

brandskyddsdocumentationen ett stort antal krav avseende tunnelns utformning kopplade till brandskyddet.

Slutsatsen i "Riskbedömning järnvägstunnel" är att Trafikverkets ambitionsnivå avseende personsäkerhet i tunneln uppfylls, dock krävs vidare utredning för att visa att principen om självutrymning enligt BVH 585.30 uppfylls. Samma dokument anger också att sårbarheten avseende försörjning via järnvägen samt räddningstjänstens insats och tunnelns bärförmåga vid brand bör utredas närmare (se avsnitt 8 i Riskbedömning järnvägstunnel).

3.11 Kemikalieutsläpp med konsekvenser för miljön

Järnvägen ligger inom skyddsområde för Uppsala grundvattentäkt, vilket gör att ett utsläpp skulle kunna orsaka stor påverkan. Spill och oavsiktliga utsläpp av kemikalier kan inträffa under både drift- och byggskedet.

3.11.1 Byggskedet

Under byggskedet kan utsläpp exempelvis komma från entreprenadmaskiner. Vid ovarsam hantering i byggskedet kan utsläpp ske av t.ex. drivmedel, oljor, skyddsimpregnering av betongytor, lackning och målning av betong och stålytor. Vid sprängning av tunneln kan kväveläckage förekomma. Eftersom arbetsområdet är beläget inom ett vattenskyddsområde ställs extra höga krav på kemikaliehanteringen och exempelvis val av uppställningsytor för tankning. De platser som bedöms vara mest sårbara är vid schakt ner till eller i närheten av friktionsjord vid tunnelmynningarna samt i anslutning till passage över Samnan. Beredskap med länsar i Samnan ska finnas tillgängligt under byggskede. Åtgärder för säker hanteringen av kemikalier redovisas i Miljöprogram. Dessa berör exempelvis avfallshantering och utsläpp till mark och vatten.

3.11.2 Driftskedet

Under driftskedet är det framförallt utsläpp av transporterat farligt gods (men även kemikalier som ej klassificeras som farligt gods) som kan ge miljöpåverkan vid utsläpp, särskilt om det gäller större mängder. Sådana förorenande ämnen kan spridas och kontaminera mark, yt- och grundvatten.

Under driftskedet kan även diffust läckage av dräneringsvatten med påverkan av bekämpningsmedel för ogräs, kemikalie- och oljespill mm förekomma vid arbeten med underhåll längs spåret.

Frekvensens för urspårning med efterföljande utsläpp av farligt gods blir ca $2 \cdot 10^{-4}$ per år (1 gång per 5000 år) för en sträcka med längden 1 km, se avsnitt 7.1.1. Denna uppgift gäller samtliga RID-klasser, och därmed inte enbart de utsläpp som kan ge miljöpåverkan.

Konsekvenserna av ett utsläpp beror exempelvis på ämnets miljöfarlighet, vilken volym som släppts ut, hur snabbt sanering kan påbörjas samt hur stor spridningsrisken är.

Det farliga gods som transporteras i största volymer är flygbränsle (Jet A1) som ska till Arlanda. Enligt säkerhetsdatablad⁵ är flygbränslet giftigt för vattenlevande organismer, ej biologiskt lättnedbrytbar, persistent under syrefattiga förhållanden samt skulle eventuellt kunna bioackumuleras. Stora volymer kan tränga igenom marken och förorena grundvattnet.

I upprättad MKB anges att inga miljökonsekvenser med avseende på mark, grund- eller ytvatten bedöms uppstå under driftskedet när erforderliga skyddsåtgärder vidtagits. Skyddet för grundvattentäkten bedöms bli bättre i och med att sårbara partier längs järnvägen tätas i och med utbyggnaden. Vidare anges att permanenta skyddsåtgärder behöver vidtas för att skydda marken, grundvattnet och Samnan från föroreningsutsläpp i samband med utsläpp, olyckor och bränder som kan inträffa längs järnvägen. De åtgärder som krävs är kvalificerade tätskikt (längs banlinjen) där lerans mäktighet under terrassytan understiger 3 meter. Vid utplacering av tätskikt ska hänsyn tas till höjdförhållanden på sådant sätt att om närområdet saknar dike eller saknar vall (eller andra åtgärder som hindrar utbredningen av en pöl med farligt gods) ska tätskiktet sträcka sig tillräckligt långt i sidled.

Även uppsamlingsanordningar med avstängningsmöjlighet för att ta hand om dräneringsvattnet krävs. Damm för släckvatten vid tunnels södra mynning är dimensionerade för att rymma 100 m³ (en hel järnvägsvagn samt viss mängd släckvatten). Beredskap med länsar för att använda vid Samnan ska finnas tillgängligt.

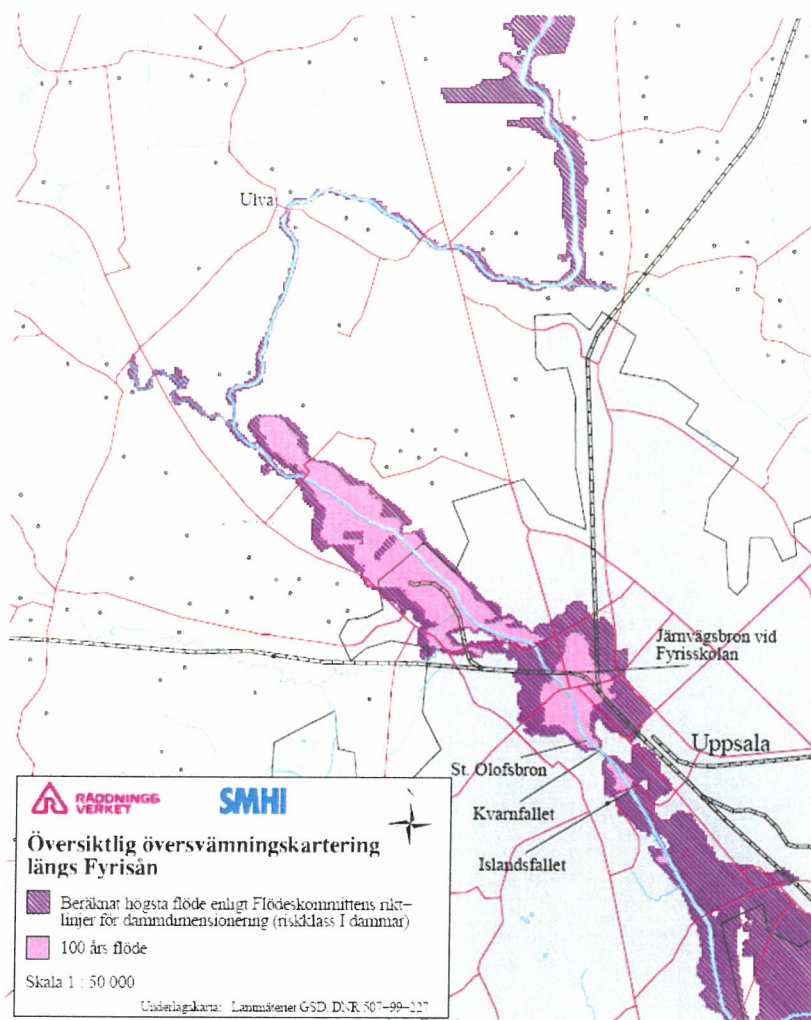
Skyddet för grundvattentäkten bedöms bli bättre jämfört med idag i och med att sårbara partier längs järnvägen tätas i samband med utbyggnaden.

3.12 Naturolyckor

3.12.1 Översvämning

En översvämning av området innebär driftavbrott. Enligt en översvämningsskartering genomförd av Räddningsverket, 2003 är sträckan inte hotad av 100-årsflöden och därmed är sannolikheten för översvämning liten. Dubbelspåret placering är därmed i enlighet med AGRIS-gruppens (Arbetsgruppen för riskhänsyn i samhällsutvecklingen) rekommendationer om placering av riskobjekt och samhällsfunktioner av betydande vikt (t.ex. järnväg).

⁵ http://www-static.shell.com/static/se-sv/downloads/sakerhetsdatablad/bransle/jet_a1_sds.pdf



Figur 3.6. Översiktlig översvämningskartering längs Fyrisån, Räddningsverket 2003

3.12.2 Storm

Uppsala län drabbats av storm två gånger under de senaste 60 åren och båda inträffade under 1969. Konsekvenserna av stormarna var förutom förlorade människoliv, trädfällning, allvarliga skador på bebyggelse, el- och telenät, och störningar på kommunikationer.

Storm bedöms vara den mest sannolika naturolyckan och skulle kunna medföra att träd och andra föremål blåser upp på spåret vilket leder till driftavbrott för tågtrafik. Längs aktuell sträcka är landskapet öppet och spåret är därför inte särskilt utsatt för fallande träd. Själva järnvägsstrukturen bedöms dock ej påverkas av en storm.

3.12.3 Jordbävning

Sverige är förhållandevis förskonat från jordbävningar, i alla fall av större magnitud. Enligt Svenska nationella seismiska nätet⁶ (SNSN) är det osannolikt att en jordbävning under magnitud 5 orsakar några större skador. SNSN uppskattar att endast ett jordskalv i Sverige har överstigit magnitud 5 och detta inträffade på Kosterö 1904.

Ett jordskalv kan innebära stor påverkan på järnvägen och långa avbrott i trafiken, vilket är vanligt i områden som drabbas återkommande. Då sannolikheten för en sådan händelse är mycket låg utreds inte frågan vidare. Området är inte särskilt utsatt och konsekvensen inte högre än i annan del av järnvägsnätet.

3.12.4 Kyla

Den lägsta uppmätta temperaturen i Uppsala är $-39,5^{\circ}\text{C}$ ⁷ ifrån 1875. 1987 uppmättes en temperatur om $-38,6^{\circ}\text{C}$ i Kårsta, strax öster om Uppsala. Under senare tid (2005) har temperaturen nått så lågt som $-32,6^{\circ}\text{C}$.

Konsekvensen av kyla kan vara att växlar fryser fast, räls går av och is tynger ner tåg. Detta innebär framförallt stora driftproblem.

3.12.5 Skred

Grundläggningsförutsättningarna är generellt gynnsamma. Utredning av geotekniska förhållanden har utförts (se Tekniska beskrivning Geoteknik) och åtgärder har vidtagits.

Utredning omfattar exempelvis bestämning av densitet, vattenkvot, konflytgräns, sensitivitet, skjuvhållfasthet, materialtyp och tjälfarlighetsklass samt benämning på 13 prover.

Geotekniska förstärkningsåtgärder bedöms erfordras i liten utsträckning då förhållandena är goda (Tekniska beskrivning Geoteknik). De åtgärder som den geotekniska utredningen anger är bland annat kalkcementpelare och utläggning av tryckbankar.

3.13 Klimatförändring

Järnvägen har en lång livstid och kan därmed exponeras för ett förändrat klimat.

De naturolyckor som finns idag kan komma att återkomma oftare samt få en ökad magnitud. Konsekvensen kan bli att solkurvor, höga vattenflöden eller stormfällda träd över järnvägen blir mer vanligt förekommande. Sträckan är, enligt en översvänningskartering, inte hotade av så kallade 100-års flöden. Placeringen av järnvägen följer därmed rekommendationer om placering av riskobjekt och samhällsfunktioner av betydande vikt.

⁶ http://www.snsn.se/fraagor_jordb.html (Besökt 2010-06-22)

⁷ <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/upplands-klimat-1.4918> (Besökt 2010-06-28)

3.14 Extern påverkan på järnvägen orsakad av vägtrafik

Vägtrafiken kan på olika sätt påverka järnvägen, exempelvis genom olycka med farligt gods på väg eller genom påkörning av bropelare.

Följande påverkan är identifierad:

- För tung last passerar över tunneln, vilket ger en skada men ej kollaps. Tunneln är dimensionerad för trafikklaster, på väg ovanför tunneln, enligt Bronorm vilket innebär ett fordon på max 75 ton eller ett maximalt axeltryck om 25 ton.
- Påkörning av bropelare. Vägräcke finns vid järnvägsbro över E4, dock skulle ett fordon kunna vara tyngre än påkörningsmassa som vägräcket tillåter. Likaså har bropelare vid Tycho Hedéns väg visst skydd mot påkörning av personbil genom att vägräcke finns. Bro vid Vittulsbergsvägen har inga bropelare.
- Farligt gods-olycka på E4 som orsakar skada på järnväg och järnvägsbro.

3.15 Olycka med farligt gods på järnvägen

Aktuell järnvägssträcka tillhör Ostkustbanan där farligt gods transporteras. Enligt Räddningsverkets undersökning transporterades 50 000 – 60 000 ton farligt gods på sträckan under september månad 2006 (Oscarsson, 2007). Se Tabell 7.9 för fördelning mellan olika RID-klasser.

Trafikverket anger att det för närvarande går ca 20 godståg per dygn på sträckan och utav dessa är ca 10 tåg/vecka transport av flygbränsle. Varje tåg med flygbränsle medför ca 17 vagnar med 65 ton flygbränsle/vagn.

Beräkningarna utgår från ca 60 vagnar med farligt gods per dygn, men antalet vagnar är förmodligen betydligt lägre än så. Som lägst (men också troligast) skulle antalet vagnar vara drygt 30 st per dygn, varav ca 25 är flygbränsle. Genom att utgå från ett större antal transporter har höjd tagit för eventuellt ökat antal transporter. Inga prognoser avseende framtida transporter av farligt gods har funnits tillgängliga, men om ökningen följer den allmänna ökningen av tåg på sträckan (ökningen anges bestå mestadels av persontåg) så skulle det innebära att bedömningen av antal vagnar ökar från 30 st till 40 st vagnar med farligt gods/dygn.

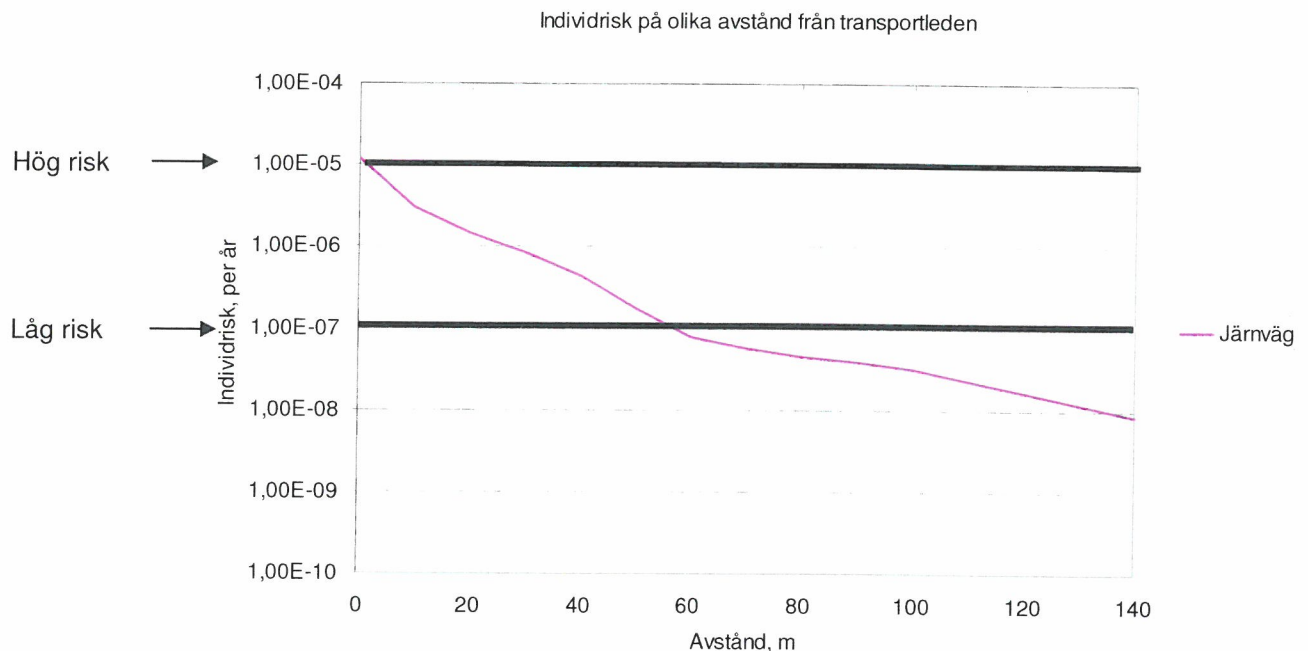
Mest sannolik är en brand i flygbränsle (fotogen, Jet A-1) vilket är det farliga gods som transporteras mest på sträckan. Flygbränsle har ett högt energiinnehåll och kan ge upphov till mycket kraftiga bränder med stor påverkan på konstruktionen som följd. Flygbränsle har dock en hög flampunkt > 38°C vilket minskar sannolikheten för antändning, särskilt i det fria.

Avståndet mellan bebyggelse och spår är i flera fall kortare än det av Banverket (numera Trafikverket) rekommenderade bebyggelsefria avståndet om 30 m. För att avgöra omfattningen av riskreducerande åtgärder krävs beräkning av riskmättet individrisk. Detta mycket vanliga riskmått tar hänsyn till både sannolikhet och konsekvens. Uppgifter om flöde, typ av farligt gods, olika olycksförlopp (scenarier), utsläppsmängd etc är några av de indata som krävs.

Beräkningarna är utförda för de fall då omgivande mark inte lutar. Om mark lutar i riktning mot bebyggelse ger detta något högre risk, om mark lutar från bebyggelse (i riktning mot järnväg) ger detta lägre risk, om dike finns ger detta lägre risk osv. Förekomst av hinder, såsom bullervall, plank, dike sänker ytterligare risken.

Antaganden som ligger till grund för beräkning individrisk redovisas i Bilaga A.

Individrisken genererad av transport av farligt gods på järnvägen framgår av Figur 3.7.



Figur 3.7 Individrisk som funktion av avstånd

Beräkning av den så kallade platspecifika individrisken ger att risken är att betrakta som "låg" ca 60 m bort. Risken är endast "hög" direkt i anslutning till spåret. I intervallet 0-60 m är risken i det så kallade ALARP-området, vilket innebär att rimliga åtgärder ska vidtas.

Utifrån ovanstående information om vad som är ”låg”, ”hög” resp. ”varken låg eller hög” risk har intilliggande bebyggelse granskats. Slutsatsen är att inga byggnader utsätts för hög risk. Det rekommenderade bebyggelsefria avståndet upprätthålls dock ej till fullo, även om avvikelserna är små. Ett flertal byggnader är i det så kallade ALARP-området.

3.15.1 Deterministisk analys

En deterministisk analys försöker förutse störningar som kan inträffa och i aktuellt fall dominerar olyckor som orsakas av brandfarliga vätskor då brandfarliga vätskor utgör drygt 85 % av allt farligt gods som transporteras. Av denna anledning görs beräkningar för skydd mot brandspridning.

Ett utsläpp av brandfarlig vätska kan ha olika storlek, men skyddet bör dimensioneras för en ”trolig” storlek på utsläpp. Ett lämpligt val av utsläpp är ett utsläpp med polarean 200 m². Ett sådant utsläpp kräver enligt utförda beräkningar ett avstånd på minst 18 m mellan pölkant och byggnader för att den kritiska strålningsnivån ska understiga 15 kW/m².

I de fall då avstånd till fasad ej överstiger 23 m (18 m för brandspridning och 5 m för urspårning) ska åtgärd som skyddar fasaden vidtas. Bullervall fyller denna funktion, likaså kan skyddet utgöras av absorberande bullerskärm. Krav som ställs är att vall/skärm sluter tätt vid marken, är ogenomsläpplig och gärna obrännbar. Detta gäller endast för bebyggelse såsom bostäder och inte lager, tekniska anläggningar etc.

3.15.2 Intilliggande bebyggelse

I detta avsnitt redogörs först för avstånd till intilliggande bebyggelse (befintlig sträckning och utbyggnad). Därefter relateras avstånd till individrisken (olyckor med farligt gods) och konsekvensavstånd.

Tycho Hedéns väg till Tegelbruksvägen

Befintlig järnväg har under drygt 500 m villabebyggelse ganska nära på båda sidor. Ny dragning innebär att järnväg passerar väster om den bebyggelse som tidigare hade järnvägen öster om sig och bullerskydd kommer att uppföras. Den nya sträckningen innebär längre avstånd samt att färre antal villor är i järnvägen omedelbara närhet.

Tegelbruksvägen till E4

Efter Tegelbruksvägen passerar befintlig järnväg i direkt anslutning till Yrsaplanerna (GUSK) och villabebyggelse. Ny sträckning innebär utökat avstånd till både Yrsaplanerna och bostäderna.

Därefter går nuvarande järnväg fortsatt intill villabebyggelse och GUSK:s klubbhus (avstånd ca 90 m). Gamla Uppsala skola

(grundskola) passeras på ca 170 m avstånd och avståndet till Gamlis IP är drygt 150 m. Storgårdens förskola passeras på ca 50 m avstånd. I den nya sträckningen går järnvägen i tunnel under de västra delarna av Gamla Uppsalas villabebyggelse. Även GUSK:s klubbhus och skolan passeras under mark. Avstånd från tunnels mynning till skolan är 50-80 m (beroende på vilken byggnad som avses). Gamlis IP passeras i den nya sträckningen ca 30 m bort.

Därefter skiljer sig inte sträckningen mot den nuvarande med avseende på avstånd till intilliggande bebyggelse.

Tabell 3.7 Sammanställning av avstånd (ungefärliga)

- * typiskt avstånd till närmsta husraden vid Banvallsvägen
 ** till klubbhus
 *** till tunnelmynningen

	Befintlig sträckning	Utbyggt dubbelspår
Villabebyggelse*	25-30 m	40 m
Gamla Uppsala Sportklubb**	90 m	Under mark/ 150 m***
Gamla Uppsala skola	170 m	Under mark/ 50 m***
Gamla Uppsala skolas fritidshem (Lyan)	170 m	Under mark/ 30 m***
Storgårdens förskola	50 m	Under mark/ 250 m***

Ovanstående är ungefärliga uppgifter och det finns delar av verksamheterna som har andra avstånd (uteplatser, bollplaner, fotbollsplaner).

Avstånden ska relateras till individrisken (sammanvägning av sannolikhet och konsekvens) och till konsekvensavstånd (inom vilket avstånd som dödsfall inträffar givet att det sker en olycka).

Individrisken för sträckan anger att risken aldrig är oacceptabel (överstiger 10^{-5} per år), inte ens direkt i anslutning till järnvägen. Vid 30 m från järnvägen är individrisken mitt i ALARP-området och därmed sådan att riskhänsyn i form av val av markanvändning är att rekommendera (individrisken understiger 10^{-6} per år, dvs att ej förlägga särskilt känslig bebyggelse i detta område är "god planering"). Bullerskydd minskar risken ytterligare (ej tagit hänsyn till denna effekt i beräkningarna). Och 60 m bort är den att betrakta som "låg" (individrisken understiger 10^{-7} per år), och därefter som "mycket låg", vilket innebär att riskbilden även för mycket känslig bebyggelse är tillräckligt låg. De bullerskyddsåtgärder som genomförs för skolan ska även verka riskreducerande, vilken innebär att de ska detaljutformas med hänsyn till detta. Beroende på val av bullerskydd kan det exempelvis innebära att skärm är tätslutande mot mark, genomsläpplig och obrännbar.

Skadehändelsen vid utsläpp av flygbränsle (majoriteten av det farliga gods som transporteras) är vanligtvis en pölbrand med direkt

eller fördröjd antändning. Konsekvensavståndet vid en sådan händelse är ofta 30 m resp 50 m, se Tabell 7.12.

Ovanstående kan sammanfattas i:

- För villabebyggelsen innebär den nya sträckningen att riskerna är acceptabla ("god planering" inom ALARP).
- För skolan innebär den nya sträckningen att risken går från näst intill obefintlig till att vara i en sådan nivå att den är acceptabel men inte försumbar. Bullerskyddsåtgärder och höjdskillnader minskar risken ytterligare (utöver vad som framgår av beräkningen av individrisk).
- För förskolan innebär den nya sträckningen en avsevärd förbättring då järnvägen idag passerar mycket nära och det nya spåret går i tunnel vid passage av detta område.
- För GUSK var risken redan tidigare låg och den blir i framtiden något lägre.
- I och med att det minsta avstånd till bebyggelse ökar överskrids nu ett av de troligaste konsekvensavstånden (30 m vid direkt pölbrand).

I Tabell 3.8 har ett antal aspekter som är av betydelse för hur befintlig och planerad järnväg påverkar intilliggande bebyggelse ur ett olycksriskperspektiv. Framförallt avses urspårning och olyckor med farligt gods.

Tabell 3.8 Bedömning av olycksrisk (framförallt farligt gods och urspårning) på intilliggande bebyggelse.

Grönt motsvarar god planering, gult motsvarar acceptabel nivå.

	Närhet till bostäder	Närhet till särskild känslig bebyggelse (barn, högt personantal etc)	Bebyggelsestäthet	Utformning med riskhänsyn	Exponering för personer utomhus
Befintlig jvg					
Utbyggd dubbelspår med delvis ny sträckning					

Ur ovanstående framgår att planerad järnväg är ett bättre alternativ än befintlig sträckning.

3.15.3 Framtida bebyggelse intill järnvägen

Det kan finnas anledning till begränsning av framtida bebyggelse intill järnvägen, på samma sätt som det finns redan i dagsläget. Samhället har flera olika sätt att hantera detta, exempelvis kan kommunen i detaljplaneskedet ställa krav på att en riskanalys upprättas och att eventuella åtgärder utförs. Detta kan även ske vid bygglov (enligt PBL) med stöd av Lagen om skydd mot olyckor (LSO).

Trafikverket (dåvarande Banverket) har angett att 30 m bör vara bebyggelsefritt intill järnvägen (av flera anledningar, inte enbart för olycksrisk). Flera länsstyrelser har tagit fram riktlinjer för bebyggelseplanering intill järnvägar där farligt gods transporteras, dock har Uppsala län ingen sådan i dagsläget. Det är vanligt att sådana riktlinjer anger att:

- Inom 150 m från järnvägen ska riskfrågan beaktas/riskhänsyn visas/riskanalys upprättas
- 30 m bör vara bebyggelsefritt.
- Principen om ”god planering” bör tillämpas, dvs att kontor ska finna sig närmare järnvägen än bostäder och att extra sårbara verksamheter ska vara lokaliserade längre bort.

Även i län där sådana riktlinjer ej är formellt fastställda arbetar räddningstjänsten (remissinstans i detaljplaneärenden) efter liknande bedömningsgrunder.

Det bedöms vara tillräckligt med de redan i dagsläget existerande systemen för att säkerställa att framtida etableringar av bebyggelse inte sker på olämpligt avstånd. Vad som är lämpligt avstånd får avgöras utifrån fall till fall, utifrån aspekter som förekomst av skärmande byggnader, personantal, verksamhetstyp, skyddsåtgärder etc.

4 Osäkerheter

Det finns osäkerheter i bedömningar av risker. De kan gälla antaganden, indata och modell.

Den allmänna teknikutvecklingen gör att det ständigt sker säkerhetsförbättringar som inte alltid fångas upp vid studier av äldre statistik. Områden som berörs är exempelvis växlar. Det kan också ske försämringar, men överlag är tillgänglig statistik förhållandevis gammal och användandet av den ger en överskattning av risken.

Hur sårbart samhället är för avbrott i trafiken på sträckan kan också ändras i takt med att transporterna på järnvägen förändras och hur rustade konsumenter och verksamheter är.

Drift och underhåll har stor betydelse för hur säker järnvägen är, t.ex. kan det gälla hur snabbt ett hål i ett stängsel lagas eller hur snabbt hinder upptäcks.

En stor osäkerhetsfaktor gäller framtida utveckling av transporter av farligt gods på aktuell järnväg. Beräkningarna utgår från ca 60 vagnar med farligt gods per dygn och troligen passerar ca 30 i dagsläget.

Gränsvärden på påverkan i beräkningarna av individrisk (t.ex. gränsvärde vid vilken koncentration av en viss giftig gas omkommer människor) gäller för befolkningen i allmänhet och därmed med viss hänsyn till hur känsliga individer påverkas. Dock är barn känsligare än genomsnittsbefolkningen och förväntas påverkas vid andra gränsvärden.

Vidare är tågsträckans längd en parameter som används i beräkningen av risknivå. I analysen har en sträcka längs järnvägen på 1 km använts och detta är en överskattning i de flesta fall då konsekvensavstånden i många fall är under 150 m (dvs en sträckning på ca 300 m hade varit mer rättvisande).

Osäkerheterna kan påverka den beräknade risknivån både uppåt och nedåt men sammantaget är beräkningen av risken är att betrakta som mycket konservativ och valda indata innebär en förskjutning mot högre risk.

5 Slutsatser och sammanfattning

Delar av slutsatserna och sammanfattningen återfinns även under rubriken "Risk och säkerhet" i MKB (drift- och byggskede).

Tågtrafik är generellt väldigt säkert och riskerna är därmed små, både för passagerare och för omgivningen. De olyckor som normalt inträffar är i huvudsak mindre urspårningar där tågen i de flesta fall hamnar mycket nära spåret, personer som befinner sig på spår och blir påkörda samt sammanstötning mellan tåg och andra föremål. Sannolikheten för att olycka ska inträffa är liten på grund av de skydds- och styrsystem som finns inom järnvägstrafiken i Sverige och konsekvenserna vid olycka blir oftast också små.

En särskild risk som har identifierats på aktuell sträcka är brand i tåg som befinner sig i tunneln samt transportererna av flygbränsle som har en stor omfattning.

Följande åtgärder föreslås i denna riskbedömning för att öka säkerheten och minska riskerna:

- Vid utplacering av tätskikt (för att skydda grundvattnet) ska hänsyn tas till höjdförhållanden på sådant sätt att om närområdet saknar dike eller saknar vall (eller andra åtgärder som hindrar utbredningen av en pöl med farligt gods) ska tätskiktet sträcka sig tillräckligt långt i sidled.
- De bullerskyddsåtgärder som genomförs för Gamla Uppsala skola samt fritids ska även verka riskreducerande, vilken innebär att de ska detaljutformas med hänsyn till detta. Beroende på val av bullerskydd kan det exempelvis innebära att skärm är tätslutande mot mark, ogenomsläpplig och obrännbar.

Beräkningarna ger att risken, orsakad av transport av farligt gods, aldrig är oacceptabel (enligt allmänt vedertagna kriterier). Avstånd till bebyggelse ökar i de flesta fall med utbyggnadsförslaget. Gamla Uppsala skola samt skolans fritidshem Lyan är ett undantag och båda verksamheterna betraktas som särskilt känsliga. Det av Trafikverket rekommenderade bebyggelsefria avståndet upprätthålls i samtliga fall.

Riskerna minskar med utbyggnadsförslaget jämfört med nollalternativet. Den sammanfattande bedömningen är att utbyggnadsförslaget totalt sett ger positiva konsekvenser.

6 Referenser

Banverket, 2009, Järnvägen i samhällsplaneringen, F-08-13934/SA20

Davidsson m fl, Värdering av risk, Rapport P21-182/97, Räddningsverket, Karlstad, 1997.

Fischer, S., Forsén, R., Hertzberg, O., Jacobsson, A., Koch., B., Runn, P., Thaning, L., Winter, S., Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor. Metoder för bedömning av risker. Försvarets Forskningsanstalt, Stockholm, 1997.

Fredén, S. (2001) . Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Banverket, Miljösektionen, rapport 2001:5.

Kylefors, M. (2001), Cost-Benefit Analysis of Separation Distances, Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola.

RIKTSAM, Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods. Rapport 2007:06, Länsstyrelsen i Skåne Län, Samhällsbyggnadsenheten, 2007.

Rådbo, H., Systeminriktad prevention av järnvägssjälvmod, Doktorsavhandling vid Karlstad universitet, 2008.

2008:34. Räddningsverket, Farligt Gods – riskbedömning vid transport. Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg. Statens Räddningsverk, Karlstad, 1996.

VTI, Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg. Väg- och transportforskningsinstitutets rapport 387:4, 1994.

ØSA (2003) . Utredning av säkerhetsåtgärder i detaljplan, 2003-07-16. Uppdrag 01379 åt Räddningsverket.

ØSA (2004) . Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (avseende transport av farligt gods på väg och järnväg), 2004-01-30. Uppdrag 01664 åt Länsstyrelsen i Skåne län.

7 BILAGA A – Beräkning av individrisk

7.1 Transport av farligt gods

Nedan redovisas övre och nedre gräns för transporterad mängd farligt gods, undersökt i september 2006. Ett årligt genomsnitt ser förmodligen något annorlunda ut och nedanstående ska enbart ses som en indikation på hur flödet ser ut.

Tabell 7.9 Transporterad månatlig mängd farligt gods av olika klasser, redovisad med nedre och övre gräns för det intervall som anges i fd Räddningsverkets kartläggning från 2006.

RID-klass	Ämne	Nedre gräns (ton)	Övre gräns (ton)
1	Explosiva ämnen och föremål	0	0
2	Gaser	20	6010
3	Brandfarliga vätskor	43500	52000
4	Brandfarliga fasta ämnen	44	71
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	120	2460
6	Giftiga ämnen	0	460
7	Radioaktiva ämnen	0	0
8	Frätande ämnen	0	3400
9	Övriga farliga ämnen och föremål	0	1900
Summa		50 000*	60 000*

*Summan är ingen summering av klasserna, utan ett intervall inom vilket den totala mängden befinner sig.

Trafikverket anger att det går ca 20 godståg per dygn på sträckan och utav dessa är ca 10 tåg/vecka transport av flygbränsle. Varje tåg med flygbränsle medför ca 17 vagnar med 65 ton flygbränsle/vagn.

En kontroll av överensstämmelsen med MSB (fd Räddningsverket) undersökning och uppgifterna från Arlanda ger att flygbränslet utgör ca 44 000 ton utav det totala flödet om 50 000 -60 000 ton (per månad). Då flygbränsle klassificeras som RID-klass 3 ger kontrollen att flygbränsle utgör 74-88% av det totala flödet, vilket stämmer flödesundersökningen som anger att klass 3 utgör 73-87 %, eller möjligen ännu mer. Detta ger att samtliga uppgifter är tillförlitliga och pekar åt samma håll, nämligen att:

- Flygbränsle dominerar bland det enskilda farliga godset.
- RID-klass 3 Brandfarliga vätskor dominerar bland klasserna utav farligt gods.
- Flygbränslet utgör mer än 85% av det farliga godset inom klass 3, det är även möjligt att inget annat inom klass 3 än just flygbränsle transporteras.

- Antalet vagnar med farligt gods är inte säkerställt, men ”baklängesräkning” ger ca 30 st per dygn om vagnarna lastas med 65 ton (högt) och ca 70 st per dygn om de endast rymmer 30 ton per vagn. (I beräkningarna används 60 vagnar per dygn, vilket är konservativt.)
- Antalet vagnar med flygbränsle är ca 170 vagnar per vecka.

En nationell fördelning av olika RID-klasser presenteras i Tabell 7.10. Dessa har också använts vid beräkningen av individrisk, för att ge robusthet. Aktuell sträcka domineras av flygbränsle till Arlanda, vilket ger en helt annan fördelning. Dock kan sådana transporter upphöra och då återgår fördelningen till en som mer liknar genomsnittet. Att i beräkningarna antaga att det transporteras explosiva ämnen (klass 1) samt brandfarliga och giftiga gaser (klass 2) ger en högre individrisk än om den fördelning som tycks förekomma i dag används.

Tabell 7.10 Fördelning mellan de olika RID-klasserna

RID-klass	Ämne	Andel (nationellt genomsnitt)
1	Explosiva ämnen och föremål	0.6 %
2	Gaser	19.9 %
3	Brandfarliga vätskor	18.1 %
4	Brandfarliga fasta ämnen	6.2 %
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	20.0 %
6	Giftiga ämnen	5.9 %
7	Radioaktiva ämnen	0.1 %
8	Frätande ämnen	24.4 %
9	Övriga farliga ämnen och föremål	4.9 %

7.1.1 Olycka med farligt gods

Frekvensen av olycka som inbegriper en vagn lastad med farligt gods har beräknats enligt VTI-modellen, med följande data:

- 29 vagnar per (gods)tåg och 3 vagnar per tåg lastade med farligt gods.
- 3.5 vagnar spårar ut per urspårning.
- 3,7 vagnaxlar per vagn i genomsnitt. (4 vagnaxlar för vagn lastad med farligt gods. Andel vagnar med 2 vagnaxlar är 14 % och andel vagnar med 4 vagnaxlar är 86 %.)
- 1 km spårlängd (detta är konservativt, man brukar anse att ca 400 m är en så kallad representativ sträcka).

- Antal godståg per dag är i snitt 20 stycken (Trafikering år 2020, enligt Trafikverket).
- Inga plankorsningar.
- Ursparningstal för boggivagn respektive 2-axlig vagn enligt Tabell 7.11.
- Sannolikhet för läcka sätts konservativt till 0,3 (summa för alla utsläppsstorlekar avseende tunnväggiga tankar).

Tabell 7.11 Ursparningstal för 2-axliga respektive boggivagnar på helsvetsad räl placerad på betongslipers.

	2-axlig vagn	Boggivagn
Spårberoende	$1,26 \cdot 10^{-8}$	$5,5 \cdot 10^{-9}$
Ej spårberoende, vagnfel	$4,0 \cdot 10^{-9}$	$0,6 \cdot 10^{-9}$
Ej spårberoende, operatörsfel	$3,1 \cdot 10^{-9}$	$3,1 \cdot 10^{-9}$
Ej spårberoende, okänt	$1,6 \cdot 10^{-9}$	$0,3 \cdot 10^{-9}$
Summa	$2,1 \cdot 10^{-8}$	$9,5 \cdot 10^{-9}$

Frekvensens för ursparning med efterföljande utsläpp av farligt gods blir ca $2 \cdot 10^{-4}$ per år (1 gång per 5000 år).

7.2 Konsekvens av olycka på järnväg

Farligt gods utgörs av flera olika ämnen vars fysikaliska och kemiska egenskaper varierar. De huvudsakliga riskkällorna vid transport av farligt gods utgörs av dem som kan leda till en eller flera av följande tre konsekvenser; brand, explosion och utsläpp av giftiga eller frätande kemikalier. Principiellt kan en indelning ske i massexplosiva ämnen, giftiga kondenserade gaser, brandfarliga kondenserade gaser, giftiga vätskor, brandfarliga vätskor och frätande vätskor. Massexplosiva ämnen kan detonera vid olyckor. Skadeverkan är en blandning av strålnings- och tryckskador. Tryckkondenserade gaser är lagrade under tryck i vätskeform. Vid utströmning kommer en del av vätskan att förångas och övergå i gasform. Utströmningen ger upphov till ett gasmoln som driver i väg med vinden. Vätskor som strömmar ut breder ut sig på marken och bildar vätskepölar. Beroende av vätskans flyktighet kommer avdunstningen att gå olika fort. Brand och explosion kan uppstå sekundärt efter ett utsläpp av brandfarlig gas eller vätska. Om direkt antändning sker vid utsläppskällan uppstår en jetflamma. Antänds en vätskepöl uppstår en poolbrand. Vid utströmning av brandfarlig gas används ofta termerna UVCE (Unconfined Vapour Cloud Explosion) och BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion). UVCE inträffar om ett gasmoln antänds på ett längre avstånd från utsläppskällan och BLEVE är ett resultat av att en pga värmepåverkan kokande vätska (tryckkondenserad gas) släpps ut momentant från en bristande tank och exploderar med stor kraft.

Ovanstående konsekvenser kan härledas till farligt gods i RID/ADR-klass 1, 2, 3, 6 och 8. Brandfarliga fasta ämnen i RID/ADR-klass 4, oxiderande ämnen och organiska peroxider i RID/ADR-klass 5, radioaktiva ämnen i RID/ADR klass 7 och övriga ämnens i klass 9 utgör normalt ingen fara för omgivningen då konsekvenserna koncentreras till fordonets närhet.

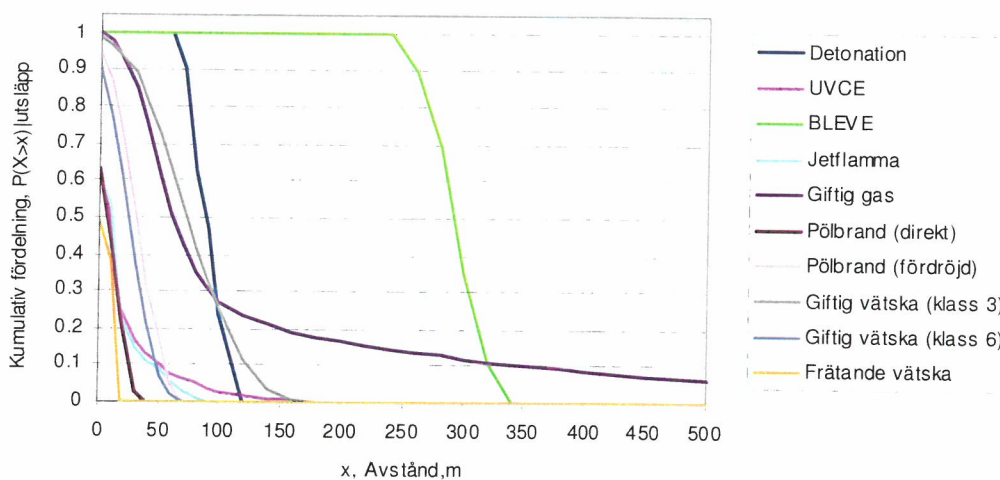
Representativa scenarier för olika typer av gods och dimensionerande avstånd för skadehändelser redovisas i Tabell 7.12.

Det dimensionerande avståndet har valts som ett representativt scenario för varje skadehändelse, definierat som 80%-percentilen i beräkningar över variationen i utfall på grund av olika vindhastigheter, hålstorlekar etc (beräkningar genomförda med 10 000 iterationer); dvs ett avstånd som innehålls i 80 % av fallen. Hela fördelningen på utfall redovisas i Figur 7.8.

Tabell 7.12 Representativa scenarier för olika skadehändelser med transport av farligt gods. B=brännbart, G=giftigt. Dimensionerande avstånd avser ett avstånd som vid en given olycka understigs i 80 % av fallen.

Scenario	Typ av gods	Skadehändelse	Dimensionerande avstånd
1	Explosivämne	Detonation	110
2	Tryckkondenserad gas, B	UVCE	20
3	Tryckkondenserad gas, B	BLEVE	320
4	Tryckkondenserad gas, B	Jetflamma	25
5	Tryckkondenserad gas, G	Giftmoln	150
6	Vätska, B	Pölbrand direkt	30
7	Vätska, B	Pölbrand fördröjd	50
8	Vätska, B, G	Pölbrand direkt	30
9	Vätska, B, G	Pölbrand fördröjd	50
10	Vätska, B, G	Giftmoln	110

Figur 7.8 Fördelning över riskavstånd för olika varierade parametrar.

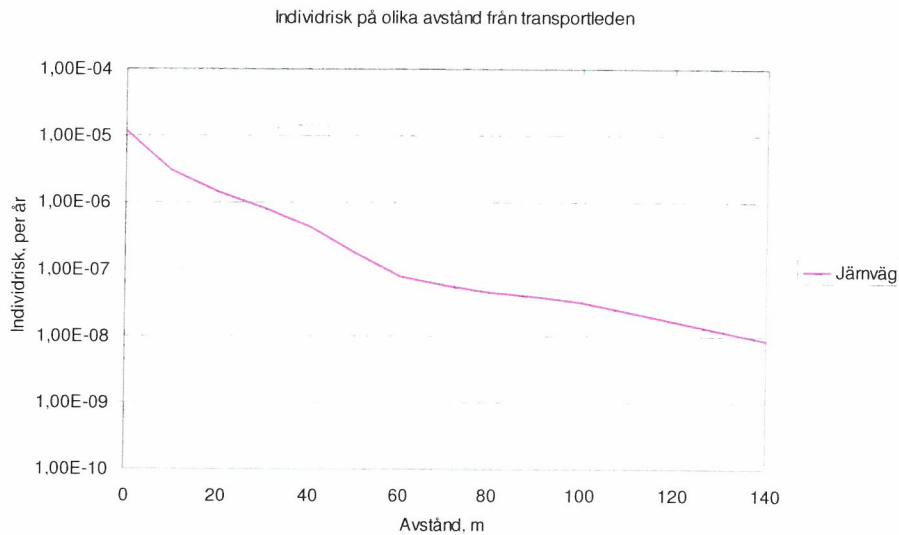


Totalt 10 000 iterationer ligger till grund för redovisningen.

7.3 Beräkning av individrisk

Med antaganden enligt tidigare avsnitt, information om olika olyckors konsekvensområde, fördelningen av transporterat gods i olika klasser samt det förväntade antalet olyckor med fordon som medför farligt gods kan individrisken utomhus beräknas, se Figur 7.9.

Se avsnitt 3.15 för mer information om individrisken.



Figur 7.9 Individrisk som funktion av avståndet till järnvägen