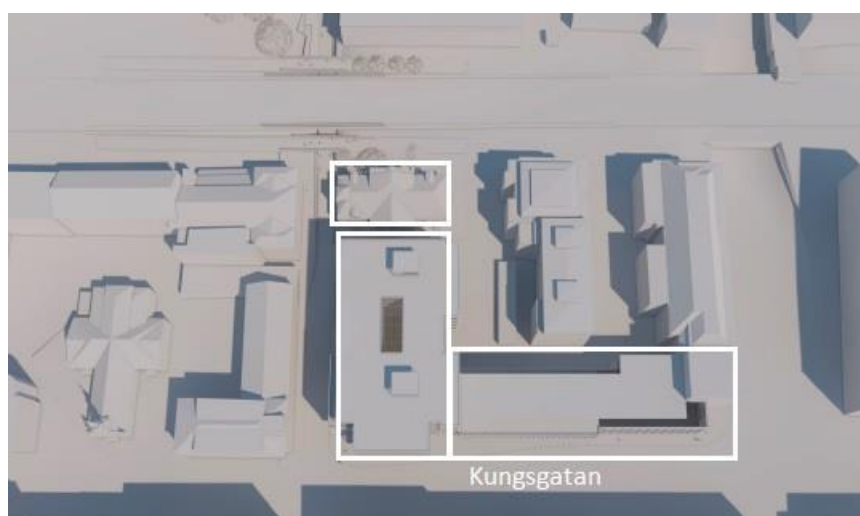


Riskutredning

Dragarbrunn 21:1 Oden Ygg, Uppsala

Utredning för ny detaljplan



Uppdragsnummer:
15-024
Handläggare:
Ville Niskala, Uppsala

**Fire and Risk Engineering
Nordic AB**
556731-6285

Uppsala: Hamnplan 11, 753 19
018-185800
Västerås: Kopparbergsvägen 8, 722 13
021-4480270
Borlänge: Forskargatan 3, 781 70
0243-83600



Sammanfattning

Riskutredningen har utförts för att undersöka riskbilden för del av Dragarbrunn 21:1 i Uppsala inför tillbyggnation av främst kontorslokaler, men även butikslokaler och annan publik verksamhet på markplan. Utöver planerad tillbyggnad ingår även två befintliga byggnader i riskutvärderingen. Dessa är gamla tingshuset samt gamla sparbankshuset.

Nordost om fastigheten går järnvägen där det bland annat sker transport av farligt gods. Riskutredningen har undersökt hur denna riskkälla påverkar risknivån för byggnaderna samt förslag på hur riskerna skall minimeras.

Med utgångspunkt i den riskanalys som gjorts så anses en acceptabel risknivå uppnås för människor inom och kring byggnaderna med följande riskreducerande åtgärder.

- Ventilationsanläggningar förses med möjlighet till central avstängning.
- Friskluftsintag till ventilation placeras antingen bortvänt från järnvägen, uppe på taket, eller lågt placerat i skydd av tingshuset.
- Fönster i Tiunda tingshus som vetter mot järnvägen byts mot brandklassade fönster i lägst klass EI30 som ej är öppningsbara.
- Utrymning av gamla tingshuset ska kunna ske bort från järnvägsspåret.



INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	2
1 UPPDRAGSBESKRIVNING	4
1.1 Syfte och omfattning.....	4
1.2 Avgränsning.....	4
2 OMRÅDES- OCH VERKSAMHETSBEKRIVNING	5
2.1 Områdesbeskrivning	5
2.2 Verksamhetsbeskrivning.....	6
2.3 Byggnadsbeskrivning.....	6
3 RÄDDNINGSTJÄNSTENS FÖRUTSÄTTNINGAR	7
4 RISKINVENTERING	8
4.1 Farligt gods på järnvägen.....	8
5 DIMENSIONERANDE OLYCKSSCENARIO	9
5.1 Bedömningsunderlag	11
5.2 Sannolikhets- och konsekvensbedömning	12
5.3 Riskmatris	13
5.4 Riskvärdering och vidare analys	13
5.5 Osäkerheter	13
6 FORTSATT ANALYS.....	14
6.1 Metod.....	14
6.2 Konsekvensanalys.....	14
7 KONSEKVENSRREDUCERANDE ÅTGÄRDER	15
7.1 Planerad tillbyggnad samt gamla sparbankshuset.....	15
8 SLUTLIG RISKBEDÖMNING	16
8.1 Förslag på riskreducerande åtgärder för anläggningen	17
9 KÄLLFÖRTECKNING.....	19
BILAGA A – KONSEKVENSBERÄKNINGAR.....	20
Pölbrand.....	20
Brandfarlig gas.....	23

1 Uppdragsbeskrivning

Denna handling är upprättad av Fire and Risk Engineering Nordic AB på uppdrag av Sweco.

Handlingen omfattar riskutredning för del av fastighet Dragarbrunn 21:1 (Oden Ygg), Uppsala.

Uppdragsansvarig:	Ralf Bäckroos Backroos@fireab.se 070-293 27 01	
Granskare:	Mikael Gradén Graden@fireab.se 076-774 83 10	
Handläggare:	Ville Niskala Niskala@fireab.se 070-300 59 12	
Egenkontroll nivå 1 utförd: Egenkontroll nivå 2 utförd:	Ville Niskala Mikael Gradén	2015-08-04 2015-08-12
 		

1.1 Syfte och omfattning

Riskutredningen syftar till att analysera riskbilden för berörd del av fastighet som är belägen närmare än 150 meter från järnvägen. Den analyserade riskbilden utgör underlag för åtgärder för att minimera riskerna.

1.2 Avgränsning

Utredningen omfattar del av fastigheten Dragarbrunn 21:1, byggnaderna som ingår är planerad tillbyggnad, gamla tingshuset samt gamla sparbankshuset.

Utredningen avser ej att omfatta övriga redan etablerade verksamheter i området.

Riskutredningen avser främst att utreda personsäkerheten för personer inom byggnaderna samt i direkt anslutning till byggnaderna.

2 Områdes- och verksamhetsbeskrivning

2.1 Områdesbeskrivning

Byggnaderna ligger på fastigheten Dragarbrunn 21:1 i centrala Uppsala. Området består av flerbostadshus, butiker, restauranger, bank med mera. Fastigheten angränsar i sydväst till Kungsgatan, i öst till Vaksalagatan och i nordost till järnvägen. Vaksalagatan går under järnvägen, vilket även ska ske med korsningen S:t Persgatan och järnvägen som i dagsläget är en plankorsning.

Mellan den planerade tillbyggnationen och järnvägen ligger gamla tingshuset (Tiunda tingshus), avståndet mellan byggnaderna är 10 meter. Kortaste avståndet till närmsta järnvägsspår från tillbyggnation är 46 meter, mellan gamla tingshuset och närmsta järnvägsspår är det 20 meter. Gamla sparbankshuset ligger 80 meter från närmsta järnvägsspår. Längs med järnvägen går en cykel- och gångväg som är avskild från järnvägsspåret med ett stängsel.

Vegetationen på området består i nuläget av enstaka träd och lägre växter (gräs mm.) mot järnvägen.

Området är i nivå med järnvägen i hela sin utsträckning. Järnvägen är utmed hela fastigheten rak och utan kurvor. På sträckan i närheten av byggnaden förekommer ingen spårväxling, men 250 meter från området kring tillbyggnaden i riktning mot järnvägsstationen sker spårväxling.

På järnvägen sker transport av farligt gods.

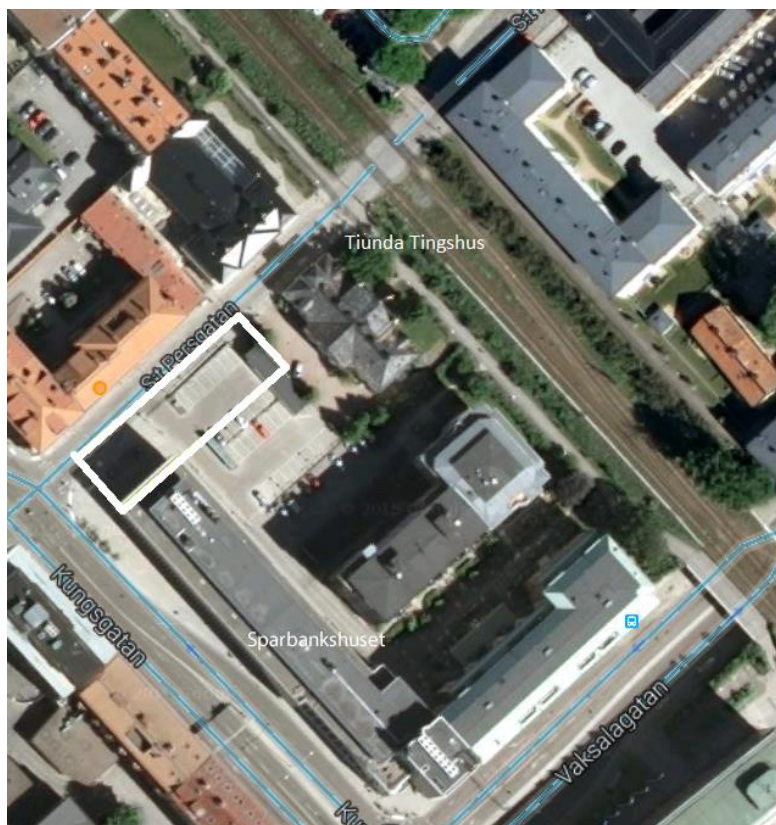


Bild 1 – Flygfoto över området. Vitt markerar planerad tillbyggnad.

2.2 Verksamhetsbeskrivning

Tillbyggnaden kommer i huvudsak att användas för kontorsverksamhet. På bottenplan planeras dock även butiker och annan publik verksamhet.

Gamla tingshuset används av kommunen för daglig träffpunktsverksamhet.

I gamla sparbankshuset bedrivs kontorsverksamhet.

2.3 Byggnadsbeskrivning

Planerad tillbyggnad kommer när den är färdig att bestå av 8 våningsplan med stålstomme och fasad i obrännbart material (lätta utfackningsväggar).

Gamla sparbankshuset består av 6 våningsplan med fasad i obrännbart material.



Figur 1. Illustration av alternativt förslag för sydvästra hörnet mot Kungsgatan. Gamla sparbankshuset syns till höger om planerad tillbyggnation.

Gamla tingshuset består av 2 våningsplan med fasad i obrännbart material. Ett flertal fönster vetter mot järnvägen.



Figur 2. Illustration av Tiunda tingshus placerad framför planerad tillbyggnation.

3 Räddningstjänstens förutsättningar

Med utgångspunkt i *Uppsala kommuns handlingsplan för operativ och förebyggande verksamhet* görs följande bedömning av räddningstjänstens förutsättningar vid olycka med utsläpp av farligt ämne /1/.

I Uppsala finns tre heltidsstationer, Bärby, Fyrislund och Rosendal, med en framkörningstid för minst en av stationerna till området som understiger 5 minuter. Dessutom finns i kommunen sex stycken deltidstationer i Björklinge, Storvreta, Skyttorp, Järlåsa, Almunge och Knutby. Utöver deltidstationerna i kommunen ingår Uppsala kommuns räddningstjänst i ett samarbete med Tierps och Östhammars kommuner.

Bemanningen vid normal beredskap är 1+4 för varje heltidsstation. Således finns i tätorten Uppsala 3+12 i beredskap dygnet runt. Samt för deltidstationerna en bemanning på totalt 6+18. Detta ger en total bemanning inom kommunen på 9+36 dygnet runt med olika anspänningstider (90 sek för heltid och 6 min för deltid). Utöver detta kan resurser inom räddningssamarbetet i Tierps och Östhammars kommuner nyttjas vid behov.

För en större olycka med kemikalier inblandade bedöms förmågan att göra insats med skadebegränsande åtgärder och livräddning av ett fåtal personer i kemikaliebemängd miljö som genomförbar med trestationslarm och bemanning 3+12. Förstärkningsmöjligheter från deltidstationerna och samarbetskommunerna tillkommer.

4 Riskinventering

4.1 Farligt gods på järnvägen

Som underlag för bedömning av vilken typ av farligt gods som transporteras på järnvägen används statistik från två undersökningar gjorda på uppdrag av Räddningsverket 1996 och 2006 /2,3/. Anledningen till att två undersökningar används, och inte bara den senaste, är att statistiken innehåller stora osäkerheter. Detta innefattar bland annat svarsfrekvens på enkäter, att undersökningarna endast avser en eller ett par månader och därmed inte direkt kan användas för uppräknings till helår. Med två undersökningar bedöms det troligare att de ämnen som verkligen transporteras fångas upp för vidare analys. Det är dock fortfarande så att det statistiska underlaget har stora begränsningar, detta är dock det enda underlaget som finns att tillgå.

4.1.1 Statistik 1996

RID-klass	Mängd
Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål	0-100 ton
Klass 2 – Gaser	0-7 000 ton
Klass 3 – Brandfarliga vätskor	4000-11 000 ton
Klass 4 – Brandfarliga fasta ämnen m.m.	7000-12 000 ton
Klass 5 – Oxiderande ämnen	0-3 000 ton
Klass 6 – Giftiga eller smittförande ämnen	0-200 ton
Klass 7 – Radioaktiva ämnen	-
Klass 8 – Frätande ämnen	0-2 000 ton
Klass 9 – Övriga farliga ämnen och föremål	100-300 ton

4.1.2 Statistik 2006

RID-klass	Mängd
Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål	-
Klass 2.1 – Brandfarliga gaser	0-5 200 ton
Klass 2.2 – Icke giftiga, icke brandfarliga gaser	20-110 ton
Klass 2.3 – Giftiga gaser	-
Klass 3 – Brandfarliga vätskor	43500-52000 ton
Klass 4.1 – Brandfarliga fasta ämnen	4-21 ton
Klass 4.2 – Självantändande ämnen	40-50 ton
Klass 4.3 – Ämnen som utvecklar brandfarlig gas i kontakt med vatten	-
Klass 5.1 – Oxiderande ämnen	0-2300 ton
Klass 5.2 – Organiska peroxider	120-160 ton
Klass 6.1 – Giftiga ämnen	0-460 ton

Klass 6.2 – Smittförande ämnen	-
Klass 7 – Radioaktiva ämnen	-
Klass 8 – Frätande ämnen	0-3 400 ton
Klass 9 – Övriga farliga ämnen och föremål	0-1 900 ton

Uppsala brandförsvaret anger i sin *Uppsala Brandförsvares riskanalys över olyckor som kan föranleda räddningsinsatser i kommunen 2008 /4/* att dimensionerande typ av farligt gods som transporteras genom Uppsala är flygbränsle från Gävle hamn till Arlanda flygplats.

Typen av flygbränsle är i huvudsak Jet A1 som är att jämföra med diesel och således är brandfarlig vätska av klass 2B. Det kan även förekomma flygbränsle av typerna Avgas 100LL och Avgas 91UL, dessa motsvarar vanlig bensin och är då klass 1 vätskor. Klass 1 vätska anses då vara dimensionerande för denna rapport.

Statistiken visar på att RID klass 3, brandfarlig vätska har ökat dramatiskt under perioden 1996-2006. Detta stöder att RID klass 3 är dimensionerande ämnesklass för utredningen.

Dessutom tas RID klass 2.1 Brandfarliga gaser med som dimensionerande klass då mängden som transporteras genom området är relativt högt i förhållande till övriga klasser.

Övriga ämnesklasser har inte ändrats i någon större omfattning i statistiken mellan 1996 och 2006, och anses på grund av sin i sammanhanget ringa mängd och lokala påverkan ej vara dimensionerande.

5 Dimensionerande olycksscenario

För järnvägen är utgångspunkten att orsaken till ett utsläpp är en tågolycka, i praktiken urspårning av ett tåg som transporterar farligt gods då det inte finns några korsningar för fordonstrafik eller platser för lastning/lossning i närheten av fastigheten. Närmsta korsning för motorfordonstrafik sker vid S.t Olofsgatan 220 meter norr om området nära tillbyggnaden. I dagsläget korsar fotgängare och motorlösa fordon järnvägen vid S.t Persgatan, men enligt detaljplanen ska det byggas en tunnel så att fotgängare och motorlösa fordon kan korsa järnvägen utan risk för kollision med tåg.

Järnvägsspåret ligger i dagsläget i marknivå, men ska enligt detaljplan förses med en invallning framför området kring gamla tingshuset, planerad tillbyggnation och gamla sparbankshuset.



Figur 3. Enligt detaljplan förses järnvägsspåret med en invallning framför gamla tingshuset.

Vidare konstateras att de spår som avses intill anläggningen är genomfartsspår för persontrafik och godstransporter. Spåren saknar växlar i närheten av tillbyggnaden vilket minskar risken för urspårningar. Närmsta spårväxling sker 250 meter söder om tillbyggnaden.

De dimensionerande olycksscenarierna anses dels vara olycka med riskklass 3, brandfarlig vätska, samt riskklass 2.1, brandfarliga gaser, beroende på den omfattande mängd som transporteras förbi området. Övriga riskklasser anses inte vara dimensionerande då transporter av dessa klasser sker i mycket mindre omfattning.

Riskklass 3 omfattar exempelvis diesel/flygbränsle, bensin/flygbränsle och eldningsolja. Den påverkan som kan uppstå på människor är direkt brandpåverkan eller värmestrålning om ett utsläpp antänds. Utan antändning är ett utsläpp huvudsakligen skadligt för miljön och innebär inget hot mot människor utom i direkt anslutning till utsläppet.

Riskklass 2.1 omfattar exempelvis GASOL som kan ge upphov till jetflamma eller BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) om en olycka inträffar. Detta påverkar omgivningen och människor som befinner i närområdet.

Ett scenario med BLEVE anses dock som osannolikt då det krävs yttre påverkan av tanken med en långvarig flamma som hettar upp vätskan och bygger upp tryck tills tanken rämnar och gasen antänds. Dessutom förutsätts i det läget att inga släckåtgärder av den påverkande flaman hunnit utföras. Bedömningen är att sannolikheten för BLEVE på aktuell järnvägssträcka är liten då flera händelser måste föregås av ett läckage från en annan vagn som dessutom skall antändas med jetflamman riktad mot tanken.

Sannolikheten för jetflamma är större än för BLEVE och är därigenom dimensionerande som risk inom riskklass 2.1 och analyseras därmed vidare.

5.1 Bedömningsunderlag

Samtliga sannolikheter och konsekvenser för utsläpp har utgångspunkt att orsaken är en tågolycka som leder till urspårning och läckage från transportvagn. Då det är risknivån för personer inom byggnaden som ska bedömas antas att urspårningen sker så att tågvarnarna hamnar på byggnadens sida om järnvägen.

Samtliga sannolikheter och konsekvenser bygger på statistik och de rapporter listade nedan som utgör underlag för riskbedömningarna. Inga beräkningar har genomförts i detta skede av analysen.

Bedömningsunderlag för sannolikhet:

- Sveriges järnvägsnät uppgår till totalt ca 16 500 km järnväg /5/.
- Statistik från Trafikverket visar att det under den senaste femårsperioden (2009-2013) skett 41 urspårningar på svenska järnvägar. Under femårsperioden innan (2004-2008) skedde 51 urspårningar. Ett sammanvägt snitt under den senaste tioårsperioden är 9,1 urspårningar per år i landet /6/.
- Trafikverket har ett krav på 30 meters avstånd från spårmit till bebyggelse.
- Trafikverkets statistik visar även att det inte inträffat några olyckshändelser eller allvarliga tillbud vid järnvägsdrift med farligt gods under de senaste fem åren (2009-2013). Under perioden 2004-2008 inträffade en olycka med farligt gods på järnväg. Sannolikheten för en olycka med farligt gods i hela Sverige är utifrån statistiken 0,1 per år, detta inkluderar även olyckor vid lastning och lossning vilket inte förekommer på sträckan /6/.
- Statistik från Räddningsverket över transporterade ämnen och mängder enligt tidigare avsnitt.

Bedömningsunderlag för konsekvensbedömning:

Generellt vid konsekvensbedömningarna tas ingen hänsyn till anläggningens utseende (höjdförhållanden, vegetation m.m.) då dessa inte bedöms ha någon särskild konsekvensreducerande eller höjande effekt.

- *Brandfarliga vätskor:* Riskområdet för allvarliga skador för en pölbrand bedöms vara mindre än 50 meter, det är visserligen beroende av omfattningen av utsläppet men bedöms motsvara ett medelstort utsläpp. Detta är det generella initiala riskavståndet för oskyddade personer vid en räddningsinsats /7/.
- Vid urspårning av ett tåg hamnar vagnarna nästan alltid inom en vagnslängd från banan, det vill säga inom cirka 25 meter /8/.

- *Brandfarlig gas:* Riskområdet för brandfarlig gas varierar med vindriktning och framför allt om olycka sker med jetflamma eller BLEVE. Även här hänvisas till att urspårade vagnar hamnar inom 25 meter från banan.

5.2 Sannolikhets- och konsekvensbedömning

5.2.1 Skalor

Skala	Sannolikhet
1	En gång på mer än 1000 år (osannolik)
2	En gång på 100-1000 år
3	En gång på 10-100 år (sannolik)
4	En gång på 1-10 år
5	En gång per år (mycket sannolik)

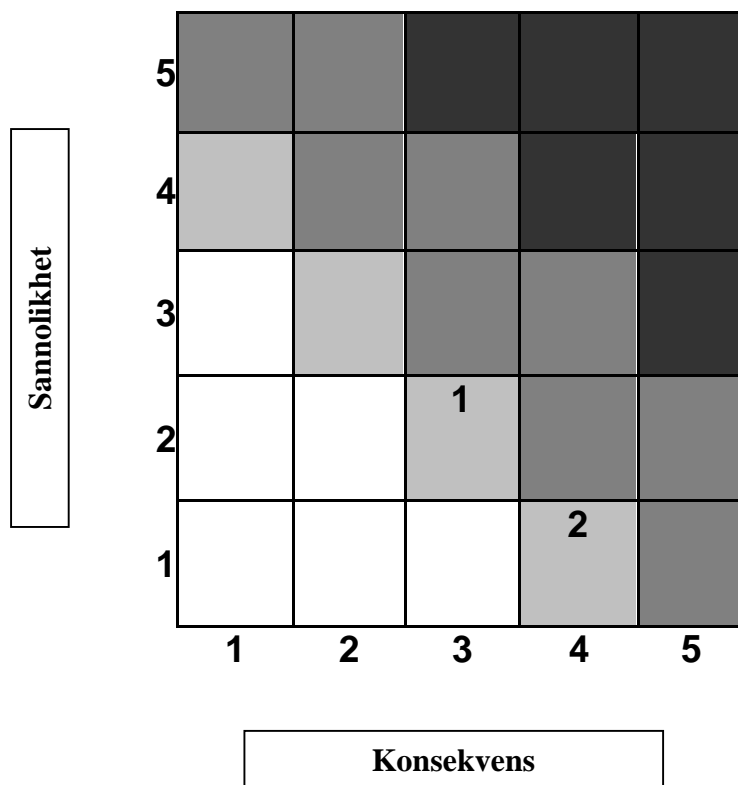
Skala	Konsekvens
1	Övergående lindriga obehag (små)
2	Enstaka skadade, varaktiga obehag
3	Enstaka svårt skadade, svåra obehag (stora)
4	Enstaka döda och flera svårt skadade
5	Flera döda och tiotals svårt skadade (katastrofala)

Sannolikhets- och konsekvensskalorna enligt ovan är vanliga vid grovanalyser i Sverige. Konsekvenserna som bedöms gäller endast påverkan på människors hälsa.

Riskkälla	Sannolikhet	Konsekvens
1. Brandfarliga vätskor	2	3
2. Jetflamma	1	4

Sannolikheter och konsekvenser bedömda med underlag enligt tidigare avsnitt.

5.3 Riskmatris



5.4 Riskvärdering och vidare analys

De olika fälten i riskmatrisen representerar de nivåer av riskacceptans som bedöms rimliga för anläggningen, enligt följande:

- Vit – risken acceptabel
- Ljusgrå – risken bör minimeras med skäliga riskreducerande åtgärder
- Mörkgrå – risken ej acceptabel och ska utredas vidare
- Mörk – risken ej acceptabel

Med denna bedömningsnivå ska riskkällan reduceras genom erkänt riskreducerande, skäliga skyddsåtgärder.

5.5 Osäkerheter

Bedömningen av sannolikhet och konsekvens innehåller en stor del osäkerhet eftersom riskkällorna är av den typen att det finns väldigt lite statistik att tillgå och att den inte heller är riktigt dagsaktuell. Farligt godsolyckor vid transport på järnväg är relativt ovanliga i Sverige och ger ett dåligt statistiskt underlag. Vid riskbedömningen har därför sannolikheter och konsekvenser som betraktas som konservativa använts för att i möjligaste mån uppväga dessa osäkerheter.

6 Fortsatt analys

6.1 Metod

Underlaget för transport av farligt gods förbi fastigheten är begränsat eftersom den statistik över järnvägstransport av farligt gods som finns är knapphändig. I en detaljerad riskanalys med beräkningar över olycksfrekvenser gör denna begränsning att eventuella resultat skulle vara så osäkra att de i princip anses oanvändbara som bedömningsunderlag. Med hänsyn till detta görs därför ingen beräkning av individ- och samhällsrisk som underlag för fortsatt riskbedömning utan endast konsekvensberäkningar för ovanstående identifierade risker som kräver riskreducerande åtgärder eller ytterligare utredning. Dessa ligger sedan till grund för en kvalitativ bedömning av riskerna och vilka skyddsåtgärder som är lämpliga för att minimera risknivån.

6.2 Konsekvensanalys

6.2.1 Utsläpp av brandfarlig vätska

Det dimensionerande scenariot för brandfarlig vätska är att utsläppet antänds och orsakar en pölbrand. Som dimensionerande ämne används bensin eftersom detta är vanligt förekommande och mer konservativt som beräkningsgrund än flygbränsle av typ Jet A1. Dessutom motsvarar bensin de andra två typerna av flygbränsle som kan vara aktuella för transport förbi anläggningen (Avgas 100LL och Avgas 91UL). Beräkningar har utförts för olika storlekar på pölbrand, se bilaga A, och dessa ger ett maximalt riskavstånd för oskyddade människor på upp till drygt 60 meter från järnvägen för en stor pölbrand. För antändning av brännbart material vid långvarig exponering (trä) är riskavståndet knappt 50 meter för en stor pölbrand. Byggnaderna som berörs i denna riskutvärdering är dock utförda med fasad i obrännbart material.

Enligt detaljplan ska järnvägsspåret förses med en invallning framför området kring gamla tingshuset, planerad tillbyggnation samt gamla sparbankshuset. Detta medför att sannolikheten för att en urspärning ska leda till att tågvarnar hamnar utanför invallningen och därmed 25 meter från järnvägsspåret minskar. Dock kvarstår risken för en pölbrand i direkt närhet till järnvägsspåret. Enligt beräkningar, se bilaga A ger detta ett maximalt riskavstånd för oskyddade människor upp till 30 meter från järnvägsspåret för en stor pölbrand. För antändning av brännbart material vid långvarig exponering (trä) är riskavståndet knappt 15 meter för en stor pölbrand.

6.2.2 Jetflamma

Dimensionerande scenario för brandfarlig gas är olycka med hål på gastank som resulterar i utströmmande gas som antänds. I detta scenario används GASOL som dimensionerande ämne på grund av att den är den vanligast förekommande brännbara gasen.

Jetflamma ger ett riskavstånd på ca: 95 m i värsta tänkbara fallet.

7 Konsekvensreducerande åtgärder

Nedan redovisas vad som anses vara lämpliga konsekvensreducerande åtgärder för planerad tillbyggnation, gamla tingshuset samt gamla sparbankshuset, åtgärderna är vedertagna och erkända som riskreducerande åtgärder i Sverige idag /7, 8, 9/. Åtgärderna avser att minska konsekvensen för en olycka med brandfarlig vätska respektive jetflamma.

7.1 Planerad tillbyggnad samt gamla sparbankshuset

7.1.1 Skyddsavstånd samt strålskydd från närliggande byggnader

Avstånd från spårmitt till planerad tillbyggnation samt gamla sparbankshuset är mer än 30 meter, vilket därmed uppfyller kraven på skyddsavstånd. Detta avstånd gör att konsekvenserna för en olycka med brandfarlig vätska minskar, i synnerhet för de personer som befinner sig inomhus. Undantaget är garage där endast tillfällig vistelse sker.

Avståndet mellan gamla tingshuset och närmsta järnvägsspår är 20 meter, därmed är gamla tingshuset innanför skyddsavståndet vilket föranleder att vid en eventuell urspårning kan en tågagn kollidera med byggnaden vilket skulle få konsekvenser för personer i byggnaden och i direkt närhet till byggnaden. Enligt detaljplan förses järnvägsspåret med en invallning framför gamla tingshuset, detta minskar risken för att en tågagn ska hamna 25 meter från järnvägen och därmed kollidera in i gamla tingshuset. Mer sannolikt är att olyckan sker i direkt närhet till järnvägsspåret och att gamla tingshuset därmed exponeras för höga strålningsnivåer från en pölbrand i invallningen.

Utöver avståndet mellan järnväg, planerad tillbyggnad och gamla sparbankshuset som konsekvensreducerande åtgärd, utgör byggnader närmare järnvägen en avskiljning av järnvägen vid en eventuell olycka. Gamla tingshusets placering nära järnvägen avskiljer planerad tillbyggnation från järnvägen.

7.1.2 Ventilation

Vid ett utsläpp av brännbara ämnen som inte antänds är det lämpligt att utforma ventilationen så att sannolikheten för att en brännbar koncentration uppnås inne i byggnaden minimeras. Detta uppnås genom att ventilationsanläggningen förses med central avstängning. Friskluftsintag ska även placeras så att de inte exponeras direkt av en olycka på järnvägen. Friskluftsintagen kan placeras bortvänt från järnvägen mot Kungsgatan, men även uppe på taket alternativt lågt placerat så att tingshuset skyddar friskluftsintagen från direkt exponering av en jetflamma eller pölbrand.

7.1.3 Klassade fönster, gamla tingshuset

Då avståndet mellan gamla tingshuset och järnvägsspåret är 20 meter finns en risk byggnaden exponeras för höga strålningsnivåer. Enligt beräkningar uppgår strålningsnivån till 25 kW/m^2 på ett avstånd 15 meter från järnvägsspåret då tågagnen hamnar i direkt närhet av järnvägsspåret och 10 kW/m^2 på ett avstånd av 30 meter från järnvägsspåret. En eventuell pölbrand/jetflamma som påverkar tingshuset skulle försätta personer i byggnad för fara då delar av fasaden mot

järnvägen utgörs av fönster. Genom att brandklassa fönstren i lägst klass EI 30 mot järnvägsspåret förhindras snabb brandspridning in i byggnaden och personer hinner utrymma mot innergård alternativt mot St. Persgatan och vidare bort från järnvägsspåret innan kritiska förhållanden uppstår i byggnaden.

7.1.4 Utrymningsvägar

Om en olycka inträffar där händelseförloppet är fördröjt (det vill säga utsläppet inte påverkar fastigheten och byggnaderna omedelbart då olyckan sker) är det möjligt att en utrymning av byggnaderna blir aktuell. För att ge så trygg utrymning som möjligt bör utrymningsvägar finnas tillgängliga vända bort från riskkällorna.

Vid ett scenario där en pölbrand påverkar S:t Persgatan kan personer i gamla tingshuset utrymma mot innergården. Vid ett scenario där en pölbrand påverkar innergården finns det möjligheter att utrymma mot S:t Persgatan. Utrymning av planerad tillbyggnation samt gamla sparbankshuset kan ske via valfria utgångar. Detta då tingshuset avskiljer järnvägen från planerad tillbyggnation vilket fungerar som ett strålskydd, samt att invallningen av järnvägen framför gamla tingshuset gör det mer troligt att en tågagn vid en urspårning hamnar i direkt närhet av järnvägsspåret vilket ger ytterligare sänkta strålningsnivåer.

8 Slutlig riskbedömning

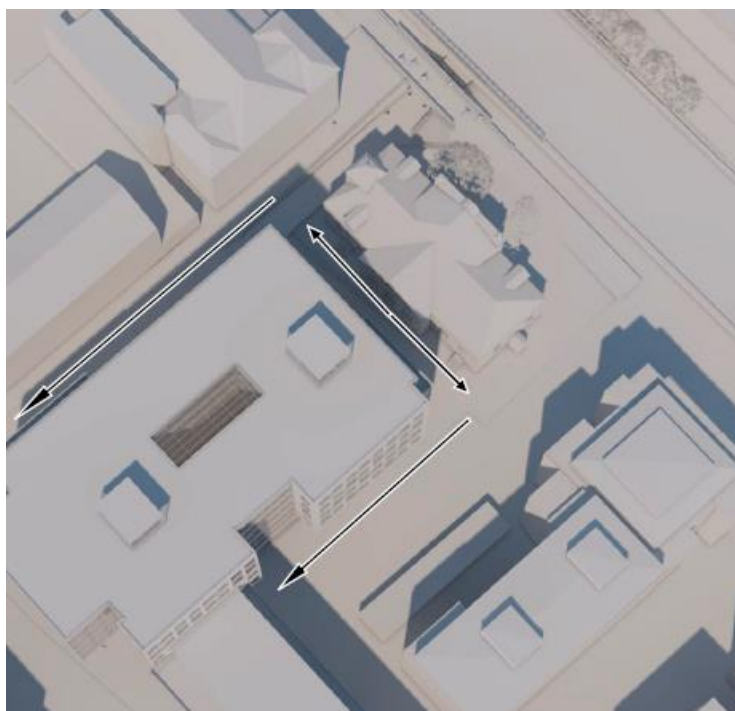
Med ovanstående föreslagna åtgärder bedöms de dimensionerande riskerna vara reducerade till en acceptabel nivå för fastigheten och den planerade verksamheten.

Med tanke på att spåren saknar växlar i närheten till byggnaden och att sträckan förbi anläggningen är kort och rak så är sannolikheten att urspårning kommer att ske mycket låg. Skulle något inträffa så finns det träd och annan vegetation som försvårar utbredningen av en vätskepöl. Enligt detaljplan ska S:t Persgatan grävas ned så att gång- och cykeltrafik går under järnvägen. Detta medför att gatan lutar nedåt från tillbyggnaden vilket även det försvårar utbredningen av en vätskepöl i närheten av tillbyggnaden, gamla tingshuset samt gamla sparbankshuset. Ytterligare reducerande åtgärder enligt detaljplan är att järnvägsspåret förses med en invallning framför gamla tingshuset vilket försvårar att vagnarna hamnar en vagnslängd från järnvägsspåret samt minskar spridningen av en pölbrand. För planerad tillbyggnad samt gamla sparbankshuset finns närliggande byggnader som i dagsläget fungerar som strålningsskydd och därmed minskar konsekvenserna av en olycka på järnvägsspåret.

För en olycka med brandfarlig vätska visar beräkningarna på att även vid stor pölbrand (250 m²) så underskreds strålningsnivån 10 kW/m² vid sidotrapphus för tillbyggnad då tågagnen hamnar 25 meter från järnvägsspåret. På grund av invallningen av järnvägsspåret är det mer troligt att pölbranden hamnar i direkt närhet till järnvägsspåret vilket ger en kritisk strålningsnivå 10 kW/m² på ett avstånd av 30 meter från järnvägen. Detta tillsammans med att tingshuset fungerar som avskiljning mellan järnväg och tillbyggnad anses att utgången mot gamla tingshuset även kan användas vid utrymning från planerad tillbyggnation. Gamla tingshuset bör dock förses med brandklassade fönster i EI30 då strålningsnivån

vid en olycka överstiger 10 kW/m^2 på ett avstånd av 30 meter och 25 kW/m^2 på ett avstånd av 15 meter från järnvägsspåret. Detta säkerställer att personer i gamla tingshuset kan utrymma byggnaden innan kritiska förhållanden uppstår i byggnaden. Utrymningsvägar ska finnas riktade bort från järnvägen.

En olycka med jetflamma visar enligt beräkningar på att vid extremfallet, utsläpp nära vätskeytan med stort hål i tanken och att vagnen hamnat 25 meter från spåret mot anläggningen, så uppstår 1:a gradens brännskador på 93 meters avstånd från spåret. Detta är värsta tänkbara scenario och sannolikheten för att detta ska inträffa är liten. Dock är det ett konservativt värde och detta gör att dimensioneringen bör ske efter detta. Närliggande byggnader som avskiljer järnvägen från tillbyggnad minskar dock sannolikheten ytterligare att en jetflamma får riktningen mot planerad tillbyggnad alternativt mot gamla sparbankshuset då dessa skärmas av från järnvägen av närliggande byggnader. Därmed kan det antas att sannolikheten att en jetflamma ska få riktningen mot planerad tillbyggnad alternativt gamla sparbankshuset är så liten att riskreducerande åtgärder ej behöver vidtas.



Figur 4. Utrymning från planerad tillbyggnation samt gamla tingshuset sker enligt pilarnas riktning.

8.1 Förslag på riskreducerande åtgärder för anläggningen

Följande åtgärder rekommenderas för anläggningen för att uppnå en acceptabel risknivå inom och omkring byggnaderna.

- Ventilationsanläggningar förses med möjlighet till central avstängning.
- Friskluftsintag till ventilation placeras antingen bortvänt från järnvägen, uppe på taket, eller lågt placerat i skydd av tingshuset.

- Fönster i gamla tingshuset som vetter mot järnvägen byts mot brandklassade fönster i lägst klass EI30 som ej är öppningsbara.
- Utrymning av gamla tingshuset ska kunna ske bort från järnvägsspåret.

9 Källförteckning

1. *Uppsala kommuns handlingsplan för operativ och förebyggande verksamhet.* Uppsala Brandförsvär. 2009-08-26.
2. *Flödet av farligt gods på järnväg – en översiktlig kartering i GIS-miljö.* Räddningsverket. (1997).
3. *Karläggning av farligt gods transporter – september 2006.* Räddningsverket. (2006).
4. *Uppsala Brandförsvärs riskanalys över olyckor som kan föranleda räddningsinsatser i kommunen.* Uppsala Brandförsvär. 2004-01-21, Rev augusti 2008.
5. Sveriges järnvägsnät. Trafikverkets hemsida www.trafikverket.se.
6. *Bantrafikskador 2013, Statistik 2014:17.* Trafikverket (2014).
7. *Riskområde vid olycka med farligt gods.* Svenska Brandförsvärsföreningen. (2002).
8. *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner – Vägledningsrapport.* Räddningsverket/Boverket. (2006).
9. Länsstyrelsen i Skåne Län. (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods.*
10. Boverkets författningssamling BFS 2014:3 (BBR 21)

Bilaga A – Konsekvensberäkningar

Pölbrand

Dimensionerande ämne som används är bensen. Beräkningar har utförts för 50 m² (liten), 100 m² (medelstor) och 250 m² (stor) pölbrand. Ekvationer hämtade från *An Introduction to Fire Dynamics* (Drysdale, 1998), *Enclosure Fire Dynamics* (Karlsson & Quintiere, 2000) samt *Thermal Radiation Heat Transfer – Third Edition* (Siegel & Howell, 1992).

Beräkningsgång enligt följande:

$$Q = A_f \cdot m'' \cdot \chi \cdot \Delta H_c \text{ [Effektutveckling]}$$

$$A_f = \text{brandarea (m}^2\text{)}$$

$$m'' = 0,055 \text{ kg/m}^2\text{s}$$

$$\chi = 0,7$$

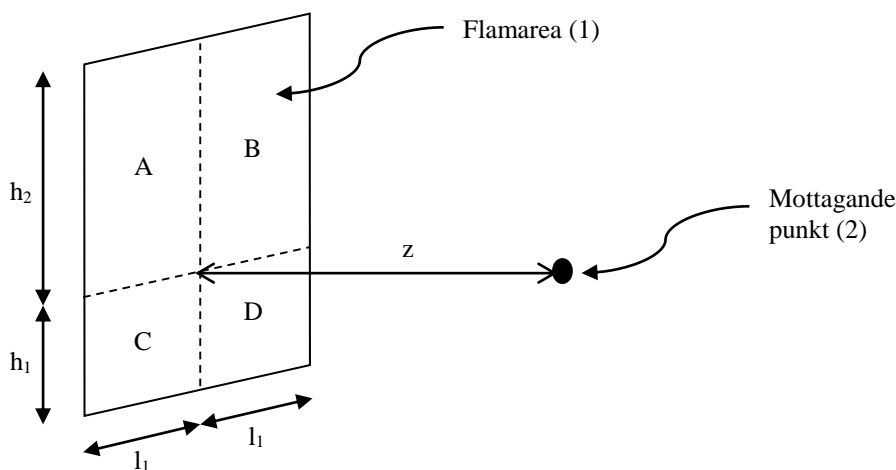
$$\Delta H_c = 43,7 \text{ MJ/kg}$$

$$L_f = 0,235Q^{(2/5)} - 1,02D \text{ [Flamhöjd]}$$

D = diameter, pölbranden antas vara cirkulär

Brandarea (m ²)	Effektutveckling Q (kW)	Branddiameter D (m)	Flamhöjd L _f (m)
50	84 000	8	13,8
100	168 000	11,3	17,4
250	420 600	17,8	23,5

Synfaktorn beräknas för en rektangulär, platt strålningskropp med placering i pölbrandens framkant. Ingen hänsyn tas till minskad strålning genom absorption av luft. Med dessa förutsättningar ger beräkningarna ett konservativt resultat.



$$\Phi_{\text{tot1-2}} = \Phi_{A1-2} + \Phi_{B1-2} + \Phi_{C1-2} + \Phi_{D1-2} \text{ [Total synfaktor]}$$

Synfaktorn för respektive yta beräknas enligt:

$$\varphi_{A1-2} = \varphi_{B1-2} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y_{AB}}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y_{AB}}{\sqrt{1+Y_{AB}^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y_{AB}^2}} \right)$$

$$\varphi_{C1-2} = \varphi_{D1-2} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y_{CD}}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y_{CD}}{\sqrt{1+Y_{CD}^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y_{CD}^2}} \right)$$

$$X = \frac{l_1}{z} \text{ och } Y_{AB} = \frac{h_2}{z} \text{ och } Y_{CD} = \frac{h_1}{z}$$

Den maximala strålningsnivån uppnås på flammans halva höjd, men då beräkningen avser att undersöka vilken strålningseffekt pölbranden kan ha på en människa har beräkningen utförts för en punkt 2 meter ovan mark. Detta innebär följande förhållande mellan h_1 och h_2 .

$$H_1 = 2 \text{ m (konstant) och } h_2 = L_f - h_1 = L_f - 2$$

$$q'' = \varepsilon \cdot \sigma \cdot \Phi_{\text{tot1-2}} \cdot T_f^4 \text{ [Strålning]}$$

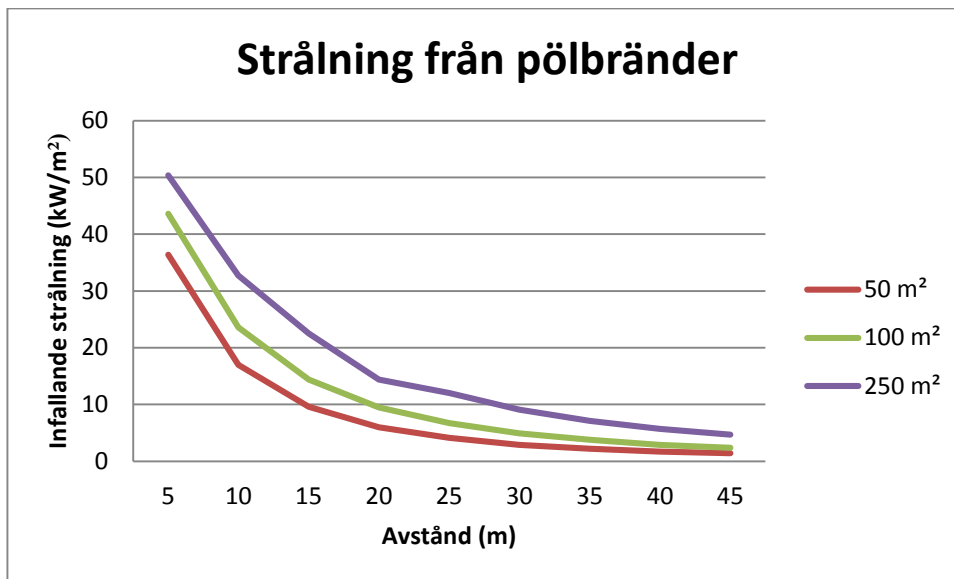
$$\varepsilon = 1$$

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-11} \text{ W/m}^2\text{K}^4$$

$$\Phi_{\text{tot1-2}} = \text{Synfaktor}$$

$$T_f = 1100 \text{ K (Medeltemperatur i flaman)}$$

Avstånd	50 m ²		100 m ²		250 m ²	
	$\Phi_{\text{tot1-2}}$	q''	$\Phi_{\text{tot1-2}}$	q''	$\Phi_{\text{tot1-2}}$	q''
5 m	0,438	36,4	0,525	43,6	0,607	50,4
10 m	0,205	17,0	0,284	23,6	0,394	32,7
15 m	0,115	9,6	0,173	14,4	0,271	22,5
20 m	0,073	6,0	0,115	9,5	0,194	14,4
25 m	0,049	4,1	0,081	6,7	0,144	12,0
30 m	0,036	2,9	0,059	4,9	0,110	9,1
35 m	0,027	2,2	0,045	3,8	0,086	7,1
40 m	0,021	1,7	0,036	2,9	0,069	5,7
45 m	0,017	1,4	0,029	2,4	0,057	4,7
50 m	0,014	1,1	0,024	1,9	0,047	3,9



Bedömningskriteriet för strålningspåverkan som används är för oskyddade människor 10 kW/m² och för trä 25 kW/m² vid långvarig exponering. En strålning på 10 kW/m² kan endast tålas av människor under en mycket kort tidsperiod men anses ändå motiverat då en olycka med efterföljande pölbrand inte är en momentan olycka utan tillväxer vilket ger personer en viss tid att sätta sig i säkerhet innan en större pölbrand uppstår. Befinner sig människorna inomhus när olyckan sker så avskärmar anläggningens väggar strålningen och utrymning hinner ske innan skador på människor uppstår.

Strålningsnivå	Avstånd från pölbrandens kant		
	50 m ²	100 m ²	250 m ²
10 kW/m ²	14,6 m	19,4 m	28,3 m
25 kW/m ²	7,2 m	9,4 m	13,5 m

Då pölbranden förutsätter en urspårad tankvagn som börjar läcka kan pölbranden hamna närmare byggnaden än järnvägen. Med antagandet att en vagn hamnar maximalt 25 meter från banan och att pölens centrum är vid vagnen är de maximala riskavstånden för byggnaden ovanstående avstånd ökade med 25 m + 2/D. Detta ger följande justerade, maximala riskavstånd.

Strålningsnivå	Avstånd från pölbrandens kant		
	50 m ²	100 m ²	250 m ²
10 kW/m ²	43,6 m	50 m	62,2 m
25 kW/m ²	36,2 m	40 m	47,4 m

Brandfarlig gas

Beräkningarna är utförda i programmet GASOL med följande förutsättningar:

Lagringstemperatur 15°C, 7 bars övertryck

Cylindrisk tank 2x14 m, fyllnadsgrad 80 %

Cirkulärt hål med skarpa kanter (Cd=0,62)

Lufttryck 760 mmHg, temperatur 15°C, luftfuktighet 50 %, vind 2 m/s

Dagtid och halvklart väder, omgivning enstaka träd, oklippt gräs

Jetflamma

Typ av utsläpp	Hålstorlek	Jetflammans längd	Avstånd till 1:a gradens brännskador i jetriktning	Maximalt avstånd till 1:a gradens brännskador vid utsläpp från tankvagn*
Gasfas, litet	10 mm	4,6 m	6,6 m	31,6 m
Gasfas, medel	25 mm	11,6 m	14,6 m	39,6 m
Gasfas, stort	50 mm	23,2 m	29,2 m	54,2 m
Nära vätskeytan, litet	10 mm	7,1 m	14,1 m	39,1 m
Nära vätskeytan, medel	25 mm	17,6 m	33,6 m	58,6 m
Nära vätskeytan, stort	50 mm	35,3 m	67,3 m	92,3 m

*Detta avstånd tar hänsyn till att en urspårad tankvagn kan hamna närmare området än järnvägen, riskavståndet är därför ökat med 25 meter. Avståndet avser därmed hur långt det maximala riskavståndet sträcker sig in på området.