig vätska med största pölstorlek enligt Tabell 13. Därför genomförs inga separata konsekvensberäkningar för olyckor i denna klass utan konsekvensområdet kan ses i sista raden i Tabell 22.

Antal omkomna

I Tabell 23 visas antalet omkomna givet de olika konsekvensområdena som beräknats i denna bilaga.

Tabell 23. Antalet omkomna för varje olycksscenario och dess omfattning. Detta är innan några riskreducerande åtgärder har vidtagits.

Scenario	Antal omkomna givet olika omfattningar av olyckshändelser [-]		
	Liten	Medelstor	Stor
O(Urspårning)	0	8	8
O(1)	7	27	40
O(2.1a)	0	1	18
O(2.1b)	0	0	7
O(2.1c)	40	40	40
O(2.3)	8	35	40
O(3)	1	7	16
O(5)	-	-	16

Av tabellen framgår att olyckshändelser som ger flest antal omkomna är relaterat till explosioner och utsläpp av giftiga gaser. Dessa händelser har låg sannolikhet att inträffa. Urspårning förväntas ske med större frekvens men ge ett lägre antal omkomna (8 personer).

Individriskbidraget från respektive olycksscenario framgår i Tabell 24. En olycka som har ett stort konsekvensområde men en liten olycksfrekvens (exempelvis O(1)) bidrar till individriska på en stor yta men bara med ett litet bidrag. Det omvända, en olycka som har ett litet konsekvensområde men en stor olycksfrekvens (exempelvis O(Urspårning)) bidrar till individriska på en liten yta men med ett stort bidrag.

Tabell 24. Bidrag till individrisken på fastigheten för respektive olycksscenario.

Scenario	Bidrag till individrisk för olika omfattningar av olyckshändelser [-]		
	Liten	Medelstor	Stor
O(Urspårning)	5.5×10^{-03}	2.9×10^{-04}	1.7×10^{-05}
O(1)	7×10^{-11}	2.8×10^{-11}	2.4×10^{-12}
O(2.1a)	6.1×10^{-11}	4.1×10^{-11}	1.8×10^{-10}
O(2.1b)	1.1×10^{-11}	1.1×10^{-11}	3.3×10^{-11}
O(2.1c)	3.8×10^{-12}	1.9×10^{-12}	2×10^{-12}
O(2.3)	5.2×10^{-11}	5.0×10^{-11}	2.3×10^{-10}
O(3)	3.2×10^{-08}	6.5×10^{-08}	3.4×10^{-07}
O(5)	-	-	1.7×10^{-08}

10.1.1 Inverkan av eventuell överdäckning av innergård med glas

Ett av de önskade tilläggen i detaljplanen var att möjliggöra för en eventuell överdäckning av innergården med glas. En sådan överdäckning förväntas inte höja risknivån ytterligare för fastigheten. Om något av olycksscenarierna i Tabell 23 realiserats förväntas konsekvensavstånden bli ungefär lika stora med eller utan överdäckning. I de scenarier och på de avstånd från järnvägen då olyckorna ger upphov till omkomna kan överdäckningen medföra en ytterligare fara i form av att glas och konstruktionsdelar faller ned. Detta kan dock inträffa med de flesta konstruktioner (t.ex. byggnader) och har redan beaktats implicit i beräkningarna av risknivån i och med antagandet att samtliga som befinner sig inom dessa avstånd omkommer. Det kan inte omkomma fler än det antal personer som vistas där. Överdäckningen bedöms således inte påverka risknivån för fastigheten och därmed inte vilken markanvändning eller funktion som ur risksynpunkt är möjlig att ha.

BILAGA 3 – RISKHÄNSYN FÖR BEFINTLIG DETALJPLAN

Uppsala kommun Förvaltningsfastigheter AB har i framtagandet av riskutredningen uttryckt egenambitionen att säkerheten för den bebyggelse som redan medges i aktuell detaljplan ska kompletteras med riskreducerande åtgärder för att nå en risknivå som idag bedöms som acceptabel.

Gällande detaljplan

I den gällande detaljplanen finns byggrätt för kontors- och handelsverksamhet i som mest sex våningar. Byggrätten ligger ca 22 meter från järnvägen. Ca 17 meter från järnvägen finns ytterligare en byggrätt (med högsta byggnadshöjd 14 meter över nollplanet) (se Figur 5).

I aktuell detaljplan finns ingen reglering utifrån risksynpunkt.

Befintlig risknivå

Som framgår i Figur 7 är individrisken på avstånden 17 och 22 meter från järnvägen hög (över ALARP-området). Även efter att riskreducerande åtgärder 1 och 2 vidtagits är individrisken hög. För att nå en lägre risknivå även för byggrätter som redan medges 17 och 22 meter från järnvägen behövs ett antal kompletterande riskreducerande åtgärder (utöver de presenterade i avsnitt 7).

Riskreducerande åtgärder

Utifrån analyser på områden i närheten av aktuellt detaljplaneområde föreslås följande riskreducerande åtgärder för att reducera risknivån:

3. Ett påkörningsskydd uppförs mellan järnvägen och byggnader på planområdet.

Påkörningsskyddets egenskaper beror på hur nära järnvägen som påkörningsskyddet uppförs, se *Bilaga 4 – Påkörningsskyddets egenskaper*. Om påkörningsskyddet uppförs fristående 13 meter från järnvägen ska det dimensioneras för påkörningskrafter enligt nedan:

– Minsta höjd 1,0 meter, lateral kraft 750 kN, longitudinell kraft 200 kN.

Påkörningsskyddet kan även anläggas i fasad i byggnad. Om påkörningsskyddet anläggs i fasad i byggnad ska det dimensioneras för påkörningskrafter enligt nedan:

– Byggnad belägen 17 meter från järnvägen: lateral kraft 550 kN, longitudinell kraft 140 kN.

– Byggnad belägen 22 meter från järnvägen: lateral kraft 200 kN, longitudinell kraft 50 kN.

Dessa påkörningar får inte ge mer än lokala skador på byggnader och får ej medföra att fortskridande ras sker i byggnaderna.

4. Byggnader belägna inom 43 meter från järnvägen utförs (i riktning mot järnvägen) med fasader som klarar strålningsnivåer upp till 20 kW/m² under minst 30 minuter. Detta kan exempelvis uppfyllas med konstruktioner utförda i brandteknisk klass EI 30 och ytskikt motsvarande klass A2-s1,d0. Fönster i dessa fasader ska uppfylla motsvarande funktionskrav och endast vara öppningsbara för underhåll.

5. Byggnader belägna inom 43 meter från järnvägen ska ha minst en utgång som mynnar i riktning bort från järnvägen. Samtliga som vistas i dessa byggnader ska ha möjlighet att ta sig ut genom en sådan utgång.

6. Verksamhet mellan järnvägen och byggrätter närmast järnvägen bör inte uppmuntra till stadigvarande vistelse.

Förväntad effekt av riskreducerande åtgärder 3 – 6

Åtgärd 3, påkörningsskydd, medför att ett urspårat tåg inte förväntas kollidera med byggnad på planområdet eller att ett tåg som kolliderar med byggnad inte medför ras i byggnaden (om skyddet läggs i fasad). Därmed utgör påkörning till följd av urspårning endast en risk för intermitterant vistandes mellan järnvägen och påkörningsskyddet.

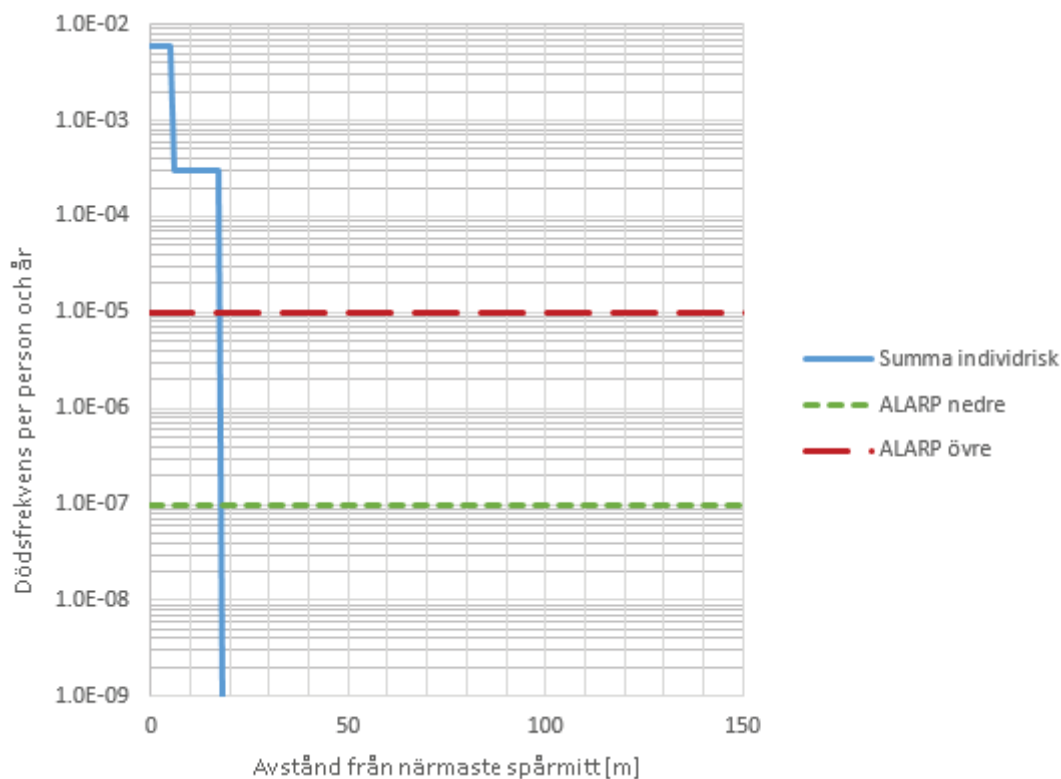
Åtgärd 4, brandskydd, medför att ingen som befinner sig i byggnaderna på planområdet förväntas omkomma i händelse av att en pölbrand uppstår i samband med farligt gods-olycka på järnvägen.

Åtgärd 5, utgång vänd bort från järnvägen, medför att människor som vistas i byggnaderna på planområdet inte behöver ta sig ut på den sida där en allvarlig olycka kan ske (järnvägen).

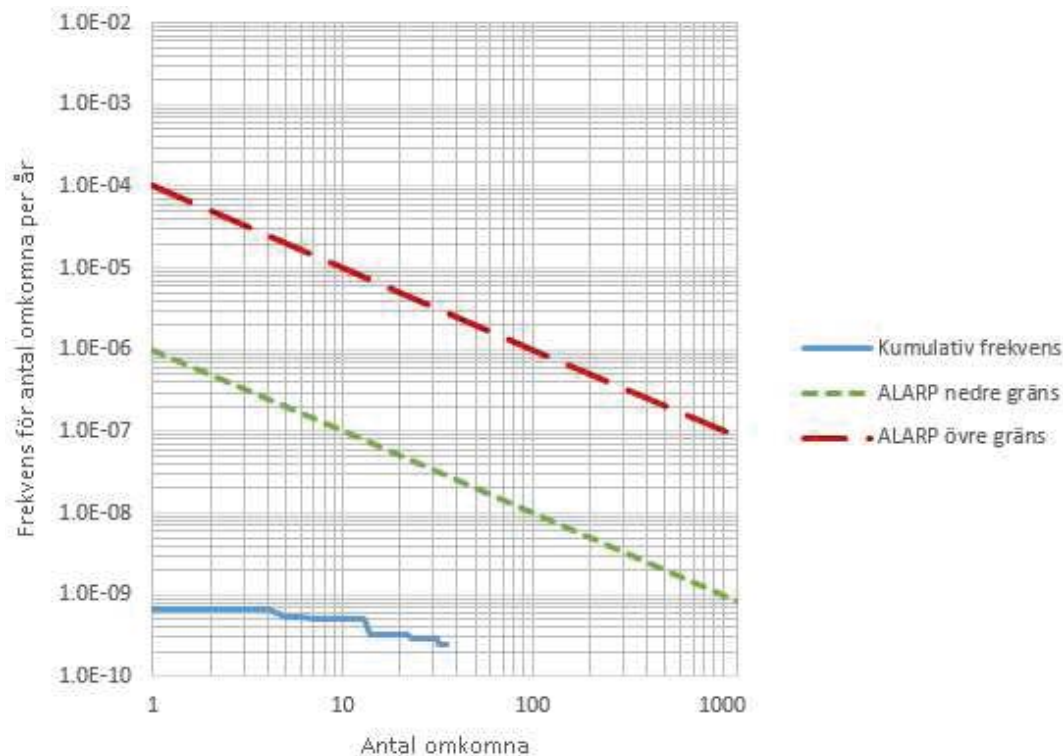
Åtgärd 6, icke-stadigvarande vistelse närmast järnvägen, medför att persontätheten minskar mellan befintliga byggrätter och järnvägen.

Beräknade risknivåer givet riskreducerande åtgärder 1 – 6

I Figur 18 och Figur 19 redovisas beräknade risknivåer givet att samtliga riskreducerande åtgärder (1 – 6) vidtas. Risknivåerna är beräknade då påkörningsskyddet placeras i fasad i byggnader belägna 17 och 22 meter från järnvägens närmaste spårmittpunkt.



Figur 18. Individrisk givet att samtliga riskreducerande åtgärder vidtas.



Figur 19. Samhällsrisk givet att samtliga riskreducerande åtgärder vidtas.

Riskvärdering

Som framgår av Figur 18 och Figur 19 blir resulterande individ- och samhällsrisk på planområdet låg och hamnar under ALARP-området.

Slutsatsen är att en lika låg (eller lägre) risknivå kan uppnås för befintliga byggrätter i gällande detaljplan givet att påkörningsskydd uppförs och fasader utförs brandklassade (även fönster). De byggrätter som redan medges i gällande detaljplan kan således (ur risksynpunkt) bebyggas.

BILAGA 4 – PÅKÖRNINGSSKYDDETS EGENSKAPER

För att reducera risken för påkörning av byggnad på planområdet (till följd av urspårning) kan ett påkörningsskydd uppföras mellan byggnad på planområdet och järnvägen (s.k. fristående skydd) eller i byggnadens fasad (som vetter mot järnvägen). Ett påkörningsskydds egenskaper beror bland annat på hur långt från järnvägen som skyddet placeras, markens egenskaper, urspårningsvinkel, vilken hastighet ett tåg färdas med, tågsättets längd, tågets deformationsegenskaper, vagnarnas vikt, höjd och bredd med mera.

Vilka krafter ett påkörningsskydd kan behöva dimensioneras för har undersökts i en utredning av Moyer, James och Bechara (1994). I utredningen undersöktes situationer då påkörningsskyddet placeras mellan 8 och 40 fot från järnvägen (2,44 till 12,2 meter). I framtagandet av modellen gjordes flera observationer av urspårningsförloppet.

Moyer, James och Bechara (1994) visade att de största påkörningskrafterna uppstår omkring 6 – 9 meter från spåret med anledning av det karakteristiska "sick-sack"-mönster som tågets vagnar ("non-articulated train" = tåg utan gemensamma boggier⁹) hamnar i vid urspårning. Både närmare än 6 meter och längre bort än 9 meter från spåret minskar påkörningskrafterna generellt. De högsta laterala krafterna uppstår vid tåghastigheter mellan 120 och 160 km/h samt vid högre markfriktioner (1,0 jämfört med 0,5). Påkörningskrafterna som uppskattas i (Moyer, James, & Bechara, 1994) för persontåg varierar kraftigt mellan olika tågsätt men uppskattades för flera tänkbara scenarier till omkring 1,0 – 2,5 MN. Vid högre hastigheter än 160 km/h uppstår en mer flyktig sammanstötning ("glancing blow") mellan tåg och påkörningsskydd. I dessa hastigheter fortsätter tåg huvudsakligen att färdas i spårets riktning.

Förbi aktuellt planområde är största tillåtna hastighet (STH) 120 – 159 km/h (Lantmäteriet, 2014). Tåg förväntas dock inte färdas i denna hastighet med anledning av att samtliga persontåg gör uppehåll i Uppsala C. Det kan dock inte uteslutas att det i framtiden (innan år 2035) kommer att gå persontåg som inte gör uppehåll i Uppsala C. Vidare kan godståg förväntas färdas förbi planområdet i 90 km/h (Briab, 2012) eftersom järnvägsväxlarna har moderniserats.

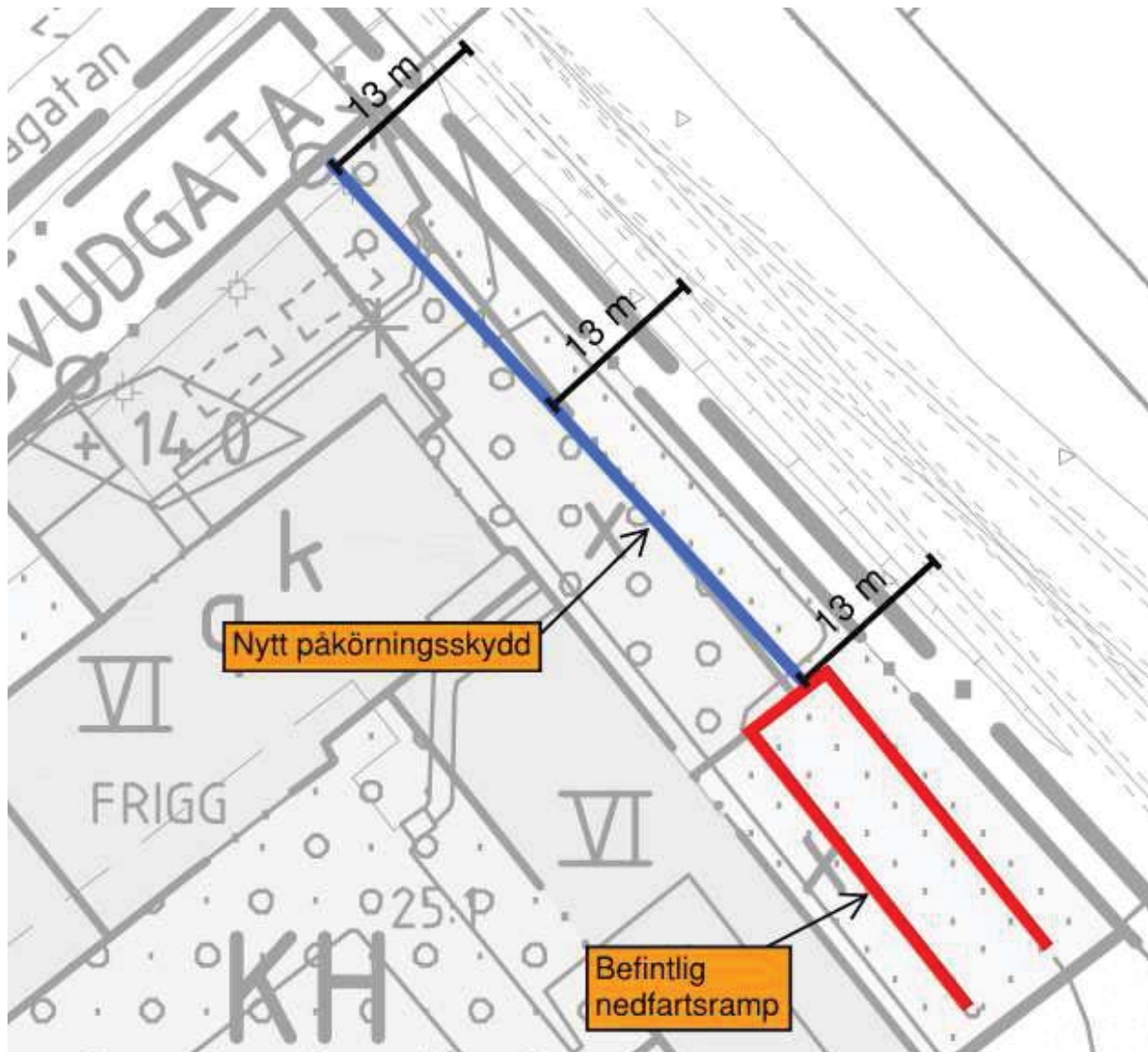
Fristående påkörningsskydd

I Moyer, James och Bechara (1994) togs en korrelation fram mellan ett fristående påkörningsskydds höjd och den kolliderande vagnens höjd, vikt, bredd samt påkörningskraft. Ett vanligt förekommande lok i Sverige (ellok RC6) är ca 4,0 meter högt (exklusive strömvtagare) och väger omkring 78 ton. Med beaktande av olika tänkbara urspårningshastigheter och avstånd från spårmiten behöver ett påkörningsskydd beläget närmast järnvägen på aktuell hastighet vara ca 1,5 – 1,8 meter högt och klara krafter mellan 1,0 – 2,5 MN.

Om ett fristående påkörningsskydd uppförs längre bort från järnvägen, närmare bestämt 13 meter från järnvägen, behöver skyddet vara minst 1,0 meter högt och klara en lateral påkörningskraft om ca 750 kN. På detta avstånd finns redan (för en del av fastigheten) ett påkörningsskydd i form av den befintliga nedfartsrampens betongväggar, se Figur 6, vilka tillsammans bedöms utgöra ett tillräckligt skydd för denna del av fastigheten. I Figur 20 visas hur nedfartsrampens betongväggar kan

⁹ Med gemensamma boggier, t.ex. X2000, begränsas rotationen mellan vagnarna i högre utsträckning och påkörningskrafterna blir lägre än för tåg utan gemensamma boggier (Moyer, James, & Bechara, 1994). Dessa blir därför inte dimensionerande för påkörningsskyddets egenskaper.

kompletteras med ett tillkommande påkörningsskydd 13 meter från järnvägen så att hela fastigheten erhåller skydd mot påkörning.

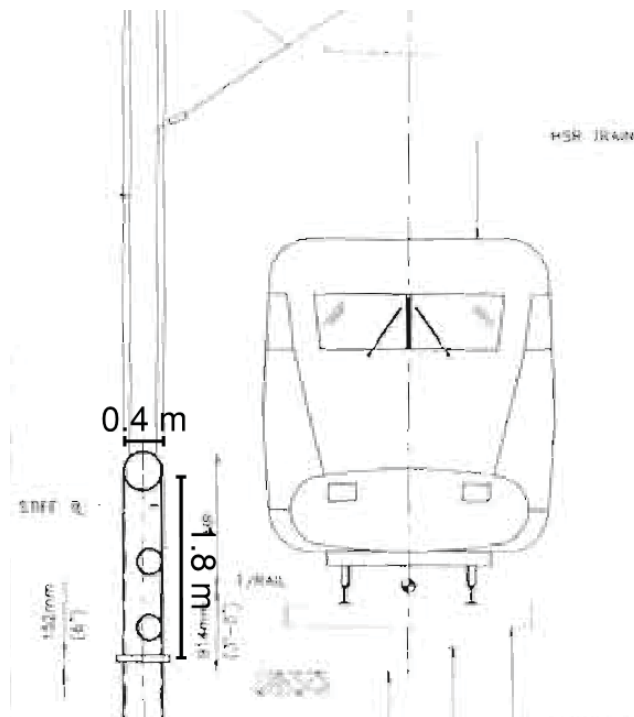


Figur 20. Den befintliga nedfartsrampens betongväggar kan kompletteras med ett tillkommande påkörningsskydd så att hela fastigheten erhåller skydd mot påkörning.

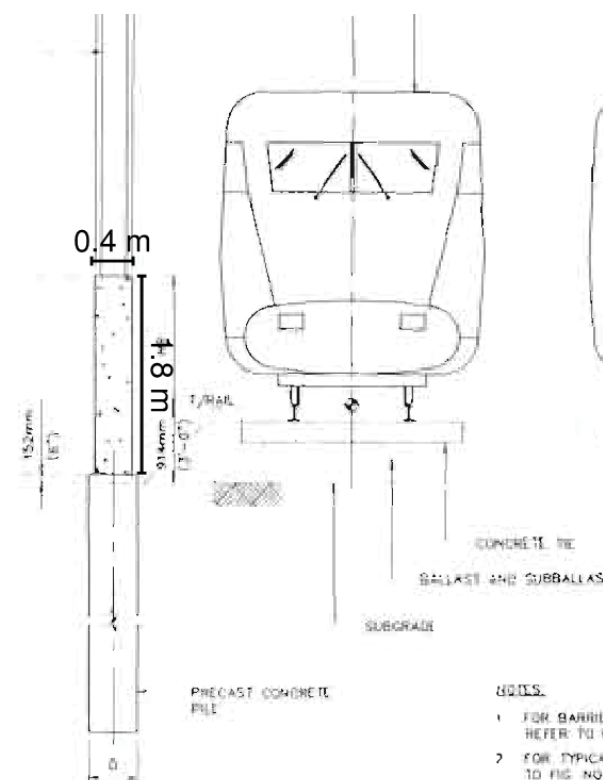
Om enstaka mindre öppningar placeras i påkörningsskyddet får dessa inte försämra påkörningsskyddets funktion. Detta kan säkerställas genom att utforma öppningarna med en maximal bredd om 1,2 meter per öppning.

I Figur 21 och Figur 22 ges exempel på potentiell utformning av ett fristående påkörningsskydd i nära anslutning till järnvägen. I figurerna framgår ungefärliga dimensioner för att klara aktuella laster.

I Figur 23 ges exempel på hur ett skydd kan se ut utvändigt.



Figur 21. Barriär med stålpelare (3 horisontella). Mellan stålpelarna kan finnas t.ex. transparenta material för att släppa igenom ljus. I figuren har inte det laterala avståndet mellan järnväg och påkörningsskydd bestämts. Bildkälla: (Moyer, James, & Bechara, 1994).



Figur 22. Barriär i betong. I figuren har inte det laterala avståndet mellan järnväg och påkörningsskydd bestämts. Bildkälla: (Moyer, James, & Bechara, 1994).





Figur 23. Möjlig utformning i stadsmiljö.

Påkörningsskydd i fasad

Ett alternativt sätt att utföra påkörningsskyddet på är att placera det i byggnaders fasader (som vetter mot järnvägen). Närmaste byggrätt är belägen ca 17 meter från spårmittpunkt och på detta avstånd undersöktes inte påkörningskrafter i utredningen av Moyer, James och Bechara (1994). För att beräkna påkörningskrafter på detta avstånd nyttjas en annan modell framtagen på Lunds tekniska högskola av Östlund, Svensson och Thelandersson (1995). Modellen beskrivs närmare i en utredning av hur bärande konstruktioner i en befintlig bro (Sjölundaviadukten) i Malmö ska klara av en påkörning från ett urspårat person- eller godståg (Björnsson, 2010). En väsentlig skillnad mellan modellen framtagen i Östlund et al. (1995) och modellen i Moyer, James och Bechara (1994) är att den karakteristiska "sick-sack"-effekten inte beaktas i Östlund et al. (1995). I stället modelleras urspårningsförloppet med en initial urspårningsvinkel som vagnarna färdas i tills markfriktionen stoppar dem eller de kolliderar med det skyddsvärda. Den kollisionskraft som uppstår uppskattas med två angreppssätt: impulsjämvikt och energijämvikt. Björnsson (2010) uppskattar impulstid (för impulsjämvikt) och deformationssträcka (för energijämvikt) vid kollision genom att ansätta

lognormalfördelningar med väntevärdena 0,5 s (impulstid) och 1,5 meter (deformationssträcka) med variationskoefficienter på 0,1 för båda storheterna.

Beräkningar

Förbi aktuellt planområde är största tillåtna hastighet (STH) 120-159 km/h enligt tidigare avsnitt. Av denna anledning antas att det år 2035 kan färdas tåg i 160 km/h förbi planområdet. På liknande sätt som i föregående avsnitt antas att det urspårande tåget framförs av ett ellok RC6. I tabellen nedan anges den indata som nyttjas för att uppskatta påkörningskraften som kan uppkomma mot fasaden. För indata som i Björnsson (2010) presenterats som fördelningar används huvudsakligen 95 % - percentilen för att få en hög robusthet i resultatet.

Tabell 25. Indata till metod presenterad i Björnsson (2010) (Appendix A).

Parameter	Värde	Kommentar
Vikt (ellok)	78 000 kg	Ellok RC6
Vikt (sittvagn)	44 000 kg	Normal B7-vagn
Höjd (ellok)	4,0 m	Ellok RC6, exkl. strömvtagare
Bredd (ellok)	3,15 m	Ellok RC6
Hastighet vid urspårning	160 km/h	Ellok RC6
Maximal urspårningsvinkel	6,5°	Från fördelning presenterad i Björnsson (2010). Att jämföra med maximal urspårningsvinkel 5,73 uppskattad i (Moyer, James, & Bechara, 1994).
Markfriktion	0,5 [-]	Från Björnsson (2010). I (Moyer, James, & Bechara, 1994) uppskattas att markfriktion är 1,0. Björnssons (2010) modell ger således längre konsekvensavstånd ("worst case").
Impulstid	0,418 s	5 % -percentil i Björnsson (2010).
Deformationssträcka	1,25 m	5 % -percentil i Björnsson (2010).
Avstånd från spårmit till närmaste fasad	17 m	-
Friktion mellan tåg och fasad	0,25 [-]	Utifrån data presenterad i (Moyer, James, & Bechara, 1994)

Parameter	Värde	Kommentar
Ökning av maximal påkörningskraften med anledning av "utanför-planet-effekter", t.ex. ellokets rotation runt den longitudinella axeln	+20 %	Utifrån bedömning presenterad i (Moyer, James, & Bechara, 1994)

Resultat

Nedan (i Tabell 26 och Tabell 27) presenteras den laterala och longitudinella påkörningskraft som fasaderna belägna 17 respektive 22 meter från järnvägen behöver dimensioneras för. Dessa påkänningar får inte ge mer än lokala skador på byggnader och får ej medföra att fortskridande ras sker i byggnaden. Specifik utformning och dimensioner för fasadkonstruktion bör i projekteringskedet beakta dessa påkörningskrafter.

Tabell 26. Resultande påkörningskraft för fasad belägen 17 meter från närmaste spårmit.

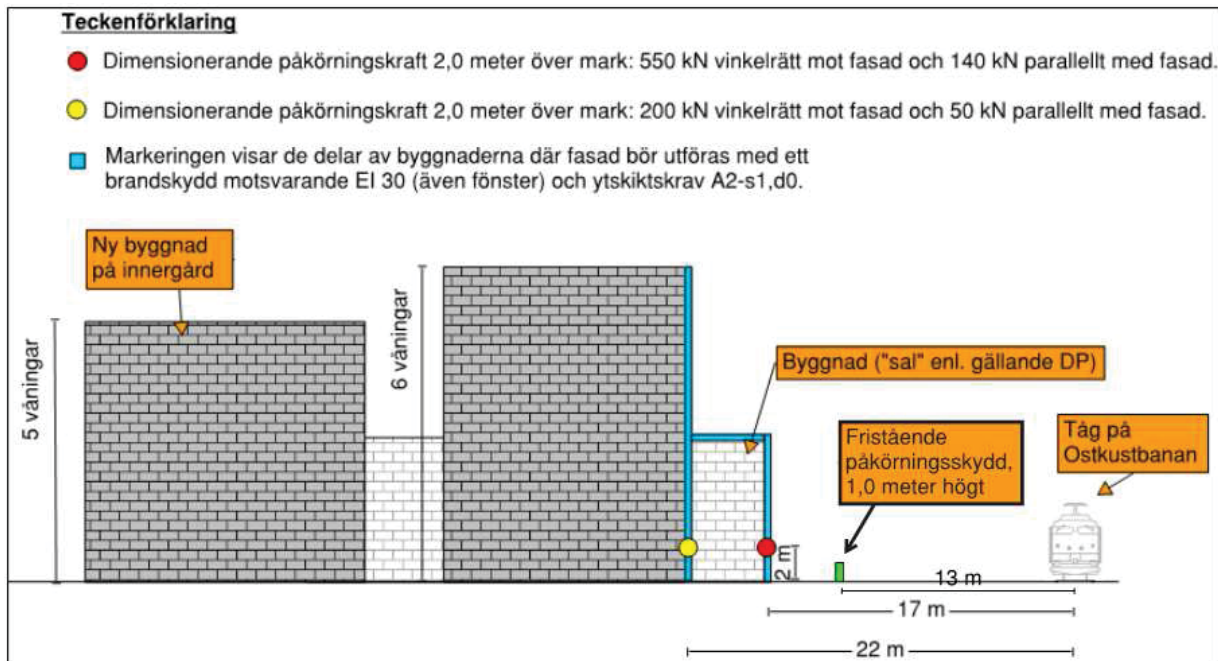
Parameter	Värde	Kommentar
Beräknad lateral påkörningskraft ("vinkelrätt mot spåret")	550 kN	-
Beräknad longitudinell påkörningskraft ("i spårets riktning")	140 kN	-
Angreppspunkt för påkörningskraft	2,0 m ovan mark	Utifrån tågets ungefärliga tyngdpunkt.

Tabell 27. Resultande påkörningskraft för fasad belägen 22 meter från närmaste spårmit.

Parameter	Värde	Kommentar
Beräknad lateral påkörningskraft ("vinkelrätt mot spåret")	200 kN	-
Beräknad longitudinell påkörningskraft ("i spårets riktning")	50 kN	-

Parameter	Värde	Kommentar
Angreppspunkt för påkörningskraft	2,0 m ovan mark	Utifrån tågets ungefärliga tyngdpunkt. Att jämföra med rekommenderad angreppspunkt på 1,8 meter i "SS-EN 1991-1-7:2006 Eurokod 1 - Laster på bärverk - Del 1-7: Allmänna laster - Olyckslast" avsnitt 4.5.1.4(2).

I Figur 24 illustreras hur brandskydd i fasad kan utföras samt hur fasader (eller fristående påkörningsskydd) kan dimensioneras för påkörning av urspåret tåg.



Figur 24. Sektionsskiss med åtgärdsförslagen: brandskydd i fasad och dimensionering för påkörning.