

STADSDELEN ALBANO STOCKHOLM

FÖRDJUPAD RISKANALYS



VERSION 5

2012-03-12

Anders Ranby
anders.ranby@briab.se
08-410 102 55

Briab - Brand & Riskingenjörerna AB
Stockholm

Rosenlundsgatan 60
118 63 Stockholm
Telefon: 08-410 102 50

Uppsala
Kungsgatan 62
753 20 Uppsala
Telefon: 018-430 30 80

Org.nr: 556630-7657
Innehar F-skattebevis
www.briab.se

PROJEKTINFORMATION

Projektnamn: Stadsdelen Albano
Fastighet: --
Kommun: Stockholm Stad
Ärende: Fördjupad riskanalys
Uppdragsgivare: Akademiska Hus
Kontaktperson: Anders Rosqvist
E-post: anders.rosqvist@akademiskahus.se

Projektansvarig: Anders Ranby (AR)
Handläggare: Johan Norén (JN) Version 1
Fredrik Carlsson (FC) Version 2, 3, 4 och 5
Kontroll: Peter Nilsson (PN)
Kontrollnivå: 1 (JN och FC), 2a och 2b (PN)

2012-03-12	Fördjupad riskanalys, version 5	1 2a	FC PN
2012-02-17	Fördjupad riskanalys, version 4	1 2a	FC PN
2011-12-16	Fördjupad riskanalys, version 3	1 2a	FC PN
2011-05-05	Fördjupad riskanalys, version 2	1 2a	FC PN
2009-08-20	Fördjupad riskanalys	1 2b	JN PN
Datum	Version	Kontrollnivå	Kontroll

SAMMANFATTNING

Inför upprättandet av detaljplan för stadsdelen Albano, Stockholm, har Briab – Brand & Riskingenjörerna AB fått i uppdrag av Akademiska hus att genomföra en fördjupad riskanalys av risker vid nyexploatering. Aktuellt område ligger mellan Värtabanan, Björnnäsvägen, Roslagsbanan och Roslagsvägen och avses nyexploateras för att möjliggöra utbyggnad av bostäder och institutionsbyggnader i anslutning till Stockholms Universitet och KTH. Då den planerade bebyggelsens ligger i anslutning till transportled för farligt gods (Roslagsvägen och Värtabanan) är det allmänna rådet enligt Länsstyrelsen Stockholms län att en utredning med avseende på den förändrade riskbilden som den planerade bebyggelsen medför för personers liv och hälsa skall upprättas.

Briab har under våren och sommaren 2008 upprättat en grovanalys av risker vid nyexploatering av aktuellt område. Faveo har 2011 utfört en riskbedömning av intunnling av Värtabanan. Dessa handlingar har legat till grund för denna fördjupade riskanalys.

Utifrån trafiken på Roslagsvägen och Roslagsbanan har ett antal möjliga olycksscenarioer studerats. För respektive händelse har frekvens och konsekvens beräknats och ställts samman till en risknivå samt värderats. För Värtabanan har Faveo gjort en riskbedömning med hänsyn till samhällsrisk i det att järnvägen byggs in i ett tunnelrör under området.

Resultatet av beräkningarna visar att risknivån är relativt hög och i vissa fall skall åtgärder vidtagas. Risknivån är sådan att man ska sträva efter att sänka den med rimliga medel så långt det är möjligt. Störst bidrag till risknivån medför en olycka som leder till utsläpp av brandfarlig vätska och brandfarlig gas. Ursparning av persontåg längs Roslagsbanan har ingen direkt påverkan på aktuellt område med hänsyn till sannolikhet och konsekvens som kan uppstå. För Värtabanan gäller att krav ställs på bärförmåga och konstruktion av intunnlingen samt åtgärder vidtas vid tunnelmynningarna, det ställs också krav på grundläggning, bärförmåga och utformning för byggnader i anslutning till intunnlingen.

En framtida klassificering av Roslagsvägen som transportled för farligt gods har ingen markant ökad påverkan på risknivån för aktuellt område. Föreslagna åtgärder gäller således oavsett om Roslagsvägens klassificeras som primär eller sekundär transportled för farligt gods.

För att en risknivå ska anses vara acceptabel inom Albano skall följande generella åtgärder vidtagas:

Åtgärder i anslutning till Roslagsvägen

- Inom ett avstånd av 10 meter från Roslagsvägens vägkant skall markanvändningen utformas så att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Längs vägen skall en vall, dike eller annan höjdskillnad mot vägbanan om minst 0,5 meter i avsikt att förhindra brandfarliga vätskor att rinna mot bebyggelsen skapas.
- Fasader vända mot Roslagsvägen, belägna inom ett kortare avstånd än 25 meter från vägkant, skall utföras med obrännbar fasad alternativt med begränsad mängd brännbart material i mindre fält som bryts med obrännbart material till skydd mot brandspridning.
- Fönsterarean i fasader, vända mot Roslagsvägen inom ett kortare avstånd än 25 meter från Roslagsvägens vägkant, skall begränsas och fönsterlösningarna skall klara hög värmestrålning. Fönster bör utformas i lägst brandklass EI 30.
- Samlingslokaler, bostäder eller hotell skall ej förläggas närmare Roslagsvägens vägkant än 25 meter.

Alternativa åtgärder i anslutning till Roslagsvägen

- En tät mur eller ett plank placeras mellan Roslagsvägen och bebyggelsen. Muren eller planket skall vara minst 2 meter högt.
- Inom ett avstånd av 10 meter från Roslagsvägens vägkant skall markanvändningen utformas så att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Längs vägen skall en vall, dike eller annan höjdskillnad mot vägbanan om minst 0,5 meter i avsikt att förhindra brandfarliga vätskor att rinna mot bebyggelsen skapas.
- Fasader vända mot Roslagsvägen, belägna inom ett kortare avstånd än 20 meter från vägkant, skall utföras med obrännbar fasad alternativt med begränsad mängd brännbart material i mindre fält som bryts med obrännbart material till skydd mot brandspridning.
- Fönsterarean i fasader, vända mot Roslagsvägen inom ett kortare avstånd än 20 meter från Roslagsvägens vägkant, skall begränsas och fönsterlösningarna skall klara hög värmestrålning. Fönster bör utformas i lägst brandklass EI 30.
- Samlingslokaler, bostäder eller hotell skall ej förläggas närmare Roslagsvägens vägkant än 25 meter.

Åtgärder i anslutning till Roslagsbanan

- Minsta fria avstånd mellan Roslagsbanans spårkant och närbelägna byggnader skall med hänsyn till rådande risknivå och möjlighet till underhåll av spåren ej förläggas närmre än 15 meter.
- Avkörningsskydd i form av skyddsräler bör anläggas för att skydda framtida byggnader med hänsyn till tågens höga hastighet och spårets dragning i förhållande till området.

Åtgärder i anslutning till tunnel för Värtabanan

- Byggnaderna grundläggs fristående från tunnelkonstruktionen.
- Byggnaderna placeras på ett minsta avstånd av 2 meter från tunnelväggen med bärande längsgående väggar alternativt ej rasdämpande byggnader på ett minsta avstånd av 8 meter.
- Byggnader som innehåller lokaler för samlingslokaler, undervisning, bostäder eller hotell placeras med fasader på ett avstånd som överstiger 25 meter till tunnelkonstruktionens mynningar.
- Inga personintensiva verksamheter skall förläggas i utrymmen under mark som ansluter direkt mot tunnelkonstruktionen.

Förslag till planbestämmelser

Nedan förtydligas hur skydd kan beskrivas i planbestämmelser.

- Ett område med ett avstånd om 25 meter från Roslagsvägens vägkant skall utgöra skyddsområde mellan vägtrafik och bebyggelse.
- Mark inom skyddsområde med ett avstånd < 10 meter från Roslagsvägens vägkant skall inte utformas för stadigvarande vistelse.
- Inom skyddsområde mot Roslagvägen skall en vall, dike eller annan höjdskillnad mot vägbanan om minst 0,5 meter skapas i det fall bebyggelsen är belägen lägre än minst 0,5 meter över vägbanan.
- Inom skyddsområde mot Roslagsvägen skall entréer och utrymningsvägar placeras bort från vägen.
- Bebyggelse inom skyddsområde mot Roslagsvägens skall utföras med obrännbara material eller med en mycket begränsad mängd brännbara fasadmaterial.
- Bebyggelse inom skyddsområde mot Roslagsvägens skall utföras med en begränsad mängd fönsterarea. Eventuella fönster skall utföras i lägst klass EI 30 och ej öppningsbara.
- Bebyggelse inom skyddsområdet mot Roslagsvägen skall inte omfatta samlingslokaler, undervisningslokaler, bostäder eller hotell om inte särskilda åtgärder säkerställer en erforderlig skyddsnivå.
- Ett område med ett avstånd om 15 meter från Roslagsbanans spårkant utgör skyddsområde mellan tågtrafik och bebyggelse.
- Mark inom skyddsområde med ett avstånd < 15 meter från Roslagsbanans spårkant skall inte utformas för stadigvarande vistelse.
- Bebyggelse i anslutningen mot intunnlingen av Värtabanan skall utföras med fristående bärande konstruktioner.
- Bebyggelse i anslutningen mot intunnlingen av Värtabanan skall utföras med rasdämpande konstruktioner där avståndet understiger 8 meter från tunnelkonstruktionen.
- Bebyggelse i anslutningen mot intunnlingen av Värtabanan skall grundläggas på ett avstånd om minst 2 meter från tunnelkonstruktionen.
- Bebyggelse som omfattar samlingslokaler, undervisningslokaler, bostäder eller hotell skall förläggas med fasader på ett avstånd som överstiger 25 meter till tunnelkonstruktionens mynningar.
- Bebyggelse i anslutningen mot intunnlingen utformas så att lokaler för personintensiva verksamheter inte planeras till delar under mark mot tunnelkonstruktionen.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING.....	3
1 INLEDNING	7
1.1 UPPDRAG	7
1.2 SYFTE.....	7
1.3 METOD.....	7
1.4 OSÄKERHETER	8
1.5 OMFATTNING OCH AVGRÄNSNINGAR	8
1.6 UNDERLAG.....	8
1.7 KVALITETSSÄKRING.....	9
1.8 REVIDERING.....	9
1.9 OMRÅDESBESKRIVNING	9
2 GRUNDLÄGGANDE FÖRUTSÄTTNINGAR.....	11
2.1 RISKBEGREPPET	11
2.2 ACCEPTANSKRITERIER	11
2.3 @RISK	13
2.4 RÄDDNINGSTJÄNSTENS INSATSMÖJLIGHETER	13
3 FÖRDJUPAD RISKANALYS	14
3.1 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR ANALYSEN.....	14
3.2 SANNOLIKHETSBERÄKNINGAR	18
3.3 HÄNDELSETRÄD.....	21
3.4 KONSEKVENSBERÄKNING	24
3.5 RISKBERÄKNING	29
3.6 ÅTGÄRDSFÖRSLAG.....	31
3.7 KÄNSLIGHETS- OCH OSÄKERHETSANALYS	33
4 SLUTSATSER.....	35
5 LITTERATURFÖRTECKNING	39
5.1 MUNTliga KÄLLOR OCH E-POST KORRESPONDENS	40

BILAGOR

BILAGA 1 - SANNOLIKHETSBERÄKNING

BILAGA 2 - PÅVERKAN PÅ MÄNNISKOR OCH OMGIVNING

BILAGA 3 – KONSEKVENSBERÄKNINGAR

**BILAGA 4 – DETALJSTUDIE AV ÅTGÄRDER I ANSLUTNING TILL
ROSLAGSVÄGEN**

BILAGA 5 – GROVANALYS

BILAGA 6 – RISKBEDÖMNING – VÄRTABANAN I ALBANO

1 INLEDNING

Inom området Albano, mellan Värtabanan, Björnnäsvägen, Roslagsbanan och Roslagsvägen planeras en nyexploatering för att möjliggöra utbyggnad av bostäder och institutionsbyggnader i anslutning till Stockholms Universitet och Kungliga Tekniska Högskolan. Då den planerade bebyggelsens ligger i nära anslutning till transportled för farligt gods är rådet enligt Länsstyrelsen Stockholms län att en utredning med avseende på den förändrade riskbilden som den planerade bebyggelsen medför för personers liv och hälsa skall upprättas. Länsstyrelsens rekommendation grundar sig i Plan- och bygglagen, (Svensk författningssamling, 2010), och Miljöbalken, (Svensk författningssamling, 1998).

1.1 Uppdrag

Denna fördjupade riskanalys har upprättats av Briab- Brand & Riskingenjörerna AB på uppdrag av Akademiska Hus.

Den del som avser Roslagsvägen och Roslagsbanan är en fördjupning av tidigare grovanalys av risker vid nyexploatering av området Albano, (Norén, 2008). Grovanalysen finns bilagd denna handling som bilaga 5.

Den del som avser Värtabanan bygger på de uppgifter som presenterats i Riskbedömning - Värtabanan i Albano, (Faveo, 2011). Riskbedömning finns bilagd denna handling som bilaga 6.

1.2 Syfte

Utifrån beräknade resultat syftar denna fördjupade riskanalys till att bedöma erforderlig riskhänsyn, avseende olycksrisker, i detaljplanen och i vidare projekteringsarbete.

Den fördjupade riskanalysen skall ses som en rekommendation utifrån rådande lagstiftning och riktlinjer och verka som ett beslutsunderlag inför utformning av detaljplan för området Albano. Det skall beaktas att de resultat som presenteras i denna rapport kan vara motstridiga mot krav som ställs utifrån andra lagrum än de som denna analys grundar sig på. Genomgång av styrande dokument återfinns i grovanalysen, bilaga 5.

1.3 Metod

Utifrån genomgång av tidigare grovanalys har olycksscenarier som kan orsaka att personer omkommer som befinner sig i anslutning till området kvantifierats för att värdera risknivån som råder inom området.

Arbetsmetoden för att analysera identifierade olycksscenarier innefattar följande moment:

- Kvantitativa beräkningar av tidigare identifierade scenariers sannolikhet.
- Kvantitativa beräkningar av tidigare identifierade scenariers konsekvenser.
- Värdering av beräknade risknivåer med etablerade kriterier för individ- och samhällsrisk.
- Eventuella förslag på riskreducerande åtgärder.

Resultaten från de enskilda beräkningarna har vägts samman för att beskriva den aktuella risknivån. I det fall då risknivån bedömts oacceptabel har nya risknivåer beräknats för de fall där hänsyn till åtgärdsförslag tagits. Beräkningar är genomförda med ett probabilistiskt angreppssätt med hjälp av simuleringsprogrammet @risk för att få ett mer robust beslutsunderlag.

1.4 Osäkerheter

Det går inte att bortse ifrån osäkerheter vid en riskanalys. Osäkerhet finns alltid vid gjorda antaganden, brist på tillförlitlig data för ingångsparametrar, förenklingar gjorda i beräkningsmodeller etc. För att ta hänsyn till dessa osäkerheter används ett probabilistiskt angreppssätt och försiktighet vid erfarenhetsbaserade bedömningar.

1.5 Omfattning och avgränsningar

Den fördjupade riskanalysen omfattar endast skadehändelser, som orsakar att personer omkommer, som kan komma att inträffa till följd av en plötslig olycka i anslutning till området Albano.

I samband med projekteringen har beslut fattats att Värtabanan skall överdäckas. En riskanalys för överdäckningen har gjorts av Faveo. En sammanställning och bedömning presenteras i denna handling i avseende att visa den totala riskbilden.

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 analys.

De aktuella olycksscenarierna som har analyserats i denna fördjupade riskanalys presenteras i avsnitt 0.

1.6 Underlag

Underlag för analysen presenteras i Tabell 1.

Tabell 1 – Underlag för den fördjupade analysen.

Handling	Datering	Upprättad av
Grovanalys av risker vid nyexploatering av området Albano, Stockholm stad	2008-06-09	Briab- Brand & Riskingenjörerna AB
Albano – förstudie för detaljplan	2008-06-26	Akademiska hus
Situationsplan över området Albano	2008-12-08	BSK Arkitekter
Modeller för hus C och hus E	2009-02-05	BSK Arkitekter
Modeller för hus B och F	2009-02-20	CCO Arkitekter A/S
Stockholms översiktsplan, samrådsunderlag Bilaga – Redovisning av riksintressen enligt miljöbalken, SBK 2008:7	Oktober 2008	Stockholms byggnadskontor
”Vision 2015” – Stockholm hamn, Värtan, frihamnen, planutredning	2004	White Arkitekter
Beskrivning av järnvägens riksintressen Dnr: HK06-5511/SA20	2006-12-20	Banverket
Framtidsplan för järnvägen	-	Banverket
Spårbehovsanalys Banverket Östra Banregionen - Värtabanan	2006-10-25	Ramböll
Övergripande riskanalys – förhandskopia Norra Station, Karolinska Sjukhuset och Karolinska Institutet	2006-12-19	WSP Brand- och Riskteknik
Nu bygger vi Norra länken	-	Vägverket
Trafikflöden på Roslagsvägen i höjd med aktuellt område	2009-02-25	Vägverket
Statistik över transporterade mängder farligt gods under september 2006	2009-02-25	Räddningsverket
Riskbedömning, FAGO-påverkan på bebyggelse i Albano i närheten av Värtabanan. Revideringen 2.	2011-12-16	Faveo projektledning AB
ALBANO Stockholms nya universitetsområde Stockholms stadsbyggnadskontor	2012-03-02	Stockholms stadsbyggnadskontor

1.7 Kvalitetssäkring

Denna riskanalys omfattas av kontroll enligt Briabs kvalitetssystem. Kontrollen anpassas efter dimensioneringsmetod och aktuell analys har underkastats kontroll enligt nivå 1, 2a och 2b.

Dimensioneringsmetod	Nivå 1	Nivå 2a	Nivå 2b	Nivå 3
Förenklad dimensionering	Alltid	Alltid	Nej	Nej
Alternativ utformning		Ingår i 2b	Ja	I särskilda fall.
Analytisk verifiering			Ja	

Kontrollnivå	Beskrivning
Nivå 1	Handläggaren kontrollerar själv, med hjälp av checklistor, att samtliga relevanta krav och råd har tillgodosetts.
Nivå 2a	En annan konsult inom Briab gör en övergripande granskning av rimligheten i riskanalysens förutsättningar.
Nivå 2b	En annan konsult inom Briab gör en noggrann granskning av riskanalysen och genomförda beräkningar för att kontrollera att samtliga relevanta krav tillgodosetts och att tillförlitliga lösningar erhållits.
Nivå 3	En annan sakkunnig, som inte arbetar inom Briab, gör en noggrann granskning av riskanalysen och genomförda beräkningar för att kontrollera att samtliga relevanta krav tillgodosetts och att tillförlitliga lösningar erhållits. (Tredjepartskontroll).

Enligt Räddningsverkets råd bör en granskning av riskanalysen göras av någon som inte deltagit i analysarbetet. Den interna granskningen av denna riskanalys, kvalitetskontroll nivå 2b, har utförts av Peter Nilsson, Brandingenjör LTH & Civilingenjör Riskhantering. Valet av granskare innebär att rapporten har granskats av en person med motsvarande kompetens som handläggaren.

1.8 Revidering

Denna handling är en femte version. Revideringen har genomförts med hänsyn till att planen ytterligare har ändrats och detaljeringsgraden ökat. I denna version har det förtydligas hur skydd kan beskrivas i planbestämmelserna.

De delar som reviderats i handlingen är markerade med sidokantlinje.

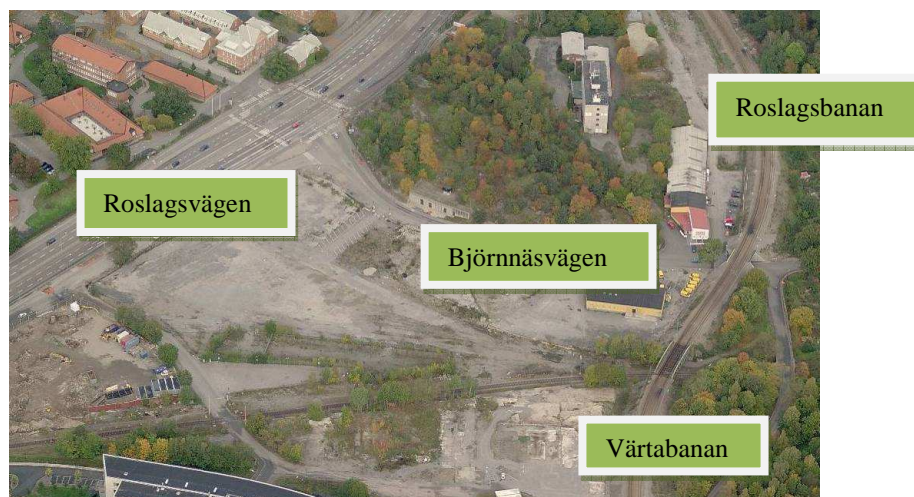
1.9 Områdesbeskrivning

Albano är i dagsläget ett före detta industriområde i stadsdelen Norra Djurgården i Stockholm. Området ligger strax utanför Roslagstull, mellan Roslagsvägen, Björnnäsvägen, Roslagsbanan och Värtabanan. Området ingår i Nationalstadsparken Ulriksdal-Haga-Brunnsviken-Djurgården, (Wikipedia, 2008).

Historiskt sett har området främst upptagits av olika industrier medan det i dagsläget är oexploaterad mark med endast ett fåtal verksamheter så som logistikföretaget DHL och arbetstunnlar för Norra länken som byggs i anslutning till området.

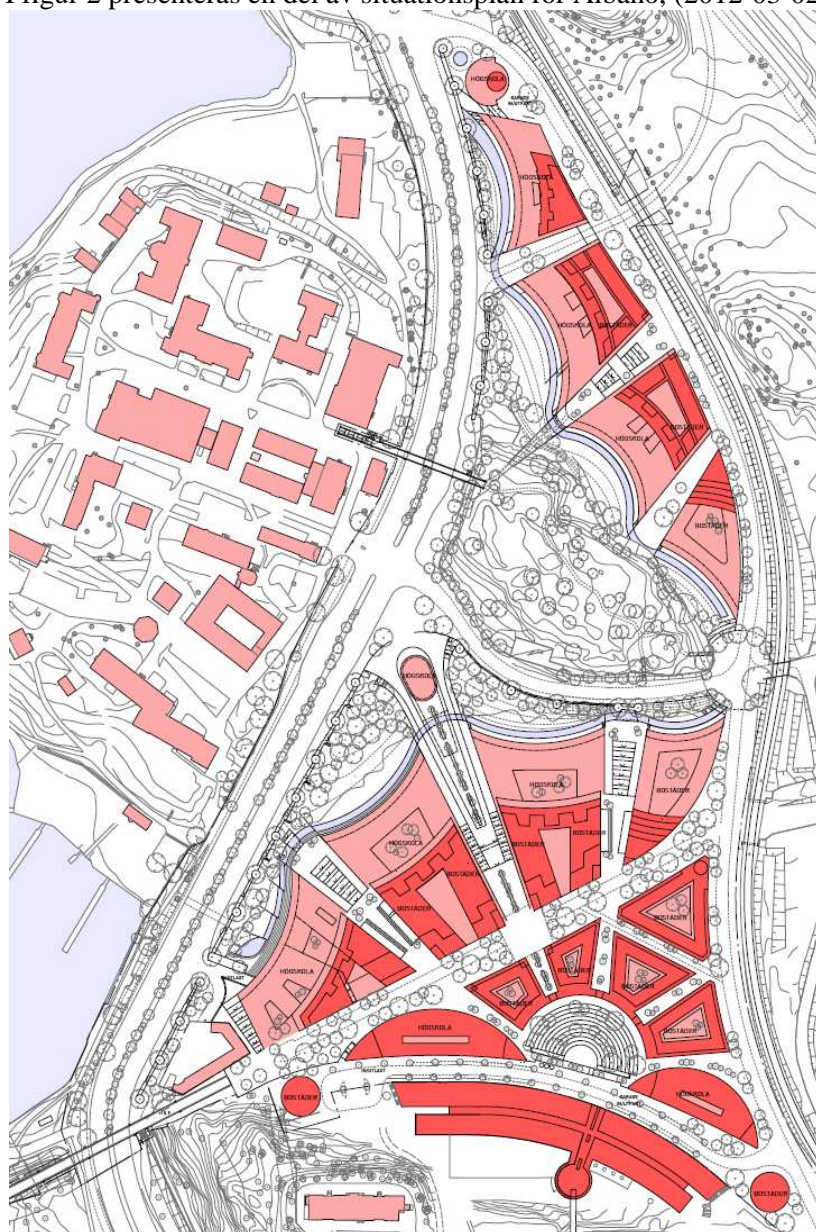
Albano är av särskilt intresse, dels då området ligger inom nationalstadsparken med riksintressen avseende natur-, kultur- och historiska miljöer, samt dels då Albano är centralt placerat i det vetenskapliga stråket som sträcker sig mellan Stockholms stora akademiska institutioner, (Kommunstyrelsen Stockholm Stad, 2007). I översiktsplanen för aktuellt område beskrivs byggnadsordningen som institutionspark med friliggande byggnader i parkanläggningar med campuskaraktär, (Kommunstyrelsen Stockholm Stad, 2007).

Foto över området Albano presenteras i Figur 1.



Figur 1 – Foto över området Albano, (Eniro.se).

I figur 2 presenteras en del av situationsplan för Albano, (2012-03-02).



Figur 2
Del av situationsplan för
Albano, 2012-03-02.

2 GRUNDLÄGGANDE FÖRUTSÄTTNINGAR

I nedanstående avsnitt beskrivs grundläggande förutsättningar för den fördjupade riskanalysen. Begreppet risk definieras och en genomgång av dimensionerande acceptanskriterier presenteras.

2.1 Riskbegreppet

Begreppet risk kan tolkas på olika sätt. I säkerhetstekniska sammanhang, liksom i denna fördjupade riskanalys, förstås begreppet som sannolikheten för en händelse multiplicerat med omfattningen av dess konsekvens, vilka kan vara kvalitativt eller kvantitativt bestämda.

2.1.1 Individ- och samhällsrisk

I säkerhetstekniska sammanhang nyttjas två olika riskmått, individ- respektive samhällsrisk.

Individrisk

Med individrisk, eller platsspecifik risk, avses risken för en enskild individ att omkomma av en specifik händelse under ett år. 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 oacceptabla höga risknivåer, (Räddningsverket, 1997).

Samhällsrisk

Samhällsrisk, eller kollektivrisken, visar förhållandet mellan sannolikheten för att ett visst antal människor omkommer till följd av konsekvenser av oönskade händelser och presenteras ofta i form av ett F/N-diagram, se Figur 3. Till skillnad från individrisk tar samhällsrisk hänsyn till den befolkningssituation som råder inom undersökt område, (Räddningsverket, 1997).

I denna riskanalys kommer riskerna uttryckas både i form av individrisk och som samhällsrisk för att kunna få ett mer robust beslutsunderlag.

2.2 Acceptanskriterier

Med acceptanskriterier i samband med risk avses vilka bestämmelser eller kriterier för vilka risknivåer som anses vara acceptabla. I Sverige finns inga lagstadgade kriterier avseende acceptabla risknivåer.

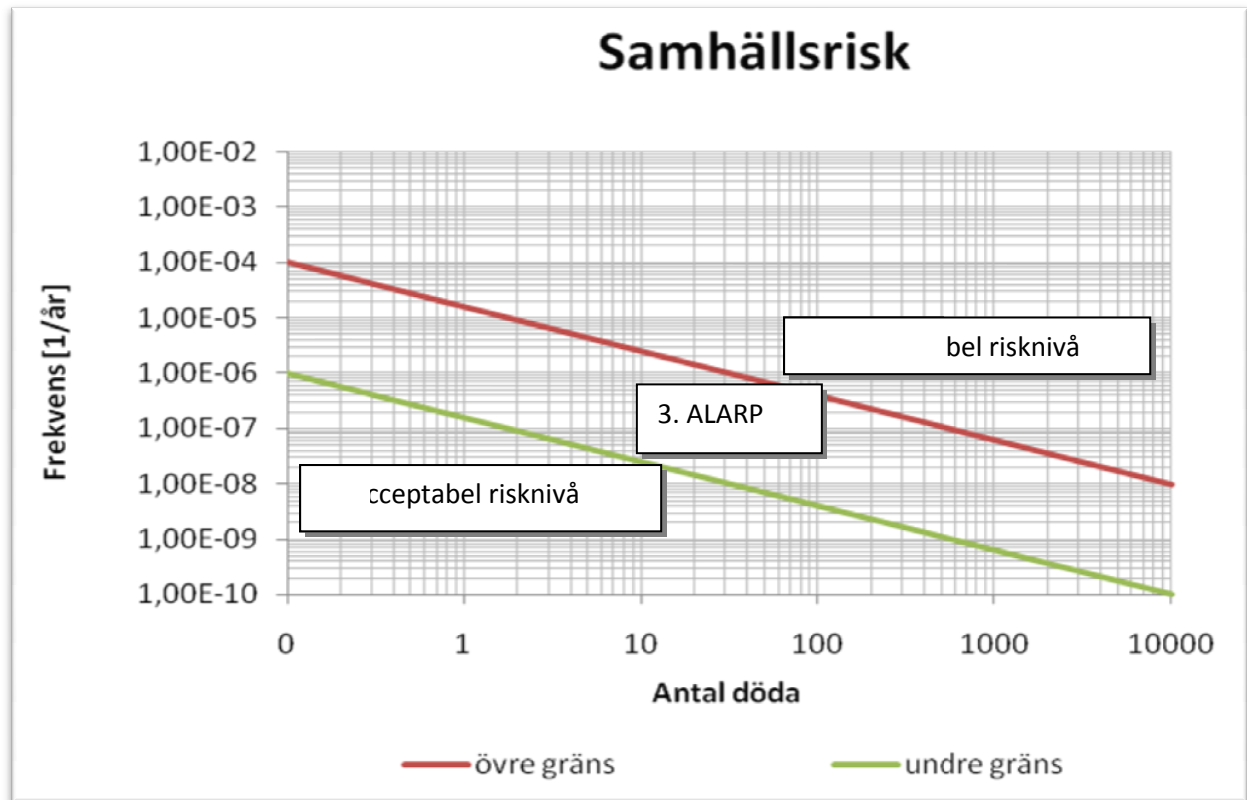
2.2.1 Principer och metoder för riskvärdering

Som utgångspunkter för värdering av risk används ofta följande fyra principer, (Räddningsverket, 1997):

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

2.2.2 Räddningsverkets förslag på acceptanskriterier för individ- och samhällsriks

I Figur 3 redovisas ett F/N-diagram med förslag till acceptanskriterier som på uppdrag av Räddningsverket utarbetats av Det Norske Veritas, DNV, (Räddningsverket, 1997). Dessa kriterier är inte tvingande men kan ses som vägledande vid bedömning av risk.



Figur 3 – Exempel på ett F/N-diagram samt acceptanskriterier enligt DNV för samhällsrisk, (Räddningsverket, 1997).

Enligt DNV:s förslag till riskkriterier skapas tre riskområden, se Figur 3:

1. Risker, som antas inträffa tillräckligt ofta och med tillräckligt stora konsekvenser för att i F/N-diagrammet placeras ovanför den övre gränsen (röd linje), anses oacceptabla.
2. Risker, som antas inträffa sällan och med små konsekvenser för att i F/N-diagrammet placeras under den undre gränsen (grön linje), anses acceptabla.
3. Risker, som hamnar mellan den undre och övre gränsen i F/N-diagrammet hamnar i det område som kallas ALARP (As Low As Reasonably Practicable) vilket innebär att risker kan tolereras om alla rimliga åtgärder är vidtagna.

För en riskanalys innebär en tillämpning av ovanstående acceptanskriterier att risker ovanför ALARP-området anses vara oacceptabla, oavsett kostnader för eventuella åtgärder. Inom ALARP-området kan risker accepteras om kostnaden för åtgärderna är orimligt höga, samt att risker under den lägre gränsen enligt DNV anses vara acceptabla utan åtgärder.

Även för individrisk har DNV definierat acceptanskriterier, (Räddningsverket, 1997). 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.

2.2.3 Andra acceptanskriterier

Det bör beaktas att det finns andra acceptanskriterier som kan nyttjas för att bedöma rådande risknivå. För att ge ett perspektiv till DNV:s förslag kan IPS, Intresseföreningen för processsäkerhet, acceptanskriterier tjäna som jämförelser, (Jacobsson, 2001). Dessa acceptanskriterier återfinns i bilaga 2. I bilaga 2 återfinns även en jämförelse mellan olika olycksrisker för att skapa perspektiv till olika risknivåer.

2.2.4 Tillämpade acceptanskriterier

I denna analys kommer rimlighetsprincipen, proportionalitetsprincipen, fördelningsprincipen och principen om undvikande av katastrofer vara grunden för att bedöma om risknivån inom aktuellt område är acceptabel. Till hjälp kommer acceptanskriterier definierade av DNV att nyttjas som referensnivåer för att på ett adekvat sätt relatera till en kvantifierad risknivå.

2.3 @Risk

Mjukvaran @Risk är ett tilläggsprogram till Microsoft Excel som används för att kunna representera indata och variabler med statistiska fördelningar i stället för diskreta värden. Genom att beräkna ett stort antal iterationer representeras ett stort antal händelser vilket ger ett mer robust beslutsunderlag och delvis minskar effekten av osäkerheter i modeller, indata och naturliga variationer. (Palisade Corp, 2008)

De upprepade beräkningarna utförs med hjälp av Latin Hypercube sampling, som är en form av Monte Carlo simulering. Beräkningarna sker genom att värden plockas slumpartat från den definierade fördelningen och på så sätt representeras olika kombinationer av indata utifrån den definierade fördelningen för variabeln, (Palisade Corp, 2008). Latin Hypercube sampling minskar sannolikheten för extrema värden, vilket annars kan uppkomma med ordinarie Monte Carlo simulering.

2.4 Räddningstjänstens insatsmöjligheter

Effekterna av en olycka med farligt gods påverkas av räddningstjänstens insatsmöjligheter. Aktuellt område förutsätts, vid normala förhållanden, kunna nås av räddningstjänstens resurser inom 10 minuter.

3 FÖRDJUPAD RISKANALYS

I detta avsnitt görs en djupare analys av identifierade scenarier utifrån kvantitativa beräkningsmetoder för att bestämma storleken på sannolikhet och konsekvens. Individrisk och samhällsrisk beräknas därefter för att få ett välgrundat beslutsunderlag.

3.1 Förutsättningar för analysen

För att tydliggöra de olika scenarierna utvecklas händelsesträd för olycka med transport av farligt gods på Roslagsvägen samt händelsesträd för urspårning av persontåg på Roslagsbanan. Det sker även en genomgång av sannolikhetsberäkningarna för de olika olycksscenarierna samt en presentation av indata för genomförda konsekvensberäkningar.

Sannolikhetsberäkningar och händelsesträd för Värtabanan hanteras som tidigare nämnts i separat rapport upprättad av Faveo Projektledning AB, 2011, Bilaga 6.

Fördjupad information rörande beräkningsförfarandet och bakgrundsfakta återfinns i följande bilagor:

- Bilaga 1 – Sannolikhetsberäkningar.
- Bilaga 2 – Påverkan på människor och omgivning.
- Bilaga 3 – Konsekvensberäkningar.

3.1.1 Tillägg till och utveckling av tidigare genomförd grovanalys

Roslagsvägen

För att ta hänsyn till framtida förändringar i trafiken, så som färdigställandet av Norra Länken och trängelskatter, har Vägverket prognostiserat dygnsmedeltrafiken på Roslagsvägen och Norra Länken för år 2015, (Vägverket, 2004). De planerade flödena på Roslagsvägen för år 2015 är 50 000 fordon i dygnsmedeltrafik. I dagsläget är dygnsmedeltrafiken $76\,800 \pm 0$ fordon varav $2620 \pm 11\%$ utgör tunga fordon. Presenterade värden är statistiskt säkerställda till 95 %, (Vägverket, 2007).

Enligt nationella trafikprognoser, upprättade av SIKA, kommer antalet godstransporter på väg att öka med ca 18 % mellan åren 2001 och 2020. Bland särredovisade godsflöden bedöms transport av råolja och kol öka med 7 %, oljeprodukter och tjära bedöms minska med 4 % och kemikalier bedöms öka med 57 %, (SIKA statistik, 2005).

Som en effekt av den planerade trafikplaneringen och i framtagna prognoserna framgår det att Roslagsvägens klassning som transportled för farligt gods kan ändras. De tre scenariona som kan uppstå efter färdigställandet av Norra Länken är att Roslagsvägen fortsätter vara primär transportled för farligt gods, vägen klassas om och blir sekundär transportled för farligt gods eller så det blir totalförbud för transport av farligt gods.

Enligt samtal med Paulin O. vid Länsstyrelsen i Stockholms län¹ är det i dagsläget ej fastställt vilken klassning Roslagsvägen eller Norra Länken kommer ha i framtiden. Dock förs diskussioner inom Länsstyrelsen och enligt Paulin är det högst troligt att Roslagsvägen klassas om till sekundär transportled för farligt gods med hänsyn till vägens dragning, strategiska läge och att Norra Länken blir primär transportled för farligt gods. Dock kommer Norra Länken antagligen få lokala restriktioner på samma sätt som råder för Södra Länken².

¹ Samtal med Olof Paulin - Hansson, fysisk planerare vid Länsstyrelsen Stockholm län, räddnings- och säkerhetsavdelning, 2009-03-02

² Södra Länken är i dagsläget en primärled för farligt gods med lokala föreskrifter. I föreskrifterna från Länsstyrelsen Stockholm läns råder det förbud att mellan 07-19 transportera farligt gods som består av brandfarliga gaser enligt ADR-klass 2, grupp F, (Länsstyrelsen Stockholm Län, 2004).

Utifrån denna information kommer det fortsatta analysarbetet av Roslagsvägen att utgå ifrån att Roslagsvägen kommer vara transportled för farligt gods även i framtiden och de två återstående scenarierna utgör:

- **Scenario 1** – Roslagsvägen klassas om till sekundär transportled för farligt gods.
- **Scenario 2** – Roslagsvägen behåller sin klassning som primärled för farligt gods.

För scenario 1 görs antagandet att samtliga ämnen kommer transporteras på vägavsnittet enligt den fördelning som presenterades i grovanalysen och som återfinns nedan. Dock revideras antalet tunga transporter med 35 % (enligt linjärt samband med den sänkning i trafikflöde som är prognoserat dvs $((76800 - 50\,000)/76800 = 35\%)$ och ingen ökning bedöms ske. Detta genererar en dygnsmedeltrafik för tunga fordon på $1700 \pm 11\%$ fordon år 2015.

För scenario 2 görs antagandet att ingen sänkning i antalet tunga transporter sker trots den prognos som Vägverket presenterat för färdigställandet av Norra Länken. Vidare antas den tunga trafiken öka med 18 % enligt den prognos som SIKa presenterat, (SIKA statistik, 2005). Detta genererar en dygnsmedeltrafik för tunga fordon på $3090 \pm 11\%$ fordon för år 2015.

Topografi för området Albano längs Roslagsvägen

Roslagsvägen går längs Albanos västra sida och har en svag lutning från söder med en högst punkt vid anslutningen till Björnnäsvägen, norrut lutar vägen nedåt igen. Vägen ligger i höjd med byggnaderna längs södra delen av Albano. I norra delen av Albano ligger byggnaderna på en lägre nivå än vägen.

Det finns i dagsläget inga planer på att ändra aktuell utformning på vägen och rådande dragning och utförande är grundläggande för vidare analys.

Mängd och förekomst av farligt gods på Roslagsvägen

För Roslagsvägen har Vägverket och Statistiska Centralbyrån genomfört en mätning av farligt gods trafik på väg under september månad 2006, (Räddningsverket, 2007). Resultatet presenteras på kartor med ett diskret värde vilket har interpolerats för att representera transport under hela året. Resultatet presenteras i Tabell 2.

För ADR-klass 2.3-giftig gas, finns inga uppmätta värden under aktuell period. Med hänsyn till Roslagsvägens strategiska läge görs dock ett antagande att transporterade mängder utav denna klass motsvarar de mängder som råder för ADR-klass 2.1-brandfarliga gaser.

Tabell 2 – Mängd och förekomst av farligt gods på Roslagsvägen fördelad efter ADR-klass under september 2006. Mängder uppskattade från mät punkt i höjd med Bergshamra. Uppskattad mängd under 2006 är interpolerade värden, (Räddningsverket, 2007).

ADR-Klass	Mängd [ton]	Uppskattad mängd under 2006 [ton]	Antal transporter, [-]	Förekomst [-]
1 – Explosiva ämnen och föremål	13,3	160	32	0,03 %
2.1 – Brandfarliga gaser	221	2 700	180	0,26 %
2.2 – Icke brandfarliga, icke giftiga gaser	11 056	132 600	8 840	13 %
2.3 – Giftiga gaser	221	270	180	0,26 %
3 – Brandfarliga vätskor	74 508	894 100	52 595	76 %
4.1 – Brandfarliga fasta ämnen	9 464	113 600	4 544	6,6 %
4.2 – Självantändande ämnen	65	800	32	0,05 %
4.3 – Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten	290	3 500	109	0,16 %
5.1 – Oxiderande ämnen	-	-	-	-
5.2 – Organiska peroxider	-	-	-	-
6.1 – Giftiga ämnen	160	1 900	76	0,11 %
6.2 – Smittförande ämnen	336	4 000	160	0,23 %
7 – Radioaktiva ämnen	-	-	-	-
8 – Frätande ämnen	4 278	51 300	2 052	3,0 %
9 – Övriga farliga ämnen och föremål	555	6 700	268	0,39 %
Totalt	92 429	1 211 000	69 052	100 %

Antal transporter och olika ämnes procentuella förekomst på Roslagsvägen är beräknade utifrån de storlekar på behållare för olika ADR-klasser som nyttja på svenska vägnätet.

Roslagsbanan

För att undersöka eventuella framtida förändringar av Roslagsbanan i höjd med aktuellt område kontaktades Roslagståg AB³ som i dagsläget förvaltar över trafiken på banan. Enligt Hansson kommer inga större förändringar inträffa inom de närmsta åren men trafiken på banan kommer förmodligen att öka då kollektivtrafiken överlag har ökat med tiden.

I dagsläget avgår maximalt 15 tåg i timmen från Östra station, med grundutbudet är 6 avgångar i timmen, (Roslagståg AB). Utifrån befintlig tidtabell presenterad av SL, passerar i snitt 298 tåg per dag aktuellt område, (AB Storstockholms Lokaltrafik).

Enlig rapport från SIKa, (SIKA statistik, 2008), har antalet personkilometer resta med kollektivtrafik och samhällsbetalda resor totalt på alla nivåer ökat med 45 % på 10 år. Mest har antalet personkilometer ökat inom den lokala och regionala kollektivtrafiken som har ökat med 61 procent.

För att ta hänsyn till kommande ökning i kollektivtrafiken prognostiseras att ökningen under de kommande 10 åren motsvarar en ökning på 45 %. Detta motsvarar ett flöde på i medeltal 432 tåg per da som passerar det aktuella området. 432 tåg motsvarar ca 24 tåg i timmen (12 tågset åt vardera hållet).

³ E-postkorrespondens med Lars-Henrik Larsson, Roslagståg AB, 2009-02-27.

Riskanalys Värtabanan

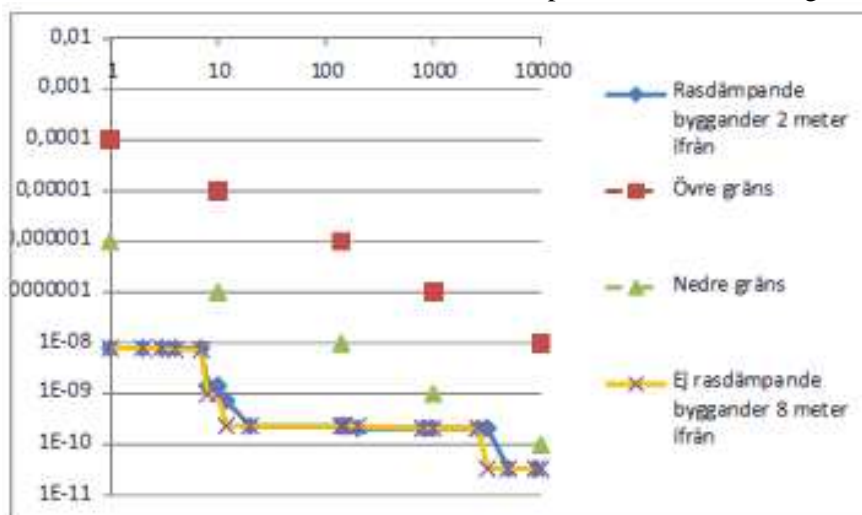
I ett senare skede av projekteringen av Albano har Värtabanan planerats att överdäckas. I samband med överdäckningen har en separat riskanalys tagits fram av Faveo Projektering AB (2011). I riskanalysen dras slutsatsen att utformningen med en betongtunnel inte ger en ökad riskpåverkan än utan betongtunnel om rimlig riskhänsyn tas i projekteringen av tunneln. Med rimlig riskhänsyn avses:

- Byggnaderna grundläggs fristående från tunnelkonstruktionen.
- Byggnaderna placeras på ett minsta avstånd av 2 meter från tunnelväggen med bärande längsgående väggar alternativt ej rasdämpande byggnader på ett minsta avstånd av 8 meter.
- Byggnader som innehåller lokaler för samlingslokaler, bostäder eller hotell placeras med fasader på ett avstånd som överstiger 25 meter till tunnelkonstruktionens mynnningar.
- Inga personintensiva verksamheter i utrymmen under mark som ansluter direkt mot tunnelkonstruktionen.

Därtill är det positivt att förlägga alla typer av ej personintensiva verksamheter mot tunneln där risken för t.ex. kringflygande material, glasskross, lokala ras m.m. är som störst.

Förutsättningar och åtgärder för Värtabanan redovisas i sin helhet i riskanalys upprättad av Faveo Projektering AB (2011), se bilaga 6.

Den beräknade samhällsrisk för Värtabanan presenteras nedan i Figur 4.



Figur 4 – Samhällsrisk kring en intunnlad Värtabana (Faveo Projektledning AB, 2011).

3.1.2 Aktuella scenarier

Utifrån tidigare genomförd grovanalys för aktuellt område och den information som presenterats i avsnitt 3.1.1 har följande olycksscenarier identifierats som kritiska. I nedanstående tabell hanteras inte scenarior som hör samman med Värtabanan, då dessa hanteras i en separat rapport upprättad av Faveo projektledning AB (2011), se bilaga 6.

Tabell 3 – Olycksscenarier som analyseras i denna fördjupade riskanalys.

Roslagsvägen	
Scenario	Beskrivning
A1	Olycka med farligt gods transport med klass 1, explosiva ämnen, i anslutning till området Albano.
A2	Olycka med farligt gods transport med klass 2.1, brandfarlig gas, i anslutning till området Albano med följande underscenarier: A2.a - jetflamma A2.b - fördröjd antändning (gasmolnsexplosion) A2.c - BLEVE (Boiling Liquid Expanded Vapour Explosion)
A3	Olycka med farligt gods transport med klass 2.3 – giftiga gaser, i anslutning till området Albano med följande underscenarier: * A3.a – ammoniak A3.b – klor
A4	Olycka med farligt gods transport med klass 3 – brandfarlig vätska.
Roslagsbanan	
Scenario	Beskrivning
C1	Tågurspärning i anslutning till området Albano

*= tillägg till identifierade scenarier utifrån tidigare genomförd grovanalys.

3.2 Sannolikhetsberäkningar

Utgångspunkten vid sannolikhetsberäkningarna är nationell statistik och vedertagna praxis enligt Räddningsverket och Banverket. Beräkningarna grundar sig på händelseförlopp definierade i händelsetråd som presenteras i avsnitt 3.3.

3.2.1 Farligt gods olycka

Sannolikhet för olycka med farligt gods

Den första händelsen i händelseträden för Roslagsvägen är farligt gods olycka. Beräkning av sannolikhet för farligt gods olycka grundar sig på metodik beskriven enligt Räddningsverket, (Räddningsverket, 1996) och presenteras utförligt i bilaga 1. Det som avses med farligt gods olycka i detta fall är endast att en trafikolycka inträffar och det inblandade fordonet transporterar gods som klassas som farligt gods enligt ADR-klassificeringen, dvs läckage är ej inkluderat.

För att ta hänsyn till framtida trafikmängder på Roslagsvägen har prognostiserade värden från Vägverket nyttjats för trafikflödet. Hänsyn har tagits till en eventuell omklassificering av Roslagsvägen genom att beräkna olycksfrekvens för både scenario 1 och 2 som definierades i avsnitt 3.1.1.

Olycksfrekvensen för en farlig gods olycka i anslutning till det undersökta planområdet längs Roslagsvägen är 0,24 % per år för scenario 1 och 0,44 % per år för scenario 2. Detta motsvarar en olycka där ett fordon skyltat med farligt gods är inblandad 1 gång inom 417 år för scenario 1 och 1 gång inom 228 år för scenario 2.

ADR-klass

I händelseträden finns fyra utfall på delhändelsen ADR-klass för Roslagsvägen. De medtagna klasserna är ADR-klass 1, ADR-klass 2, ADR-klass 3 och övriga.

ADR-klass 1 – explosiva ämnen

Enligt grovanalysen är andelen explosiva ämnen som transporteras i anslutning till området relativt begränsad, men konsekvenserna kan bli katastrofala med flertal döda. Majoriteten av transportererna med explosiva ämnen som sker gäller mindre mängder som till exempel ammunitionstransporter med ett tiotal kilo per transport. Inom EU är den maximala mängden som får transporteras på väg 16 ton, (Räddningsverket, 1996). Utav den totala lasten inom ADR-klass 1, antas 20 % utgöra ämnen inom underklass 1.1 – massexplosiva ämnen. Det är främst ämnen inom denna klass som leder till kraftig explosion vid stora påkänningar.

För en olycka med farligt gods transport skall få förödande konsekvenser på omgivningen krävs inte att ämnet läcker ut. Däremot krävs det att det transporterade godset skadas allvarligt så att en reaktion startar och explosion uppstår. Detta uppstår då påkänningarna på lasten blir tillräckligt stora. Då det finns detaljerade regler rörande hur explosiva varor får hanteras och förpackas vid transporter görs bedömningen att det är en låg sannolikhet att vid en olycka som transporterar explosiva ämnen leder till omfattande skador på lasten och explosion uppstår. En uppskattning är att sannolikheten för att få en tillräckligt stor påkänning på lasten så att explosion uppstår, givet en olycka, är 20 %.

ADR-klass 2 – Tryckkondenserade gaser

Sannolikheten för att få ett läckage vid en olycka där fordon som transporterar farligt gods är inblandad är enligt Räddningsverket 3 % för Roslagsvägen, (Räddningsverket, 1996). Ämnen inom ADR-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 således en högre motståndskraft vid en eventuell olycka. Från utländska studier har det påvisats att sannolikhet för att punktera en behållare avsedda för tryckkondenserade gaser är 1/30 av sannolikheten för "normala" behållare avsedda för transporter av farligt gods, (Räddningsverket, 1996). Detta ger följaktligen en sannolikhet för läckage på 0,1 %.

ADR-klass 2 delas in i 3 underklasser beroende på gaserna fysikaliska egenskaper. I denna fördjupade riskanalys undersöks endast klass 2.1 – brännbara gaser och klass 2.3 – giftiga gaser vilka bedöms kunna ge upphov till avsevärda konsekvenser i anslutning till olyckans närområde. Enligt statistik från Räddningsverket, (Räddningsverket, 2007), rörande transporterade mängder i anslutning till aktuellt område transporterades ej klass 2.3 – giftiga gaser. Dock gjordes bedömningen i avsnitt 3.1.1 att ett scenario med olycka med transport av klass 2.3 har en ej försumbar risk och således skall beaktas i den fördjupade riskanalysen.

För sannolikhetsberäkningarna för Roslagsvägen bedöms mängd och förekomst av giftig gas motsvara samma procentuella andel som för brandfarlig gas som transporteras förbi det aktuella området. Detta vill säga att brandfarliga och giftiga gaser utgör vardera 0,26 % av den totala förekomsten av farligt gods på Roslagsvägen förbi aktuellt område.

Konsekvensen på omgivningen vid ett utsläpp från en olycka med farligt gods i ADR-klass 2 påverkas även av vindriktning, vindhastighet och ett antal övriga metrologiska parametrar. Detta gäller dock ej för jetflamma. Dock tas endast vindriktning med i sannolikhetsberäkningen. Övriga metrologiska parametrar inkluderas i konsekvensberäkningarna. Enligt befintlig statistik är sannolikheten för vind mot det aktuella området vid en eventuell olycka på Roslagsvägen 55 %, (Alexandersson, 2006). Vindriktningsstatistik över Stockholmsregionen återfinns även i bilaga 1.

Klass 2.1 – brännbara gaser

För brännbara gaser bedöms konsekvenser för människor uppstå efter antändning och ett utsläpp av tryckkondenserade brännbara gaser bedöms kunna resultera i tre kritiska scenarion: jetflamma, fördröjd antändning (gasmolnsexplosion), och BLEVE (Boiling Liquid Expanded Vapour Explosion)⁴. BLEVE kan endast inträffa om tankbilen saknar och/eller säkerhetsventilen ej fungerar tillfredställande och utsätts för kraftig brandpåverkan under en längre tid.

⁴ BLEVE uppstår är när en tank med tryckkondenserad brandfarlig gas "exploderar". BLEVE kan uppstå i alla tankar som innehåller tryckkondenserade brandfarliga gaser om de utsätts för en yttre brand och säkerhetsventilerna ej fungerar. En BLEVE ger stora effekter i omgivningen i form av tryckvåg, splitter och värmestrålning.

Vilket scenario som uppstår beror på när antändning sker. Sannolikheterna för de olika händelserna som används vid sannolikhetsberäkningarna är hämtade från Riskanalys av farligt godsled i Kalmar, (Sanglén, 2005), och följande värden används i händelseträden:

- Sannolikhet för jetflamma är 9,0 %.
- Sannolikhet för Fördröjd antändning (gasmolnsexplosion) är 20,7 %.
- Sannolikhet för BLEVE är 0,3 %.

Vid fördröjd antändning påverkas konsekvensområdet av vindriktningen och samma vindstatistik som presenterades i tidigare avsnitt nyttjas vid beräkningarna. Jetflamma och BLEVE påverkas inte av rådande vindriktning.

Klass 2.3 – giftiga gaser

Vid upprättandet av händelsetråd representeras en olycka med ämne inom klass 2.3 av klor och ammoniak. Då klass 2.3 enligt befintlig statistik ej transporteras på aktuellt vägavsnitt antas dessa referensämnen ha samma sannolikhet för förekomst.

Giftiga gaser antas endast ge konsekvenser när de sprids mot det aktuella området. Konsekvensen beror således både på utsläppets storlek och rådande vindriktning och styrka. För sannolikhet för vindriktning mot området nyttjas data som presenterades tidigare.

Klass 3 – brandfarliga vätskor

Enligt avsnitt 3.1.1 är det klass 3 – brandfarliga vätskor som är den överlägset mest förekommande ADR-klassen för Roslagsvägen. För Roslagsvägen är förekomsten 76 % av samtliga transporter. Under det fortsatta beräkningsarbetet antas att samtliga transporter inom denna klass består av mycket brandfarliga, lättantändliga ämnen (exempelvis bensin).

För att en olycka ska ge konsekvenser för personer inom aktuellt område måste ett utsläpp uppstå och utsläppet antändas. Sannolikheten för att en trafikolycka med farligt gods transport inblandad leder till läckage antas vara 3 % för Roslagsvägen (Räddningsverket, 1996).

Antändning av petroleumprodukter givet utsläpp antas ske med en sannolikhet på 3,3 %, oberoende av läckagets storlek, (Purdy, 1993).

3.2.2 Urspårning på Roslagsbanan

För att beräkna sannolikheten för en järnvägsolycka som påverkar personer inom det aktuella området används en modell som har utarbetats vid Banverket, (Fréden, 2001). Vid framtagandet av modellen har en analys gjorts av vilka faktorer som påverkar sannolikheten för järnvägsolycka längs en specifik sträckning.

Faktorer som påverkar händelseförloppet är till exempel hastighet, tågtyp, bankonstruktion och underhåll.

Järnvägstrafiken utsätter omgivningen huvudsakligen för urspårningsrisken, vilket kan leda till att lok och vagnar kolliderar med intilliggande byggnader. Vanliga orsaker till urspårning är följande, (Fréden, 2001):

- Rälsbrott
- Solkurvor
- Spårlägesfel
- Vagnfel
- Annan eller okänd orsak

Information för att beräkna sannolikheten för en olycka är antalet tåg per år, antalet korsningar, antal växlar, spårsträckans längd antal vagnar per tåg och antal vagnaxlar per vagn.

Teknisk data från Roslagståg AB och Banverket har används som indata för sannolikhetsberäkningarna, och beräkningsförfarandet återfinns i bilaga 1.

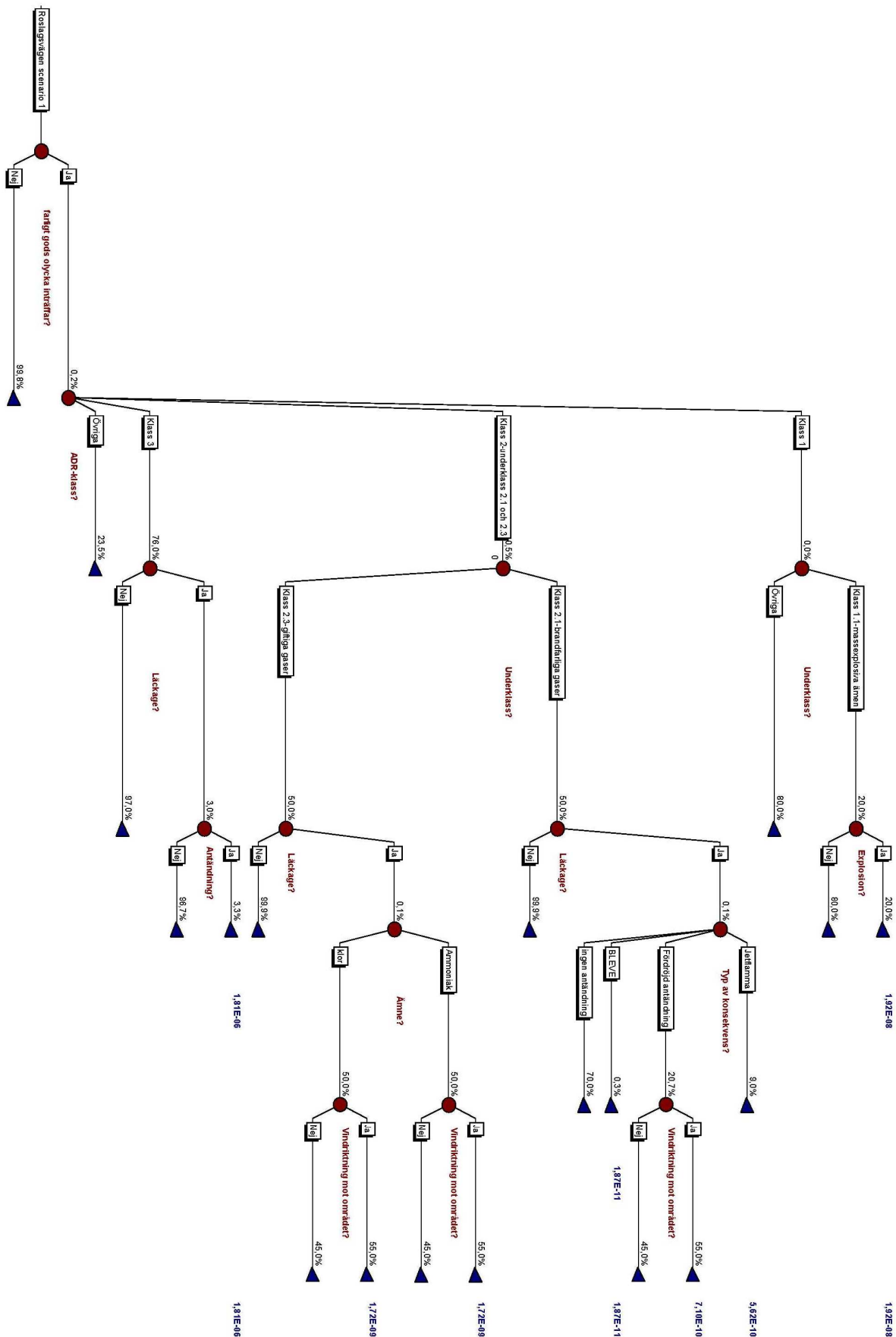
Olyckfrekvensen för urspårning på Roslagsbanan är 11,2 % per år, vilket motsvarar 1 urspårning under 84 år.

3.3 Händelseträd

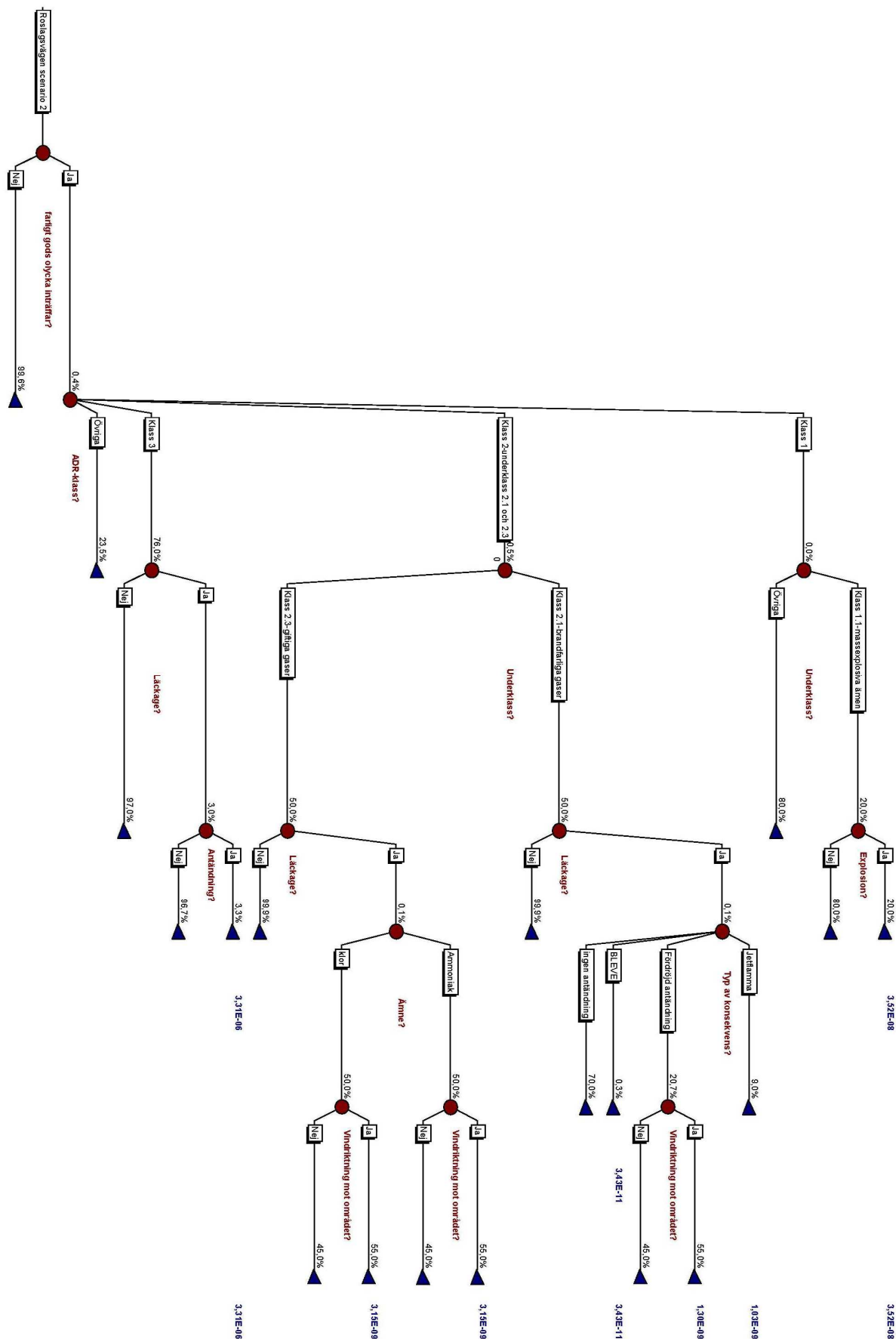
Nedan visas händelseträd för olycka längs Roslagsvägen grundat på de identifierade scenarierna i avsnitt 0. Vidare visas händelseträd vid en eventuell urspårning på Roslagsbanan i höjd med aktuellt område.

3.3.1 Händelsträd för olycka längs Roslagsvägen

I Figur 5 och Figur 6 presenteras händelseträd för olycka längs Roslagsvägen uppdelat enligt de framtida olycksscenarier som kan gälla för Roslagsvägens klassificering som transportled för farligt gods.



Figur 5 - Händelseträd för olycka längs Roslagsvägen då vägen omklassificeras till sekundär transportled för farligt gods (scenario 1).



Figur 6 - Händelseträd för olycka längs Roslagsvägen då vägen förblir primär transportled för farligt gods (scenario 2).

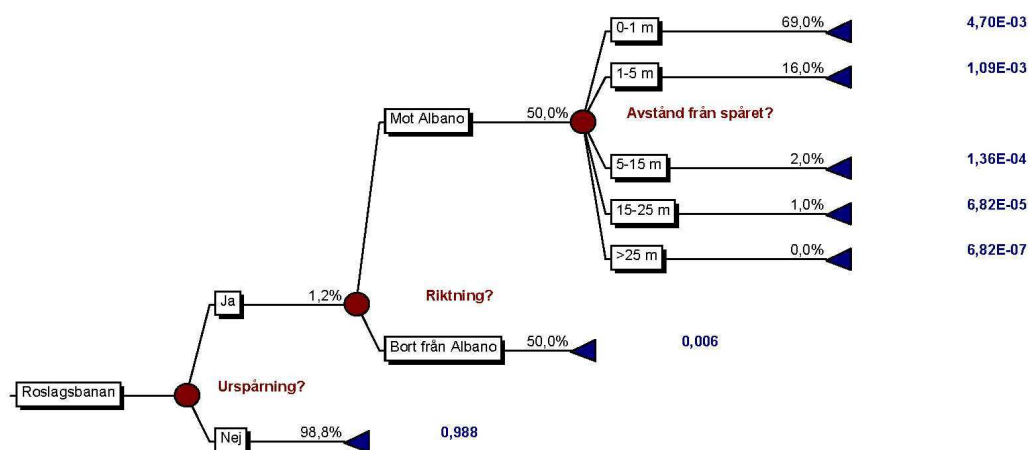
Olycksfrekvensen för de olika olycksscenarierna utifrån Roslagsvägens framtida klassificering presenteras i Tabell 4.

Tabell 4 – Olycksfrekvens utifrån Roslagsvägens framtida klassificering.

Olycksscenario	Olycksfrekvens Scenario 1, [år ⁻¹]	Olycksfrekvens Scenario 2, [år ⁻¹]
A1 - explosion	$1,98 \times 10^{-8}$	$3,52 \times 10^{-8}$
A2.a – jetflamma	$5,62 \times 10^{-10}$	$1,03 \times 10^{-9}$
A2.b – fördröjd antändning	$7,10 \times 10^{-10}$	$1,30 \times 10^{-9}$
A2.c – BLEVE	$1,87 \times 10^{-11}$	$3,43 \times 10^{-11}$
A3.a – ammoniak	$1,72 \times 10^{-9}$	$3,15 \times 10^{-9}$
A3.b – Klor	$1,72 \times 10^{-9}$	$3,15 \times 10^{-9}$
A4 – brandfarlig vätska	$1,81 \times 10^{-6}$	$3,31 \times 10^{-6}$

3.3.2 Händelsträd för urspårning på Roslagsbanan

I Figur 7 presenteras händelsträd för urspårning på Roslagsbanan. Det bör beaktas att konsekvensområde har inkluderats i händelsträdet för att nyansera händelseförloppet.



Figur 7 - Händelsträd för urspårning på Roslagsbanan.

För att ta hänsyn till att en urspårning endast påverkar Albano från banans västra sida har riktning tagits med i händelsträdet. Olycksfrekvensen för en urspårning skall sträcka sig längre än 5 meter från banan är $2,05 \times 10^{-4}$ per år.

3.4 Konsekvensberäkning

Använda beräkningsmetoder följer vetenskapligt vedertagna praxis och kommer främst från Försvarets forskningsinstitut, FOI (tidigare Försvarets forskningsanstalt, FOA), (FOA, 1998). Beräkningar rörande tågurspårning på Roslagsbanan sker enligt Banverkets rekommendationer, (Fréden, 2001).

Konsekvensberäkningar simuleras med hjälp av @Risk för att kunna göra ett stort antal iterationer och på så sätt få ett mer robust resultat. @Risk gör det även möjligt att på ett kvantitativt sätt genomföra känslighetsanalys och kartlägga, de för resultatet, kritiska parametrar.

3.4.1 Referensämnen

I scenario A.1, används indata för trotyl vid beräkningarna. För olycksscenario A.2, används gasol som representativt ämne medan det i olycksscenario A.3 nyttjas ammoniak och klor som är referensämnen. I olycksscenarierna A.4 och B.2 används bensin som referensämne. Valda referensämnen grundar sig på att de är vanligt förekommande på svenska vägar och järnvägar.

3.4.2 Indata för farligt gods olycka

Ingångsdata för beräkning av konsekvensområde för olycksscenariona A.1 – A.4 samt B.2 presenteras i Tabell 5 - Tabell 8. I bilaga 3 återfinns förtydligande av bakomliggande matematiska beräkningar.

Tabell 5 - Allmän indata för konsekvensberäkningarna för identifierade olycksscenarier vid olycka med farligt gods.

Variabel	Enhet	Värde	Källa
Hålarea (A), tjockväggiga behållare för tryck-kondenserade gaser i klass 2	m ²	fördelning enligt kumulativ fördelning enligt (8E-5;0,008;{8E-;0,002;0,008}; {0,625;0,833;1})	(FOA, 1998)
Hålarea (A), tunnväggiga behållare för brandfarlig vätska i klass 3	m ²	fördelning enligt kumulativ fördelning enligt (8E-5;0,008;{8E- 5;0,002;0,008}; {0,375;0,5;1})	(FOA, 1998)
Atmosfärstryck (Pa)	Pa	101325	--
Densitet på luft (pa)	kg/m ³	1,29	--
Flödeskoefficient	-	fördelning enligt en uniform fördelning med randvillkoren 0,65 och 0,80	(FOA, 1998)
Exponeringstid vid LC ₅₀	min	30	(CPR, 1999)
Exponeringstid vid brännskador	sek	30	(CPR, 1999)
Tyngdacceleration	m/s ²	9,81	--
vindhastighet	m/s	Fördelning enligt en lognormal fördelning med medelvärde 3,4 och standardavvikelsen 3. Fördelningen trunkeras vid 0.	(Alexandersson, 2006)

Tabell 6 - Ämnesspecifik data för trotyl som används som referensämne vid olycka med explosiva ämnen.

Variabel	Enhet	Trotyl	Källa
Värmevärde	[MJ/kg]	5,42	(ÖSA, 2004)
Massa	[kg]	Uniform fördelning, mellan 100 – 1500	--
Hustyp	[-]	betonghus (40 kPa)	(ÖSA, 2004)
Pc, Ic	[kPa]	200, 1,5	(ÖSA, 2004)

Tabell 7 – Ämnesspecifik data för gasol som används som referensämne vid olycka med brandfarlig, gas.

Variabel	Enhet	Gasol	Källa
Molvikt	[g/mol]	76,53	(FOA, 1998)
Dödlighet LC50	[kg/m ³]	10 870	(FOA, 1998)
Densitet för vätska	[kg/m ³]	605	(FOA, 1998)
Utsläppsmängd	[ton]	Triangulär fördelning, mellan 1-25, där 10 är det mest troliga värdet	--
Förbränningsvärme	[kJ/kg]	46 000	(FOA, 1998)
Ångtryck	[kPa]	833	(FOA, 1998)
Strålningsandel	[-]	0,3	(FOA, 1998)
Tanktryck	[kPa]	535	(FOA, 1998)
Brännbarhetsområde	[-]	0,032	(FOA, 1998)

Tabell 8– Ämnesspecifik data för ammoniak och klor som används som referensämne vid olycka med giftig gas.

Variabel	Enhet	Ammoniak	Klor	Källa
Molvikt	[g/mol]	17	35,4	(FOA, 1998)
Dödlighet LC50	[kg/m ³]	2,9*10 ⁻³	4,3*10 ⁻⁴	(FOA, 1998)
Densitet för vätska	[kg/m ³]	683	1418	(FOA, 1998)
Utsläppsmängd	[ton]	Triangelär fördelning, mellan 1-25, där 10 är det mest troliga värdet	Triangelär fördelning, mellan 1-25, där 10 är det mest troliga värdet	--
Tanktryck	[kPa]	857	676	(FOA, 1998)

Tabell 9 – Ämnesspecifik data för bensin som används som referensämne vid olycka med brandfarlig vätska.

Variabel	Enhet	Bensin	Källa
Utsläppsmängd	[ton]	Uniform fördelning, 1 – 20 (olycka på väg) Uniform fördelning, 1 – 35 (olycka på järnväg)	--
Förbränningsvärme	KJ/kg	45000	(FOA, 1998)
Strålningsandel	-	Uniform fördelad mellan 0,7 och 1	(FOA, 1998)
Förbränningshastighet	m/s	Uniform fördelning, 0,0001 – 0,001	(ÖSA, 2004)
Förbränningshastighet	kg/(m ² s)	Uniform fördelning, 0,048-0,053	(ÖSA, 2004)
Pölarea	m ²	Uniform fördelning, 25 - 200	--

3.4.3 Indata för tågurspärning

Avståndet mellan tåg och spår efter en urspärning har inget påvisbart samband med vilken hastighet tåget färdades i när urspärningen skedde. Spridningen är däremot väsentligen beroende av spårets läge i förhållande till omgivningen och omgivningens beskaffenhet, (Fréden, 2001).

Statistik rörande avstånd från spår efter en urspärning presenteras i Tabell 10. Informationen är hämtad från Banverket, (Fréden, 2001), och nyttjas för att bedöma konsekvensområde.

Tabell 10 – Avstånd från spår efter urspärning.

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

3.4.4 Konsekvensområde

Beräknade konsekvensområde presenteras nedan. För att se effekten av strålning mot eventuell bebyggelse längs Roslagsvägen har strålningsnivåer vid olika avstånd beräknats. Resultat från dessa beräkningar återfinns nedan och syftar till att se om kritiska nivåer uppstår. Angivna avstånd avser avstånd från väggmitt.

Konsekvensområde vid explosion:

50 % - percentil: 35 meter för personskada och 130 meter för kraftig skada på byggnad
95 % - percentil: 50 meter för personskada och 180 meter för kraftig skada på byggnad

Konsekvensområde för jetflamma

50 % - percentil: 37 meter
95 % - percentil: 70 meter

Konsekvensområde för fördröjd antändning (gasmolnsexplosion)

50 % - percentil: 32 meter

95 % - percentil: 269 meter

Konsekvensområde för BLEVE

50 % - percentil: 317 meter

95 % - percentil: 385 meter

Konsekvensområde för ammoniak vid koncentrationsnivån vid LC₅₀⁵

50 % - percentil: 110 meter

95 % - percentil: 220 meter

Konsekvensområde för klor vid koncentrationsnivån LC₅₀⁵

50 % - percentil: 270 meter

95 % - percentil: 960 meter

Riskavstånden för utsläpp med giftig gas har interpolerats fram genom att göra flera simuleringar med olika referensavstånd.

Konsekvensområde för pölbrand vid olycka på Roslagsvägen

50 % - percentil: 34 meter

95 % - percentil: 46 meter

Konsekvensområde för urspårning på Roslagsbanan

50 % - percentil: 5 meter

95 % - percentil: 15 meter

Strålningsnivåer mot eventuell bebyggelse

Strålningsnivå på 15 meter, pölbrand vid olycka på Roslagsvägen

50 % - percentil: 26 kW/m²

95 % - percentil: 51 kW/m²

⁵ Information om LC₅₀ och toxikologi återfinns i Bilaga 2.

3.4.5 Antal omkomna

För att kunna beräkna samhällsrisken har antal omkomna inom området beräknats.

Befolkningstätheten har definierats till 2 500 personer/km² inom det aktuella området enligt rekommendationer från Räddningsverket, (Räddningsverket, 1996).

För att kunna genomföra beräkningarna har följande antaganden gjorts:

- Dygnet delas upp i dag och natt. Dag definieras mellan 06:00 – 22:00 och natt mellan 22:00 – 06:00.
- Under natt antas befolkningstätheten vara 10 % av befolkningstätheten för dag.
- 30 % av befolkningen antas vistas ute inom aktuellt område. Detta gäller oavsett tidpunkt på dygnet.
- Vid beräkning av konsekvens vid händelse av explosion bedöms 3/5 av de personer som vistas i en byggnad omkommer om byggnaden ligger inom konsekvensområdet.

Kvoten 15/360 används för att beräkna arean som berörs av en viss händelse som är beroende av vind för att orsaka konsekvenser. De scenarier som ej påverkas av vind och som inträffar längs Roslagsvägen korrigeras med en faktor på 0,5 på grund av att det endast är ena sidan av vägen som innefattas vid beräkning. Vidare sker beräkningarna enligt Formel 1.

$$n = \pi * r^2 * N * \frac{15}{360} - \text{för scenarier som påverkas av vind.}$$

samt

$$n = \pi * r^2 * N * \frac{180}{360} - \text{för scenarier som ej påverkas av vind.}$$

Formel 1 – beräkningsförfarande för antalet personer som antas omkomma vid en eventuell olycka.

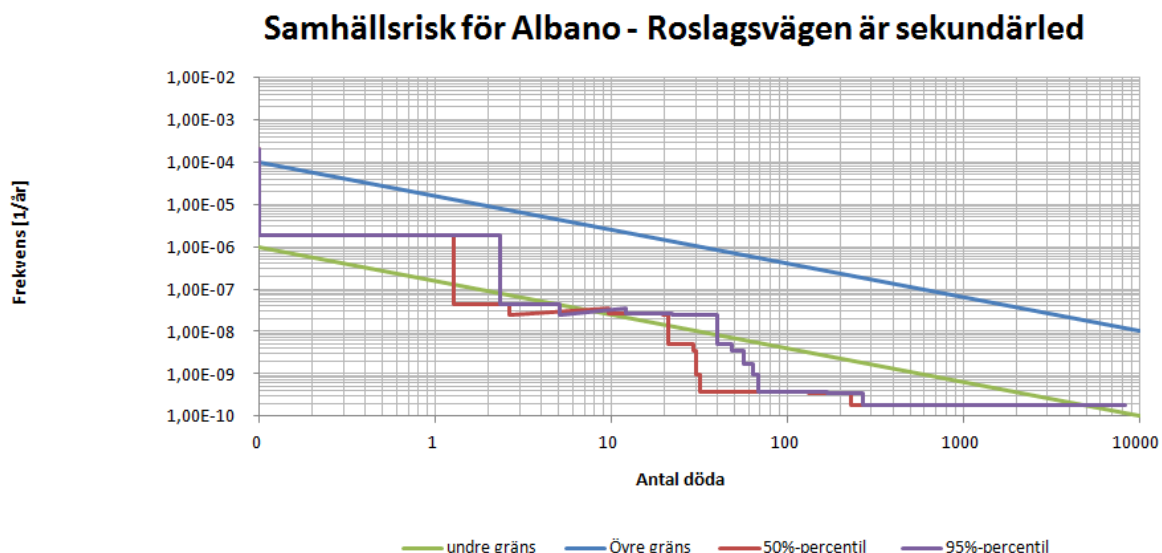
där

n	antalet omkomna personer, [personer]
r	riskavstånd, [km]
N	befolkningstätheten, [personer/km ²].

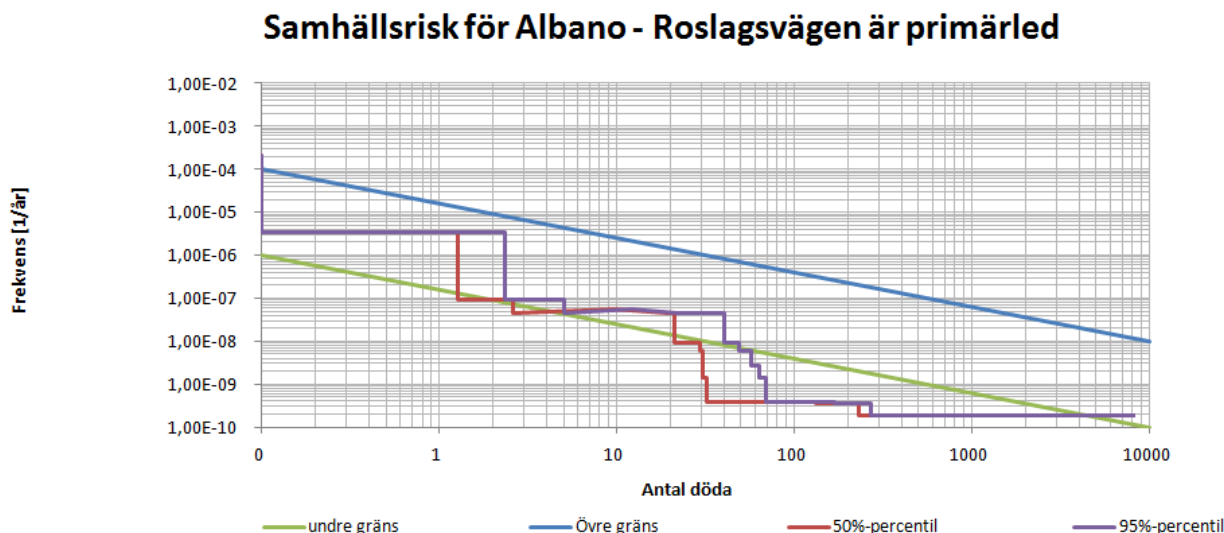
3.5 Riskberäkning

3.5.1 Samhällsrisk avseende Roslagsvägen, Roslagsbanan och Värtabanan

Risken har enligt gängse normer valts att uttryckas i ett F/N-diagram för att beskriva samhällsrisken. Samhällsrisken för det aktuella området är uppdelat på Roslagsvägens framtida klassificeringsmöjligheter som transportled av farligt gods och beskrivs i Figur 8 och Figur 9. Samhällsrisken presenteras dels som en 50 % - percentil samt som en 95 % - percentil. I diagrammen har även acceptanskriterier från DNV infogats med undre och övre gräns.



Figur 8 - Samhällsrisk som ett F/N-diagram för 50 % - percentil samt för 95 % - percentil för området Albano under förutsättning att Roslagsvägen omklassificeras till sekundär transportled för farligt gods.



Figur 9 - Samhällsrisk som ett F/N-diagram för 50 % - percentil samt för 95 % - percentil för området Albano under förutsättning att Roslagsvägen behåller sin klassificering som primär transportled för farligt gods.

Resultat från beräknad samhällsrisk

Utifrån genomförda beräkningar av samhällsrisk för aktuellt området, framgår det att risknivån ligger under eller inom ALARP-området för både 50 % - percentilerna och för 95 % - percentilerna oavsett om Roslagsvägen omklassificeras till sekundär transportled eller behåller sin nuvarande klassificering som primär sekundärled. Åtgärder bör således vidtagas så länge åtgärderna bedöms vara rimliga ur ett kostnads/nyttos- perspektiv. Vidtagna åtgärder bör syfta till att minska risken vid händelse av olycka med farligt gods inom ADR-klass 2 och 3. Vidare är urspårningsrisken för Roslagsbanan låg men kan kraftigt påverka bebyggelse som placeras i nära anslutning till spåren. I resultatet har även Faveos samhällsrisk avseende Värtabanans överdäckning adderats.

3.5.2 Individrisk avseende Roslagsvägen och Roslagsbanan

Individriska har beräknats genom att addera olycksfrekvensen för de scenarier som har ett konsekvensområde som påverkar området och som orsakar död. Individriska med hänsyn till avstånd presenteras i Tabell 11.

Tabell 11 – Individriska för området Albano med hänsyn till avstånd från vägmitt respektive spårmit.

Individriska	Sekundärled		Primärled	
avstånd,[m]	50 % - percentil	95 % - percentil	50 % - percentil	95 % - percentil
>300	$1,87 \times 10^{-11}$	$1,74 \times 10^{-9}$	$3,43 \times 10^{-11}$	$3,18 \times 10^{-9}$
200-300	$1,74 \times 10^{-9}$	$4,17 \times 10^{-9}$	$3,18 \times 10^{-9}$	$7,63 \times 10^{-9}$
100-200	$2,33 \times 10^{-8}$	$2,40 \times 10^{-8}$	$4,15 \times 10^{-8}$	$4,28 \times 10^{-8}$
0-100	$1,86 \times 10^{-6}$	$1,86 \times 10^{-6}$	$3,39 \times 10^{-6}$	$3,40 \times 10^{-6}$

Resultat från beräknad av individriska

För 50 % - percentilerna och 95 % - percentilerna ligger risknivån i den lägre regionen av ALARP enligt de nivåer som DNV definierat. Liksom vid samhällsriska är det ingen större skillnad om Roslagsvägen är sekundär eller primär transportled för farligt gods.

Som jämförelse till framräknade individriska återfinns en jämförelse mellan olika olycksrisker i bilaga 2.

3.6 Åtgärdsförslag

Enligt avsnitt 3.5 är samhällsriskerna och individriskerna inom ALARP-området och åtgärder bör vidtagas så länge dessa bedöms vara rimliga ur ett kostnads/nytto- perspektiv.

Nedan beskrivs vilka åtgärder som föreslås för att reducera risknivån. Åtgärdsförslagen grundar sig på i denna handling redovisade scenario, riskbedömning presenterad av Faveo samt rekommendationer från Banverket för underhåll av Roslagsbanan. Föreslagna åtgärder gäller oavsett framtida klassificering av Roslagsvägen. Detta med hänsyn till att skillnaden i risknivå är liten och de föreslagna åtgärderna reducerar primärt konsekvenserna vid en eventuell olycka.

3.6.1 Utformning längs Roslagsvägen

Topografi och stadigvarande vistelse

Planerad topografi i anslutning till Roslagsvägen skall utformas så att läckage av brandfarliga vätskor förhindras att rinna mot bebyggelsen. Längs vägen skapas en vall, dike eller annan höjdskillnad mot vägbanan om minst 0,5 meter.

Inom ett avstånd av 10 meter från Roslagsvägens väggkant skall markanvändningen utformas så att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

Begränsande åtgärder längs Roslagsvägen

Begränsande åtgärder är att plantera träd mellan Roslagsvägen och bebyggelse. Träden bör ha en krondiameter av minst 5 meter och själva ridån ha ett djup av minst två trädrader, (Boverket, Räddningsverket, 2006). Genom anläggande av träd skapas en skärm som skyddar mot brandspridning och absorbera en del splitter och föremål samt en del av trycket som kan uppstå vid en explosion eller BLEVE.

Alternativ till att plantera träd är att uppföra en tät mur eller plank. Muren eller planket bör vara minst 2 meter hög, (Boverket, Räddningsverket, 2006). Vidare kan ett dike begränsa omfattningen av en pölbrand genom att påverka pölens utbredning och form.

I bilaga 4 återfinns beräknade strålningsnivåer som kan förväntas uppkomma med hänsyn till planterade träd eller uppförd mur/plank. Strålningsnivån uppskattas att reduceras 20 % med hänsyn till att träd eller mur/plank absorberar strålning från flammans nedre region där temperaturen är som störst.

Skyddad fasad

För att reducera konsekvenserna av strålning från en olycka med brandfarlig vätska, jetflamma, fördröjd antändning och BLEVE skall fasader vända mot Roslagsvägen, belägna inom ett kortare avstånd än 25 meter från väggkant, utföras med obrännbar fasad alternativt med begränsad mängd brännbart material i mindre fält som bryts med obrännbart material till skydd mot brandspridning. Om träd planteras eller mur/plank anläggs mellan Roslagsvägen och bebyggelse skall fasader vända mot Roslagsvägen, belägna inom ett kortare avstånd än 20 meter från väggkant, utföras med obrännbar fasad alternativt med begränsad mängd brännbart material i mindre fält som bryts med obrännbart material till skydd mot brandspridning.

Fönster i fasad

Fönsterarean i fasader, vända mot Roslagsvägen inom ett kortare avstånd än 30 meter från Roslagsvägens väggkant, skall begränsas och fönsterlösningarna skall klara hög värmestrålning. Fönster bör utformas i lägst brandklass EI 30. Med hänsyn till en eventuell flammans höjd och utbredning gäller rekommendationen på brandtekniska fönster upp till 15 meter. Om träd planteras eller mur/plank anläggs skall fönster vända mot Roslagsvägen, belägna inom ett kortare avstånd än 20 meter från väggkant, klara hög värmestrålning. Fönster bör utformas i lägst brandklass EI 30

Verksamhet inom planerad bebyggelse

Verksamhet inom lokaler som är belägna inom ett kortare avstånd än 30 från Roslagsvägens vägkant, bör utgöras av arbetsplatser så som kontor. Utifrån detta bör samlingslokaler, bostäder, hotell etc. ej förläggas närmare Roslagsvägens vägkant än 25 meter.

3.6.2 Fritt avstånd mellan Roslagsbanan och bebyggelse

Minsta fria avstånd mellan Roslagsbanan och närbelägna byggnader bör med hänsyn till rådande risknivå och möjlighet till underhåll av spåren ej förläggas närmre än 15 meter.

Vidare bör någon typ av avkörningsskydd anläggas för att skydda framtida byggnader med hänsyn till tågens höga hastighet och spårens dragning i förhållande till området.

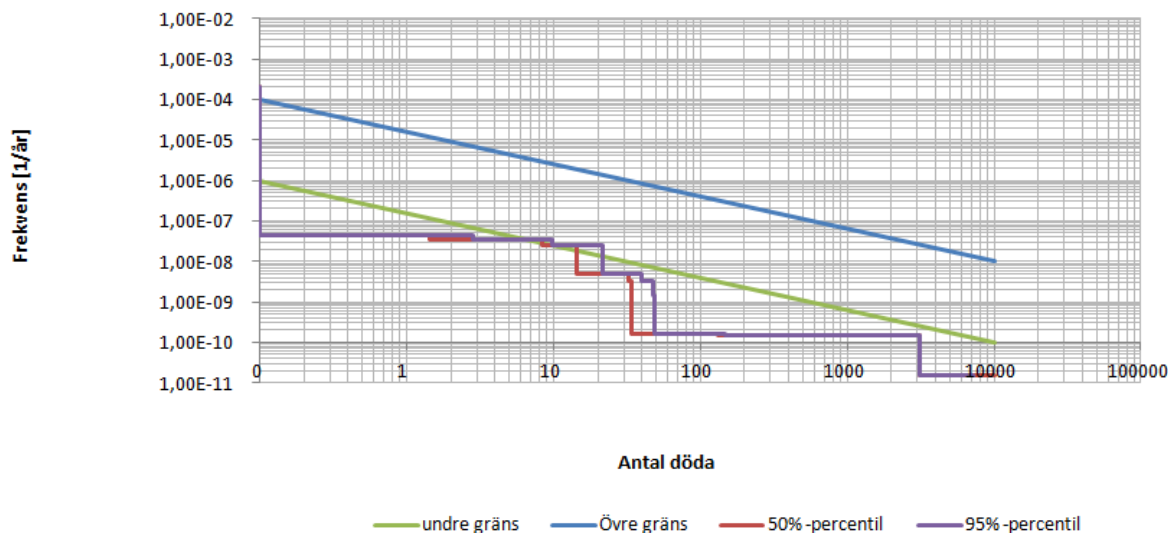
3.6.3 Utformning med hänsyn till tunnel för Värtabanan

- Byggnaderna grundläggs fristående från tunnelkonstruktionen.
- Byggnaderna placeras på ett minsta avstånd av 2 meter från tunnelväggen med bärande längsgående väggar alternativt ej rasdämpande byggnader på ett minsta avstånd av 8 meter.
- Byggnader som innehåller lokaler för samlingslokaler, bostäder eller hotell placeras med fasader på ett avstånd som överstiger 25 meter till tunnelkonstruktionens mynnningar.
- Inga personintensiva verksamheter i utrymmen under mark som ansluter direkt mot tunnelkonstruktionen.

3.6.4 Samhällsrisk och individrisk med åtgärder

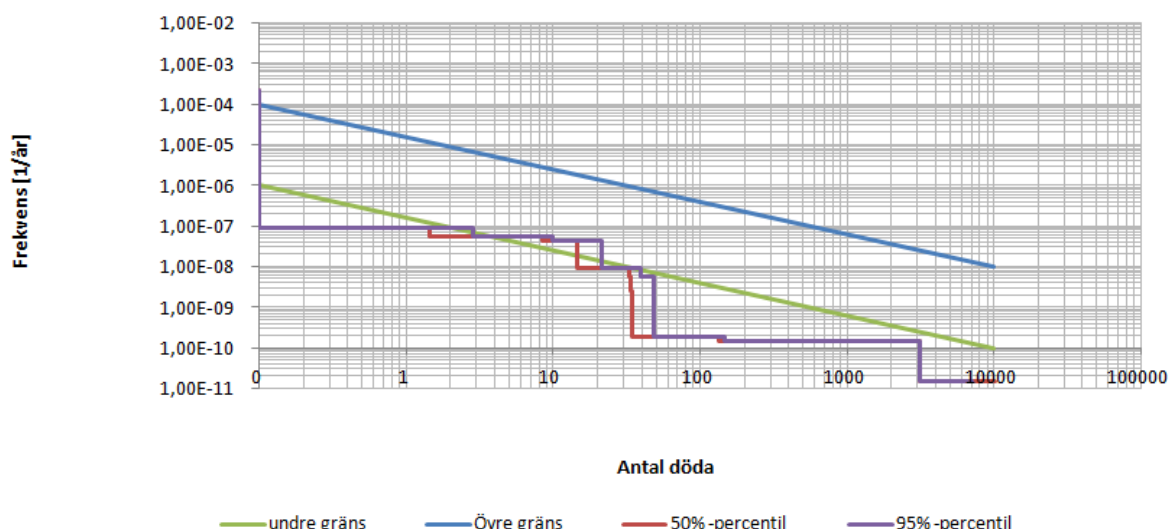
I Figur 11 och 12 redovisas samhällsrisk om förslagna åtgärder beaktas i detaljplaneprocessen och i vidare projekteringsarbete.

Samhällsrisk för Albano - Roslagsvägen är sekundärled



Figur 10 - Samhällsrisk med vidtagna skyddsåtgärder om Roslagsvägen omklassificeras till sekundär transportled för farligt gods.

Samhällsrisk för Albano - Roslagsvägen är primärled



Figur 11 - Samhällsrisk med vidtagna skyddsåtgärder om Roslagsvägen har kvar klassificeringen som primär transportled för farligt gods.

Figur 11 och 12 redovisar att risknivån för aktuellt område hamnar under eller inom den lägre regionen av ALARP-området. Detta innebär att risknivån kan accepteras med hänsyn vidtagna åtgärder, utifrån ett kostnads/nytto- perspektiv. Detta ligger i linje med rimlighetsprincipen som Räddningsverket hänvisar till vid värdering av risk.

Beräkningarna är genomförda genom att reducera befolkningstätheten mellan Roslagsvägen, reducerad konsekvens av strålning från pölbrand, jetflamma och fördröjd antändning genom att skydda fasader och anlägga konsekvensreducerande skydd bestående av träd eller plank/mur.

Individrisk med åtgärder blir för både 50 % - percentilerna och 95 % - percentilerna under den lägre nivån definierad av DNV. Individrisk efter riskreducerande åtgärder presenteras Tabell 12.

Tabell 12 – individrisk för området Albano med hänsyn till avstånd från vägmitt/spårmitt efter vidtagna riskreducerande åtgärder.

Individrisk	Sekundärled		Primärled	
avstånd, [m]	50 % - percentil	95 % - percentil	50 % - percentil	95 % - percentil
>300	$1,87 \times 10^{-11}$	$1,74 \times 10^{-9}$	$3,43 \times 10^{-11}$	$3,18 \times 10^{-9}$
200-300	$1,74 \times 10^{-9}$	$3,46 \times 10^{-9}$	$3,18 \times 10^{-9}$	$6,33 \times 10^{-9}$
100-200	$2,33 \times 10^{-8}$	$2,33 \times 10^{-8}$	$4,15 \times 10^{-8}$	$4,15 \times 10^{-8}$
0-100	$4,31 \times 10^{-8}$	$4,31 \times 10^{-8}$	$7,69 \times 10^{-8}$	$7,69 \times 10^{-8}$

3.7 Känslighets- och osäkerhetsanalys

I en riskanalys av detta slag finns i det närmaste ett gränslöst antal mer eller mindre osäkra parametrar.

Osäkerheterna i analysen är omfattande. Detta gäller främst vid uppskattningen av sannolikheten för att en farlig gods olycka skall inträffa inom det studerade området. Statistiken över farligt gods olyckor med läckage på väg bedöms ej vara tillfredställande. Detta beror till stor del på att det, lyckligtvis, inte har inträffat något större antal olyckor de senaste åren på svenska vägar. Det är även olämpligt att använda sig utav olycksstatistik från andra länder eftersom deras infrastrukturer kan skilja sig markant från den i Sverige.

Det har gjorts ett flertal antaganden där det saknats fakta om olika faktorerers frekvenser. De antaganden som gjorts är därför konservativt gjorda för att på så sätt vara på den säkra sidan vid riskvärdering och förslag till riskreducerande åtgärder.

Då konsekvensanalysen grundar sig på statistiska fördelningar istället för diskreta värden, 10 000 iterationer för varje scenario, både 50 % - och 95 % - percentilen används som bedömningsgrund och de ingående parametrarnas fördelning valts så verklighetstroga som möjligt, leder till att osäkerheterna ej bedöms påverka värderingen av riskerna på ett sådant sätt att riskerna underskattas.

Vad gäller de mest kritiska parametrarna för känslighetsanalysen har hålarea, flödeskoefficient samt bränslemängd identifierats från genomförda simuleringar med @Risk. Genom att få bättre statistik kring dessa parametrar kan osäkerheterna reduceras.

Beräknade konsekvensområden, enligt nyttjat probabilistiskt angreppssätt, har jämförts mot konsekvensområde beräknade via deterministiska angreppssätt. Det är främst strålning från pölbrand som har undersökts då sannolikheten för en olycka med brandfarlig vätska är störst. För att ytterligare kontrollera beräkningsförfarandet har även konsekvensområde vid explosion verifierats deterministiskt. Beräkningarna visar att konsekvensområdena enligt ett probabilistiskt angreppssätt är konservativare än konsekvensavstånd vid ett deterministiska angreppssätt. Genomförda kontrollberäkningar återfinns i bilaga 3.

4 SLUTSATSER

Resultatet av beräkningarna visar att risknivån är relativt hög och i vissa fall bör åtgärder vidtagas. Risknivån är sådan att man bör sträva efter att sänka den med rimliga medel så långt det är möjligt. Störst bidrag till risknivån medför olyckor som leder till utsläpp av brandfarlig vätska samt brandfarlig gas. Ursparning av godståg längs Roslagsbanan har ingen direkt påverkan på aktuellt område.

För Värtabanan gäller att krav ställs på bärförmåga och konstruktion av intunnlingen samt åtgärder vidtas vid tunnelmynningarna, det ställs också krav på grundläggning, bärförmåga och utformning för byggnader i anslutning till intunnlingen.

En framtida klassificering av Roslagsvägen som transportled för farligt gods har ingen markant ökad påverkan på risknivån för aktuellt område. Föreslagna åtgärder gäller således oavsett om Roslagsvägens klassificeras som primär eller sekundär transportled för farligt gods.

För att en risknivå ska anses vara acceptabel inom Albano skall följande åtgärder vidtagas:

Åtgärder i anslutning till Roslagsvägen

- Inom ett avstånd av 10 meter från Roslagsvägens väggkant skall markanvändningen utformas så att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Längs vägen skall en vall, dike eller annan höjdskillnad mot vägbanan om minst 0,5 meter i avsikt att förhindra brandfarliga vätskor att rinna mot bebyggelsen skapas.
- Fasader vända mot Roslagsvägen, belägna inom ett kortare avstånd än 25 meter från väggkant, skall utföras med obrännbar fasad alternativt med begränsad mängd brännbart material i mindre fält som bryts med obrännbart material till skydd mot brandspridning.
- Fönsterarean i fasader, vända mot Roslagsvägen inom ett kortare avstånd än 25 meter från Roslagsvägens väggkant, skall begränsas och fönsterlösningarna skall klara hög värmestrålning. Fönster bör utformas i lägst brandklass EI 30.
- Samlingslokaler, bostäder eller hotell skall ej förläggas närmare Roslagsvägens väggkant än 25 meter.

Alternativa åtgärder i anslutning till Roslagsvägen

- En tät mur eller ett plank placeras mellan Roslagsvägen och bebyggelsen. Muren eller planket skall vara minst 2 meter högt.
- Inom ett avstånd av 10 meter från Roslagsvägens väggkant skall markanvändningen utformas så att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Längs vägen skall en vall, dike eller annan höjdskillnad mot vägbanan om minst 0,5 meter i avsikt att förhindra brandfarliga vätskor att rinna mot bebyggelsen skapas.
- Fasader vända mot Roslagsvägen, belägna inom ett kortare avstånd än 20 meter från väggkant, skall utföras med obrännbar fasad alternativt med begränsad mängd brännbart material i mindre fält som bryts med obrännbart material till skydd mot brandspridning.
- Fönsterarean i fasader, vända mot Roslagsvägen inom ett kortare avstånd än 20 meter från Roslagsvägens väggkant, skall begränsas och fönsterlösningarna skall klara hög värmestrålning. Fönster bör utformas i lägst brandklass EI 30.
- Samlingslokaler, bostäder eller hotell skall ej förläggas närmare Roslagsvägens väggkant än 25 meter.

Åtgärder i anslutning till Roslagsbanan

- Minsta fria avstånd mellan Roslagsbanans spårkant och närbelägna byggnader bör med hänsyn till rådande risknivå och möjlighet till underhåll av spåren ej förläggas närmre än 15 meter.
- Avkörningsskydd i form av skyddsräler bör anläggas för att skydda framtida byggnader med hänsyn till tågens höga hastighet och spårets dragning i förhållande till området.

Åtgärder i anslutning till tunnel för Värtabanan

- Byggnaderna grundläggs fristående från tunnelkonstruktionen.
- Byggnaderna placeras på ett minsta avstånd av 2 meter från tunnelväggen med bärande längsgående väggar alternativt ej rasdämpande byggnader på ett minsta avstånd av 8 meter.
- Byggnader som innehåller lokaler för samlingslokaler, undervisning, bostäder eller hotell placeras med fasader på ett avstånd som överstiger 25 meter till tunnelkonstruktionens mynningar.
- Inga personintensiva verksamheter skall förläggas i utrymmen under mark som ansluter direkt mot tunnelkonstruktionen.

Förslag till planbestämmelser

Nedan förtydligas hur skydd kan beskrivas i planbestämmelser.

- Ett område med ett avstånd om 25 meter från Roslagsvägens vägkant skall utgöra skyddsområde mellan vägtrafik och bebyggelse.
- Mark inom skyddsområde med ett avstånd < 10 meter från Roslagsvägens vägkant skall inte utformas för stadigvarande vistelse.
- Inom skyddsområde mot Roslagsvägen skall en vall, dike eller annan höjdskillnad mot vägbanan om minst 0,5 meter skapas i det fall bebyggelsen är belägen lägre än minst 0,5 meter över vägbanan.
- Inom skyddsområde mot Roslagsvägen skall entréer och utrymningsvägar placeras bort från vägen.
- Bebyggelse inom skyddsområde mot Roslagsvägens skall utföras med obrännbara material eller med en mycket begränsad mängd brännbara fasadmaterial.
- Bebyggelse inom skyddsområde mot Roslagsvägens skall utföras med en begränsad mängd fönsterarea. Eventuella fönster skall utföras i lägst klass EI 30 och ej öppningsbara.
- Bebyggelse inom skyddsområdet mot Roslagsvägen skall inte omfatta samlingslokaler, undervisningslokaler, bostäder eller hotell om inte särskilda åtgärder säkerställer en eroderlig skyddsnivå.
- Ett område med ett avstånd om 15 meter från Roslagsbanans spårkant utgör skyddsområde mellan tågtrafik och bebyggelse.
- Mark inom skyddsområde med ett avstånd < 15 meter från Roslagsbanans spårkant skall inte utformas för stadigvarande vistelse.
- Bebyggelse i anslutningen mot intunnlingen av Värtabanan skall utföras med fristående bärande konstruktioner.
- Bebyggelse i anslutningen mot intunnlingen av Värtabanan skall utföras med rasdämpande konstruktioner där avståndet understiger 8 meter från tunnelkonstruktionen.
- Bebyggelse i anslutningen mot intunnlingen av Värtabanan skall grundläggas på ett avstånd om minst 2 meter från tunnelkonstruktionen.
- Bebyggelse som omfattar samlingslokaler, undervisningslokaler, bostäder eller hotell skall förläggas med fasader på ett avstånd som överstiger 25 meter till tunnelkonstruktionens mynningar.
- Bebyggelse i anslutningen mot intunnlingen utformas så att lokaler för personintensiva verksamheter inte planeras till delar under mark mot tunnelkonstruktionen.

De sammantagna slutsatserna av den fördjupade riskanalysen är att om föreslagna åtgärder vidtas och byggnaderna placeras enligt förslaget bedöms risknivån vara acceptabel.

Briab – Brand och Riskingenjörerna AB

Fredrik Carlsson
Civilingenjör Riskhantering

Johan Norén
Civilingenjör Riskhantering

5 LITTERATURFÖRTECKNING

- AB Storstockholms Lokaltrafik. (u.d.). *AB Storstockholms Lokaltrafik*. Hämtat från tidtabell över Roslagsbanans avgångar: http://sl.se/ficktid/vinter/VL27-29_b.pdf den 03 mars 2009
- Alexandersson. (2006). *Vindstatistik för Sverige 1961-2004*. SMHI metrologi.
- Banverket. (2004). *Markanvändning i järnvägens närhet, version 2004-12-12*. Stockholm: Banverket.
- Boverket, Räddningsverket. (2006). *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner – vägledningsrapport*. Karlstad.
- BSK Arkitekter. (2008). *Planområdesavgränsningar*. Stockholm: BSK Arkitekter.
- CHRISTENSEN & CO. (2009). *Campus Albano - Albano hus B*. Köpenhamn: CHRISTENSEN & CO arkitekter.
- CHRISTENSEN & CO, a. (2009). *ALBANO HUS B - Riskåtgärder*. BSK arkitekter, CHRISTENSEN & CO arkitekter, NIVÅ L andskapsarkitektur.
- CPR. (1999). *CPR 18E – Guidelines for Quantitative Risk Analysis*. Committé for the prevention of disaster.
- Eniro.se. (u.d.). *Karta över området Albano*. Hämtat från www.eniro.se den 01 juni 2008
- Faveo Projektledning AB. (2011). *Riskbedömning, FAGO-påverkan på bebyggelse i Albano i närheten av Värtabanan*. Stockholm: Akademiska Hus.
- FOA. (1998). *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gas och vätskor – metoder för*. Stockholm: Försvarets Forskningsantalt.
- Fréden, S. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen, Rapport 2001:15*. Stockholm: Banverket.
- Jacobsson, L. (2001). *Tolerabel risk*. Stockholm: IPS - Intresseföreningen för processäkerhet.
- Kommunstyrelsen Stockholm Stad. (2007). *Utlåtande 2007:18 RII(Dnr 311-4312/2006), Detaljplan för*. Stockholm: Kommunstyrelsen Stockholm Stad.
- Langéén, Larsson. (2006). *Övergripande Riskanalys-förhandskopia, Norra Station, Karolinska Sjukhuset och karolinska Institutet*. Stockholm: WSP Brand- och Riskteknik.
- Länsstyrelsen Stockholm Län. (2004). *Länsstyrelsens i Stockholms län lokala trafikföreskrifter om transport av visst farligt gods på Södra Länken, i Hammarby sjöstad och i Sicklaområdet, Nacka och Stockholms kommuner*. Stockholm.
- Länsstyrelsen Stockholms län. (u.d.). *Länsstyrelsen Stockholms län*. Hämtat från Information rörande riksintresse: http://www.ab.lst.se/templates/InformationPage___4489.asp den 17 februari 2009
- Norén, J. (2008). *Grovanalys av risker vid nyexploatering av området Albano*. Stockholm: Briab-Brand & Riskingenjörerna AB.
- Palisade Corp. (2008). *Users guide @RISK 5*. Palisade Corp.
- Purdy, G. (1993). *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*. 33.
- Ramböll. (2006). *Spårbehovsanalys - Värtabanan*. Stockholm: Banverket Östra Banregionen.
- Roslagståg AB. (u.d.). *Roslagståg AB*. Hämtat från Information rörande roslagbanan: <http://www.roslagstag.se> den 26 februari 2009
- Räddningsverket. (1996). *Farligt gods - riskbedömning vid transport- Handbok för riskbedömning av transporter med fatligt gods på väg och järnväg*. Karlstad: Räddningsverket.
- Räddningsverket. (2007). *Räddningsverket*. (Räddningsverket) Hämtat från Kartor – Trafikflödet på väg september 2006: http://www.srv.se/templates/SRV_Page___21928.aspx den 06 05 2008
- Räddningsverket. (1996). *Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods*. Karlstad: Räddningsverket.
- Räddningsverket. (1997). *Värdering av risk*. Karlstad: Räddningsverket.
- Sanglén. (2005). *Riskanalys av farligt godsled i Kalmar - Rekommendationer med avseende på detaljplan Södra vägen*.
- SIKA statistik. (2008). *Kollektiva och samhällsbetalda resor 2007, Rapport 2008:30*. Stockholm: SIKA statistik.
- SIKA statistik. (2005). *Prognoser för godstransport 2020, rapport: 2005:9*. Stockholm: SIKA statistik.
- Svensk författningssamling. (2010). *Lag (2010:900) om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, m.m ändringar till och med SFS 2011:795*. Svensk författningssamling.
- Svensk författningssamling. (1998). *Miljöbalk (1998:808) med ändringar t.o.m. SFS 2009:652*. Svensk författningssamling.

Svensk författningssamling. (2010). Plan- och bygglag (2010:900) med ändringar till och med SFS 2011:795. Svensk författningssamling.
Wikipedia. (2008). *Albano*. Hämtat från <http://sv.wikipedia.org/wiki/Albano> den 08 maj 2008
Wiktorsson. (2006). *Handbok - Plankorsningar, BVH 701, version 2*. Stockholm: Banverket.
Vägverket. (den 31 december 2007). *Trafikflöde på Svenska vägar*. (Vägverket) Hämtat från Trafikflöde på Svenska vägar: http://www3.vv.se/traf_flode/abonnemanginfo4.htm den 03 mars 2009
Vägverket. (2004). *Trafikprognos vid färdigställande av Norra Länken*. Stockholm: Vägverket.
ÖSA. (2004). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen*. Malmö: Öresund Safety Advisor.

5.1 Muntliga källor och e-post korrespondens

Larsson, L-H., Roslagståg AB, e-post korrespondens, 2009-02-27

Paulin – Hansson, O., fysisk planerare vid Länsstyrelsen Stockholm län, räddnings- och säkerhetsavdelning, telefonkontakt, 2009-02-27 & 2009-03-02

Olsson, C., Expertstöd samhälle Stockholm, Banverket, telefonkontakt och e-postkorrespondens, 2009-02-27