

Risikanalyis för detaljplan
Mora Kommun
Mora

Risikanalyis avseende transporter av farligt gods, genomfarten Mora

Status	Slutlig
Utgåva	1
Datum	2017-05-22
Uppdragsbeteckning	4075,000
Handlingsbeteckning	FT8-01
Skapad	2017-05-22
Sidor	50
Uppdragsansvarig	Martina Ardenmark
E-post uppdragsansvarig	martina.ardenmark@firetech.se
Handläggare	Fabian Ardin
E-post handläggare	fabian.ardin@firetech.se
Handläggare	Mårten Markselius
E-post handläggare	marten.markselius@firetech.se

Uppdragsbeteckning 4075,000	Dokumentbeteckning FT8-01	Skapad 2017-05-22	Datum 2017-05-22	Utgåva 1	Sida 2 (50)
--------------------------------	------------------------------	----------------------	---------------------	-------------	----------------

Sammanfattning

Stadsbyggnadsförvaltningen Mora Orsa ska ta fram en detaljplan för att möjliggöra bostäder, kontor, mm på några platser längs genomfarten genom Mora. Genomfarten, E45/väg 70 är rekommenderad väg för farligt gods. Inom planområdet går även järnväg där transporter av farligt gods i dagsläget inte förekommer, men tidigare har förekommit och i framtiden också åter kan förekomma.

Mora kommun har givit FireTech Engineering AB i uppdrag att genomföra en riskanalys för sex platser inom planområdet (benämnda A-F) för att utreda risknivåer och vilka eventuella åtgärder som måste genomföras för att önskad bebyggelse ska vara möjlig.

Arbetet inleddes med en kvalitativ analys där förutsättningar för transporter av farligt gods genom Mora kartlades och förutsättningar för respektive område identifierades. Därefter genomfördes en inledande riskvärdering och på grund av den stora mängden farligt gods som kan förväntas transporteras genom Mora och de korta avstånd till transportleder som förekommer bedömdes risken initialt som hög för samtliga områden. Med anledning av detta har en fördjupad kvantitativ riskanalys genomförts för samtliga områden A-F.

Den bebyggelse och förändring av verksamhet som är aktuell på de områden som denna analys omfattar bedöms enbart medföra en marginell förändring av samhällsrisken för transporter av farligt gods genom Mora. Med anledning av detta har fokus i den fördjupade kvantitativa riskanalysen legat på individrisknivåerna för de olika områdena. Beräkningar av frekvenser och uppskattningar av konsekvensavstånd för olyckor med farligt gods har genomförts. För samtliga områden har individrisknivån till följd av transporter av farligt gods sedan kvantifierats och värderats. Hänsyn har tagits både till fall med enbart vägtransporter på E45/väg 70 och sådana fall då farligt gods även transporteras på järnvägen.

För samtliga undersökta områden (undantaget område E) har individrisknivån till följd av transporter av farligt gods för stora delar av områdena beräknats ligga i den övre delen av det så kallade ALARP-området. För att kunna använda dessa områden behöver därför riskreducerande åtgärder vidtas. Rekommendationer och ett antal åtgärder har därför föreslagits för dessa områden och finns redovisat i kapitel 6. Åtgärder som redovisas i kapitel 6 gäller etablering av nya verksamheter samt vid uppförande av nya byggnader.

Område E är beläget på ett sådant avstånd från transportlederna att individrisknivån har beräknats hamna under ALARP-området. Detta innebär att risknivån till följd av transport av farligt gods kan anses vara acceptabla. Det är FireTech Engineering AB:s bedömning att befintlig byggnad på område E kan användas för önskat ändamål utan att riskreducerande åtgärder med hänsyn till transporter av farligt gods genom Mora vidtas.

Uppdragsbeteckning 4075,000	Dokumentbeteckning FT8-01	Skapad 2017-05-22	Datum 2017-05-22	Utgåva 1	Sida 3 (50)
--------------------------------	------------------------------	----------------------	---------------------	-------------	----------------

1	ALLMÄNT	4
1.1	Bakgrund	4
1.2	Syfte och mål	4
1.3	Avgränsningar	4
1.4	Uppdragsgivare	4
1.5	Utgåva	4
1.6	Metod	4
2	RISKHÄNSYN I DEN FYSISKA PLANERINGEN	5
2.1	Planläggning vid transportleder för farligt gods i Dalarnas län	5
2.2	Kriterier för riskvärdering	5
3	BESKRIVNING AV PLANOMRÅDET	7
3.1	Område A (Stranden 17:8)	8
3.2	Område B (Stranden 54:2)	8
3.3	Område C (Stranden 54:1)	9
3.4	Område D (Stranden 54:5)	9
3.5	Område E (Stranden 64:1)	9
3.6	Område F (Stranden 54:3 och 54:4)	9
4	INLEDANDE KVALITATIV ANALYS	10
4.1	Översiktlig riskidentifiering	10
4.2	Transporter av farligt gods på E45/väg 70	10
4.3	Transporter av farligt gods på järnväg	12
4.4	Mora bangård	12
4.5	Bensinstation på område F	12
4.6	Grov bedömning av sannolikhet och konsekvens	13
4.7	Översiktlig riskbedömning och riskvärdering	16
4.8	Samhällsrisk	18
5	FÖRDJUPAD KVANTITATIV RISKANALYS	19
5.1	Reslutat individrisk	19
5.2	Riskvärdering	22
5.3	Osäkerheter	24
6	REKOMMENDATIONER OCH ÅTGÄRDER	25
7	SLUTSATS	29
8	REFERENSER	30
BILAGA A	FREKVENNS OCH SANNOLIKHETSBERÄKNING	31
A.1	Frekvens för farligt gods olycka på väg	31
A.2	Frekvensberäkning urspårning järnväg	37
A.3	Meteorologisk data	44
	Referenser bilaga A	45
BILAGA B	KONSEKVENSBERÄKNINGAR	46
B.1	Allmänt	46
B.2	ADR/RID Klass 2.1 – Brandfarlig gas	46
B.3	ADR/RID klass 2.1 – Giftig gas	47
B.3	ADR/RID klass 3 – Olycka med brandfarlig vätska	48
B.4	ADR/RID klass 5 - Olycka med oxiderande ämnen	48
B.4	ADR/RID klass 8 - Olycka med frätande ämnen	49
B.5	Mekanisk skada vid urspårning	49
	Referenser bilaga B	50

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	
4075,000	FT8-01	
Status	Skapad	Sida
Slutlig	2017-05-22	4 (50)
Signatur	Datum	Utgåva
Fabian Ardin	2017-05-22	1
Mårten Markselius		
Innehåll		
Riskanalys avseende farligt gods genomfarten Mora, Mora kommun		

1 Allmänt

1.1 Bakgrund

Stadsbyggnadsförvaltningen Mora Orsa ska ta fram en detaljplan för att möjliggöra bostäder, kontor, mm på några platser längs genomfarten genom Mora. Genomfarten, E45/väg 70 är rekommenderad väg för farligt gods. Inom planområdet går även järnväg där transporter av farligt gods kan förekomma.

Mora kommun har givit FireTech Engineering AB i uppdrag att genomföra en riskanalys för sex stycken platser inom planområdet (benämnda A-F) för att utreda risknivåer och vilka eventuella åtgärder som måste genomföras för att önskad bebyggelse ska vara möjlig.

1.2 Syfte och mål

Syftet är att föreliggande riskanalys ska kunna tjäna som beslutsunderlag vid genomförande och antagande av detaljplan för området.

1.3 Avgränsningar

Denna riskanalys behandlar enbart personsäkerheten för människor som vistas i områdena. Enbart risker förknippade med transporter av farligt gods har beaktats i denna analys.

Risker hos övriga verksamheter inom staden beaktas ej. Långvariga effekter på människors hälsa beaktas ej. Miljöeffekter (exempelvis buller och markföroreningar) beaktas ej.

1.4 Uppdragsgivare

Uppdragsgivare för detta dokument är Mora kommun.

1.5 Utgåva

Detta dokument utgör en första utgåva.

1.6 Metod

Riskbedömningen utfördes enligt det traditionella upplägget för kvantitativa riskbedömningar med; inventering och riskidentifiering, konsekvens- och sannolikhetsbedömning och slutligen en riskvärdering.

Inventering och riskidentifiering av närliggande verksamheter genomförs i dialog med Räddningstjänsten i Mora.

Konsekvens- och sannolikhetsbedömningar genomfördes inledningsvis kvalitativt. En kvantitativ riskanalys genomfördes för väg 45 och järnvägen som löper längs planområdet.

Värdering av risker görs med hjälp av konsekvensberäkningar. Beräknad risknivå jämförs med vedertagna kriterier avseende individrisk och samhällsrisk enligt Länsstyrelsen Dalarnas vägledning.

Eventuella riskreducerande åtgärder rekommenderades efter behov.

2 Riskhänsyn i den fysiska planeringen

Enligt plan- och bygglagen ska planläggning ske så att bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet och risken för olyckor.

2.1 Planläggning vid transportleder för farligt gods i Dalarnas län

I vägledning för planläggningen intill transportleder av farligt gods /1/ som tagits fram av Länsstyrelsen Dalarna anges avstånd från sådana leder där olika typer av bebyggelse och verksamheter kan accepteras utan att en fördjupad riskanalys genomförs. I Figur 1 nedan återges avstånd från vägledningen.

NÄRMRE ÄN 30 METER	30-70 METER	70-150 METER	ÖVER 150 METER
Odlingar	Bilservice	Bostäder i högst 2 plan	Bostäder i mer än 2 plan
Trafikytor	Industrier	Mindre samlingslokaler	Vård
Ytparkeringar	Mindre handel	Handel	Kontor i flera plan
Friluftsområden	Tekniska anläggningar	Mindre kontor (inte hotell)	Hotell
	Övrig parkering	Kultur- och idrottsanläggningar utan betydande åskådarpåplats	Skolor
	Lager		Större samlingslokaler
			Kultur- och idrottsanläggningar med betydande åskådarpåplats

Figur 1. Skyddsavstånd från transportleder för farligt gods som normalt kan godtas för olika typer av verksamheter. Från Länsstyrelsen Dalarnas utgivelse: "FARLIGT GODS riskhantering i fysisk planering - Vägledning för planläggning intill transportleder för farligt gods"

2.2 Kriterier för riskvärdering

Risk betraktas i denna riskanalys som produkten av sannolikhet (händelsefrekvens) och konsekvens. Med konsekvens avses konsekvenserna av en oönskad händelse eller olägenhet. Med händelsefrekvens avses ett mått på hur ofta denna händelse förväntas inträffa.

I denna handling beaktas individ- och samhällsrisker.

Med individrisk menas den risk som en enskild individ utsätts för när den vistas på en viss plats. Konsekvensen bedöms utifrån hur en enskild individ kan antas drabbas (avlida) av en händelse. Vid beräkning av individrisk antas i enlighet med Det Norske Veritas (DNV) rekommendationer om att individen har en genomsnittlig känslighet för risken, är kontinuerligt närvarande och befinner sig utomhus.

Med samhällsrisk menas den risk som alla personer i ett område utsätts för och konsekvenserna bedöms utifrån hur många personer som kan antas drabbas (avlida) av en händelse. Samhällsrisken ökar alltså om personantalet i området ökar.

I denna riskanalys värderas risknivåer (i enlighet med Länsstyrelsen Dalarnas vägledning) mot de kriterier som Det Norske Veritas (DNV) har föreslagit.

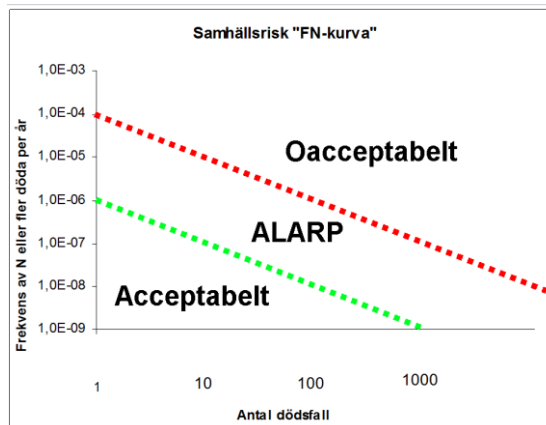
2.2.1 Individrisk

Acceptanskriterier för individrisk är 10^{-7} som undre gräns och 10^{-5} som övre gräns /2/. Mellan dessa finns ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable) där risker kan förebyggas om det anses rimligt. Då individrisk utgör den risk som en person i en viss punkt kontinuerligt utsätts för påverkas denna parameter ej av typ av verksamhet.

2.2.2

Samhällsrisk

Samhällsrisk presenteras ofta i en s.k. "FN-kurva". I "FN-kurvan" redovisas sambandet mellan sannolikheten för att en olycka skall inträffa och antalet omkomna som en konsekvens av denna olycka. Eftersom denna handling endast syftar till att beskriva förhållanden för aktuellt planområde är det formellt sett en typ av "grupprisk" som studeras – i rapporten används endast det generella begreppet samhällsrisk. I Figur 2 nedan presenteras kriterier för riskvärdering enligt DNV.

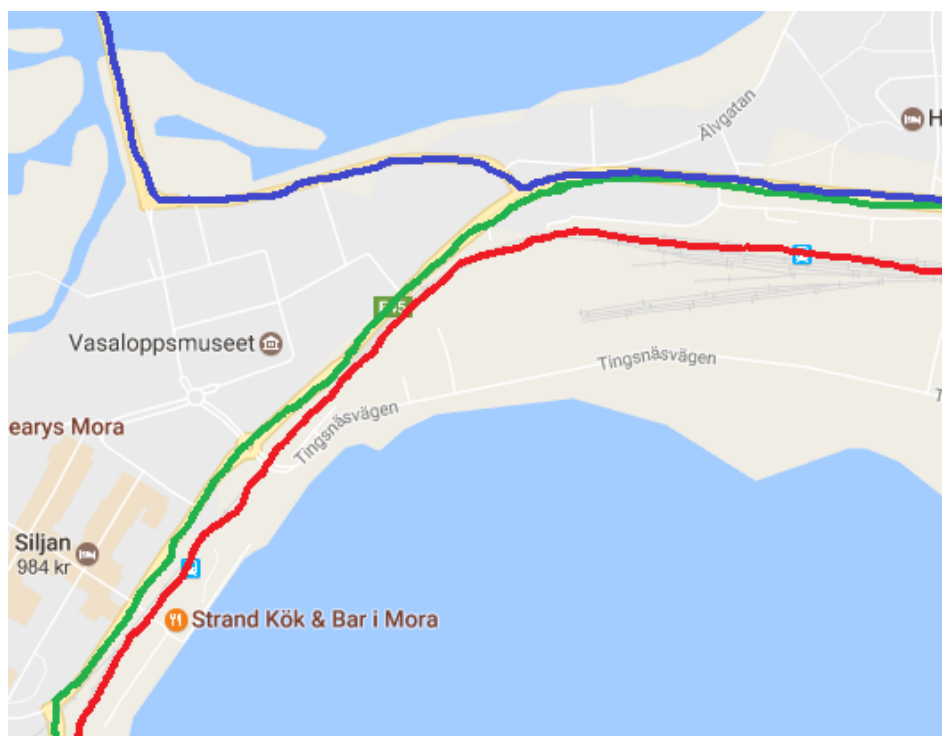


Figur 2. Acceptanskriterier för samhällsrisk. Det område som är beläget mellan de båda begränsningslinjerna för oacceptabel risk och för låg (acceptabel) risk benämns "ALARP" (As Low As Reasonably Practicable). Området anger ett intervall inom vilket kostnad/nyttovärdering eller annan optimering bör användas för att sträva efter att ytterligare sänka risknivån. Då samhällsrisken beror på antalet personer inom området som påverkas av en risk så finns en direkt koppling mellan samhällsrisken och typ av verksamhet.

3 Beskrivning av planområdet

Genom centrala Mora sträcker sig E45 och väg 70 vilka utgör rekommenderade leder för transporter av farligt gods. Även järnväg sträcker sig genom tätorten och går ungefärligen parallellt med E45. Även på järnvägen kan transporter av farligt gods förväntas förekomma.

Sträckning för E45, väg 70 och järnväg genom Mora åskådliggörs i Figur 3 nedan.



Figur 3. Sträckning av E45 (grön linje), väg 70 (blå linje) och järnväg (röd linje) genom centrala Mora. Norr är uppåt i figur. Söder om järnvägen är Mora bangård belägen.

Planområdets omfattning åskådliggörs i Figur 4. Sex platser inom området ska behandlas i riskanalysen, dessa benämns A-F och har markerats i Figur 4 nedan. Figur 4 och Figur 3 åskådliggör samma geografiska område.



Figur 4. Ungefärlig avgränsning för detaljplan genomfarten inom blått streckat område. De områden som riskanalysen omfattar har markerats i orange färg och namngivits med bokstäver.

Nedan presenteras en beskrivning av respektive område. Avstånd mellan riskkällor och områdena redovisas i kapitel 4.

3.1

Område A (Stranden 17:8)

Området är i dag obebyggt men det kan bli aktuellt med bostadsbebyggelse samt mindre butiker i bottenplan. En föreslagen disposition av området har erhållits och åskådliggörs i Figur 5 nedan. Cirkulationsplats är planerad och finns i dagsläget inte. I närheten av området finns en plankorsning där järnvägen korsar väg E45.

Avstånd mellan järnväg och området uppgår till cirka 40 meter och till följd av den planerade cirkulationsplatsen kommer E45 att vara belägen precis intill området, se Figur 5 nedan.



Figur 5. Förslagen disposition av område A. Bild: Mora kommun.

3.2

Område B (Stranden 54:2)

Området används i dagsläget för restaurangverksamhet och kontor. Planer finns på att omvandla delar av fastigheten till bostäder.

Uppdragsbeteckning 4075,000	Dokumentbeteckning FT8-01	Skapad 2017-05-22	Datum 2017-05-22	Utgåva 1	Sida 9 (50)
--------------------------------	------------------------------	----------------------	---------------------	-------------	----------------

Norr om området är E45 belägen. Avståndet mellan den befintliga byggnaden och vägen är cirka 10 meter. Ingen barriär eller något dike finns mellan vägbanan och byggnaden. Vägbanan är belägen högre än område B, cirka 1 meter. Ytor mellan vägen och byggnaden är hårdgjorda och asfalterade.

Omkring 15 meter söder om byggnaden sträcker sig järnvägen. Inga barriärer eller något dike finns mellan området och järnvägen. Ytor mellan byggnaden och järnvägen utgörs i huvudsak av asfalt.

3.3 **Område C (Stranden 54:1)**

Området är bebyggt med bostäder, i bottenvåningen finns en frisörsalong. I dagsläget finns ingen planerad nyetablering eller liknande på området, men fastigheten ska ändå ingå i detaljplanen.

Barriärer och diken finns varken mellan järnväg och området eller mellan vägen och området. Avstånd mellan E45 och byggnaden är cirka 10 meter och avstånd mellan järnväg och byggnaden cirka 15 meter.

3.4 **Område D (Stranden 54:5)**

På fastigheten finns en kulturhistoriskt värdefull byggnad som används för föreningsverksamhet. Ändringar i byggnaden ska genomföras med varsamhet. På fastigheten kan det komma att bli aktuellt med komplettering av byggnader österut för etablering av bostäder, kontor, café, föreningsverksamhet och liknande.

Barriärer och diken finns varken mellan järnväg och området eller mellan vägen och området.

3.5 **Område E (Stranden 64:1)**

Området är bebyggt med en kulturhistoriskt värdefull byggnad om två våningar som idag används för konferensverksamhet. Ändringar i byggnaden ska genomföras med varsamhet. Byggnaden kan även komma att användas för bostäder, hotell, konferens, kontor eller liknande.

Marknivån lutar uppåt från vägen på ett sådant sätt att byggnaden är belägen på en högre höjd än väg och järnväg. Mellan vägen och byggnaden finns grönyta bevuxen med vegetation, i huvudsak lövträd, men även buskage och barrträd.

3.6 **Område F (Stranden 54:3 och 54:4)**

Området är bebyggt med bensinstation samt bildelshandel. Det finns inga planer på ombyggnation eller dylikt men av administrativa skäl kan området komma att ingå i planområdet. Området kan komma att användas för kontor, bilservice och handel.

Barriärer och diken finns varken mellan järnväg och området eller mellan vägen och området.

4 Inledande kvalitativ analys

4.1 Översiktlig riskidentifiering

Följande riskkällor som kan påverka områdena A-F har identifierats i den inledande kvalitativa analysen:

- Transporter av farligt gods på E45/väg 70
- Transporter av farligt gods på järnvägen
- Mora bangård
- Bensinstation på område F

I Tabell 1 nedan redovisas ungefärliga avstånd mellan de områden som riskanalysen omfattar (A-F enligt Figur 4) och respektive riskkälla.

	E45/väg 70	Järnvägsspår	Mora bangård	Bensinstation
A	Invid fastighetsgräns	50 meter	> 150 m	< 1000 m
B	15 meter till bef. hus	10 meter till bef. hus	Ca 80 m	Ca 130-190 m
C	15 meter till bef. hus	10 meter till bef. hus	Ca 80 m	Ca 80-130 m
D	Invid fastighetsgräns	Invid fastighetsgräns	Ca 80 m	Ca 0-50 m
E	Ca 60 meter	Ca 150 meter	> 150 m	Ca 240 m
F	Invid fastighetsgräns. Bef bebyggelse 10-15 m	Invid fastighetsgräns. Bef bebyggelse 15-20 m	Ca 70 m	(inom området)

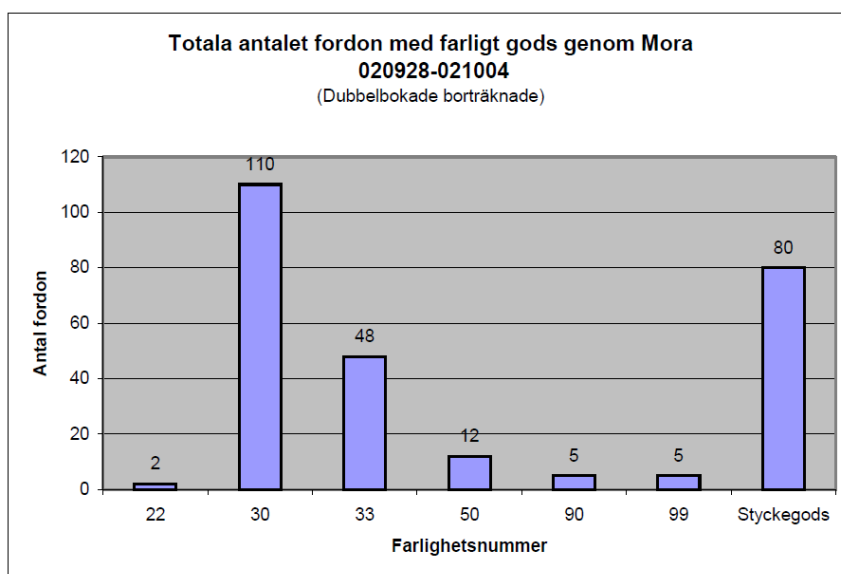
Tabell 1. Avstånd mellan riskkällor och områden för riskanalys.

I följande avsnitt nedan görs en redogörelse för respektive riskkälla som identifierats där sannolikheter och möjliga konsekvenser utvärderas och beskrivs översiktligt.

4.2 Transporter av farligt gods på E45/väg 70

Hastighetsbegränsningen på vägen är 60 km/h. En inventering av transporter av farligt gods i Mora har genomförts år 2002. Inventeringen genomfördes av länsstyrelsen och kommunerna i Dalarnas län (Länsprojekt Riskhantering) i samarbete med räddningstjänsten i Mora. Målsättningen med inventeringen var att resultatet skulle kunna användas som planeringsunderlag för framtida samhällsplanering.

I Figur 6 nedan återges resultatet från inventeringen.



Figur 6. Totalt antal observerade fordon skyltade med farligt gods passerande genom Mora under den vecka inventeringen genomfördes. Uppdelat efter farlighetsnummer. Totalt antal observerade fordon uppgick till 262. Figuren är återgiven från /3/.

Utifrån inventeringen kan slutsatsen dras att det i huvudsak är ämnen av farlighetsnummer 30 (brännbar vätska) som transporteras genom Mora. Omkring 40 % av alla transporter utgjordes av sådana ämnen. I /3/ anges att dessa transporter i huvudsak utgörs av eldningsolja. Cirka 30 % av transportererna utgjordes av styckegods. Cirka 20 % av transportererna utgjordes av brännbar vätska med förhöjd risk (farlighetsnummer 33). Övriga 10 % utgjordes av gaser, oxiderande ämnen och annat.

Räddningsverket kom i en kartläggning under september månad 2006 /4/ fram till att 100-700 ton farligt gods transporterades inom Mora tätort. I samma kartläggning togs en nationell fördelning av klassernas andel av den totala transporterade mängden. I Tabell 2 nedan presenteras en jämförelse mellan nationell data och inventeringen som gjordes 2002.

Klass	Inventering Mora /3/ (2002) [%]	Nationellt (Räddningsverket 2006) /4/ [%]
1	-	0,1
2	0,1	7,7
3	60,3	69,6
4	-	0,4
5	4,6	0,6
6	-	0,2
7	-	-
8	-	12,5
9	3,8	8,9
styckegods	30,5	-

Tabell 2. Respektive ämnes andel i nationell statistik 2006 och inventeringen utförd i Mora 2002.

Uppdragsbeteckning 4075,000	Dokumentbeteckning FT8-01	Skapad 2017-05-22	Datum 2017-05-22	Utgåva 1	Sida 12 (50)
--------------------------------	------------------------------	----------------------	---------------------	-------------	-----------------

Totala antalet transporter och fördelningen av farligt gods för vägen är i dagsläget inte känd, och kan även förväntas förändras till följd av exempelvis företagsbeslut och politiska beslut.

4.3 **Transporter av farligt gods på järnväg**

Längs området sträcker sig Dalabanan ungefärligen parallellt med väg E45. På sträckan finns också stationerna Mora station och Morastrand station. Dalabanan passerar intill områden benämnda B, C, D och F. I denna sträckning av järnvägen kan både persontåg och godståg förväntas.

Efter Morastrand station, närmare område A, delar järnvägen in sig i Älvdalsbanan närmaste område A, och Indalsbanan söderut. Båda dessa banor är oelektrifierade och är enligt en tidigare analys /5/ trafikerade av godstransporter som ej utgör farligt gods.

Den tidigare inventeringen /3/ kom fram till att ca 12 vagnar i genomsnitt har passerat per vecka år 2002. Dessa hade farlighetsnummer 30. I dagsläget transporteras inget farligt gods på järnvägen /6/. Järnvägen kan dock i framtiden användas till transporter av farligt gods.

Särskilt bedöms risker för område B, C, D och F påverkas vid eventuella framtida farligt godstransporter på grund av deras närhet till järnvägen. Även om område E ligger utanför det i /1/ zonområdet för planläggning riskhantering kan det komma att påverkas av vissa olyckshändelser.

Järnvägen bidrar utöver risker förknippade med farligt gods med mekanisk skada vid urspårningar.

4.4 **Mora bangård**

Mora bangård är beläget söder om det aktuella planläggningsområdet med avstånd som varierar mellan ungefär 70 och 80 meter från område F, D, C och B. Avstånd mellan bangården och område E och A är mycket stort. I dagsläget hanteras inget farligt gods vid bangården /6/. Risker bedöms därför i dagsläget huvudsakligen vara förknippade med rangering och lastning och lossning av vanligt gods och beaktas inte vidare i analysen.

4.5 **Bensinstation på område F**

På bensinstationen på område F finns bensin, etanol och diesel. Drivmedlen förvaras i cisterner under mark och påfyllningsanslutning till cistern, mätarskåp etc. är belägna i bensinstations omedelbara närhet.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har givit ut en handbok ("Handbok för hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer") /7/. I handboken anges skyddsavstånd till olika verksamheter och byggnader. Handboken av avstånden avser när en ny bensinstation planeras och inte när annan bebyggelse ska planeras intill en befintlig bensinstation. Avstånden kan dock fortfarande förväntas ge vägledning avseende riskavstånd.

Följande minsta skyddsavstånd anges för plats där människor vanligen vistas och avser till exempel bostäder, kontor med mera:

Påfyllningsanslutning till cistern	25 meter
Mätarskåp	18 meter
Pejlförskruvning	6 meter
Cisternavlufning	12 meter

Tabell 3. Skyddsavstånd från olika funktioner inom en bensinstation. Återgiven från /7/.

Eftersom enbart brandfarliga vätskor finns på den aktuella bensinstationen bedöms dimensionerande scenario utgöra ett större utsläpp av brandfarlig vätska som antänds och bildar en pölbrand. En sådan brand kan ge upphov till höga infallande strålningsnivåer vilket kan orsaka brandspridning och ge medföra brännskador på människor som vistas nära.

Avstånd till område D från närmsta mätarskåp är drygt 50 meter. Avstånd till övriga riskkällor är mer än 50 meter. Detta överstiger med god marginal de rekommenderade avstånd som redovisas i Tabell 3 ovan. Ett avstånd på mer än 50 meter bedöms innebära ett relativt gott skyddsavstånd för en pölbrand i en brandfarlig vätska.

Riskbidraget från förekomsten av brandfarliga vätskor på bensinstationen bedöms därför vara försumbart för samtliga områden, undantaget område F eftersom bensinstationen är belägen på detta område.

4.6 Grov bedömning av sannolikhet och konsekvens

4.6.1 Olycka med fordon som transporterar farligt gods

I Tabell 4 redovisas generella faror med olika kemikalier uppdelat efter dess ADR-S/RID-S klasser. I tabellen anges även möjliga konsekvenser och de riskavstånd som kan vara aktuella för en grov bedömning av allvarliga skadepåverkan på oskyddade människor ur 3:e persons synvinkel /8/.

Transportklass (ADR/RID-klass)	Exempel	Dominerande fara				Möjliga konsekvenser i händelse av olycka	Riskavstånd (meter)
		Explosion	Brand	Förgiftning	Övrig risk		
1. Explosiva ämnen och föremål	Krut, patroner, nitroglycerin, fyrverkeri	X				Övertryck som kan skada/rasera byggnader, ge upphov till splitter och skada på människor	100 - 1000
			X			Jetflamma - värmestrålning	< 100
2.1. Kondenserad brännbar gas	Propan, gasol	X				Brännbart gasmoln - gasmolnexplosion	0 - 200
		X				Gasmolnexplosion	0 - 200
		X				BLEVE	100 - 1000
2.3. Kondenserad giftig gas	Svaveldioxid, ammoniak			X		Gasmoln kan ge toxiska effekter. Ämne, tillgänglig mängd, utflöde, atmosfäriska förhållanden och topografi påverkar effektområdet.	> 1 000
3. Brandfarliga vätskor	Bensin, diesel, eldningsolja, metanol		X			Pölbrand - värmestrålning	< 100
4. Brandfarliga fasta ämnen	Svavel, fosfor, metallpulver		X		X	Brand – värmestrålning. <u>Konsekvenser begränsas till närområdet.</u>	< 100
	Väteperoxid		X			Brand - värmestrålning	<100

5. Oxiderande ämne och organiska peroxider		X			Explosion i händelse av blandning med andra brännbara ämnen	100 - 1000
6. Giftiga och smittoförande ämnen	Arsenik-, bly och kvicksilversalter, bekämpningsmedel		X		Toxiska effekter. <u>Konsekvenser begränsas till närområdet.</u>	< 100
7. Radioaktiva ämnen	Radioaktiva ämnen			X	Strålskada. <u>Konsekvenser begränsas till närområdet.</u>	< 100
8. Frätande ämnen	Svavelsyra, Natriumhydroxid		X	X	<u>Dödliga konsekvenser begränsas till närområdet.</u> Personskador kan uppkomma på längre avstånd.	< 100
9. Övriga farliga ämnen	Magnetiska material, asbest, miljöfarligt avfall			X	Hälsorisker. <u>Konsekvenser begränsas till närområdet.</u>	< 100

Tabell 4. Generella faror och möjliga konsekvenser med olika transportklasser av farligt gods /8/.

4.6.2 Olycka med explosiva ämnen, klass 1

Vid transport av massexplosiva ämnen finns risk för explosion som kan orsakas av spontan reaktion, yttre brand eller rörelseenergin som utvecklas av stötar. En explosion antas kunna inträffa dels om olyckan leder till brand i vagn och dels om de mekaniska påkänningarna på vagnen blir tillräckligt stora. Då det finns detaljerade regler för hur explosiva ämnen skall förpackas och hanteras görs bedömningen att det är liten sannolikhet för att olycka vid transport av explosiva ämnen leder till omfattande skador på det transporterade godset på grund av påkänningar.

Farligt gods inom klass 1 delas in i olika riskgrupper (1.1 – 1.6). Det är endast ämnen och föremål inom grupp 1.1 som har risk för massexplosion (en explosion som påverkar så gott som hela mängden samtidigt). För övriga grupper är det mer rimligt att räkna med mindre explosioner av en enskild förpackning eller föremål, eventuellt i följd efter varandra. Vid en eventuell olycka kan händelseförloppet utvecklas mycket snabbt och ge stora konsekvenser. En explosion kan leda till höga tryck i omgivningen och med dödsfall, som direkt följd av tryckvågen.

4.6.3 Olycka med Brandfarlig gas, klass 2.1

En olycka med en vagn som transporterar tyckkondenserad brandfarlig gas kan leda till utsläpp av kondenserad brandfarlig gas som i sin tur kan leda till jetbrand, gasmolnexplosion, BLEVE.

En jetbrand uppstår då gas strömmar ut genom ett hål i en tank och därefter antänds. Flammans längd beror främst av storleken på hålet i tanken.

Om gasen i ovanstående scenario inte antänds omedelbart uppstår ett brännbart gasmoln. Om gasmolnet antänds i ett tidigt skede är luftinblandningen vanligtvis inte tillräcklig för att en explosion ska inträffa. Förloppet benämns gasmolnsbrand. Om gasmolnet inte antänds omedelbart kommer luft att blandas med den brandfarliga gasen. Vid antändning kan en gasmolnexplosion ske om gasmolnet består av en tillräckligt stor mängd gas/luft av en viss koncentration. En gasmolnexplosion kan beroende på vindstyrka och riktning inträffa en bit från själva olycksplatsen.

BLEVE kan inträffa om en tank med kondenserad brandfarlig gas utsätts för yttre brand. Trycket i tanken stiger och på grund av den inneslutna mängdens expansion kan tanken rämna. Innehållet övergår i gasfas på grund av den höga temperaturen och det lägre trycket utanför och antänds. Vid antändning

bildas ett eldklot med stor diameter under avgivande av stor värmestrålning. För att en sådan händelse skulle kunna inträffa krävs att tanken hettas upp kraftigt. Tillgänglig energi för att klara detta kan finnas i form av en antänd läcka i en annan närstående tank.

4.6.4 *Olycka med icke brandfarlig och icke giftig gas, klass 2.2*

De risker som icke brandfarliga, icke giftiga gaser utövar på människan är ofta små, men behållaren som de förvaras i kan utgöra en stor risk vid brand. Ett brandutsatt kärl kan alltid ge splitter ifrån sig om det inte har någon form av inbyggd tryckavlastning. Sådana kärl behandlas som andra tryckkärl vid brand med ett riskavstånd på upp till 300 meter. Vid läckage av gas där kärlet ej är värmepåverkat, blir riskavståndet litet. Riskområdet begränsas till det område inom vilket gasen kan tränga undan och sänka syrehalten så att miljön blir skadlig för människor. Detta riskområde blir mindre än 50 meter utomhus.

Då scenario med yttre brandpåverkan förutsätter närvaron av annat farligt gods anses den medförda risken fångas upp av de övriga scenarierna.

4.6.5 *Olycka med kondenserad giftig gas, klass 2.3*

Gasen transporteras under tryck i vätskeform och vid utströmning till luft förångas vätskan fort och övergår i gasform. Gaserna är generellt tyngre än luft och sprids därmed längs marken. Gaserna är giftiga vid inandning och kan innebära livsfara vid höga koncentrationer. Konsekvenserna av ett utsläpp beror framförallt av hålstorlek och väderförhållanden.

4.6.6 *Olycka med brandfarlig vätska, klass 3*

En olycka som leder till utsläpp av brandfarlig vätska leder i många fall till en poolbrand. Antändning av och brand i en sådan pool förväntas ge strålningseffekter, som kan skada oskyddade människor (och egendom).

4.6.7 *Olycka med brandfarliga fasta ämnen, klass 4*

Konsekvenserna av en olycka med brandfarliga fasta ämnen bedöms koncentreras till anslutning till olycksplatsen. Kritisk strålningen från branden bedöms endast vara lokal.

4.6.8 *Olycka med oxiderande ämnen och organiska peroxider, klass 5*

Oxiderande ämnen kan reagera explosionsartat eller bilda explosiva produkter med vissa organiska ämnen (t ex aceton och etanol).

Oxiderande ämne kan tillsammans med organiska ämnen bli explosiva och konsekvenserna är lika de som sker vid olycka med massexplosivt ämne. För oxiderande ämnen beräknas dödliga skador som följd av explosion ske inom 30 meter, väggar raseras inom 70 meter /9/.

4.6.9 *Olycka med giftiga och smittsamma ämnen, klass 6*

En olycka med giftiga och smittsamma ämnen medför normalt ej risk för personskador. En skada förutsätter i princip att man kommer i direkt kontakt med ämnet.

4.6.10 *Olycka med radioaktiva ämnen, klass 7*

Utsläpp av radioaktiva ämnen medför normalt inga akuta skador. Dessutom vidtas mycket omfattande säkerhetsåtgärder vid transport av radioaktiva ämnen.

4.6.11 *Olycka med frätande ämnen, klass 8*

Olycka med frätande ämnen bedöms ge personskador via stänk upp till 20-30 meter från olycksplatsen.

4.6.12 *Olycka med övriga farliga ämnen och föremål, klass 9*
Sannolikheten för att en olycka med klass 9 ämne ska ge skador på människor i bedöms som försumbar.

4.6.13 *Mekanisk skada vid urspårning*
Alla urspårningar leder inte till negativa konsekvenser för omgivningen. Säkerhetsarbete inom Trafikverket har lett till att antalet urspårningar successivt reducerats. Huruvida personer i omgivningen skadas eller ej beror på hur långt ifrån rälsen en vagn hamnar efter urspårning. I Tabell 5 nedan redovisas fördelningen för avstånd från spår som vagnar förväntas hamna efter urspårning /10,11/. En viktad sannolikhet har erhållits genom att beakta andelen godståg respektive övriga tåg som passerar det aktuella området.

Avstånd från spår	0-1 m	1-5 m	5-15 m	15-25 m	>25 m
Resandetåg	78 %	18 %	2 %	2 %	0 %
Godståg	70 %	20 %	5 %	2 %	2 %
Viktad sannolikhet	76,9 %	18,3 %	2,4 %	2,0 %	0,3 %

Tabell 5 Avstånd från spår (m) för urspårade vagnar /10, 11/.

Vid en urspårning är sannolikheten för att en vagn hamnar mer än 25 meter från spåret cirka 0,3 % samt 4,4 % att ett tåg hamnar mellan 5-25 meter från spåret /10,11/.

4.7 Översiktlig riskbedömning och riskvärdering

Nedan görs en inledande översiktlig riskbedömning och riskvärdering för de olika områdena baserat på det som framkommit i analysen ovan. Generellt kan sägas att skyddsavstånden från transportlederna och de olika områdena är korta. Samtliga områden, bortsett från område E, är belägna närmare än 30 meter från någon av transportlederna. Detta innebär att områdena är belägna i den zon som i Länsstyrelsen Dalarnas vägledning anges endast kunna användas för exempelvis odling, ytparkering och friluftsområden utan att någon fördjupad riskhantering genomförs.

På korta avstånd från transportled (< 30 meter) finns risk för mekanisk påverkan från avåkning av fordon på väg eller urspårning av tågagnar. En stor andel av transporterna av farligt gods genom Mora kan förväntas utgöras av petroleumprodukter. Detta gäller både idag och kan också förväntas vara gällande i framtiden. Utsläpp med sådana ämnen som också antänds kan generera höga strålningsnivåer inom områdena till följd av det korta skyddsavstånd till transportlederna som föreligger. Inte heller några gynnsamma förutsättningar, exempelvis barriärer, diken eller andra unika förutsättningar har identifierats för områdena A, B, C, D och F.

4.7.1 Område A

Planerad bebyggelse på område A är belägen omkring 40 meter från Dalabanans järnvägsspår. Älvdalsbanan ligger dock något närmre, men trafiken där är i stort sett obefintlig och inget farligt gods antas kunna komma att transporteras på denna. Vidare planeras intill området en cirkulationsplats, skyddsavståndet mellan E45 och den planerade bebyggelsen kommer därför endast att uppgå till ett fåtal meter, detta eftersom området ligger i direkt anslutning till cirkulationsplatsen. Se Figur 5.

Att avståndet till Dalabanan uppgår till omkring 40 meter gör att konsekvenser till följd av mekanisk påverkan från urspårning av person- eller godståg kan bedömas vara ringa för området. Avståndet gör också att utsläpp av farligt

Uppdragsbeteckning 4075,000	Dokumentbeteckning FT8-01	Skapad 2017-05-22	Datum 2017-05-22	Utgåva 1	Sida 17 (50)
--------------------------------	------------------------------	----------------------	---------------------	-------------	-----------------

gods invid järnvägsspåren som utgörs av brandfarlig vätska kan förväntas medföra relativt begränsade konsekvenser avseende infallande strålning om antändning sker.

I närheten av området finns en plankorsning där Älvdalsbanan korsar E45, den obetydliga mängden järnvägstrafik och de relativt låga hastigheter som kan förväntas på både järnväg och väg gör dock att den ökade sannolikheten för en olycka med farligt gods bedöms kunna bortses från.

Inga unika förutsättningar, varken gynnsamma eller ogynnsamma, som kan påverka ett olycksförlopp med utsläpp av farligt gods har identifierats för område A.

En fördjupad kvantitativ riskanalys behöver genomföras för område A för att uppskatta hur höga risknivåerna är och vilka eventuella åtgärder som krävs för att möjliggöra planerad bebyggelse.

Den fördjupade analysen begränsas till att enbart innefatta risker förknippade med utsläpp av farligt gods vid transporter på järnvägen och vid transporter på E45. Eftersom avstånd till Mora bangård och till bensinstation på område F är stort bortses riskbidraget från dessa verksamheter vid den fördjupade analysen och bedömningen görs att riskbidraget från dessa verksamheter kan försummas för område A.

4.7.2 *Område B, C, D och F*

Områdena B, C, D och F är lokaliserade mellan E45/väg 70 och Dalabanan. Fastighetsgränser är belägna i princip omedelbart intill vägen på norra sidan och omedelbart intill järnvägen på södra sidan. Detta medför att skyddsavstånden till befintlig bebyggelse blir korta, i storleksordningen 10-15 meter.

Eftersom avståndet mellan E45/väg 70 och Dalabanan understiger 60 meter där dessa områden är belägna innebär detta att områdenas utsträckning är mindre än 60 meter i nord-sydlig-riktning. Därmed är dessa områden i sin helhet belägna mindre än 30 meter från någon av transportlederna.

Inga unika förutsättningar som kan påverka ett olycksförlopp med utsläpp av farligt gods på ett gynnsamt sätt har identifierats för dessa områden.

En fördjupad kvantitativ riskanalys behöver genomföras för dessa områden för att uppskatta hur höga risknivåerna är och vilka åtgärder som krävs för att önskad bebyggelse/verksamhet ska vara möjlig.

Påverkan på risknivåerna till följd av bensinstationen har bedömts vara försumbar och bortses därför från. Observera att detta dock inte gäller för område F, eftersom bensinstationen är belägen på detta område.

Eftersom dessa områden är belägna på ungefär samma avstånd från E45/väg 70 och från järnvägen kan risknivåerna förväntas vara identiska för områdena. Med anledning av detta analyseras dessa områden tillsammans i den fördjupade analysen.

Den fördjupade analysen begränsas till att innefatta risker förknippade med utsläpp av farligt gods vid transporter på Dalabanan och vid transporter på E45. Även skador till följd av mekanisk påverkan beaktas till följd av de korta skyddsavstånden.

Uppdragsbeteckning 4075,000	Dokumentbeteckning FT8-01	Skapad 2017-05-22	Datum 2017-05-22	Utgåva 1	Sida 18 (50)
--------------------------------	------------------------------	----------------------	---------------------	-------------	-----------------

4.7.3 *Område E*

Område E är beläget ungefär 150 meter från järnvägsspåren. Enligt den vägledning som Länsstyrelsen Dalarna har givit ut innebär detta att önskad verksamhet/bebyggelse hade kunnat accepteras om bidraget till risknivån enbart hade utgjorts av järnvägstransporter med farligt gods. Avståndet till E45/väg 70 är dock cirka 60 meter vilket innebär att med hänsyn till detta är området beläget i den zon som där mark utan vidare riskhantering kan användas till exempelvis industri, lager, mindre handel etc.

Till följd av de avstånd som föreligger kan konsekvenser av olyckor med brännbara vätskor som ger upphov till pölbränder eller mekanisk påverkan bedömas vara liten. Vidare är den befintliga byggnaden belägen på en höjd i förhållande till vägen. Förutsättningarna kan därför förväntas vara gynnsamma för området. Avståndet från vägen och höjdskillnaden kan förväntas inverka positivt vid ett utsläpp av farligt gods, särskilt om godset utgörs av brandfarlig vätska, vilket majoriteten av transporterna kan förväntas göra.

Det går dock inte att utan vidare kvantifiering bedöma om risknivåerna är acceptabla utan att några åtgärder vidtas. Särskilt eftersom önskemål finns om att byggnaden ska kunna användas för bostäder eller hotellverksamhet.

En fördjupad kvantitativ riskanalys behöver därför genomföras för detta område för att uppskatta hur höga risknivåerna är och om åtgärder krävs för att önskad verksamhet ska vara möjlig. Den fördjupade analysen begränsas till att innefatta risker förknippade med utsläpp av farligt gods vid transporter på Dalabanan och vid transporter på E45. Övriga riskkällor bortses från eftersom dessa enbart bedöms utgöra ett begränsat bidrag till risknivåerna.

4.8 **Samhällsrisk**

Både E45/väg 70 och järnvägen går en lång sträcka genom Mora tätort (flera kilometer) och befintlig bebyggelse förekommer på korta avstånd nära intill transportlederna för en stor del av sträckningen. Samhällsrisk till följd av transporter av farligt gods genom Mora kan därför uppskattas vara hög.

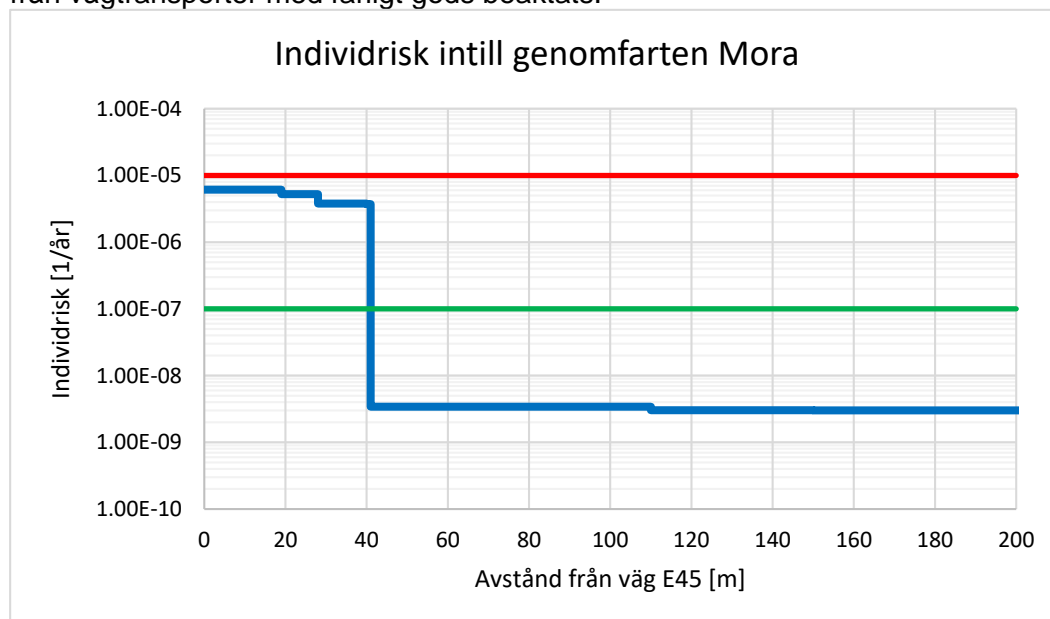
Den bebyggelse och förändring av verksamhet som är aktuell på de områden som denna analys omfattar bedöms enbart medföra en marginell förändring av samhällsrisk. Med anledning av detta görs ingen vidare kvantifiering av samhällsrisk, utan fokus i den fördjupade kvantitativa analysen läggs istället på individrisknivåerna.

5 Fördjupad kvantitativ riskanalys

I detta kapitel redovisas den fördjupade kvantitativa analysen för samtliga områden. I detta kapitel presenteras i huvudsak resultat. Antaganden och beräkningar för frekvenser och konsekvenser som resultaten bygger på redovisas i sin helhet i Bilaga A och Bilaga B.

5.1 Resultat individrisk

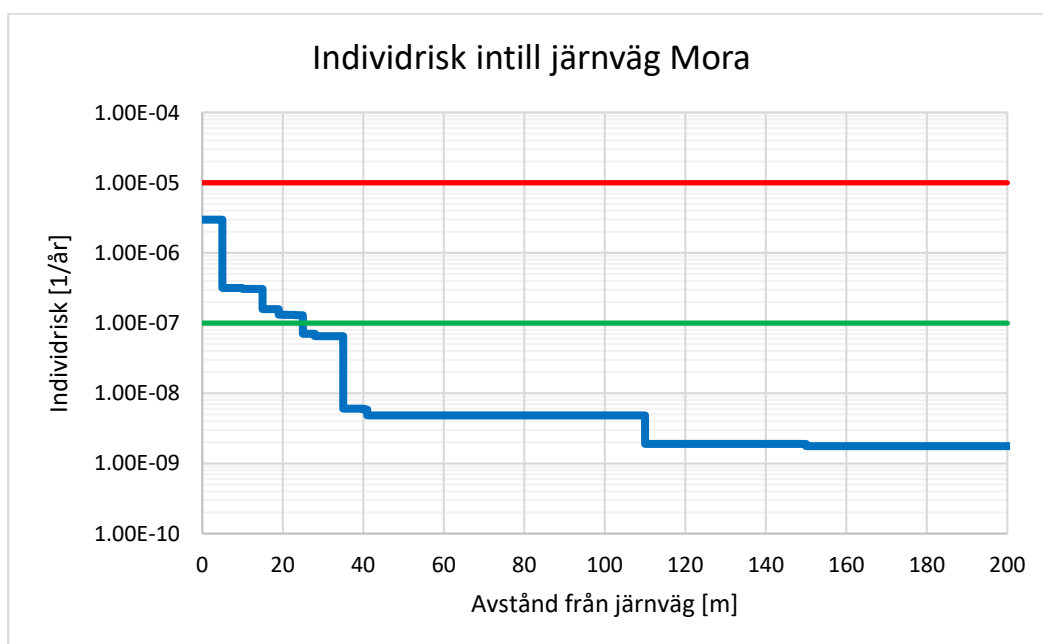
Individrisk som avstånd från genomfarten (väg E45) presenteras i Figur 7 nedan. I beräkningarna som ligger till grund för Figur 7 har enbart påverkan från vägtransporter med farligt gods beaktats.



Figur 7. Individrisknivå till följd av vägtransporter av farlig gods på genomfarten Mora som funktion av avståndet från E45/väg 70. Röd linje (10^{-5}) motsvarar övre gräns där risker under vissa förutsättningar kan accepteras och grön linje (10^{-7}) motsvarar övre gräns för då riskerna kan anses vara små.

I princip kan individrisknivå till följd av vägtransporter med farligt gods genom Mora för de avstånd som de olika områden A-F är belägna på utläsas ur Figur 7. Det är dock möjligt att farligt gods även kan komma att transporteras på järnvägen genom Mora. I dagsläget transporteras enligt uppgift inget farligt gods, men så har tidigare varit fallet och det går inte att utesluta att sådana transporter kan komma att återupptas i framtiden. För att uppskatta hur stort riskbidraget blir från sådana transporter har även individrisk som avstånd från järnvägen beräknats.

För beräkningarna har antagande gjorts att 100 tåg passerar årligen med i genomsnitt 10 fyraxlade tågagnar lastade med farligt gods per tåg. Detta motsvarar ungefär 20 vagnar med farligt gods per vecka. För jämförelse passerade 12 vagnar med farligt gods under den vecka då inventering av farligt gods genom Mora genomfördes år 2002. Vidare har det antagits i beräkningarna att fördelning för transporterade ämnestyper approximativt motsvarar riksgenomsnittet. I Figur 8 nedan presenteras beräknad individrisk som avstånd från järnvägen.



Figur 8. Individrisknivå för ett scenario där farligt gods även transporteras på järnvägen genom Mora. Individrisknivån är markerad som funktion av avstånd från järnvägen. Mora som funktion av avståndet från E45/väg 70. Röd linje (10^{-5}) motsvarar övre gräns där risker under vissa förutsättningar kan accepteras och grön linje (10^{-7}) motsvarar övre gräns för då riskerna kan anses vara små.

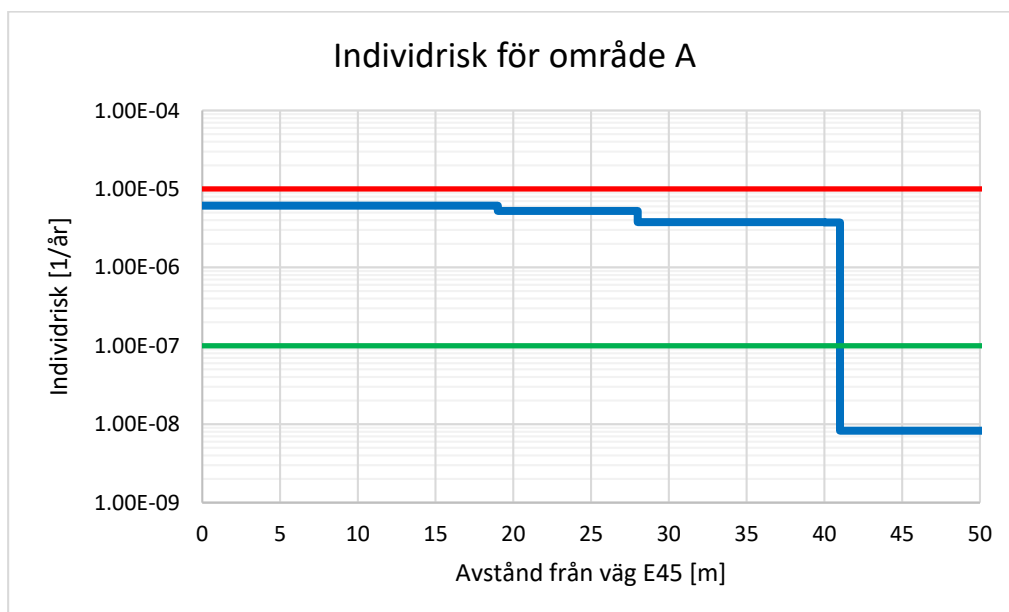
Observera dock att områdena A-F är belägna så att dessa påverkas av den sammanlagda risknivån från både vägtransporter av farligt gods och från järnvägstransporter av farligt gods om sådana förekommer. För att uppskatta individrisken för de olika områdena om både väg- och järnvägstransporter förekommer måste den sammanlagda risknivån beräknas där riskbidragen från de båda transportslagen inkluderas.

I avsnitten nedan presenteras den totala individrisknivån där både transporter på väg och på järnväg har beaktats. Beräkningarna och redovisningen har delats upp efter område, eftersom avstånd är unika för respektive undersökt område.

5.1.1

Område A

I Figur 9 nedan redovisas individrisk för område A som funktion av avståndet från E45. I beräkningarna har det antagits att järnvägen är belägen på ett avstånd av 40 meter från E45. Följaktligen har enbart sådana scenarier med utsläpp från järnvägstransporter inkluderats där konsekvensavståndet är minst 40 meter. Område A är sträcker sig inte längre än 50 meter från vägen och därför redovisas bara risknivån fram till detta avstånd i figuren.



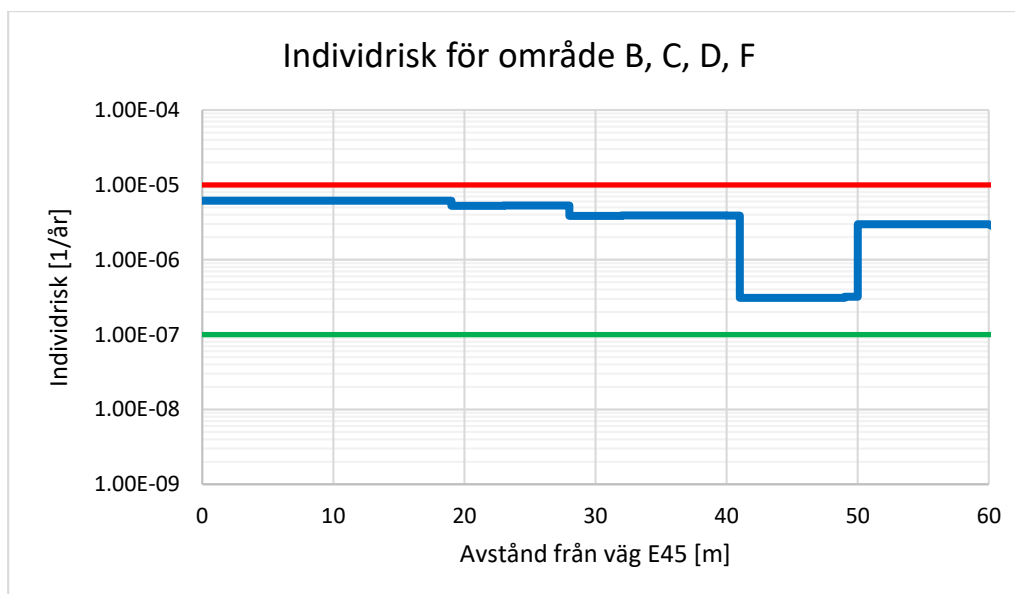
Figur 9. Individrisknivå för område A som funktion av avstånd från väg E45 om transporter av farligt gods förekommer på både väg E45 och järnvägen. Röd linje (10^{-5}) motsvarar övre gräns där risker under vissa förutsättningar kan accepteras och grön linje (10^{-7}) motsvarar övre gräns för då riskerna kan anses vara små.

5.1.2

Område B, C, D, F

Avståndet mellan E45 och järnväg uppgår till mellan 50-70 meter beroende på område. Det har därför antagits i beräkningen av individrisken för dessa områden att avståndet uppgår till 60 meter.

Resultatet redovisas i Figur 10 nedan som funktion av avstånd från E45. I figuren är alltså väg E45 belägen vid 0 meter och järnvägen belägen vid 60 meter. Att individrisknivån som avstånd från E45 för områdena minskar för att sedan öka följer av att områdena är belägna mellan transportlederna.



Figur 10. Individrisknivå för område B, C, D och F som funktion av avstånd från väg E45 om transporter av farligt gods förekommer på både väg E45 och järnvägen. Röd linje (10^{-5}) motsvarar övre gräns där risker under vissa förutsättningar kan accepteras och grön linje (10^{-7}) motsvarar övre gräns för då riskerna kan anses vara små. Det har antagits att avstånd mellan

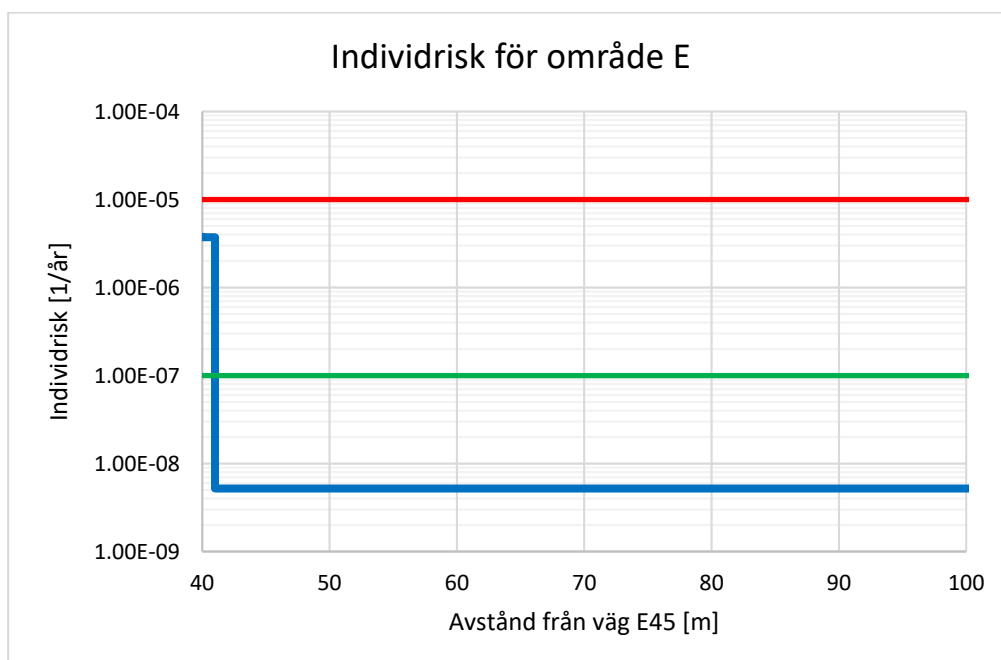
järnväg och E45 uppgår till 60 meter, vid 0 meter är alltså E45 belägen och vid 60 meter är järnvägen belägen.

5.1.3 Område E

I Figur 11 nedan presenteras individrisk för område E som funktion av avstånd från E45. Område E är beläget drygt 150 meter från järnvägen, därför utgörs beräknad individrisk av scenarier med utsläpp från vägtransporter samt de scenarier från järnväg som har en påverkan som överstiger 150 meter (enbart utsläpp av giftiga gaser).

Eftersom området är beläget på avstånd från båda transportlederna har även vindriktningen beaktats vid beräkning av frekvensen för scenarier med utsläpp av giftiga gaser. I 25 % av fallen förekommer sydlig vind för område. Samtliga frekvenser för scenarier med utsläpp av giftiga gaser har därför multiplicerats med 0,25 för att beakta att vindriktningen i 75 % av fallen är bort från området.

Individriska åskådliggörs i Figur 11 nedan.



Figur 11. Individrisknivå för område E som funktion av avstånd från väg E45 om transporter av farligt gods förekommer på både väg E45 och järnvägen. Röd linje (10^{-5}) motsvarar övre gräns där risker under vissa förutsättningar kan accepteras och grön linje (10^{-7}) motsvarar övre gräns för då riskerna kan anses vara små.

5.2 Riskvärdering

På sådana avstånd där individrisknivån uppskattas ligga inom ALARP-området (dvs. mellan 10^{-7} och 10^{-5}) ska åtgärder som bedöms vara rimliga och skäliga vidtas för att reducera risknivån så mycket som möjligt.

Till följd av förekommande transporter av farligt gods genom Mora har individrisknivån invid E45/väg 70 uppskattats ligga högt i det så kallade ALARP-området, nära den övre gränsen för vad som är acceptabelt under vissa förutsättningar. På ett avstånd längre än 40 meter från vägen har individrisken minskat till en sådan nivå att den hamnar under den nedre gränsen för en acceptabel individrisknivå. Se Figur 7. För järnvägstransporter uppskattas risknivån ligga i ALARP-området fram till 25 meter från järnvägen för att därefter hamna nedanför den undre gränsen. Se Figur 8.

Uppdragsbeteckning 4075,000	Dokumentbeteckning FT8-01	Skapad 2017-05-22	Datum 2017-05-22	Utgåva 1	Sida 23 (50)
--------------------------------	------------------------------	----------------------	---------------------	-------------	-----------------

Nedan görs en riskvärdering med utgångspunkt i den kvantitativa analysen uppdelad för respektive område. Observera att också en riskvärdering, baserad på den inledande kvalitativa analysen, uppdelat efter område finns redovisad i avsnitt 4.6.

5.2.1 *Område A*

Område A är beläget omedelbart intill E45 och omkring 40 meter från järnvägen. Individrisknivån för området har redovisats i Figur 9. Området är i sin helhet beläget inom ALARP-området, observera att detta gäller oavsett om eventuella framtida transporter av farligt gods på järnvägen beaktas eller inte. Den största delen av riskbidraget för området utgörs av vägtransporter på väg E45 och särskilt av konsekvenser som följer av utsläpp av brännbara vätskor och gaser. Området är beläget på ett sådant avstånd från järnvägen att konsekvenser av mekaniska skador till följd av urspårat tåg och transporter av brännbara vätskor på järnvägen kan uppskattas vara begränsade.

Eftersom individrisknivån för område A har uppskattas ligga högt inom ALARP-området är det rimligt att ställa krav på riskreducerande åtgärder för att nyetablering av bostäder och butiker ska vara möjlig. Särskilt åtgärder som reducerar konsekvenser vid utsläpp av brännbar vätska och brännbara gaser bedöms vara nödvändiga.

5.2.2 *Område B, C, D och F*

Dessa områden är belägna i områdena mellan E45/väg 70 och järnvägen. De båda transportlederna omsluter således områdena, se Figur 10.

Om inga järnvägstransporter förekommer har individrisknivån till följd av vägtransporter av farligt gods på E45 uppskattas falla under den övre gräns då riskerna kan anses vara små ungefär 40 meter från vägen. Se Figur 9. Detta innebär att stora delar av dessa områden ligger inom ALARP-området, enbart till följd av vägtransporterna.

Om även eventuella framtida järnvägstransporter beaktas medför detta att individrisknivån för områdena i sin helhet ligger högt inom ALARP-området. Se Figur 10. Notera att individrisken för området har beräknats med hjälp av antagandet att avståndet mellan E45 och järnvägen är 60 meter. Särskilt för område B kan därför individrisknivån förväntas vara ännu något högre, eftersom avståndet mellan E45 och järnvägen här är mindre än 60 meter.

Notera också att föreliggande riskanalys enbart har avsett risker härrörande från transporter av farligt gods och att individrisknivåer som presenterats för områdena (t ex Figur 10) utgör således inte en uppskattning av den totala risknivån för områdena. Exempel på övriga risker som kan medföra påtagliga bidrag till risknivån för dessa områden är påkörning av fordon och urspårning av passagerartåg.

Vidare finns inom område F en bensinstation. Bensinstationen har ett relativt stort skyddsavstånd till övriga områden, men kan förväntas medföra ett icke försumbart bidrag till risknivåerna för område F.

Sammantaget bedöms risknivåerna för område B, C, D och F som mycket höga.

5.2.3 *Område E*

Område E är beläget ungefär 60 meter från E45/väg 79 och drygt 150 meter från järnvägen. På ett sådant avstånd från transportlederna är konsekvenserna för de flesta scenarier med utsläpp av brandfarliga vätskor

Uppdragsbeteckning 4075,000	Dokumentbeteckning FT8-01	Skapad 2017-05-22	Datum 2017-05-22	Utgåva 1	Sida 24 (50)
--------------------------------	------------------------------	----------------------	---------------------	-------------	-----------------

och gaser begränsade för området. Den kvantitativa analys som genomförts visar att individrisknivån på ett sådant avstånd där området är beläget med god marginal understiger den undre gränsen för ALARP-området. Detta gäller oavsett om transporter förekommer på järnvägen eller inte. Jämför Figur 7 och Figur 11.

Därutöver finns gynnsamma förutsättningar för område E i form av en lutning nedåt från området mot väg och järnväg. Detta har inte beaktats i kvantifieringen av risknivån, vilket är konservativt.

Sammantaget bedöms risknivån inom område E till följd av transporter av farligt gods vara acceptabel för sådan verksamhet som utgörs av bostäder, hotell, konferens, kontor och liknande utan att några riskreducerande åtgärder vidtas.

5.3

Osäkerheter

Riskanalyser är alltid förknippade med osäkerheter. Osäkerheter kan bland annat härledas till modellosäkerheter och parameterosäkerheter. Frekvens- och konsekvensberäkningarna i denna analys är baserade på en rad förenklingar, antaganden och underlag som medför osäkerheter. Resultaten ska därför ses som uppskattningar. För att minska osäkerheter som leder till underskattningar av beräknade risknivåer har konservativa antaganden gjorts då lite information funnits.

Eftersom en inventering av transporter av farligt gods inom Mora finns har detta underlag nyttjats för kvantifieringen av risknivåer. Inventeringen är utförd för idag snart 17 år sen och det finns anledning att tro att antal och fördelning av farligtgodstransporter kan ha förändrats. Det ska också noteras att dessa kan komma att förändras i framtiden. Osäkerheter kring detta är alltid en stor faktor i denna typ av riskanalyser, och det bör noteras att underlaget i detta avseende varit relativt sett mycket utförligt.

6 Rekommendationer och åtgärder

I detta avsnitt redovisas förslag på åtgärder uppdelat efter område. I regel är det enklare att åstadkomma riskreducerande åtgärder vid planläggning av ny bebyggelse än vid planläggning av befintlig bebyggelse.

I Länsstyrelsen Dalarnas vägledning för planläggning intill transportleder för farligt gods anges följande för befintlig bebyggelse: *"Här är det inte alltid möjligt att uppnå samma säkerhetsnivå som vid nyexploatering. Det viktiga är då att sträva efter att den nya detaljplanen ger minskade risker jämfört med det faktiska nuläget eller vad som är möjligt att göra utifrån en gällande plan"*

6.1.1 Område A

På område A ny bebyggelse uppföras och området föreslås bebyggas med bostäder och mindre butiker i bottenplan. Se Figur 5. Eftersom det handlar om ny bebyggelse anser FireTech Engineering AB att följande åtgärder är skäligen att vidta med hänsyn till förekommande risknivåer:

1. För byggnader där personer vistas mer än tillfälligt ska ytterväggar mot E45/Strandgatan utföras med obrännbar fasad och i lägst brandteknisk klass EI60. Fönster i fasad ska generellt utföras i lägst klass EI60, dock kan det finnas möjlighet att verifiera lägre brandteknisk klass när detaljutformning av mark och fasader är kända. Exempel på sådant som kan medföra att krav på fönster kan reduceras är åtgärder som medför att sannolikheter för att vätska ska rinna in mot fastigheten och placering av fönster. Vidare anser FireTech Engineering AB att brandklassade fönster kan tillåtas vara öppningsbara (om byggnadens brandtekniska utformning i övrigt tillåter detta), detta ligger även i linje med Länsstyrelsen Stockholms riktlinjer för planläggning intill transportleder för farligt gods /12/.
2. Taktäckning ska vara obrännbar.
3. Samtliga utrymmen där personer vistas mer än tillfälligt ska vara möjliga att utrymma mot Moragatan (dvs. i riktning bort från E45/Strandgatan) via dörr direkt till det fria, trapphus eller motsvarande (dvs ej enbart genom understöd från räddningstjänst).
4. Område mellan planerad byggnad och E45 ska utformas så att området inte uppmanar till mer än tillfällig vistelse.
5. Friskluftsintag till byggnad ska placeras högt upp och bort från väg E45 och järnvägen.
6. Ventilation i byggnaden ska kunna nödstoppas. Om ventilationsbrandskydd utformas med fläkt-i-drift ska dock detta system ha prioritet över nödstoppfunktionen.

Utförs ovanstående anser FireTech Engineering att mindre butiker på bottenplan och bostäder kan accepteras på område A.

6.1.2 Område B

På område B finns en befintlig byggnad där fastighetsägaren önskar omvandla delar av byggnaden till bostäder.

Med hänsyn till förekommande risknivå och byggnadens placering mellan transportlederna rekommenderar FireTech Engineering AB att den befintliga byggnaden i första hand används för verksamheter där personer kan

Uppdragsbeteckning 4075,000	Dokumentbeteckning FT8-01	Skapad 2017-05-22	Datum 2017-05-22	Utgåva 1	Sida 26 (50)
--------------------------------	------------------------------	----------------------	---------------------	-------------	-----------------

förväntas vara vakna och själva benägna att utrymma och sätta sig i säkerhet på egen hand.

Om byggnaden ändå önskas användas för bostäder anser FireTech Engineering AB att följande åtgärder ska vidtas:

1. Ytterväggar ska utföras med obrännbar fasad och i lägst brandteknisk klass EI60. Fönster i fasad ska generellt utföras i lägst klass EI60, dock kan det finnas möjlighet att verifiera lägre brandteknisk klass när detaljutformning av mark och fasader är kända. Exempel på sådant som kan medföra att krav på fönster kan reduceras är åtgärder som medför att sannolikheter för att vätska ska rinna in mot fastigheten och placering av fönster. Vidare anser FireTech Engineering AB att brandklassade fönster kan tillåtas vara öppningsbara (om byggnadens brandtekniska utformning i övrigt tillåter detta), detta ligger även i linje med Länsstyrelsen Stockholms riktlinjer för planläggning intill transportleder för farligt gods /12/.
2. En fysisk barriär (för att reducera sannolikheten för att brännbara vätskor ska rinna in på området vid utsläpp på E45) mellan område B och E45 ska anordnas.
3. Inga områden utomhus kring byggnaden ska utformas så att dessa uppmanar till mer än tillfällig vistelse.
4. Utrymning via dörr direkt till det fria, trapphus, utvändigt trappa eller motsvarande (dvs ej enbart genom understöd från räddningstjänst) ska vara möjlig både i riktning bort från väg E45 (mot järnväg) och i riktning bort från järnväg (mot E45). Detta ska gälla för samtliga bostadslägenheter.
5. Ventilationssystem för bostäder ska förse med friskluftsintag placerat på översta våningsplanet eller på taket. Ventilationssystem ska kunna nödstoppas. Om ventilationsbrandskydd utformas med fläkt-i-drift ska dock detta system ha prioritet över nödstoppfunktionen.

FireTech Engineering anser att byggnadens lokalisering inte är lämplig för bostadsändamål. Är Mora kommuns önskan att förtäta med bostäder ytterligare ska minst ovanstående åtgärder vidtas på befintlig byggnad. Om åtgärderna utförs kan bostäder accepteras inom område B.

6.1.3

Område C

På området finns i nuläget bostäder och kommersiell verksamhet i bottenvåningen. Inga specifika planer för ombyggnad finns varför enbart generella rekommendationer för området ges.

Med hänsyn till förekommande risknivå och områdets lokalisering mellan transportlederna rekommenderar FireTech Engineering AB att området inte används för nyetablering av eller ändring till bostäder eller andra verksamheter där personer inte alltid kan förväntas vara vakna eller inte kan utrymma på egen hand.

FireTech Engineering anser att område C i första hand användas i enlighet med de som benämns i zon A i Länsstyrelsen Dalarnas vägledning, se Figur 1.

Uppdragsbeteckning 4075,000	Dokumentbeteckning FT8-01	Skapad 2017-05-22	Datum 2017-05-22	Utgåva 1	Sida 27 (50)
--------------------------------	------------------------------	----------------------	---------------------	-------------	-----------------

6.1.4 Område D

Område D är bebyggt med en kulturhistoriskt värdefull byggnad som används för föreningsverksamhet. Området önskas kunna användas för bostäder, kontor, café, föreningslokaler och liknande och önskas kunna kompletteras med bebyggelse österut.

Det rekommenderas att området inte används för nyetablering av eller ändring till bostäder eller andra verksamheter där personer inte alltid kan förväntas vara vakna eller inte kan utrymma på egen hand.

I första hand bör området användas i enlighet med de som benämns zon A i Länsstyrelsen Dalarnas vägledning, se Figur 1.

Om området ändå önskas användas för bostäder, kontor, café, föreningslokaler och liknande anser FireTech Engineering AB att följande åtgärder ska vidtas:

1. Ytterväggar ska utföras med obrännbar fasad och i lägst brandteknisk klass EI60. Fönster i fasad ska generellt utföras i lägst klass EI60, dock kan det finnas möjlighet att verifiera lägre brandteknisk klass när detaljutformning av mark och placering av byggnader är kända. Exempel på sådant som kan medföra att krav på fönster kan reduceras är skyddsavstånd mot transportleder och åtgärder som medför att sannolikheter för att vätska ska rinna in mot fastigheten. Vidare anser FireTech Engineering AB att brandklassade fönster kan tillåtas vara öppningsbara (om byggnadens brandtekniska utformning i övrigt tillåter detta), detta ligger även i linje med Länsstyrelsen Stockholms riktlinjer för planläggning intill transportleder för farligt gods /12/.
2. Inga områden utomhus ska utformas så att dessa uppmanar till mer än tillfällig vistelse.
3. Utrymning via dörr direkt till det fria, trapphus, utvändigt trappa eller motsvarande (dvs ej enbart genom understöd från räddningstjänst) ska vara möjlig både i riktning bort från väg E45 (mot järnväg) och i riktning bort från järnväg (mot E45).
4. Ventilationssystem ska förses med friskluftsintag placerat på översta våningsplanet eller på taket. Ventilationssystem ska kunna nödstoppas. Om ventilationsbrandskydd utformas med fläkt-i-drift ska dock detta system ha prioritet över nödstoppfunktionen.

FireTech Engineering anser att området inte är lämplig för önskade ändamål. Är Mora kommuns önskan att använda området för bostäder, kontor, café, föreningslokaler och liknande ska minst ovanstående åtgärder vidtas på befintlig byggnad. Om åtgärderna utförs kan detta accepteras inom område D.

6.1.5 Område E

Det är FireTech Engineering AB:s bedömning att befintlig byggnad på område E kan användas för ändamål som bostäder, hotell, konferens, kontor och liknande utan att riskreducerande åtgärder med hänsyn till transporter av farligt gods genom Mora vidtas.

Uppdragsbeteckning 4075,000	Dokumentbeteckning FT8-01	Skapad 2017-05-22	Datum 2017-05-22	Utgåva 1	Sida 28 (50)
--------------------------------	------------------------------	----------------------	---------------------	-------------	-----------------

6.1.6 Område F

På område F finns i nuläget bensinstation och bildelshandel. Inga specifika planer för ombyggnation eller dylikt finns varför generella rekommendationer för området ges. Området önskas kunna användas för bilservice, kontor och handel.

I första hand bör området användas i enlighet med de som benämns zon A i Länsstyrelsen Dalarnas vägledning, se Figur 1.

Om området ändå önskas användas för bilservice, kontor och handel anser FireTech Engineering AB att följande åtgärder ska vidtas:

1. Ytterväggar ska utföras med obrännbar fasad och i lägst brandteknisk klass EI60. Fönster i fasad ska generellt utföras i lägst klass EI60, dock kan det finnas möjlighet att verifiera lägre brandteknisk klass när detaljutformning av mark och placering av byggnader är kända. Exempel på sådant som kan medföra att krav på fönster kan reduceras är skyddsavstånd mot transportleder och åtgärder som medför att sannolikheter för att vätska ska rinna in mot fastigheten. Vidare anser FireTech Engineering AB att brandklassade fönster kan tillåtas vara öppningsbara (om byggnadens brandtekniska utformning i övrigt tillåter detta), detta ligger även i linje med Länsstyrelsen Stockholms riktlinjer för planläggning intill transportleder för farligt gods /12/.
2. Inga områden utomhus ska utformas så att dessa uppmanar till mer än tillfällig vistelse.
3. Utrymning via dörr direkt till det fria, trapphus, utvändig trappa eller motsvarande (dvs ej enbart genom understöd från räddningstjänst) ska vara möjlig både i riktning bort från väg E45 (mot järnväg) och i riktning bort från järnväg (mot E45).
4. Ventilationssystem ska förses med friskluftsintag placerat på översta våningsplanet eller på taket. Ventilationssystem ska kunna nödstoppas. Om ventilationsbrandskydd utformas med fläkt-i-drift ska dock detta system ha prioritet över nödstoppfunktionen.

Ska området användas för bilservice, kontor och handel ska minst ovanstående åtgärder vidtas för nyetablering. Om åtgärderna utförs kan nyetablering av dessa verksamheter accepteras inom område F.

Observera vidare att eftersom bensinstation finns på området ska också särskild riskhänsyn tas till den befintliga bensinstationen vid planläggning av området om denna ska vara kvar. Detta kan komma att medföra förändringar av rekommendationer och föreslagna åtgärder.

Uppdragsbeteckning 4075,000	Dokumentbeteckning FT8-01	Skapad 2017-05-22	Datum 2017-05-22	Utgåva 1	Sida 29 (50)
--------------------------------	------------------------------	----------------------	---------------------	-------------	-----------------

7 Slutsats

FireTech Engineering AB anser att om de åtgärder som redovisats för respektive område i kapitel 6 vidtas har skäliga åtgärder vidtagits för att begränsa riskerna till följd av transporter av farligt gods för människor inom områdena.

Åtgärder som redovisas i kapitel 6 gäller etablering av nya verksamheter samt vid uppförande av nya byggnader.

Malmö 2017-05-22
FireTech Engineering AB

Fabian Ardin
Civilingenjör i Riskhantering
Brandingenjör

Mårten Markselius
Civilingenjör i Riskhantering
Brandingenjör

Granskad av:

Martina Ardenmark
Civilingenjör i Riskhantering
Brandingenjör

Uppdragsbeteckning 4075,000	Dokumentbeteckning FT8-01	Skapad 2017-05-22	Datum 2017-05-22	Utgåva 1	Sida 30 (50)
--------------------------------	------------------------------	----------------------	---------------------	-------------	-----------------

8 Referenser

- /1/ *Farligt gods riskhantering i fysisk planering – Vägledning för planläggning intill transportleder för farligt gods*, Länsstyrelsen Dalarnas Län, 2012.
- /2/ *Värdering av risk*. Karlstad : Statens Räddningsverk, 1997.
- /3/ *Inventering i Mora – Transporter av farligt gods*, Björn Olsson, Länsprojekt Riskhantering, 2002.
- /4/ *Kartläggning av farligt godstransporter September 2006*, Statens räddningsverk, 2006.
- /5/ *Risikanalyser – Morkarlby nedre skola*, Mora brandkår, 2015.
- /6/ Telefonsamtal (2017-04-12) med Johan Szymanski, Mora kommun.
- /7/ *Handbok för hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer*, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015.
- /8/ *Risker i Västernorrlands län, metodstudie med exempel för samhällsplaneringen FOA-R-00153-4.5*, Försvarets Forskningsanstalt, 1995.
- /9/ *Farligt gods Riskbedömning vid transport, Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg*, Väg- och transportforskningsinstitutet, VTI, Räddningsverket, Karlstad, 1996.
- /10/ *Säkra järnvägstransporter av farligt gods*, Banverket och Räddningsverket, 2004.
- /11/ *Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg, VTI-rapport 387:4*, Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
- /12/ *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*, Länsstyrelsen Stockholm, 2016.

Bilaga A Frekvens och sannolikhetsberäkning

Detta kapitel innehåller sannolikhets- och frekvensberäkningar för de händelser som definierats och identifierats och som kan leda till utsläpp av farligt gods som påverkar personer vid område A-F.

A.1 Frekvens för farligt gods olycka på väg

Sannolikheten för olycka där ett fordon innehållande farligt gods är inblandat på E45 beräknas enligt VTI-modellen /1/. Eftersom ett känt antal transporter med farligt gods per dygn används för beräkningarna kan följande förenklade ekvation för frekvensberäkningen tillämpas.

$$\text{Frekvens för olycka med FG fordon} = L * O * \text{ÅDT}_{FG} * 365 * 10^{-6} * (2 - Y)$$

Indata som användes redovisas i Tabell A1 och som underlag för beräkningar används statistik som redovisas i kapitel 4.

Parameter	Indata	Kommentar
Vägtyp och hastighetsgräns	Flerfältsväg i tätbebyggelse, 60 km/h	Enligt flerfältsväg, 70km/h tabell 2.2 /1/
Längd (L)	100 m	
Antal transporter med farligt gods per dygn (ÅDT _{FG})	40	Enligt inventering utförd 2002 /2/
Olyckskvot (O)	0,60	Enligt tabell 2.2 /1/
Andel singelolyckor (Y)	0,30	Enligt tabell 2.2 /1/
Index för farligtgoodsolycka	0,13	Enligt tabell 2.2 /1/. Används för uppskattning av utsläppssannolikhet.
Antal fordon med farligt gods i trafikolyckor/år	1,5*10 ⁻³	Enligt beräkningar /1/

Tabell A1. Uppskattning av antal farligt gods olyckor på E45 i Mora.

Sannolikheten för att ett fordon på väg avsett för farligt gods drabbas av en olycka uppskattas med denna modell till 1,5*10⁻³ per år och 100 meter (eller 1,5*10⁻² per år och kilometer).

Sannolikheten ovan tar inte i beaktande hur allvarlig skadeutfallet blir eller om den leder till att farligt gods sprids eller att en farlig situation uppstår. Dessa händelser är beroende av andra följdhändelser som kan vara svåra att förutspå sannolikheten för. Detta behandlas i anslutning till respektive scenario.

Sannolikheten för att olycka med farligt gods ska innehålla ett visst ämne beräknas med hjälp av ämnesfördelningen enligt tabell 4.1, kapitel 4 och frekvensen för en farligt gods olycka enligt ovan.

Det bedöms enligt kapitel 4 att det endast är klasser 2A, 2B, 3 och 5 som kan ge några större konsekvenser på området. Styckegodstransporter kan innehålla flera av dessa klasser men antas för beräkningarna endast bidra med konsekvenser i form av brand. Övriga klasser antas endast ge en mycket lokal påverkan i eller inom ett begränsat område runt olycksplatsen

och/eller transporteras mycket lite. I analysen antas konservativt att 50 % av transporterade gaser är brännbara och 50 % giftiga, icke brännbara gaser.

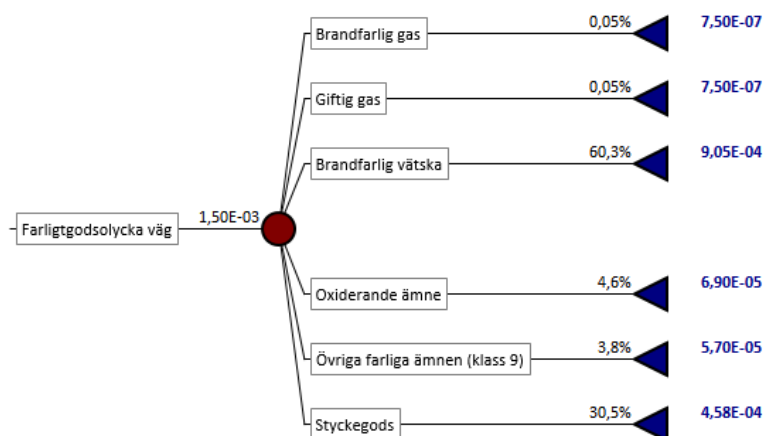
I tabell A2 redovisas frekvensen för trafikolycka med transport av respektive aktuell farligt gods klass.

Frekvensen för olycka där ett fordon avsett för farligt gods (oavsett ämne) är inblandat på E45 beräknades till $1,5 \cdot 10^{-3}$. Baserat på andel transporterade ämnen delas denna frekvens upp på delfrekvenser. Se tabell A2 nedan.

Klass	Andel i procent	Frekvens
2.1 (Brandfarliga gaser)	0,05 %	$7,50 \cdot 10^{-7}$
2.3 (Giftiga gaser)	0,05 %	$7,50 \cdot 10^{-7}$
3 (Brandfarliga vätskor)	60,3 %	$9,05 \cdot 10^{-4}$
5 (Oxiderande ämnen)	4,6 %	$6,90 \cdot 10^{-5}$
9 (Övriga farliga ämnen)	3,8 %	$5,70 \cdot 10^{-5}$
Styckegods	30,5 %	$4,58 \cdot 10^{-4}$

Tabell A2. Frekvens för olycka vid transport av farligt gods fördelat på respektive ämne, hämtat från inventeringen av transporter av farligt gods i Mora 2002 /3/.

Nedan redovisas frekvenser i ett händelsetråd. Händelsetråd för respektive ämne redovisas i tillhörande avsnitt.



Figur A1 Händelsetråd för trafikolycka för respektive ämne

A.1.1

ADR/RID klass 2.1 - Brandfarlig gas

Tryckkondenserade gaser transporteras vanligtvis i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. Sannolikheten för läckage som följd av en olycka kan antas vara ungefär trettio gånger lägre för dessa transporter jämfört med bensintankar /1/. Detta medför att sannolikheten för läckage kan uppskattas till 0,4 % (0,13 / 30).

För brännbara gaser blir konsekvensen för människor först när utsläppet antänds. Tre typer av konsekvenser vid utsläpp av brandfarlig gas undersökts, gasmolnsbrand, jetflamma och BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).

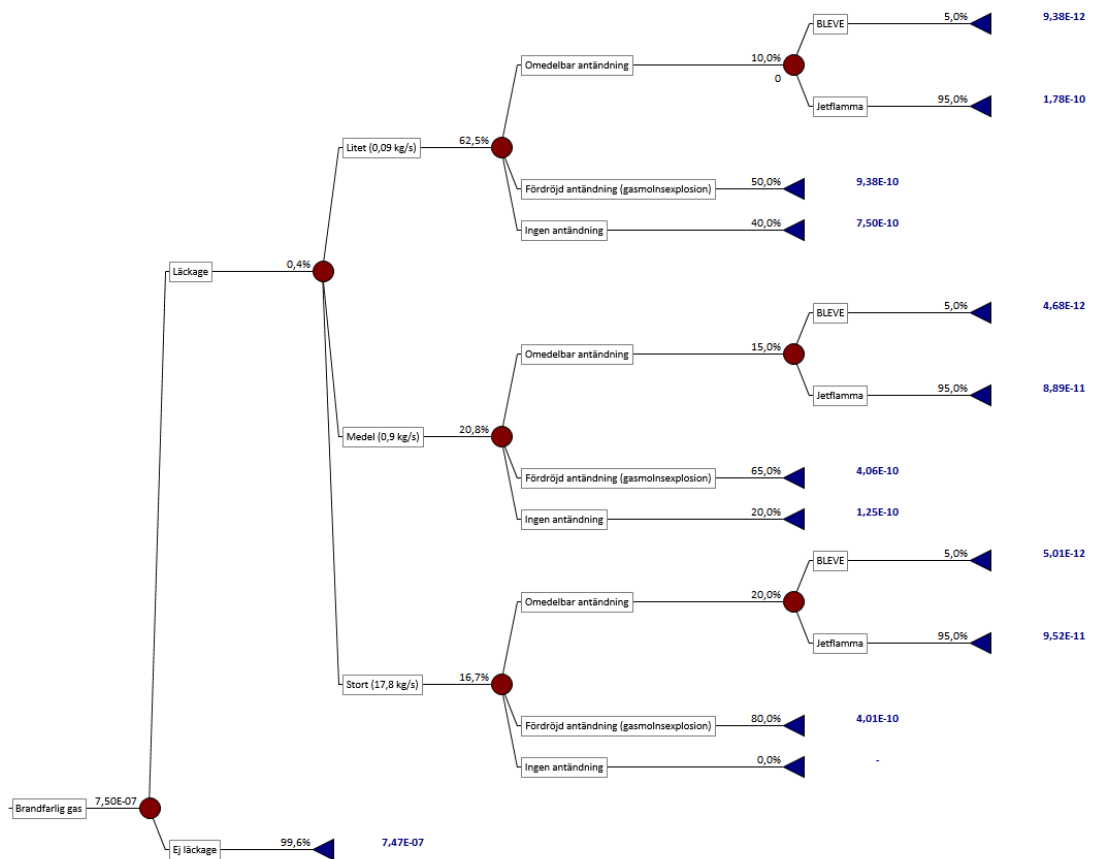
Utsläpp antas utgöras av små, medelstora och stora utsläpp (0,09, 0,9 och 17,8 kg/s) av gasol. För litet, medel respektive stort utsläpp av brandfarliga gaser ansätts sannolikheter och utsläppsstorlekar enligt tabell 3.4 i /1/.

Sannolikheter för omedelbar antändning, fördröjd antändning (gasmolnsbrand) respektive ingen antändning av de brandfarliga gaserna ansätts värden enligt Tabell A3 anpassat återgiven från /3/. För medelstora utsläpp saknas tabellerade värden varför medelvärdet mellan stort och litet utsläpp ansätts.

Hålstorlek	Antändning	Sannolikhet
Liten	Omedelbar	0,1
	Fördröjd	0,5
	Ingen	0,4
Medel	Omedelbar	0,15
	Fördröjd	0,65
	Ingen	0,2
Stor	Omedelbar	0,2
	Fördröjd	0,8
	Ingen	0,0

Tabell A3. Sannolikheter för olika typer av konsekvenser vid utsläpp av brandfarlig gas. Anpassad och återgiven från /3/.

En BLEVE antas enbart inträffa i intilliggande tank om en eventuell jetflamma är riktad direkt mot tanken under en lång tid. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning. Sannolikheten för att en BLEVE ska uppstå till följd av jetflamma är mycket liten, uppskattningsvis mindre än 5 %. I figur A2 nedan redovisas scenarier för vidare beräkning enligt ansatta sannolikheter.

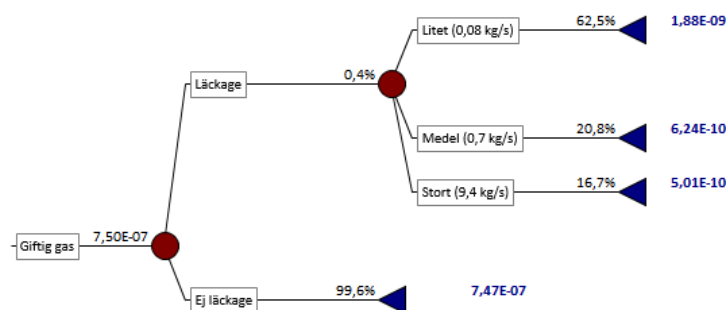


Figur A2. Händelse-träd för brandfarlig gas. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelse-trädet (per år).

A.1.2

ADR/RID klass 2.3 - Giftig gas

Sannolikhet för läckage ansätts till 0,4 % med samma resonemang som för brännbara gaser eftersom tjockväggiga tankar används. Utsläpp antas ta formen som små, medelstora eller stora utsläpp (0,08 kg/s, 0,7 kg/s respektive 9,4 kg/s) med utsläppsmängder och sannolikhetsfördelning enligt [räddningsverket VTI]. I figur A3 nedan redovisas scenarier för vidare beräkning enligt ansatta sannolikheter.



Figur A3. Händelse-träd för giftig gas. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelse-trädet (per år).

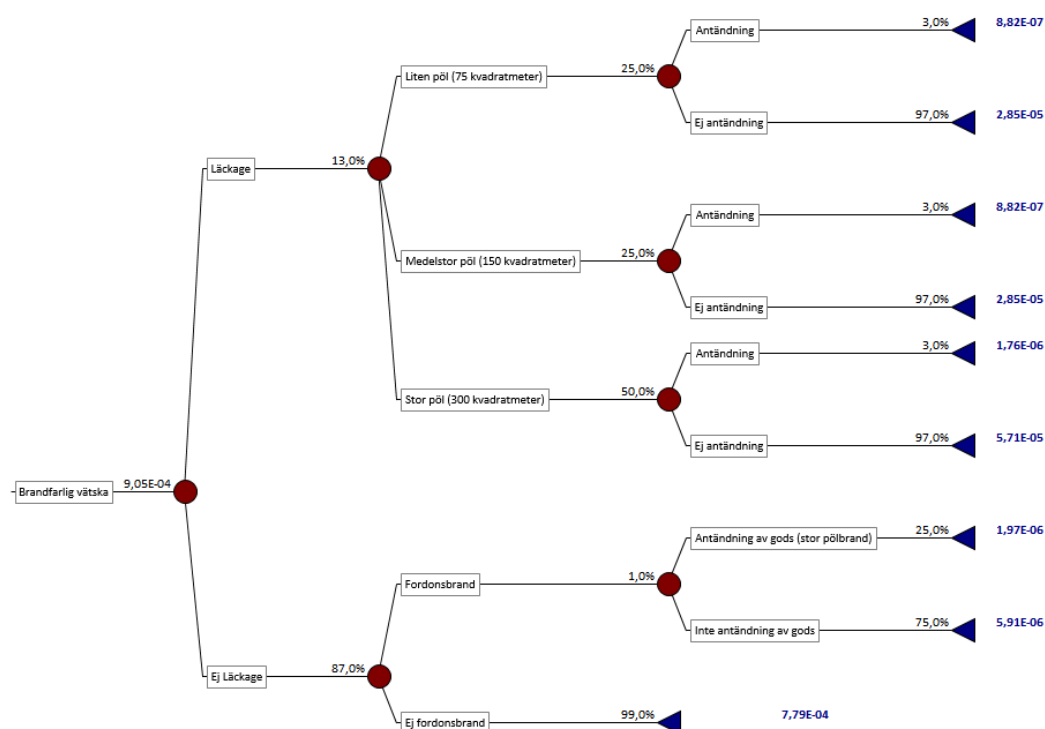
A.1.3

ADR/RID klass 3 - Brandfarliga vätskor

Olyckor med brandfarliga vätskor bedöms leda framförallt till konsekvenser i form av pölbränder. Sannolikhet för läckage ansätts till 0,13 enligt /1/. Tre olika pölstorlekar ansätts (75, 150 och 300 kvadratmeter), med fördelning enligt /1/ för tunnväggig tank med släp.

Sannolikheter för antändning av bensin vid utsläpp ansätts till 3 % /1/. För vidare beräkningar av frekvenser för olika scenarier ansätts sannolikhet för antändning till 3 %.

Sannolikhet för fordonsbrand ansätts till 1 %. Vid en fordonsbrand antas godset antändas och bilda en stor pölbrand i 25 % av fallen. I figur A4 nedan redovisas scenarier för vidare beräkning enligt ansatta sannolikheter.



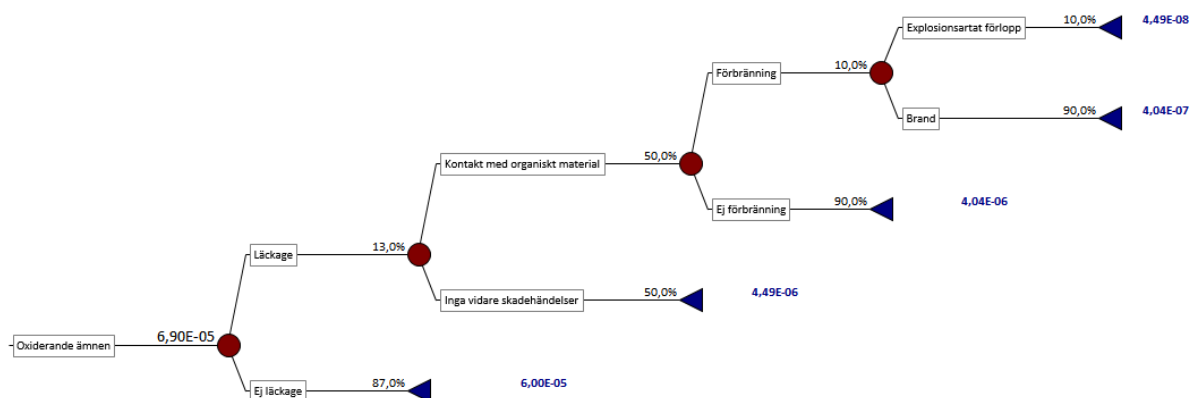
Figur A4. Händelsetråd för brandfarlig vätska. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelsetrådet (per år).

A.1.4

ADR/RID klass 5 - Oxiderande ämnen

Vid olycka med oxiderande ämne antas endast personer omkomma om det oxiderande ämnet kommer i kontakt med organiskt material och ett explosionsartat förlopp uppstår. Sannolikheten för läckage vid en olycka har ansatts enligt /1/ till 13 %.

Om ett utsläpp sker antas det att kontakt med organiskt material sker i 50% av fallen. Oftast blandas en stabilisator, flegmatriseringsmedel, in i det oxiderande ämnet för att minska reaktionsbenägenheten hos det farliga godset. En tiondel av de utsläpp som kommer i kontakt med organiskt material leder i sin tur till någon form av förbränning, vilket i sin tur kan leda till ett explosionsartat förlopp med cirka 10 % sannolikhet. I figur A5 nedan redovisas scenarier för vidare beräkning enligt ansatta sannolikheter.



Figur A5. Händelseträd för oxiderande ämnen. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelseträdets (per år).

A.1.5 ADR/RID klass 9 - Övriga farliga ämnen

Olyckor med ämnen i klass 9 anses enligt kapitel 4 endast bidra med försumbara personskador. Dessa olyckor undersöks därefter ej närmre.

A.1.6 Styckegods

Frekvensen för trafikolyckor med fordon som transporterar styckegods uppskattas enligt beräkningarna i denna bilaga till $4,58 \cdot 10^{-4}$ per år och 100 meter. Eftersom styckegods kan bestå av en mycket stor mängd möjliga kombinationer av farliga ämnen är möjligheterna att dela in potentiella händelseförlopp i ett händelseträd begränsade. Eftersom godset förpackas i kollin där varje kolli består av en mindre mängd farligt ämne bedöms konsekvenserna för många händelser där endast enstaka kollin påverkas vara begränsade. En brand som uppstår i det aktuella fordonet eller ett brandfarligt kolli kan dock sprida sig till flera kollin och ge upphov till en större brand och/eller explosioner.

Sannolikheten att en trafikolycka med fordon som transporterar styckegods ska leda till utsläpp sker ansätts till 13 % /1/ och frekvensen för utsläpp för styckegodstransport uppskattas därmed till $5,95 \cdot 10^{-5}$ per år och 100 meter. 10 % av transporterarna antas innehålla gods som kan orsaka en brand. Antändningssannolikhet sätts till 3 % varvid risken för en brand blir $1,79 \cdot 10^{-7}$. Den antas då ge upphov till en medelstor pölbrand (150 kvadratmeter).

A.1.7

Scenarier för konsekvensberäkningar

Nedan redovisas de scenarier med tillhörande frekvenser som används för konsekvensberäkningar.

Typ av olycka/ämne	Scenario	Benämning	Frekvens	Kommentar
Brandfarlig gas	Litet utsläpp BLEVE	A1	$9,38 \cdot 10^{-12}$	
Brandfarlig gas	Litet utsläpp jetflamma	A2	$1,78 \cdot 10^{-10}$	
Brandfarlig gas	Litet utsläpp gasmolnexplosion	A3	$9,38 \cdot 10^{-10}$	
Brandfarlig gas	Medelstort utsläpp BLEVE	A4	$4,68 \cdot 10^{-12}$	
Brandfarlig gas	Medelstort utsläpp jetflamma	A5	$8,89 \cdot 10^{-11}$	
Brandfarlig gas	Medelstort utsläpp gasmolnexplosion	A6	$4,06 \cdot 10^{-10}$	
Brandfarlig gas	Stort utsläpp BLEVE	A7	$5,01 \cdot 10^{-12}$	
Brandfarlig gas	Stort utsläpp jetflamma	A8	$9,52 \cdot 10^{-11}$	
Brandfarlig gas	Stort utsläpp gasmolnexplosion	A9	$4,01 \cdot 10^{-10}$	
Giftig gas	Litet utsläpp	B1	$1,88 \cdot 10^{-9}$	
Giftig gas	Medelstort utsläpp	B2	$6,24 \cdot 10^{-10}$	
Giftig gas	Stort utsläpp	B3	$5,01 \cdot 10^{-10}$	
Brandfarlig vätska	Liten pöl	C1	$8,82 \cdot 10^{-7}$	
Brandfarlig vätska	Medelstor pöl	C2	$8,82 \cdot 10^{-7}$	
Brandfarlig vätska	Stor pöl	C3	$1,76 \cdot 10^{-6}$	
Brandfarlig vätska	Fordonsbrand som sprids till gods	C4	$1,97 \cdot 10^{-6}$	Beräknas som stor pölbrand
Oxiderande ämne	Explosion	D1	$4,49 \cdot 10^{-8}$	
Oxiderande ämne	Brand	D2	$4,04 \cdot 10^{-7}$	
Styckegods	Brand	E1	$1,79 \cdot 10^{-7}$	Beräknas som medelstor pölbrand

Tabell A4. Olycksscenarier vägtransport av farligt gods.

A.2

Frekvensberäkning urspårning järnväg

Järnvägen transporterar idag inget farligt gods, men kan tänkas göra det i framtiden.

För beräkning av urspårningsfrekvens med farligt gods på järnväg används VTI:s rapport som underlag /1/. För beräkningarna antas 100 tåg med 10 vagnar farligt gods passera det aktuella området per år. Samtliga vagnar antas vara fyraxlade.

Vid en urspårning spårar i genomsnitt 3,5 vagnar ur /6/.

Som urspårningstal används $4 \cdot 10^{-9}$. Spårkvalitet ansätts till motsvarande träsliper, helsvetsat, räler SJ 50 ($1,9 \cdot 10^{-9}$) /1/.

Frekvens av skadade vagnar med farligt gods vid urspårning, beräknas till $5,9 \cdot 10^{-6}$ per år och 100 meter ($100 \times 0,1 \times 40 \times 2,5 (4 \cdot 10^{-9} + 1,9 \cdot 10^{-9})$).

Eftersom inget farligt gods idag transporteras antas en approximativt anpassad fördelning efter riksstatistik från år 2006 /4/ enligt nedan. Grundfrekvensen för urspårning har i tabellen delats in i delfrekvenser för olika ämnen.

Klass	Andel i procent	Frekvens
2.1 (Brandfarliga gaser)	10 %	$5,90 \cdot 10^{-7}$
2.3 (Giftiga gaser)	1 %	$5,90 \cdot 10^{-8}$
3 (Brandfarliga vätskor)	59 %	$3,48 \cdot 10^{-6}$
5 (Oxiderande ämnen)	15 %	$8,85 \cdot 10^{-7}$
9 (Övriga farliga ämnen)	10 %	$5,90 \cdot 10^{-7}$
Styckegods	5 %	$2,95 \cdot 10^{-7}$

Tabell A5. Antagen fördelning av ämnen som transporteras på järnväg.

A.2.1

ADR/RID klass 2.1 - Brandfarlig gas

För brännbara gaser blir konsekvensen för människor först vid antändning av gasen. Tre typer av konsekvenser vid utsläpp av brandfarlig gas undersökts, gasmolnsbrand, jetflamma och BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).

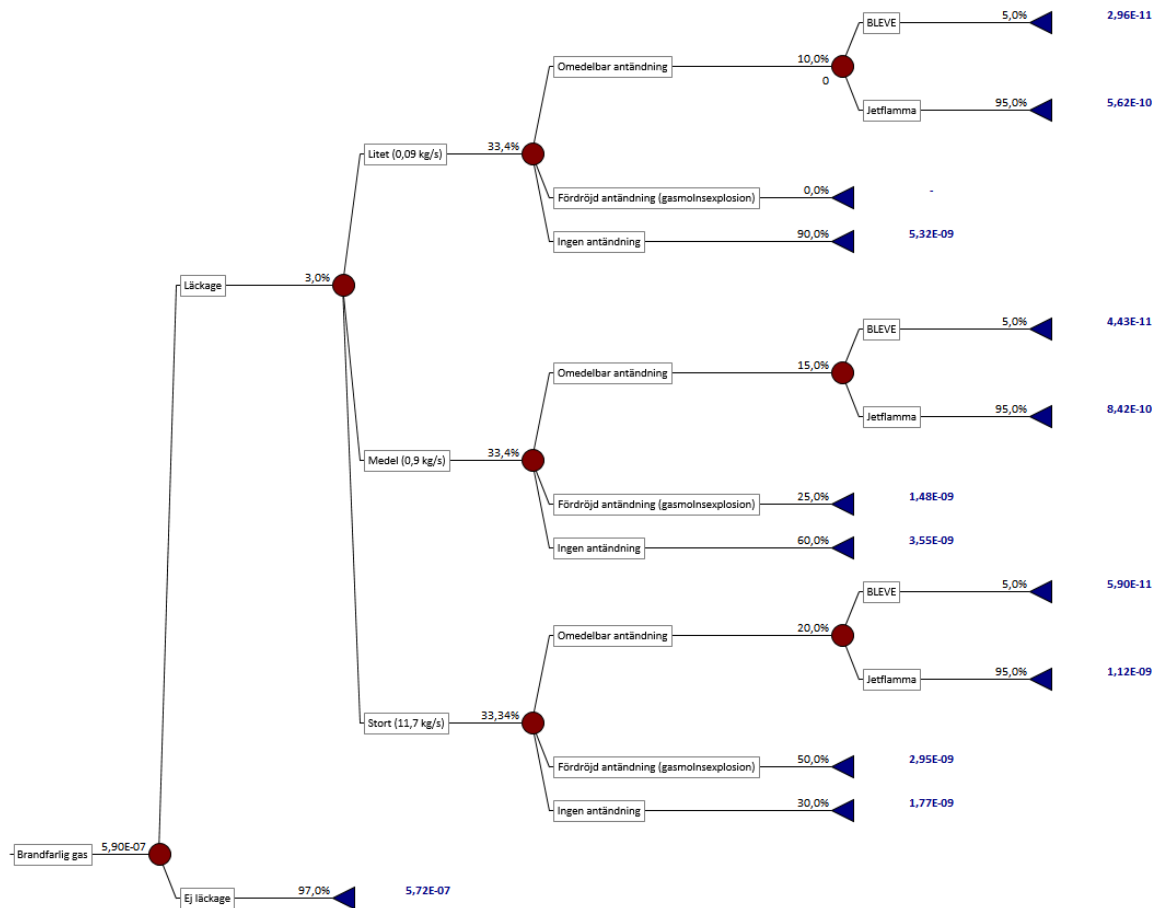
Utsläpp antas utgöras av små, medelstora och stora utsläpp (0,09, 0,9 och 11,7 kg/s) av gasol. Tryckkondenserade gaser transporteras vanligtvis i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. Sannolikheter för utsläpp ansätts till 1 % för varje ansatt utsläppsmängd enligt /1/ (totalt 3 %).

Sannolikheter för omedelbar antändning, fördröjd antändning (gasmolnsbrand) respektive ingen antändning av de brandfarliga gaserna ansätts värden enligt Tabell A6 anpassat återgiven från /3/. För medelstora utsläpp saknas tabellerade värden varför medelvärdet mellan stort och litet utsläpp ansätts.

Hålstorlek	Antändning	Sannolikhet
Liten	Omedelbar	0,1
	Fördröjd	0,0
	Ingen	0,9
Medel	Omedelbar	0,15
	Fördröjd	0,25
	Ingen	0,6
Stor	Omedelbar	0,2
	Fördröjd	0,5
	Ingen	0,3

Tabell A6. Sannolikheter för olika typer av konsekvenser vid utsläpp av brandfarlig gas. Anpassad och återgiven från /3/.

I figur A6 nedan redovisas scenarier för vidare beräkning enligt ansatta sannolikheter.



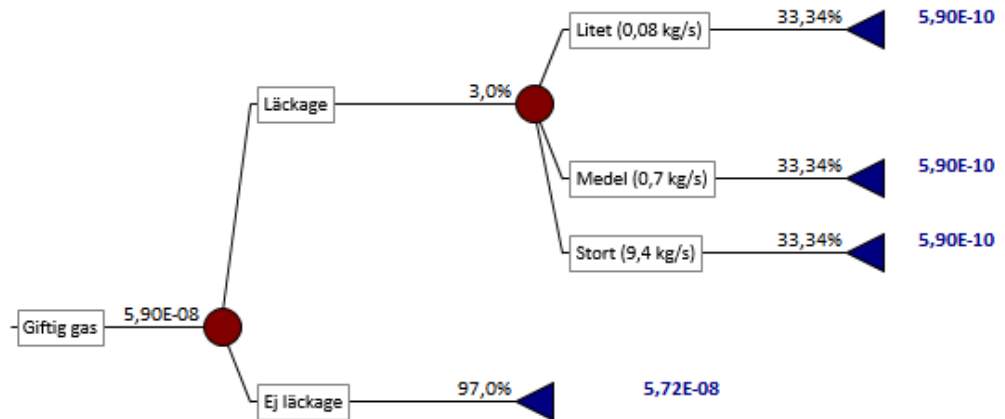
Figur A6. Händelsetråd för brandfarlig gas på järnväg. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelsetrådet (per år och 100 m).

A.2.2

ADR/RID klass 2.3 - Giftig gas

Utsläpp antas utgöras av små, medelstora och stora utsläpp (0,09, 0,9 och 11,7 kg/s) av gasol. För litet, medel respektive stort utsläpp av brandfarliga

gaser ansätts sannolikheter och utsläppsstorlekar enligt /1/. I figur A7 nedan redovisas scenarier för vidare beräkning enligt ansatta sannolikheter.



Figur A7. Händelseträd för giftig gas på järnväg. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelseträdet (per år och 100 m).

A.2.3

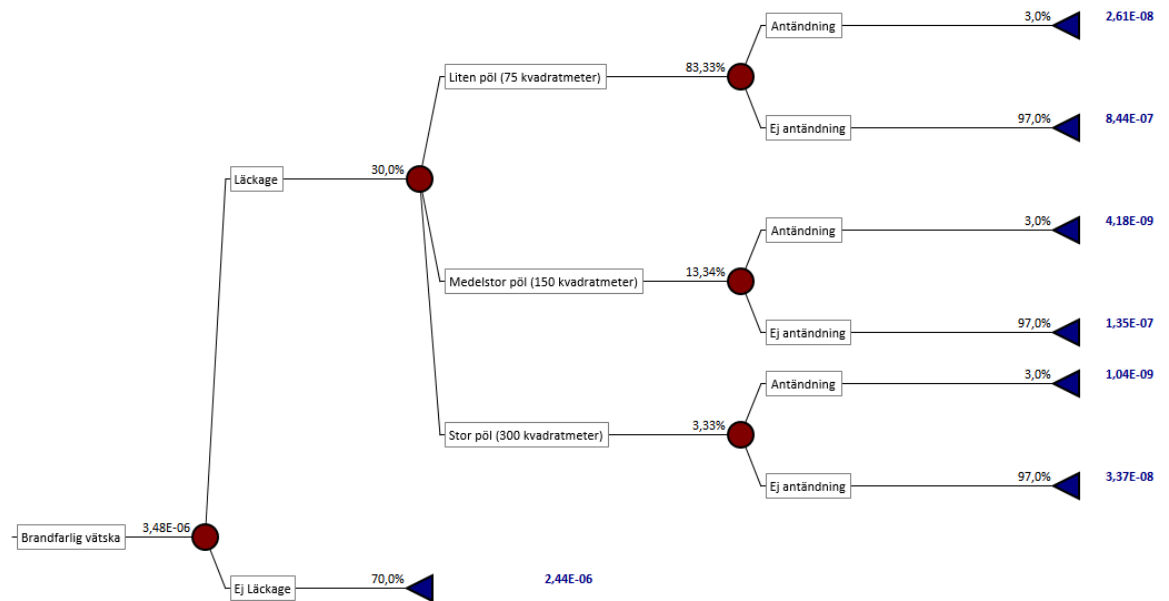
ADR/RID klass 3 - Brandfarliga vätskor

För brandfarliga vätskor ansätts sannolikheter enligt tabell A7 nedan, återgiven från /1/. Sannolikheten för inga utsläpp blir med dessa sannolikheter 0,7.

Hålstorlek	Sannolikhet
Liten	0,25
Medel	0,04
Stor	0,01

Tabell A7 Sannolikheter för utsläpp brandfarlig gas. Anpassad och återgiven från /1/.

Tre olika pölstorlekar ansätts (75, 150 och 300 kvadratmeter) med sannolikheter enligt tabell 1.6 i /1/. Antändning antas ske i 3 % av fallen. I figur A8 nedan redovisas scenarier för vidare beräkning enligt ansatta sannolikheter.



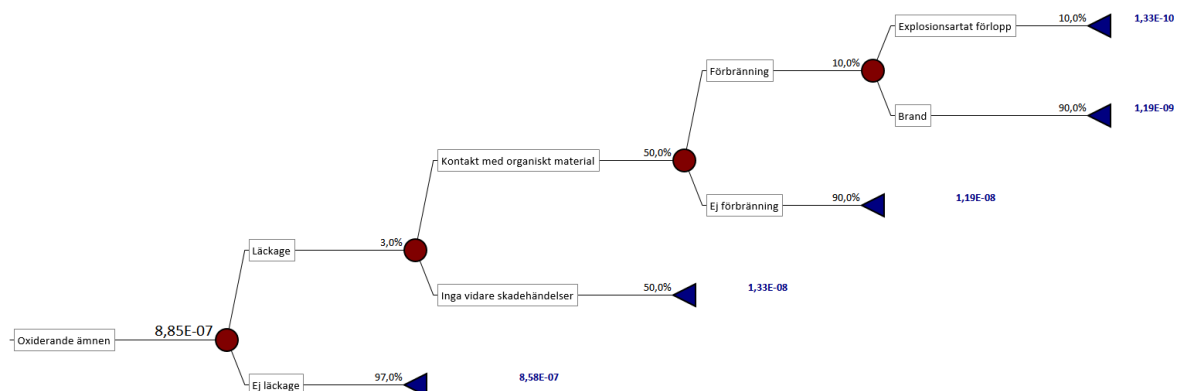
Figur A8. Händelsetråd för brandfarlig vätska på järnväg. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelsetrådet (per år och 100 m).

A.2.4

ADR/RID klass 5 - Oxiderande ämne

Vid olycka med oxiderande ämne antas endast personer omkomma om det oxiderande ämnet kommer i kontakt med organiskt material och ett explosionsartat förlopp uppstår. Sannolikheten för läckage vid en urspårning har uppskattats till 3 %.

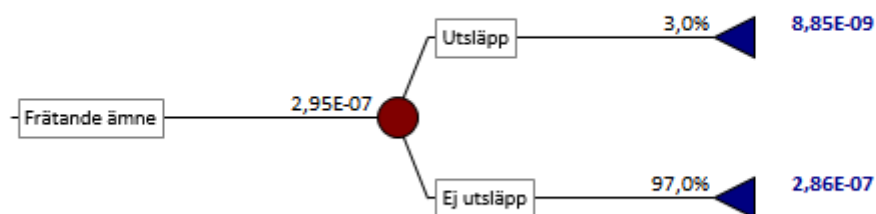
Om ett utsläpp sker antas det att kontakt med organiskt material sker i 50% av fallen. Oftast blandas en stabilisator, flegmatriseringsmedel, in i det oxiderande ämnet för att minska reaktionsbenägenheten hos det farliga godset. En tiondel av de utsläpp som kommer i kontakt med organiskt material leder i sin tur till någon form av förbränning, vilket i sin tur kan leda till ett explosionsartat förlopp med cirka 10 % sannolikhet. I figur A5 nedan redovisas scenarier för vidare beräkning enligt ansatta sannolikheter.



Figur A9. Händelsetråd för oxiderande ämne på järnväg. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelsetrådet (per år och 100 m).

A.2.5 ADR/RID klass 8 - Frätande ämnen

För frätande ämnen ansätts sannolikheten för utsläpp till 3 %.



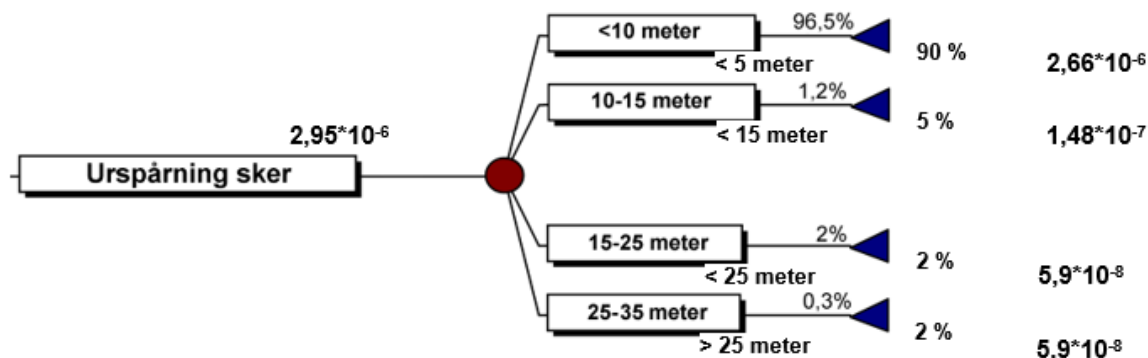
Figur A10. Händelseträd för frätande ämne på järnväg. Frekvenser för olika händelser redovisas i slutet av händelseträdet (per år och 100 m).

A.2.6 ADR/RID klass 9 - Övriga farliga ämnen

Olyckor med ämnen i klass 9 anses enligt kapitel 4 endast bidra med försumbara personskador. Dessa olyckor undersöks därefter ej närmre.

A.2.7 Mekanisk skada på grund av urspårning

I figur A8 redovisas sannolikheten för att en urspårad vagn lastad med farligt gods påverkar ett område på ett visst avstånd från spåret. Sannolikheten för de olika avstånden har hämtats från /5/. Hälften av alla urspårningar kan antas ske åt motsatt håll, varför grundfrekvensen för urspårning halveras.



Figur A11. Händelseträd för mekanisk skada till följd av urspårad tågagn lastad med farligt gods.

A.2.8

Scenarier för konsekvensberäkningar

Nedan redovisas de scenarier med tillhörande frekvenser som används för konsekvensberäkningar.

Typ av olycka/ämne	Scenario	Benämning	Frekvens	Kommentar
Brandfarlig gas	Litet utsläpp BLEVE	A1b	$2,96 \cdot 10^{-11}$	
Brandfarlig gas	Litet utsläpp jetflamma	A2b	$5,62 \cdot 10^{-10}$	
Brandfarlig gas	Medelstort utsläpp BLEVE	A4b	$4,43 \cdot 10^{-11}$	
Brandfarlig gas	Medelstort utsläpp jetflamma	A5b	$8,42 \cdot 10^{-10}$	
Brandfarlig gas	Medelstort utsläpp gasmolnsexplosion	A6b	$1,48 \cdot 10^{-9}$	
Brandfarlig gas	Stort utsläpp BLEVE	A7b	$5,90 \cdot 10^{-11}$	
Brandfarlig gas	Stort utsläpp jetflamma	A8b	$1,12 \cdot 10^{-9}$	
Brandfarlig gas	Stort utsläpp gasmolnsexplosion	A9b	$2,95 \cdot 10^{-9}$	
Giftig gas	Litet utsläpp	B1b	$5,90 \cdot 10^{-10}$	
Giftig gas	Medelstort utsläpp	B2b	$5,90 \cdot 10^{-10}$	
Giftig gas	Stort utsläpp	B3b	$5,90 \cdot 10^{-10}$	
Brandfarlig vätska	Liten pölbrand	C1b	$2,61 \cdot 10^{-8}$	
Brandfarlig vätska	Medelstor pölbrand	C2b	$4,18 \cdot 10^{-9}$	
Brandfarlig vätska	Stor pölbrand	C3b	$1,04 \cdot 10^{-9}$	
Oxiderande ämne	Explosion	D1b	$1,33 \cdot 10^{-10}$	
Oxiderande ämne	Brand	D2b	$1,19 \cdot 10^{-9}$	
Frätande ämne	Utsläpp	E1b	$8,85 \cdot 10^{-9}$	
Urspårning < 5 m	Mekanisk skada	F1b	$2,66 \cdot 10^{-6}$	
Urspårning < 15 m	Mekanisk skada	F2b	$1,48 \cdot 10^{-7}$	
Urspårning < 25 m	Mekanisk skada	F3b	$5,9 \cdot 10^{-8}$	
Urspårning > 25 m	Mekanisk skada	F4b	$5,9 \cdot 10^{-8}$	

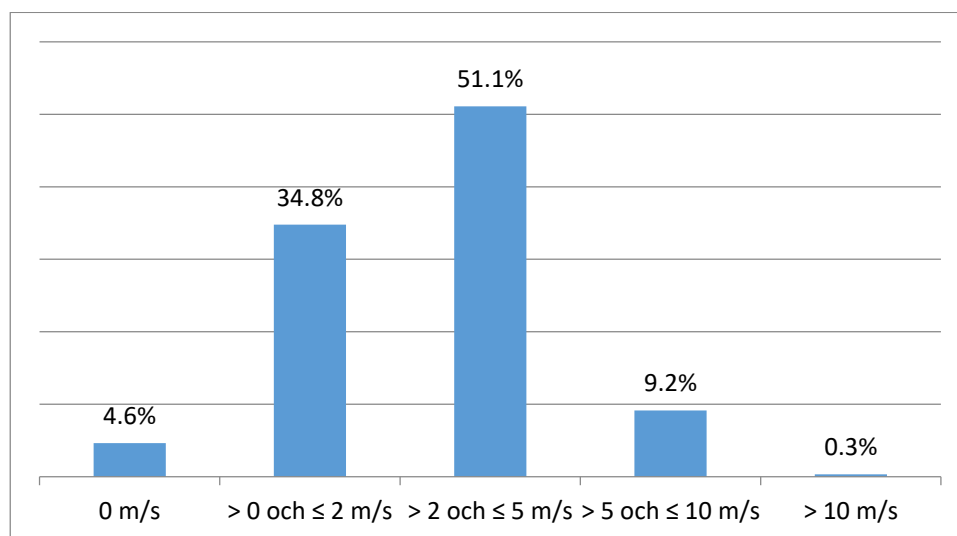
Tabell A9. Olycksscenarier järnvägstransport av farligt gods.

A.3 Meteorologisk data

Meteorologisk data inhämtats från SMHI:s mätstation i Mora /7/. Mätdata har sammanställts för 20-årsperioden 1972-01-01 till 1992-12-31.

Mätvärden för vindriktningar har indelats i åtta, lika stora, diskreta intervall. I Figur A12 **Fe!** **Hittar inte referenskälla.** åskådliggörs vindhastighet och i Tabell A10 sannolikheten för olika vindriktningar.

Det kan noteras att vindhastigheten ytterst sällan överskrider 10 m/s vid mätning under 10 minuters tid. Vanligast förekommande är en lätt vind på mellan 2 och 5 m/s. Medelvärde av samtliga mätningar är 3,0 m/s.



Figur A12. Vindhastighet representativ för anläggningens lokalisering indelad i kategorier. Sampling har skett varje timme med 10 minuters mättid. Mätning är gjord 10 meter ovan mark. Medelvärde är 3,0 m/s. Baserat på 23 322 mätvärden.

Tabell A10. Vindriktning och medelhastighet representativ för anläggningens läge. Mätning är gjord 10 meter ovan mark. Sampling har skett varje timme med 10 minuters mättid. Vid indelning av data i de åtta diskreta riktningarna har 90° ansatts varje intervall. I 4 % av fallen är uppmätt vindhastighet 0 m/s och vindriktning således inte definierbar. Baserat på 23 322 mätvärden.

Vind från	-	N	Ö	S	V
Andel (%)	4	28	17	24	27

Uppdragsbeteckning 4075,000	Dokumentbeteckning FT8-01	Skapad 2017-05-22	Datum 2017-05-22	Utgåva 1	Sida 45 (50)
--------------------------------	------------------------------	----------------------	---------------------	-------------	-----------------

Referenser bilaga A

- /1/ *Farligt gods Riskbedömning vid transport, Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg*, Väg- och transportforskningsinstitutet, VTI, Räddningsverket, Karlstad, 1996
- /2/ *Inventering i Mora – Transporter av farligt gods*, Björn Olsson, Länsprojekt Riskhantering, 2002.
- /3/ *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*, Purdy, Grant, Journal och Hazardous materials, 33, 1993
- /4/ *Kartläggning av farligt godstransporter September 2006*, Statens räddningsverk, 2006.
- /5/ *Transporter av farligt gods – handbok för kommunernas planering*, Sveriges Kommuner och Landsting, 2012.
- /6/ *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*, Sven Fredén, Banverket Borlänge, 2001.
- /7/ SMHI, "SMHI Öppna data," Tillgänglig:'<http://opendata-download-metobs.smhi.se/explore/#>'. [Använd 28 April 2017].

Bilaga B – Konsekvensberäkningar

I denna bilaga beräknas konsekvenserna för de scenarier för vilka frekvenserna har uppskattats i Bilaga A.

B.1 Allmänt

Uppskattningar av konsekvensavstånd görs med beräkningsprogramvara, handberäkningsmodeller och förenklade antaganden.

B.2.1 *Programvara för konsekvensberäkningar*

För att utföra konsekvensuppskattningar till följd av ett utsläpp av farligt gods används version 5.4.7 av beräkningsprogramvaran ALOHA där så är möjligt. Denna version är utgiven i september 2016. ALOHA är avsett för att modellera utsläpp, spridning och konsekvenser av farliga ämnen och är utvecklat tillsammans av de amerikanska myndigheterna NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) och EPA (Environmental Protection Agency).

ALOHA utvecklades från början främst för syftet att användas av räddningstjänst men har med tiden utvecklats till att bli ett verktyg som också används för planerings- och akademiska ändamål /1/.

Följande indata har använts vid beräkningarna:

- Utsläppspunkten antas vara vid marknivån.
- Datum och klockslag: 2017-09-15, 12:00
- Vind: 3 meter per sekund.
- Lufttemperatur: 10 °C
- Molnighet: 100 %
- Stabilitetsklass: D (neutral stabilitet)

B.2 ADR/RID Klass 2.1 – Brandfarlig gas

B.2.1 *Brännbar gas - jetflamma*

Om utsläpp av brännbar gas inträffar och antändning av utsläppet omedelbart inträffar medför detta att en jetflamma uppkommer. Konsekvensavstånd för jetflamma har beräknats med ALOHA. Det antas att samtliga som befinner sig på ett sådant avstånd att strålningen överskrider 20 kW/m² omkommer, medan personer som befinner sig längre bort inte omkommer.

Litet utsläpp (0,09 kg/s): < 10 meter

Medelstort utsläpp (0,9 kg/s): 10 meter

Stort utsläpp (17.8 kg/s): 21 meter.

B.2.1 *Brännbar gas – gasmolnsexplosion*

Om utsläpp av brännbar gas inträffar och antändning fördröjs medför detta att en gasmolnsexplosion inträffar. Konsekvensavstånd för gasmolnsexplosion har beräknats med ALOHA och redovisas nedan:

Litet utsläpp (0,09 kg/s): 11 meter

Medelstort utsläpp (0,9 kg/s): 22 meter

Stort utsläpp (17.8 kg/s): 110 meter.

Samtliga personer som befinner sig i gasmolnsexplosionen antas omkomma, medan personer på avstånd längre bort än påverkansområdet för respektive utsläppsstorlek inte antas påverkas.

B.2.1 *Brännbar gas - BLEVE*

BLEVE, eldklot om en brännbar substans under tryck momentant strömmar ut och antänds. Kan till exempel orsakas av att tryckbehållaren utsätts för en brand utifrån /2/.

För brännbara gaser kan diametern för eldklotet beräknas genom

$$D = 6,5 * M^{1/3}$$

Varaktigheten hos ett eldklot kan uppskattas med:

$$t = 0,85 * M^{0,26}$$

Där M är total massa av den brännbara gasen. Lastbilstransporter med gasol sker normalt i tankar med kapacitet på 4-30 ton /3/. Om beräkning genomförs för 20 000 kg uppgår eldklotets diameter till omkring 180 meter och varaktigheten till cirka 10 sekunder. Detta medför att i eldklotet kan förväntas sträcka sig i storleksordning 100 meter från transportleden och strålningen kan förväntas bli påtaglig även på avstånd från eldklotet. Det antas att samtliga personer som befinner sig på ett avstånd av 150 meter omkommer medan personer längre bort inte omkommer.

B.3 **ADR/RID klass 2.1 – Giftig gas**

Gasen transporteras under tryck i vätskeform och vid utströmning till luft förångas vätskan fort och övergår i gasform. Gaserna är generellt tyngre än luft och sprids därmed längs marken. Gaserna är giftiga vid inandning och kan innebära livsfara vid höga koncentrationer. Konsekvenserna av ett utsläpp beror framförallt av hålstorlek och väderförhållanden.

B2.4 *Beräkning av konsekvens av olycka med giftig gas*

Giftiga gaser som transporteras på väg och järnväg utgörs av till exempel ammoniak, svaveldioxid och klor. Nedan anges exempel på koncentrationer av giftig gas som medför risk för dödsfall för de tre ämnena, återgivet från /4,5,6/.

	10 min	30 min	1 timme	4 timmar
Ammoniak	2700 ppm	1600 ppm	1100 ppm	550 ppm
Klor	50 ppm	28 ppm	20 ppm	10 ppm
Svaveldioxid	30 ppm	30 ppm	30 ppm	19 ppm

Beräkningar för uppskattning av avstånd till koncentrationer har gjorts i ALOHA. Beräkningar har gjorts för 30 ppm eftersom detta medför risk för dödsfall för både klor och svaveldioxid inom en kort tidsrymd. Svaveldioxid och tunggasmodell har använts i beräkningarna.

Källstyrka	Avstånd till 30 ppm	Koncentration inomhus 30 meter avstånd (öppen/stängd ventilation)	Koncentration inomhus 70 meter avstånd

0,08 kg/s	229 m	558/90 ppm	155/23 ppm
0,7 kg/s	709 m	3100/465 ppm	756/113 ppm
9,4 kg/s	2 700 m	24000/3600 ppm	6600/1000 ppm

Beräkningar har enbart gjorts för stabilitetsklass D (den vanligaste atmosfäriska stabiliteten). Stabilitetsklass E och F kan förväntas ge avstånd till en given koncentration som är flera gånger längre, men eftersom konsekvensen vid stabilitetsklass D ändå blir så pass hög görs ingen vidare utvärdering av detta.

Utomhuskoncentrationer kan förväntas bli mycket höga och dödliga koncentrationer kan förväntas uppkomma på ett avstånd som överskrider 200 meter. Samtliga områden som ska undersökas (A-F) är belägna närmare än 200 meter från transportled och något försök att uppskatta ett avstånd där personer inte kan förväntas omkomma görs därför inte utan det antas att samtliga personer inom 200 meter omkommer för alla utsläppsstorlekar.

B.3

ADR/RID klass 3 – Olycka med brandfarlig vätska

En olycka som leder till utsläpp av brandfarlig vätska leder till en pölbrand om det utsläppta ämnet antänds. Antändning av och brand i en sådan pöl förväntas ge strålningseffekter, som kan skada oskyddade människor och egendom.

Beräkning för att uppskatta strålning från en pölbrand genomförs med ALOHA. I beräkningarna antas pölbranden bestå av heptan.

	10 kW/m ²	20 kW/m ²	40 kW/m ²
75 m ²	23	14	< 10 m
150 m ²	33	21	13
300 m ²	47	31	19

En infallande strålningsintensitet som överstiger 15-20 kW/m² medför att brandspridning kan förväntas ske till intilliggande byggnader.

Det antas att samtliga som befinner sig på ett sådant avstånd att strålningen överskrider 20 kW/m² omkommer, medan personer som befinner sig längre bort inte omkommer.

B.4

ADR/RID klass 5 - Olycka med oxiderande ämnen

Oxiderande ämnen kan reagera explosionsartat eller bilda explosiva produkter om det kommer i kontakt med vissa organiska ämnen (t ex aceton och etanol). Kommer det oxiderande ämnet inte i kontakt med organiskt material antas inget explosionsartat förlopp uppstå.

Oxiderande ämne kan tillsammans med organiska ämnen bli explosiva och konsekvenserna är lika de som sker vid olycka med massexplosivt ämne. För oxiderande ämnen antas dödliga skador som följd av explosion ske inom 40 meter. Om olycka med oxiderande ämne leder till brand antas konsekvensen motsvara en medelstor pölbrand.

Uppdragsbeteckning	Dokumentbeteckning	Skapad	Datum	Utgåva	Sida
4075,000	FT8-01	2017-05-22	2017-05-22	1	49 (50)

B.4 ADR/RID klass 8 - Olycka med frätande ämnen

Det finns inga särskilda modeller för att uppskatta konsekvenser av utsläpp med frätande ämnen. Det antas därför att personer inom ett avstånd på 10 meter omkommer medan personer längre bort inte omkommer.

B.5 Mekanisk skada vid urspårning

Det har antagits att farligt gods vagn når längsta avstånd för respektive kategori. Exempelvis har det antagits för scenarier där vagn hamnar mindre än 5 meter från spår att samtliga som vistas närmare än 5 meter från spåret omkommer. I de fall vagn kommer längre än 25 meter har det antagits att samtliga på ett avstånd av 35 meter omkommer.

Uppdragsbeteckning 4075,000	Dokumentbeteckning FT8-01	Skapad 2017-05-22	Datum 2017-05-22	Utgåva 1	Sida 50 (50)
--------------------------------	------------------------------	----------------------	---------------------	-------------	-----------------

Referenser bilaga B

- /1/ *ALOHA Users Manual*, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 2007.
- /2/ *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – Metoder för bedömning av risker*, Försvarets Forskningsanstalt, 1998.
- /3/ *Åtgärder vid olyckor under gasoltransporter Järnvägstankvagn – Tankbil*, Energigas Sverige,
Tillgänglig: '<http://www.energigas.se/Publikationer/NormerAnvisningarNY>'
- /4/ Svaveldioxid, RID. Tillgänglig:
<https://rib.msb.se/Portal/Template/Pages/Kemi/Substance.aspx?id=452&q=svaveldioxid&p=1>
- /5/ Ammoniak, vattenfri, RID. Tillgänglig:
'<https://rib.msb.se/portal/template/pages/kemi/Substance.aspx?id=448&q=ammoniak&p=1>'
- /6/ Klor, RID.
Tillgänglig: '<https://rib.msb.se/portal/template/pages/kemi/Substance.aspx?id=456&q=klor&p=1>'