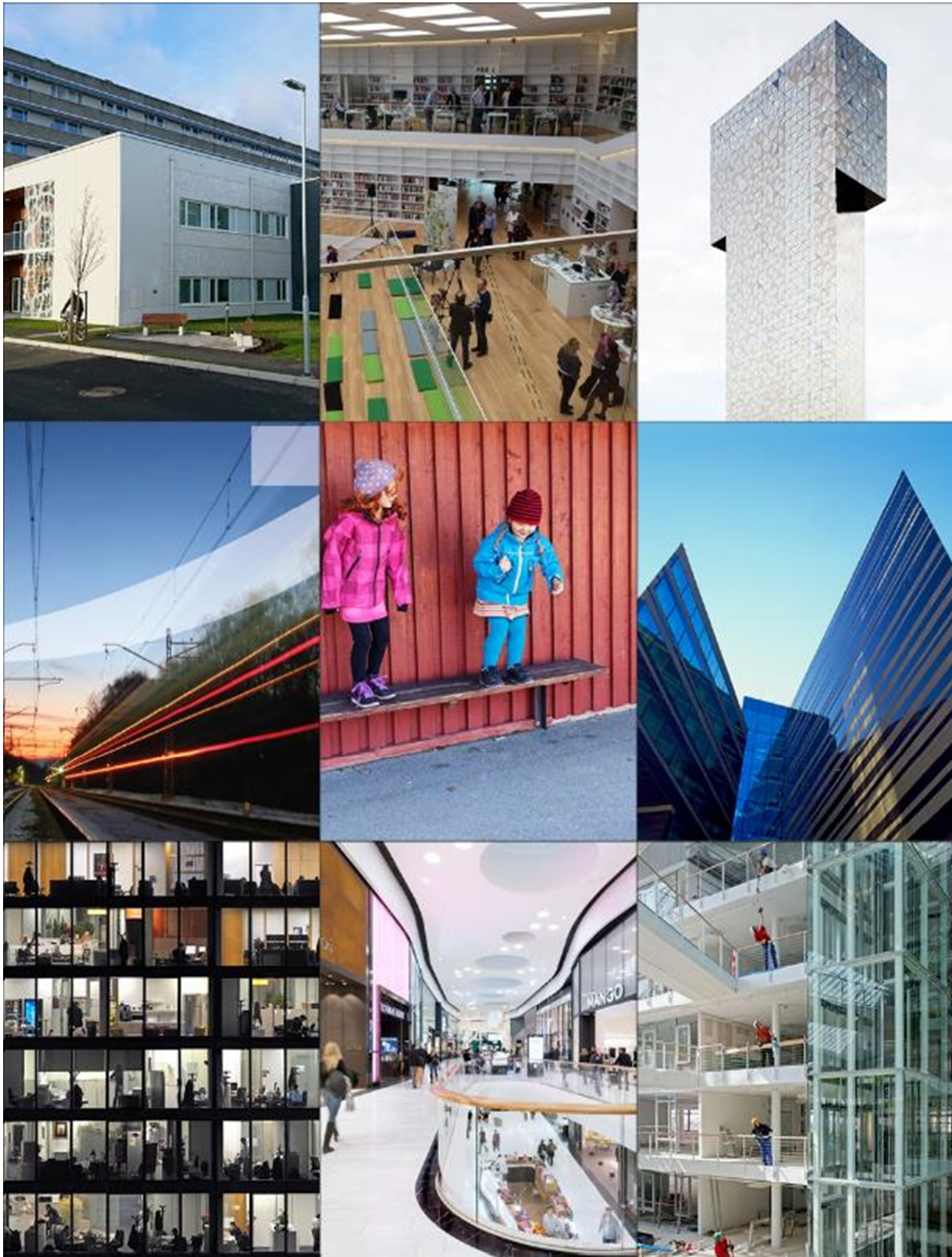


Risikanalyis

Mora Strand

Underlag för detaljplanearbete

2020-11-25



Dokumenttyp: Riskanalys
Uppdragsnamn: Mora Strand
Underlag för detaljplanearbete
Uppdragsnummer: 502839
Datum: 2020-11-25
Status: Underlag för detaljplanearbete
Uppdragsledare: Pierre Wahlqvist
Handläggare: Pierre Wahlqvist
Tel: 08-588 188 37
E-post: pierre.wahlqvist@bsl.se
Uppdragsgivare: Archus Development/ Mora kommun

Datum	Egenkontroll	Internkontroll	Version
2020-11-25	PWT	LSS	Första versionen

Sammanfattning

Mora kommun har påbörjat ett planarbete för området Mora strand i Mora. Tanken är att området ska exploateras med en högstadieskola, ungdomsgård, kulturhus, idrottshallar och kontor.

Området har ett utsatt läge i och med närheten till E45 och Dalabanan där transporter av farligt gods förekommer. I en kommande Fördjupad översiktsplan så är förslaget att farligt gods leds om, från att idag gå på Badstugatan/Kaplansgatan till att gå på Älvgatan. En sådan ändring medför att det aktuella området inramas av transportleder för farligt gods på två av tre sidor.

Analysen omfattar endast plötsliga, oväntade och oplanerade händelser med akuta konsekvenser för liv och hälsa för människor som vistas inom det studerade området. Hänsyn har inte tagits till långsiktiga effekter av hälsofarliga ämnen, buller eller miljöfarliga utsläpp.

Antalet transporter av farligt gods genom Mora är begränsat varför de risknivåer som erhålls också är det. Riskerna är dock så påtagliga att riskreducerande åtgärder behöver beaktas varför det rekommenderas att det vidare planarbetet beaktar följande åtgärder:

- Ny bebyggelse placeras minst 20 meter från E45 och Älvgatan (närmaste väggkant). För att placera byggnader med icke känslig/svårutrymd verksamhet närmare än 20 meter behöver avåkningskydd anordnas i form av vägräcke eller liknande som hindrar både avåkning och rinnande vätska.
- Avsteg från 20 meter skyddsavstånd bör inte ske i områdets södra spets eller i dess östra spets då kummulativa effekter från flera riskkällor erhålls där.
- Obebyggda ytor inom 30 meter från E45 och Älvgatan planeras så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Verksamheter och lokaler i byggnader som vetter mot vägarna ska planeras så att delar med stort personantal (ex samlingslokaler) inte placeras i fasad mot E45 eller Älvgatan.
- Byggnader som vetter mot E45 och Älvgatan ska utformas så att utrymning är möjligt bort från den närmsta vägen till trygg sida. Detta gäller för respektive lokal där personer vistas stadigvarande. Ordinarie entré till byggnaderna bör vetta bort från vägen. Personintensiva delar av byggnaderna (samlingslokaler etc.) placeras bort från vägen.
- Friskluftsintag inom 70 meter från vägkanterna ska placeras på tak.
- Exponerade fasader inom 30 meter från vägkanterna ska utföras i obrännbart material eller i brandteknisk klass EI 30. Fönster i dessa fasader utförs i EW 30. Möjlighet finns att ha dessa fönster öppningsbara utan nyckel eller annat verktyg.

*Observera att åtgärderna endast utgör ett förslag och att det är upp till kommunen/projektet att ta beslut om åtgärder. De åtgärder som man beslutar om ska sedan formuleras som planbestämmelser på ett sådant sätt att de är förenliga med **Plan- och bygglagen (2010:900)**. I senare skede behöver samhällsrisker kvantifieras för att verifiera omfattningen av åtgärderna ovan.*

Ett tidigt samråd med räddningstjänsten är önskvärt för att skapa samsyn kring de föreslagna åtgärderna och förankra omfattningen av dessa.

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	3
1. INLEDNING	5
1.1 Bakgrund.....	5
1.2 Syfte	5
1.3 Omfattning.....	5
1.4 Internkontroll.....	5
1.5 Förutsättningar	5
2. OMRÅDESBESKRIVNING	6
2.1 Planerad exploatering.....	7
2.2 Omgivande planer	7
3. RISKINVENTERING	8
3.1 Allmänt.....	8
3.2 Inventering av riskkällor	8
3.3 Transportleder för farligt gods – väg och järnväg	9
4. INLEDANDE RISKANALYS – E45 OCH ÄLVGATAN	12
4.1 Metodik.....	12
4.2 Kvalitativ uppskattning av risk	12
4.3 Slutsats inledande riskanalys – E45 och Älvgatan	13
5. FÖRDJUPAD RISKANALYS – E45 OCH ÄLVGATAN	13
5.1 Allmänt.....	13
5.2 Sammanvägning av risk	13
5.3 Resultat av riskberäkningar	15
5.4 Värdering av risk	17
5.5 Hantering av osäkerheter	17
6. RIKTLINJER FÖR FORTSATT PLANERING	18
6.1 Allmänt.....	19
6.2 Skyddsavstånd	19
6.3 Byggnadstekniska åtgärder.....	19
6.4 Övrigt	21
6.5 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning.....	22
7. SLUTSATSER	23
8. BILAGOR	24
9. REFERENSER	25

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Ett planarbete har initierats för att exploatera fastigheten mellan riksväg 70 (Älvgatan) och E45 (Vasagatan) i Mora. Det huvudsakliga syftet är att bebygga området med olika kommunala funktioner. Då området ligger nära den nuvarande transportleden för farligt gods (E45) och att det finns planer på att även Älvgatan (riksväg 70) ska pekas ut som transportled för farligt gods behöver risker förknippade med dessa analyseras. Även närheten till järnvägen behöver beaktas.

1.2 Syfte

Syftet med riskanalysen är att undersöka lämpligheten med aktuellt planförslag genom att utvärdera vilka risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås.

1.3 Omfattning

Analysen omfattar endast plötsliga, oväntade och oplanerade händelser med akuta konsekvenser för liv och hälsa för människor som vistas inom det studerade området. I analysen har hänsyn inte tagits till långsiktiga effekter av hälsofarliga ämnen, buller eller miljöfarliga utsläpp.

Trafikanter på omgivande vägar omfattas inte av analysen.

1.4 Internkontroll

Riskanalysen omfattas av Brandskyddslagets kvalitetsledningssystem som innebär att en annan konsult i företaget har genomfört en övergripande granskning av rimligheten i de bedömningar som gjorts och de slutsatser som dragits (internkontroll). Initialer på interkontrollanten som bekräftar kontrollen redovisas i kolumnen för internkontroll på sidan 2.

1.5 Förutsättningar

1.5.1 Riskhänsyn vid ny bebyggelse

Ett flertal olika lagar reglerar när riskanalyser skall utföras. Enligt Plan- och bygglagen (2010:900) skall bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till boendes och övrigas hälsa. Sammanhållen bebyggelse skall utformas med hänsyn till behovet av skydd mot uppkomst av olika olyckor. Översiktsplaner skall redovisa riskfaktorer och till detaljplaner ska vid behov en miljökonsekvensbeskrivning tas fram som redovisar påverkan på bland annat hälsa. Utförande av miljökonsekvensbeskrivning regleras i Miljöbalken (1998:808).

Länsstyrelsen i Dalarna har tagit fram riktlinjer för hur risker från transporter med farligt gods på väg och järnväg ska hanteras vid exploatering av ny bebyggelse /1/. Enligt denna vägledning ska en riskhanteringsprocess genomföras när detaljplaner tas fram inom 150 meter från en farligt godsled. Samma förutsättningar gäller för väg och järnväg.

I vägledningen presenteras rekommenderade skyddsavstånd till olika markanvändning, se Figur 1.1. Uppfyller man dessa avstånd behövs normalt ingen särskild riskhantering.

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 1.1. Markanvändning som normalt kan planeras utan särskild riskhantering. Avstånden gäller från väg- och rälskant /1/.

Avstånden i Figur 1.1. är framtagna för att kunna tillämpas i de flesta situationer och även i framtiden varför avstånden är valda utifrån att det förekommer höga transportflöden och att hastigheten kan vara hög (90 – 100 km/h). Om skyddsavstånden enligt Figur 1.1 inte kan hållas kan det krävas särskilda skyddsåtgärder för att skydda människor som vistas inom riskområdet. För att utreda detta behöver en riskanalys utföras som beaktar platsspecifika förutsättningar såsom nivåskillnader, barriärer, hastighet och mängd farligt gods.

2. Områdesbeskrivning

Det studerade området är lokaliserat i centrala Mora där E45 och riksväg 70 möts/går isär i en rondell. Se figur 2.1 nedan.



Figur 2.1. Det studerade området, underlag från /2/

Området avgränsas av E45/Vasagatan i sydväst, riksväg 70/Älvgatan i norr och befintligt centrum i öst. På andra sidan E45 går järnvägen. Inom området finns idag en byggnad, i övrigt är området obebyggt. Området ingår i gällande detaljplan för Kv. *Jacobus o. Vallen* från 1984. Enligt gällande detaljplan är områdets användning satt till område för allmänt ändamål.

2.1 Planerad exploatering

När denna riskanalys upprättas finns inget planförslag framtaget utan resultatet av riskanalysen är avsett att utgöra underlag för vidare planarbete. Kommunens ambition med planarbetet är att funktionerna enligt tabell 2.1 nedan ska finnas inom området.

Tabell 2.1. Planerade funktioner inom planområdet.

Funktion	LOA (m ²)	Kommentar
Skola	4800	800 elever åk 7-9 - t.ex. hemvister, NO-salar, lärstudio, flexibel grupp, sarskola, kök/matsal.
Kulturskola/Ungdomsgård	600	T.ex. Uppehållsrum, aktivitetsrum, café.
Kulturhus	1200	T.ex. bibliotek, utställningshall, bygdearkiv, centralarkiv.
Kulturscen	900	T.ex. evenemangssal, foajé, backstage.
Idrott	2600	T.ex. Idrottshall delbar, mindre gymnastikhall, läktare, omklädnings/dusch.
Administration/kontor för verksamheter	800	T.ex. kontor, konferensrum, samtalsrum, personalrum.
Övrig samnyttjad yta	2300	T.ex. Bildateljéer, träverkstad, textilverkstad, Black box, kreativt torg, musiksalar, replokaler, notförråd.
Kommunala administrativa kontorslokaler	1000	-
Summa	14200	

Hur funktionerna i tabellen ska placeras inom planområdet är inte beslutat.

2.2 Omgivande planer

En genomgång har gjorts av pågående planarbeten som redovisas på Mora kommuns hemsida. De planer som redovisas där ligger inte i anslutning till det studerade området och kommer således inte påverka förutsättningarna.

I Mora pågår ett infrastrukturprojekt, kallat Genomfart Mora som avser att förbättra trafiksituationen. Vid det studerade området kommer en gång- och cykeltunnel anläggas mot järnvägen men körfälten på vägen ska inte utökas. Genomfarten bedöms inte heller påverka risksituationen för området.

När denna handling upprättas pågår arbete med en ny FÖP (fördjupad översiktplan), denna förordar att man ska flytta transporter av farligt gods transporter på riksväg 70 till Älvgatan, istället för att de som idag passerar stan på Kaplansgatan/Bastugatan för att ta sig mellan Bastubacksbron och rondellen vid planområdets östra kant. Exakta förutsättningar för hur sådan flytt ska genomföras är inte kända men i analysen förutsätts därför att transporter av farligt gods transporteras på Älvgatan i samma omfattning som på Bastubacksbron.

3. Riskinventering

3.1 Allmänt

Inledningsvis görs en inventering av riskkällor i anslutning till det studerade området. Riskinventeringen omfattar de riskkällor (transportleder för farligt gods, järnvägar, verksamheter som hanterar farligt gods m.m.) som kan innebära plötsliga och oväntade olyckshändelser med konsekvens för det aktuella området.

Inventeringen fokuserar på de riskkällor som ligger på ett sådant avstånd att Länsstyrelsens riktlinjer anger att de ska beaktas eller om de utgör en farlig verksamhet som bedöms kunna påverka risknivån inom planområdet.

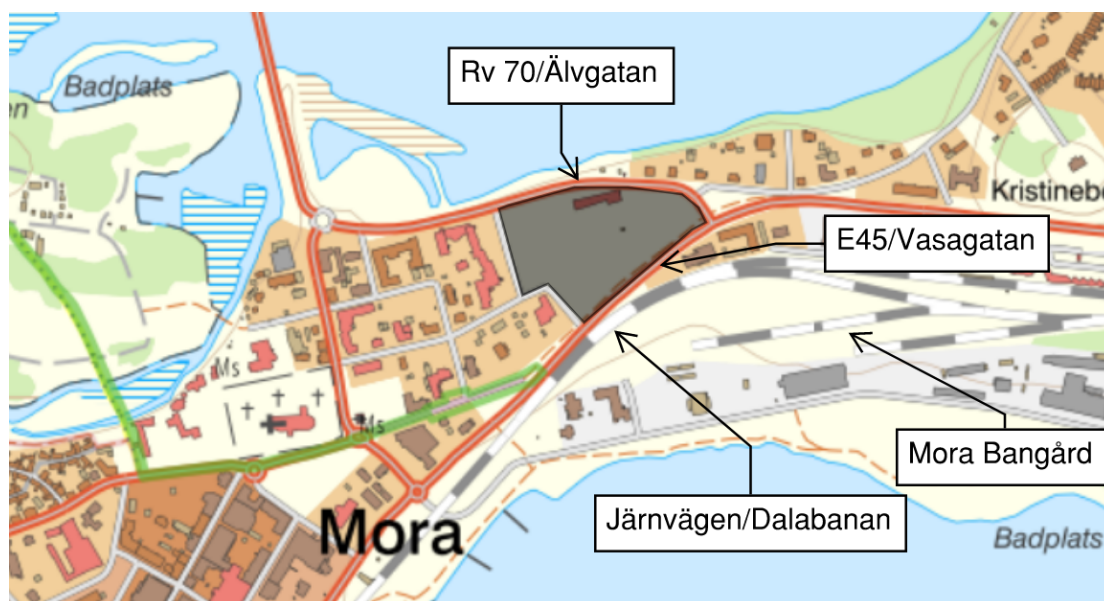
För de aktuella riskkällorna görs en beskrivning av verksamheten samt en inventering av hantering och/eller transport av farliga ämnen. Inventeringen utgör grunden för den fortsatta analysen.

3.2 Inventering av riskkällor

Resultatet av riskinventeringen redovisas i tabell 3.1 och riskkällorna markeras i figur 3.1.

Tabell 3.1. Inventering av riskkällor i planområdets närhet.

Riskkälla	Avstånd till planområde (m)	Kommentar
E45/Vasagatan	0	Primär transportled för farligt gods.
Riksväg 70/Älvgatan	0	Antas bli primär transportled för farligt gods enligt avsnitt 2.2.
Järnvägen/Dalabanan	20	På andra sidan E45 går Dalabanan på vilken farligt gods transporteras.
Mora bangård	100	Ingen rangering av farligt gods /3/. Bangården beaktas inte vidare som riskkälla.



Figur 3.1. Riskkällor i förhållande till det studerade området.

För samtliga riskkällor som beaktas vidare i denna riskanalys är det transporter av farligt gods som medför risker. I avsnitten nedan beskrivs därför först farligt gods och sen respektive riskkälla.

3.3 Transportleder för farligt gods – väg och järnväg

3.3.1 Farligt gods

Farligt gods är en vara eller ett ämne med sådana kemiska eller fysikaliska egenskaper att de i sig själv eller kontakt med andra ämnen, t.ex. luft eller vatten, kan orsaka skada på människor, djur och miljö eller påverka transportmedlets säkra framförande. Farligt gods delas in i klasser (riskkategorier) utefter de egenskaper ämnet har. De olika ämnesklasserna delas i sin tur in i underklasser.

I Tabell 3.2 redovisas de olika klasserna samt typ av ämnen.

Tabell 3.2. Farligt gods indelat i olika klasser enligt ADR-S/RID-S /4/.

Klass	Ämne	Beskrivning
1	Explosiva ämnen	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut, fyrverkerier etc.
2	Gaser	2.1. Brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) 2.2. Icke brandfarliga, icke giftiga gaser (kväve, argon etc.) 2.3. Giftiga gaser (klor, ammoniak, svaveldioxid etc.)
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, etanol, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel och industrikemikalier etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Kiseljörn (metallpulver), karbid, vit fosfor etc.
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider, kaliumklorat etc.
6	Giftiga ämnen	Arsenik, bly- och kvicksilversalter, cyanider, bekämpningsmedel etc.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Transporteras vanligen i mycket små mängder.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium, kaliumhydroxid (lut) etc.
9	Övriga farliga ämnen	Gödningsämnen, asbest etc.

3.3.2 E45/Vasagatan

Allmänt

E45 förbi planområdet består av ett körfält i varje riktning. Vägen är i nivå med planområdet och det finns inga barriärer mellan som exempelvis vägräcke eller dike, men en gång- och cykelbana. Hastigheten på vägen är 40 km/h.

ÅDT har uppmätts 2019 av Trafikverket till 15660 fordon varav 1530 är lastbilar /5/.

Transporter av farligt gods

E45 är en primär transportled för farligt gods vilket betyder att genomfartstrafik av sådan gods kan förväntas samt att det inte finns några begränsningar i vilka klasser (se tabell 3.1) som kan transporteras på vägen.

Det finns inga nyliga mätningar/kartläggningar av hur mycket farligt gods som transporteras genom Mora varför andelen av den tunga trafiken som rymmer farligt gods sätts utifrån statistik /6/ till 1,2 %. Fördelningen mellan de olika klasserna som redovisas i Tabell 3.1 hämtas från nationell statistik över transporter av farligt gods /6/:

Klass 1	0,5%
Klass 2	21,7%
Klass 3	49,8%
Klass 4	2,0%
Klass 5	2,6%
Klass 6	7,4%
Klass 7	0,0%
Klass 8	10,8%
Klass 9	5,1%

Framtid

Inga prognoser specifikt för den aktuella delen av E45 har identifierats varför den framtida trafiksituationen gällande farligt gods bestäms utifrån Trafikverkets basprognos /7/. För godstransporter på väg räknas den upp med 1,6 % per år vilket betyder att år 2040 har den tunga trafiken ökat från 1530 fordon till 2157 fordon per dygn.

3.3.3 Riksväg 70/Älvgatan

Allmänt

Älvgatan förbi planområdet består av ett körfält i varje riktning. Vägen är i nivå med planområdet och det finns inga barriärer mellan som exempelvis vägräcke eller dike. Hastigheten på vägen är 60 km/h.

ÅDT har uppmätts 2019 av Trafikverket till 8170 fordon varav 900 är lastbilar

Transporter av farligt gods

Älvgatan är idag inte utpekad som rekommenderad transportled för farligt gods varför sådan trafik inte kan förväntas. Enligt avsnitt 2.2 finns dock en icke antagen FÖP som avser att förflytta sådana transporter från Badstugatan till Älvgatan. Avsikten är att transport av farligt gods då ska ta Älvgatan mellan Badstubacksbron och rondellen vid planområdets östra gräns istället för den idag rekommenderade transportleden via Badstugatan/Kaplansgatan.

Antalet transporter av farligt gods på gatan idag förutsätts därför vara väldigt begränsat men för att ge en rättvis bild av en framtida trafiksituation antas att de transporter av farligt gods som idag går på Bastubacksbron flyttas över till Älvgatan, enligt nästa avsnitt räknas de upp för en framtida trafiksituation år 2040. På Badstubacksbron gick enligt 2019 års trafikmätning 1190 lastbilar. Enligt statistik kan 1,2 % av dessa förväntas rymma farligt gods /6/. Fördelningen mellan de olika klasserna som redovisas i Tabell 3.1 hämtas från nationell statistik över transporter av farligt gods /6/:

Klass 1	0,5%
Klass 2	21,7%
Klass 3	49,8%
Klass 4	2,0%
Klass 5	2,6%
Klass 6	7,4%
Klass 7	0,0%
Klass 8	10,8%
Klass 9	5,1%

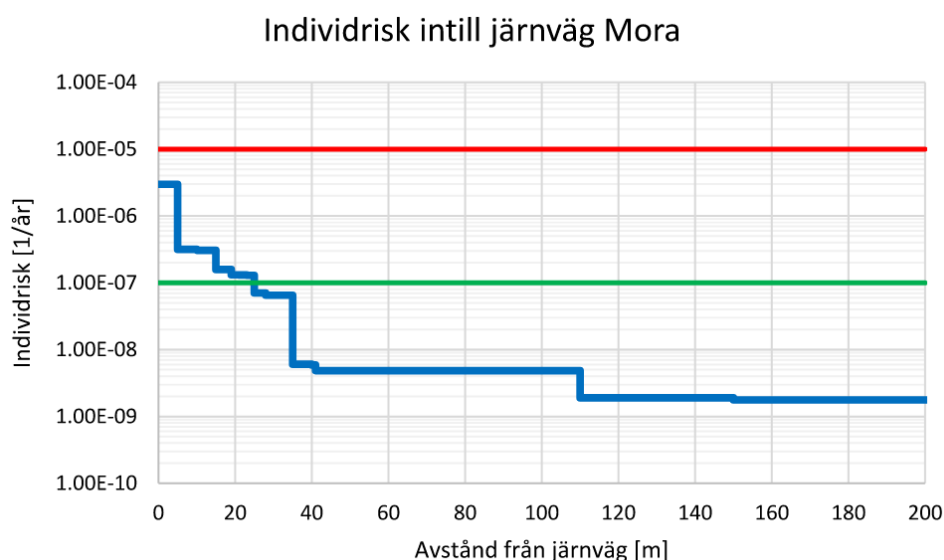
Framtid

Inga prognoser finns för en framtida trafiksituation på gatan. Den framtida trafiksituationen gällande farligt gods bestäms utifrån Trafikverkets basprognos /7/ med startpunkt i transportererna på Badstubacksbron år 2019, 1190 lastbilar. År 2040 har de ökat till 1678 st.

3.3.4 Järnvägen/Dalabanan

På andra sidan E45 sett från planområdet sträcker sig Dalabanan parallellt med vägen för att vika av mot Mora station. Avståndet mellan järnvägen och området är som minst strax över 20 meter.

Transporter av farligt gods på järnvägen är idag inte kartlagd men utifrån tidigare riskanalyser i närheten /3/ går det inga transporter av farligt gods genom Mora. Då det inte finns någon garanti för att det kommer förbli så även i framtiden behöver järnvägen beaktas vidare i analysen. Inga nya trafikciffror eller underlag har framkommit sedan /3/ togs fram varför den kommer användas som referens för järnvägen. Figur 3.2 redovisar den framräknade individrisken i förhållande till avstånd från järnvägen.



Figur 3.1. Individrisk i förhållande till avstånd från järnvägen /3/

4. Inledande riskanalys – E45 och Älvgatan

4.1 Metodik

Utifrån riskinventeringen görs en uppställning av möjliga olycksrisker som kan påverka människor inom det studerade området. Då risken kopplat till järnvägen kvantitativt redovisats i avsnitt 3.3.4 kommer den inte behandlas i detta avsnitt men kommer att beaktas i avsnitt 6.

För identifierade olycksrisker görs en kvalitativ bedömning (inledande analys) av möjlig konsekvens av respektive händelse.

För olycksrisker som anses kunna påverka risknivån inom planområdet genomförs en fördjupad (kvantitativ) riskanalys. Olycksrisker som med hänsyn till små konsekvenser och/eller låg sannolikhet ej anses påverka risknivån inom planområdet bedöms vara acceptabla och bedöms därför ej nödvändiga att studera vidare i en fördjupad analys.

4.2 Kvalitativ uppskattning av risk

4.2.1 Transportleder för farligt gods – E45 och Älvgatan

Olycka med farligt gods

Som tidigare nämnts delas farligt gods in i nio olika klasser utifrån ADR-S /4/.

I tabell 4.1 nedan görs en övergripande beskrivning av vilka ämnen som tillhör respektive klass och vilka konsekvenser en olycka med respektive ämne kan leda till.

Tabell 4.1. Konsekvensbeskrivning för olycka med respektive ADR-klass.

Klass	Konsekvensbeskrivning
1. Explosiva ämnen	Riskgrupp 1.1: Risk för massexplosion. Konsekvensområden kan vid stora mängder (≥ 2 ton) överstiga 50-200 meter. Begränsade områden vid mängder under 1 ton. Riskgrupp 1.2-1.6: Ingen risk för massexplosion. Risk för splitter och kaststycken. Konsekvenserna normalt begränsade till närområdet.
2. Gaser	Klass 2.1: Brännbar gas: jetflamma, gasmolnexplosion, BLEVE. Konsekvensområden mellan ca 20-200 meter. Klass 2.2: Icke brännbar, icke giftig gas: Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan. Klass 2.3: Giftig gas: Giftigt gasmoln. Konsekvensområden över 100-tals meter.
3. Brandfarliga vätskor	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvensområden vanligtvis inte över 40 m.
4. Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidlösningar med konc. > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. Skadeområde ca 70 m radie.
6. Giftiga ämnen	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7. Radioaktiva ämnen	Utsläpp av radioaktivt ämne, kroniska effekter mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8. Frätande ämnen	Utsläpp av frätande ämne. Konsekvenser begränsade till närområdet.
9. Övriga farliga ämnen	Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet.

Utifrån beskrivningen ovan bedöms det vara ämnen ur följande klasser som kan vara relevanta att beakta vid bedömning av risknivån för det aktuella planområdet:

- Klass 1.1. Massexplösiva ämnen
- Klass 2.1. Brännbara gaser
- Klass 2.3. Giftiga gaser
- Klass 3. Brandfarliga vätskor
- Klass 5. Oxiderade ämnen och organiska peroxider

Konsekvenserna av olycka med övriga klasser är begränsade till det absoluta närområdet och bedöms därför inte påverka risknivån inom planområdet.

4.3 Slutsats inledande riskanalys – E45 och Älvgatan

Utifrån den inledande analysen har det bedömts nödvändigt att genomföra en fördjupad analys av vissa olycksrisker. Av de identifierade riskerna i anslutning till området har följande bedömts vara av sådan omfattning att mer detaljerade analyser bedömts nödvändiga:

- Olycka vid transport av farligt gods på E45 och Älvgatan
 - Explosion med massexplösiva ämnen (klass 1.1)
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
 - Utsläpp och antändning av brännbar vätska (klass 3)
 - Olycka där ämne ur klass 5 blandas med brännbart ämne och orsakar explosionsartat självantändning (klass 5)

5. Fördjupad riskanalys – E45 och Älvgatan

5.1 Allmänt

I den fördjupade analysen kvantifieras frekvensen för, samt konsekvenserna av, respektive olycksrisk. Vilken metod som används är beroende av riskkällans egenskaper. Underlag till beräkningar, valda metoder samt beräkningarna redovisas i bilaga A och B.

Frekvens- och konsekvensberäkningarna vägs sedan samman och redovisas i form av individrisk.

5.2 Sammanvägning av risk

Risker avseende personsäkerhet presenteras och värderas i form av individrisk. I senare skede behöver även samhällsrisk för området beräknas utifrån vad som planeras där och hur olika funktioner placeras inom området.

5.2.1 Individrisk

Individrisk är den risk som en enskild person utsätts för genom att vistas i närheten av en riskkälla. Individrisken redovisas som platsspecifik individrisk. Detta görs i form av individriskkonturer som visar den kumulerade frekvensen (per år) för att en fiktiv person på ett visst avstånd omkommer till följd av en exponering från den studerade riskkällan. Detta innebär att på en punkt t.ex. 100 meter från riskkällan så är individrisken densamma som den sammanlagda frekvensen för alla skadescenarier med ett skadeområde ≥ 100 meter.

Individrisk beräknas inledningsvis för obebyggd mark där ingen hänsyn tas till eventuell konsekvensreducerande effekt av exempelvis framföriggande bebyggelse (vare sig befintlig eller planerad) och andra avskärmande barriärer.

Med hänsyn till ovanstående parametrars inverkan på framförallt konsekvenserna av respektive olycksrisk bedöms dock denna risknivå inte ge en rättvis bild av aktuella förhållanden inom det studerade området. Individrisk beräknas därför även med hänsyn till planerad bebyggelsestruktur, där det beaktas att den planerade bebyggelsen antingen har en reducerande eller eskalerande effekt på skadeavstånd och sannolikhet att omkomma.

5.2.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk är det riskmått som en riskkälla utgör mot hela den omgivning som utsätts för risken. Beräkning av samhällsrisk behöver utgå ifrån ett faktiskt planförslag för att rätt ingångsvärden ska erhållas gällande hur många människor som kan exponeras vid en olycka. Samhällsrisk beräknas därför när ett planförslag finns framtaget.

5.2.3 Värdering av risk

För att avgöra om de beräknade risknivåerna är acceptabla eller inte så jämförs de mot angivna acceptanskriterier. Vilken risknivå som kan betraktas som acceptabel är inte entydigt specificerat eller uttryckt i någon idag gällande lagstiftning.

För riskvärdering av bebyggelse intill farligt gods-leder rekommenderar Länsstyrelsen i Dalarnas län att riskkriterierna i publikationen *Värdering av risk /8/* används (i vägledningen /1/ hänvisas till riktlinjer enligt *det Norske Veritas* men det är samma riktlinjer som i /9/). I denna ges förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk, se *Tabell 5.1*.

Tabell 5.1. Förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk.

Riskkriterier	Individrisk	Samhällsrisk för en väg-/järnvägssträcka på 1 km
Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras	10^{-5}	$F=10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1
Övre gräns för områden där risker kan anses vara små	10^{-7}	$F=10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1

Acceptanskriterierna i tabell 5.1 omfattar en lägre och en övre gräns. Risker som hamnar under den lägre gränsen är acceptabla och innebär normalt inga krav på åtgärder. Risker som hamnar över den övre gränsen är oacceptabla och ska reduceras genom åtgärder eller restriktioner.

Området mellan den lägre och den övre gränsen benämns ALARP (As Low As Reasonably Practicable). Inom detta område anses riskerna vara så stora att de nog måste beaktas och rimliga åtgärder vidtas för att sänka riskerna. För att bedöma rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder behöver därför begreppet *tolerabel risk* beaktas:

1. Till att börja med är det viktigt att beakta att omfattningen av riskreducerande åtgärder normalt är beroende av den planerade verksamheten, d.v.s. acceptansnivån varierar något mellan olika verksamheter och markanvändning. Detta gäller framförallt avseende individrisk. Individrisken beräknas normalt under antagandet att en individ är kontinuerligt närvarande på en given plats. Enligt Värdering av risk /9/ bör dock vissa korrigeringar göras av beräknade risknivåer avseende vissa individer i verkligheten inte är kontinuerligt närvarande. För arbetare kan t.ex. individrisken reduceras med en faktor 4. För personer i rekreationsområden kan individrisken reduceras med en faktor 10. För boende görs ingen korrigering.

Istället för att korrigera individrisken för olika individer enligt beskrivningen ovan så utgår riskanalysen från att risknivåer inom den nedre halvan av ALARP kan accepteras för t.ex. kontors- och vissa typer av restaurang- och butiksverksamheter utan behov av säkerhetshöjande åtgärder eftersom den faktiska individrisken för personer inom dessa verksamheter är betydligt lägre än den beräknade. För bebyggelse och utrymmen som inte innebär stadigvarande vistelse, t.ex. parkeringsplatser samt gång- och cykelstråk, kan accepteras en risknivå som hamnar över den övre gränsen i angivna riskkriterier.

2. Rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder beror även på inom vilken del av ALARP som risknivån ligger. Enligt Värdering av risk /9/ så bör en rimlig utgångspunkt vara att risker som ligger inom den övre delen av ALARP-området, d.v.s. nära gränsen för "oacceptabla risker" endast tolereras om nyttan med verksamheten anses mycket stor och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av ALARP-området bör kraven på riskreduktion inte ställas lika hårda, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Underlåtenhet att genomföra ytterligare åtgärder skall då motiveras.

5.2.4 Hantering av osäkerheter

Det finns stora osäkerheter när det gäller indata och underlag i den här typen av analyser. För att hantera vissa av dessa osäkerheter görs en känslighetsanalys där indata varierar på olika sätt. Genom känslighetsanalysen skapas en så fullständig bild av risknivån som möjligt.

Känslighetsanalys av individrisken redovisas i avsnitt 5.5.

5.3 Resultat av riskberäkningar

5.3.1 Individrisk

Beräkning

Den platsspecifika individrisken redovisas i form av individriskprofiler som anger den avståndsberoende frekvensen för att en fiktiv person ska omkomma till följd av en negativ exponering från de studerade riskkällorna.

Individrisken beräknas som den kumulativa frekvensen för att omkomma på ett specifikt avstånd från respektive riskkälla.

Vid redovisning av individrisken är det ett par faktorer som behöver beaktas, dels var en olycka antas inträffa och dels skadeområdets utbredning:

1. De konsekvensberäkningar som redovisas i bilaga B visar att andelen personer inom skadeområdet som bedöms omkomna minskar med avståndet från riskkällan. Detta innebär även att sannolikheten för att den fiktiva personen som studeras vid beräkning

av individrisk omkommer också minskar med avståndet för respektive skadescenario. Med avseende på respektive skadescenario reduceras därför individrisken för olika avståndsnivåer enligt konsekvensberäkningarna.

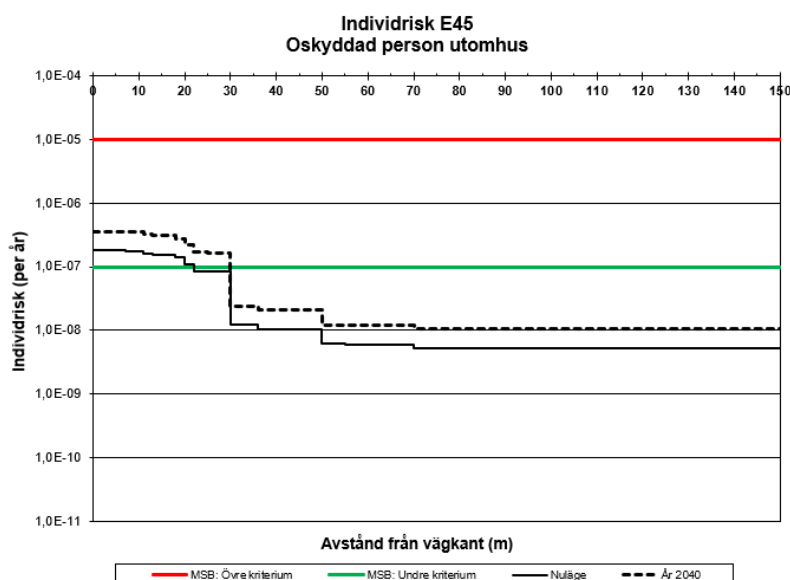
- De beräknade skadeområden för olycksscenarierna skiljer sig i förhållande till den vägsträcka som studeras (1 000 m). Detta innebär att det inte är givet att en person som befinner sig inom kritiskt område i planområdet omkommer om en olycka inträffar på den aktuella sträckan. För skadescenarier med mycket stort skadeområde kan fallet vara det motsatta, d.v.s. personer inom planområdet kan omkomma även om olyckan inträffar utanför den studerade sträckan.

För att ta hänsyn till detta reduceras frekvensen beroende på skadeområdets utbredning. Grovt antas att ett scenario kan påverka en så stor andel av den studerade sträckan som scenariots skadeområde i båda riktningar utgör. Exempelvis innebär detta för ett olycksscenario med beräknat skadeområde ca 100 meter att frekvensen multipliceras med 0,2 för en 1 km lång sträcka.

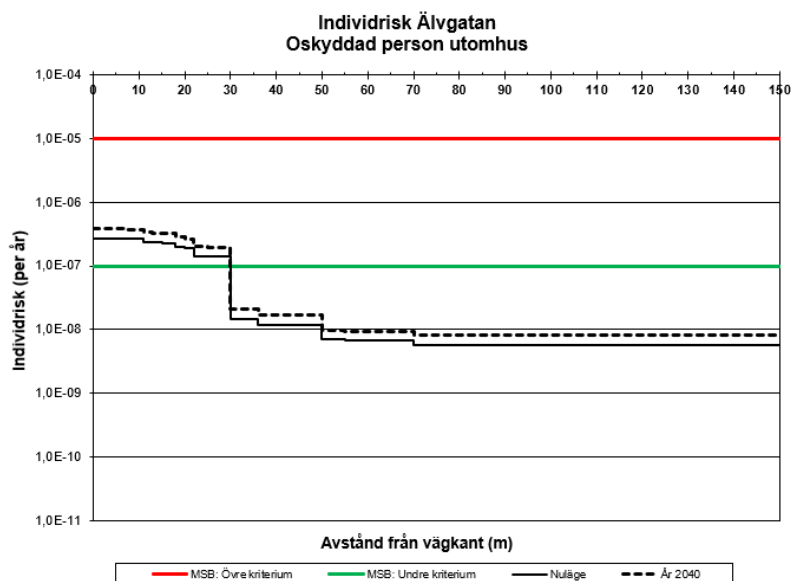
- För vissa olycksscenarier förknippade med gaser (både brännbara och giftiga) blir skadeområdet inte cirkulärt. Detta innebär i sin tur att det inte är givet att en person som befinner sig inom det kritiska området omkommer. För dessa scenarier reduceras frekvensen ytterligare med avseende på gasplymens spridningsvinkel.

Resultat

Nedan redovisas den beräknade risknivån inom områden utmed E45 och Älvgatan separat, dels utifrån trafiksituationen idag men även för en prognos år 2040. Observera att avståndet i figurerna utgår från närmaste väggkant.



Figur 5.1. Individrisk utomhus utmed E45.
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)



Figur 5.2. Individrisk inomhus utmed Älvgatan.
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

5.4 Värdering av risk

För att bedöma **individrisken** inom planområdet används figurerna 5.1 och 5.2 som beräknats i denna handling men även figur 3.1 där individrisken för Dalabanan beräknats i ett närliggande projekt /3/.

Med avseende på individrisken är nivåerna acceptabla cirka 30 meter från respektive väg. Undantaget är i områdets södra del där bidrag till risknivån även fås från Dalabanan. På avstånd större än 20-25 meter från järnvägen är även riskbidraget därifrån acceptabelt och de kumulativa effekterna utgår. Situationen är liknande även för prognosen år 2040.

I denna version av riskanalysen har ingen beräkning av **samhällsrisk** gjorts då det inte finns ett planförslag att utgå ifrån. I senare skede behöver ett planförslag studeras för att beräkna samhällsrisk som förslaget medför.

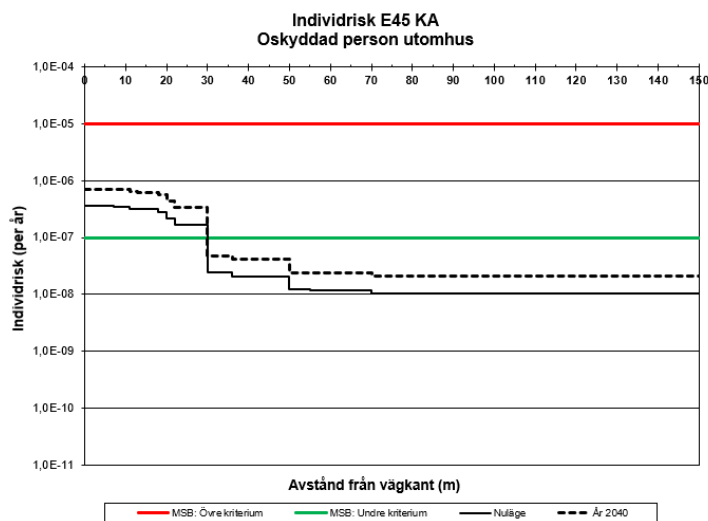
Utifrån de funktioner som planeras inom området och riskbidragen från de olika riskkällorna bedöms det som att samhällsrisk kommer bli dimensionerande för området varför utformningen av området blir viktig.

5.5 Hantering av osäkerheter

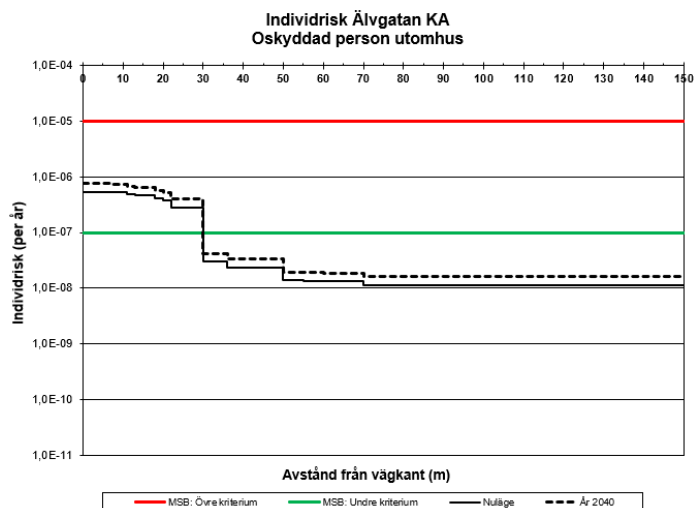
Som indata i bedömningar och beräkningar erfordras värden på eller information om bl.a. utformning, olycksstatistik, väder, vind och hur olika ämnen beter sig med mera. Underlaget har i vissa fall varit bristfälligt och antaganden har varit nödvändiga för att kunna genomföra analysen. I denna analys är bedömningen att det främst är följande beräkningar, antaganden och förutsättningar som är belagda med osäkerheter:

- *Frekvensberäkningarna har utförts med schablonmetoder*
- *Uppskattad mängd och antal transporter med farligt gods förbi planområdet*
- *Val av olycksscenarioer, konsekvensberäkningar*

För att hantera osäkerheterna i beräkningarna har en känslighetsanalys genomförts genom att fördubbla antalet transporter av farligt gods på E45 och Älvgatan. Resultatet presenteras i figur 5.2 och 5.3 nedan för respektive väg.



Figur 5.3. Individrisk utomhus utmed E45 vid fördubblat antal transporter av farligt gods. (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)



Figur 5.2. Individrisk inomhus utmed Älvgatan vid fördubblat antal transporter av farligt gods. (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

Resultatet av en jämförelse av figurerna i detta avsnitt med de framräknade riskkurvorna i avsnitt 5.3.1 visar att risknivån blir högre med utgångspunkt i ett större antal transporter. Skillnaderna är dock begränsade i förhållande till ökningen varför resultatet bedöms ha en robusthet även om trafiksituationen skulle förändras till det sämre ur riskperspektiv.

6. Riktlinjer för fortsatt planering

Då riskanalysen görs i tidigt skede redovisas här rekommendationer för fortsatt planering. I senare skede när ett planförslag finns framme behöver beräkningar av samhällsriskerna genomföras. Sådan kvantifiering avser då att verifiera rekommendationerna.

6.1 Allmänt

I detta avsnitt redovisas riktlinjer för hur planering av markområden intill studerade riskkällor kan göras avseende placering av verksamheter, skyddsavstånd och behov av säkerhetshöjande åtgärder. Observera att dessa riktlinjer endast utgör en bedömning utifrån beräkning av individrisk och att mer detaljerad analys för samhällsriskerna måste göras som underlag till beslut av behov och omfattning av åtgärder. De åtgärder som presenteras nedan avser att reducera risker kopplade till Älvgatan, E45 och Dalabanan.

6.2 Skyddsavstånd

Behovet av skyddsavstånd beror bland annat på vilken typ av riskkälla det rör sig om men även av hur topografin ser ut och vilken verksamhet som planeras. Vanligen används skyddsavstånd i första hand för att hantera möjliga risker. Länsstyrelsens i Dalarnas läns rekommenderade skyddsavstånd utmed väg och järnväg redovisas i avsnitt 1.5.1. Redovisade avstånd utgör rekommendationer och avsteg kan vara möjligt beroende på de lokala förutsättningarna. Eventuella avsteg ska verifieras i en riskanalys.

I tätbebyggda områden med högt tryck på att bygga bostäder i kollektivtrafiknära lägen kan det vara svårt att tillämpa stora skyddsavstånd. Man kan då kompensera för minskade skyddsavstånd med byggnadstekniska åtgärder i viss utsträckning.

Generellt gäller att känsligare verksamheter bör placeras längre från riskkällan. Sådana omfattar bland annat förskolor och skolor, äldreboende, sjukhus och stora publika lokaler, dvs. verksamheter som kan ta längre tid att utrymma och där personerna i byggnaden kan ha svårt att uppfatta en nödsituation eller har svårt att sätta sig själva i säkerhet. Känsliga verksamheter rekommenderas av försiktighets skull att placeras så att Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd uppfylls. Verksamheter som omfattar sovande människor som bostäder och hotell bör inte placeras närmast riskkällan, men är inte lika "skyddsvärda" som exempelvis känsliga verksamheter. Kontor kan i de allra flesta fall placeras närmare riskkällan än bostäder.

Området allra närmast riskkällan lämnas ofta fritt från bebyggelse eller verksamheter som omfattar människor som vistas stadigvarande, detta område kallas ofta bebyggelsefritt område och är lämplig för markparkering, gång- och cykelvägar etc.

I det aktuella fallet är det rimligt att ett avstånd om 20 meter hålls bebyggelsefritt. Detta för att säkerställa att exempelvis en pölbrand inte hamnar dikt an fasaden samt att ren kollision med fordon innehållande farligt gods inte sker. Om skydd mot avåkning ordnas (exempelvis vall eller vägräcke) bedöms det vara möjligt att icke känsliga verksamheter enligt ovan placeras med minst 10 meters skyddsavstånd. Det är även möjligt att placera icke känsliga verksamheter framför känsliga för att skapa ett oexponerat och skyddat läge.

6.3 Byggnadstekniska åtgärder

6.3.1 Möjlighet till utrymning

Ny bebyggelse nära identifierade riskkällor som är exponerade mot en eller flera riskkällor kan behöva utföras så att det är möjligt att utrymma byggnaden mot en sida som inte vetter mot riskkällan. Detta för att inte behöva utrymma mot en eventuell olycka.

En rekommendation är att byggnader där människor inte kan förväntas känna till alla utrymningsvägar (t ex publika lokaler och skolor) förses med huvudentré mot den trygga sidan. Detta eftersom människor har en benägenhet att gå ut den vägen de kom in.

Denna åtgärd gäller för byggnader som vetter mot någon av riskkällorna.

6.3.2 Skydd mot explosion

För explosioner där konsekvenserna kan bli stora på stora avstånd kan effekten mildras genom att byggnaderna konstrueras med hänsyn till höga tryck. Exempelvis kan stommen dimensioneras för en ökad horisontallast samt utföras med rasdämpande stomme. Detta ställer krav på seghet/deformationsförmåga i stommen samt att stommen klarar bortfall av delar av bärningen.

Ovanstående åtgärdsförslag innebär stor begränsning i byggmetod och materialval samt innebär stora kostnader.

De beräknade risknivåerna är inte så höga att det är motiverat att ställa krav på att byggnader ska dimensioneras med hänsyn till utvändiga explosionslaster. Bedömningen är även att när samhällsriskerna beräknas för området så kommer den också bli begränsad så att åtgärderna kring explosioner inte är relevanta att beakta.

6.3.3 Skydd mot gasspridning

För att reducera sannolikheten för att brandgaser (rök) samt brännbara och giftiga gaser tar sig in i byggnader nära en riskkälla kan ventilationssystemet utformas så att:

- friskluftsintag för lokaler där personer vistas stadigvarande placeras mot en trygg sida, det vill säga bort från riskkällan. Placering på tak kan eventuellt accepteras beroende på byggnadens höjd och topografisk placering av riskkällan.
- det på ett enkelt sätt kan stängas, av t.ex. fastighetskötare, genom exempelvis central nödavstängning. Åtgärden fungerar bäst i lokaler där det finns en reception eller liknande där en sådan funktion kan placeras och någon har ett uttalat ansvar för att åtgärd vidtas vid en nödsituation.

Åtgärderna ovan kring ventilationssystemet är relevant för byggnader som är exponerade mot vägarna inom 70 meter då det är det rekommenderade skyddsavståndet enligt avsnitt 1.5.1. Byggnader som erhåller skyddat läge bakom andra byggnader kan utföras utan denna åtgärd. Det kan vara relevant att friskluftsintag förses med möjlighet till avstängning.

6.3.4 Skydd mot brandspridning

För att minska sannolikheten att en brand på intilliggande väg och järnväg (olycka med brännbar gas och brandfarlig vätska eller fordonsbrand) sprider sig in i kringliggande byggnader innan människor i byggnaden har hunnit utrymma kan fasader som vetter mot riskkällan utföras i material som begränsar risken för brandspridning in i byggnaden under den tid det tar att utrymma. Som ett riktvärde bör brandspridning begränsas i åtminstone 30 minuter. Exempelvis kan väggar utföras i obrännbart material eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning avseende täthet och isolering. Krav på att förhindra brandspridning gäller även fönster och glaspartier. Exempelvis kan fönster utföras så att de är intakta och sitter kvar under hela brandförloppet genom att använda brandklassade, härdade eller laminerade glas.

Åtgärderna för skydd mot brandspridning är relevant för byggnader inom 30 meter från de båda vägarna.

6.4 Övrigt

6.4.1 Åtgärder för att hindra avåkning

Vid korta skyddsavstånd (under 20 meter) föreligger behov av en skyddande barriärer eftersom ett fordon vid en olycka kan kollidera med en byggnad eller hamna väldigt nära byggnaderna som planeras inom ett område. Några ges exempel på sådana åtgärder:

Väg

- *Avåkningsräcken*
Vanliga avåkningsräcken dimensionerade för den aktuella hastigheten utgör ett tillräckligt skydd för att hindra de flesta fordon att lämna vägområdet. Då transporter med vätskor kan förväntas och dessa vid ett läckage kan rinna ut är det relevant med ett dike eller liten vall utmed vägen alternativt utförs avåkningsräckens i form av en mur som är tät nedtill.
- *Vall*
Istället för avåkningsräcken kan en vall uppföras, denna behöver då placeras lite längre från vägen men fyller en funktion både av att stoppa ett avåkande fordon och hindra vidare spridning av vätskor.
- *Bullerplank*
Bullerplank som görs täta nedtill hindrar utrunnen vätska att spridas vidare, men måste dimensioneras på samma sätt som ett avåkningsräcke för att förhindra fordonet att röra sig mot planområdet.

6.5 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning

Vid bebyggelse och förändrad markanvändning inom det aktuella planområdet rekommenderas att följande restriktioner och byggnadstekniska åtgärder beaktas vidare i planeringen. De rekommenderade åtgärderna utgår ifrån att transporter av farligt gods genom Mora flyttas från Badstugatan/Kaplansgatan till Älvgatan.

- Ny bebyggelse placeras minst 20 meter från E45 och Älvgatan (närmaste väggkant). För att placera byggnader med icke känslig/svårutrymd verksamhet närmare än 20 meter behöver avåkningsskydd anordnas i form av vägräcke eller liknande som hindrar både avåkning och rinnande vätska.
- Avsteg från 20 meter skyddsavstånd bör inte ske i områdets södra spets eller i dess östra spets då kumulativa effekter från flera riskkällor erhålls där.
- Obebyggda ytor inom 30 meter från E45 och Älvgatan planeras så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Verksamheter och lokaler i byggnader som vetter mot vägarna ska planeras så att delar med stort personantal (ex samlingslokaler) inte placeras i fasad mot E45 eller Älvgatan.
- Byggnader som vetter mot E45 och Älvgatan ska utformas så att utrymning är möjligt bort från den närmsta vägen till trygg sida. Detta gäller för respektive lokal där personer vistas stadigvarande. Ordinarie entré till byggnaderna bör veta bort från vägen. Personintensiva delar av byggnaderna (samlingslokaler etc.) placeras bort från vägen.
- Friskluftsintag inom 70 meter från vägkanterna ska placeras på tak.
- Exponerade fasader inom 30 meter från vägkanterna ska utföras i obrännbart material eller i brandteknisk klass EI 30. Fönster i dessa fasader utförs i EW 30. Möjlighet finns att ha dessa fönster öppningsbara utan nyckel eller annat verktyg.

Observera att ovanstående åtgärder endast utgör förslag och det är upp till kommunen/projektet att ta beslut om åtgärder. För att säkerställa att ovanstående åtgärder vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser i detaljplanen. De åtgärder som man beslutar om ska formuleras som planbestämmelser på ett sådant sätt att de är förenliga med **Plan- och bygglagen (2010:900)**. Vid formulering av planbestämmelser är det viktigt att funktionen i åtgärden bevakas och får ett juridiskt skydd. Det är lika viktigt att inte låsa fast sig vid en viss teknik eller ett specifikt material eftersom det kan dröja flera år innan planen realiserar.

6.5.1 Åtgärdernas riskreducerande effekt

De åtgärder som redovisas ovan bedöms ha följande effekt inom planområdet:

- Begränsning av sannolikheten för att personer utsätts för en förhöjd risknivå under längre tidsperioder genom att tillgodose skyddsavstånd till ny bebyggelse samt områden med stadigvarande vistelse utomhus.
- Begränsning av möjligheten för att oskyddade personer skadas utomhus inom områden med förhöjd risknivå genom att tillgodose skyddsavstånd till områden med stadigvarande vistelse.
- Reducering av konsekvenserna inomhus till följd av eventuella gasutsläpp genom skyddsavstånd i kombination med ventilationstekniska åtgärder.
- Reducering av konsekvenserna inomhus till följd av en större utvändigt brand genom skyddsavstånd och brandskyddstekniska åtgärder.

- Ökad möjlighet för personer att utrymma byggnader innan kritiska förhållanden uppstår inomhus till följd av en olycka på E45 eller Älvgatan genom att tillgodose utrymningsmöjligheter bort från vägarna.

Med hänsyn till den beräknade risknivån inom planområdet samt planerad verksamhet och bebyggelse bedöms de föreslagna åtgärderna ha en tillräcklig riskreducerande effekt.

I senare skede när ett planförslag finns framme behöver samhällsriskens kvantifieras och på så sätt verifieras omfattningen av åtgärderna ovan och deras riskreducerande effekt.

7. Slutsatser

Studerat planområdet i Mora är beläget i relativt utsatt läge mellan E45 och Älvgatan. Även närheten till Dalabanan spelar in och ger kumulativa effekter på risken för delar av området. Vid en kvantifiering av risknivåer utmed vägarna är dock risknivåerna begränsade.

Det finns inget planförslag framtaget utan denna riskanalys görs i tidigt skede för att fungera som underlag för fortsatt planering av området.

De riskreducerande åtgärderna som föreslås ligga till grund för den fortsatta planeringen har beaktat att exploateringsgraden troligtvis kommer bli hög inom området och att flera av verksamheterna som planeras utgör så kallade känsliga verksamheter med särskilda krav på riskacceptans.

För området bedöms samhällsriskerna vara dimensionerande, dvs hur många människor som kommer påverkas av konsekvenserna för en olycka på vägarna. Samhällsriskerna behöver därför beräknas när ett planförslag finns framtaget men de åtgärder som föreslås medför att förutsättningarna för att påvisa en acceptabel samhällsrisk finns om personintensiva delar av verksamheterna placeras mot vägarna.

Utifrån Länsstyrelsen i Dalarnas skrift /1/ är det viktigt att riskhantering genomförs i samråd med räddningstjänsten eller den kommunala riskhanteringsgruppen. Denna riskanalys avser inte att ersätta sådant samråd men är avsett att utgöra underlag för det. Det är viktigt att projektet söker tidigt samråd med räddningstjänsten för att en samsyn kring de föreslagna åtgärderna ska finnas.

Det ska observeras att denna riskanalys har utgått ifrån att transporter av farligt gods kommer att flyttas från genomfarten Badstugatan/Kaplansgatan till Älvgatan genom att den rekommenderade transportleden för farligt gods för farligt gods ändras genom kommande Fördjupade översiktsplan. Om en sådan ändring inte sker behöver planeringen av området inte beakta transporter av farligt gods på Älvgatan då den idag inte är en rekommenderad transportled för farligt gods.

8. Bilagor

BILAGA A – Frekvensberäkningar

BILAGA B – Konsekvensberäkningar

9. Referenser

- /1/ Farligt gods. Riskhantering i fysisk planering. Vägledning för planläggning intill transportleder för farligt gods.
- /2/ Kartunderlag från Mora kommun. Hämtat 2020-11-20.
<https://morakommun.se/bygga-bo-och-miljo/kartor-och-matning/kommunkartan.html>
- /3/ Riskanalys avseende transporter av farligt gods, genomfart Mora. Firetech, 2017-05-22
- /4/ För väg:ADR-S 2019 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2018:5, 2018
För järnväg:RID-S 2019 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg, MSBFS 2018:6, 2018
- /5/ Trafikverket. <https://www.trafikverket.se/tjanster/trafiktjanster/Vagtrafik--och-hastighetsdata/>
- /6/ Statistikrapporter från Trafikanalys: Lastbilstrafik 2015 (Rapportnr 2016:27) , Lastbilstrafik 2016 (Rapportnr 2017:14) , Lastbilstrafik 2017 (Rapportnr 2018:13), Lastbilstrafik 2018, Lastbilstrafik 2019
- /7/ Prognos för godstransporter 2040 – Trafikverkets Basprognoser 2020.
- /8/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997

Bilaga A - Frekvensberäkningar

Uppdragsnamn				
Mora Strand				
Uppdragsgivare	Uppdragsnummer	Datum		
Archus Development/Mora kommun	502839	2020-11-25		
Handläggare	Egenkontroll	Internkontroll		
Pierre Wahlqvist	PWT 2020-11-25	LSS 2020-11-25		

1. Inledning

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med de angränsande vägarna E45 och Älvgatan:

- Olycka med farligt gods
 - Explosion vid transport av massexplösivt ämne (klass 1.1.)
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
 - Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)
 - Explosionsartat brandförlopp vid utsläpp av oxiderande ämne (klass 5.1) eller organiska peroxider (klass 5.2)

Frekvensberäkningarna har utförts utifrån trafiksiffror för prognosår 2040

1.1 Metodik

Frekvensberäkningarna utförs utifrån den metodik som presenteras i MSB:s rapport "Farligt gods – riskbedömning vid transport" /1/.

1.1.1 Trafikolycka med farligt gods

Den förväntade frekvensen för en trafikolycka där farligt godstransport är inblandad beräknas utifrån följande ekvation:

$$\text{Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor} = O_{FaGo} = O \cdot ((X \cdot Y) + (1 - Y) \cdot (2X - X^2))$$

där

X = Andelen transporter skyltade med farligt gods (antal farligt godstransporter delat med totalt antal fordon)

Y = Andelen singelolyckor på vägdelen

O = Antal förväntade fordonsolyckor = Olyckskvot x Totalt trafikarbete x 10^{-6} , där
Totalt trafikarbete = 365 dygn x Årsmedeldygnstrafik x Aktuell vägsträcka

/1/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

1.1.2 Fordonsbrand

En fordonsbrand kan antingen uppstå till följd av en trafikolycka eller till följd av fordonsfel. Det statistiska underlag som ska användas för beräkning av frekvensen för fordonsbrand går dock inte att dela upp avseende dessa två scenarier. Detta beror på underlaget utgör antalet fordonsbränder i Sverige vid polisrapporterade vägtrafikolyckor och huruvida trafikolyckan startade som en fordonsbrand eller om branden uppkom till följd av trafikolyckan går ej att urskilja.

Under åren 1994-1999 rapporterades årligen i genomsnitt 64,7 fordonsbränder i Sverige vid polisrapporterade vägtrafikolyckor till Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS) /2/. Under motsvarande år rapporterades ca 15 700 trafikolyckor med personskada per år /3/. Utifrån detta så uppskattas sannolikheten för brand i fordon vid olycka till ca 0,4 % (64,7 / 15 700). Detta bedöms vara ett konservativt antagande då de polisrapporterade olyckorna med personsador inte utgör samtliga olyckor som kan leda till fordonsbrand.

2. Inventering av farligt godsleder

För det aktuella området är inventeras både E45 och Älvgatan enligt förutsättningar i huvudrapporten.

Tabell A.1. Förutsättningar för E45 och Älvgatan – Indata till frekvensberäkningar. Värden inom parentes anger indata för prognosår 2040

Faktor	E45 (värden 2040 in	Älvgatan
Vägsträcka (km):	1	1
Bebyggelsemiljö:	Tätort (stad)	Tätort (stad)
Hastighetsbegränsning (km/h):	40	60
Gatu-/Vägtyp:	Trafikled	Trafikled
Årsmedeldygnstrafik (per dygn):	15660	11140
Andel tung trafik (%):	8 (12)	11 (13)
Farligt godsled:	Primär	Primär
Antal farligt godstransporter (per dygn):	14 (28)	14 (20)
X = Andel farligt godstransporter av totalt antal fordon (%):	0,09 (0,15)	0,13 (0,16)
O = Olyckskvot (trafikolycka per 10 ⁶ fkm):	1,6	0,925
Y = Andel singelolyckor (%):	10	20
Index för farligt godsolycka = Sannolikhet för utsläpp givet olycka (%):	2	7

I avsnitt 3 i huvudrapporten redovisas fördelningen mellan respektive farligt godsclasser på den studerade vägsträckan.

/2/ Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS), uppgifter erhållna av Arne Land, Statens Väg- och Transportforskningsinstitut 2003-05-27

/3/ Vägtrafikskador 2004, Statens institut för kommunikationsanalys (SIKA), Rapport 2005:14, 2005

3. Resultat frekvensberäkningar – trafikolycka med farligt gods

3.1 Sammanställning

Tabell A.1. Beräknade olycksfrekvenser per år på studerad vägsträcka.

Skadesscenario	E45	Älvgatan
	Nuläge (2040)	Nuläge (2040)
O = Antal förväntade trafikolyckor per år	9,1 (11,3)	3,8 (4,4)
O_{Fago} = Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor	1,6E-02 (3,2E-02)	8,7E-03 (1,2E-02)
1. Explosiva ämnen och föremål	8,5E-05 (1,7E-04)	4,4E-05 (6,3E-05)
2. Gaser	3,4E-03 (6,9E-03)	1,9E-03 (2,7E-03)
3. Brandfarliga vätskor	7,9E-03 (1,6E-02)	4,3E-03 (6,1E-03)
4. Brandfarliga fasta ämnen	3,2E-04 (6,4E-04)	1,8E-04 (2,5E-04)
5. Oxiderande ämnen	4,2E-04 (8,3E-04)	2,3E-04 (3,2E-04)
6. Giftiga ämnen	1,2E-03 (2,3E-03)	6,4E-04 (9,1E-04)
7. Radioaktiva ämnen	0,0E+00 (0,0E+00)	0,0E+00 (0,0E+00)
8. Frätande ämnen	1,7E-03 (3,4E-03)	9,4E-04 (1,3E-03)
9. Övriga farliga ämnen och föremål	8,1E-04 (1,6E-03)	4,4E-04 (6,3E-04)

3.2 Klass 1. Explosiva ämnen

Explosiva ämnen och föremål är uppdelad i flera olika undergrupper (riskgrupper) utifrån risk för bl.a. brand, massexplosion, splitter och kaststycken. Enligt ADR-S är det enbart ämnen ur klass 1.1 som innebär risk för massexplosion som påverkar så gott som hela lasten praktiskt taget samtidigt /4/. Med avseende på olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom det aktuella planområdet bedöms det enbart vara en explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 som är aktuella att studera.

Konsekvenserna av en massexplosion är kraftigt beroende av mängden som exploderar, vilket i sin tur beror av hur mycket explosivämne som transporteras. Enligt ADR-S är det tillåtet att transportera massexplosiva ämnen i så stora mängder som 16 ton vid transporter i EX/III-fordon. Hur stor andel av transporterna som rymmer maxmängd är dock oklart. Följande indelning antas i analysen.

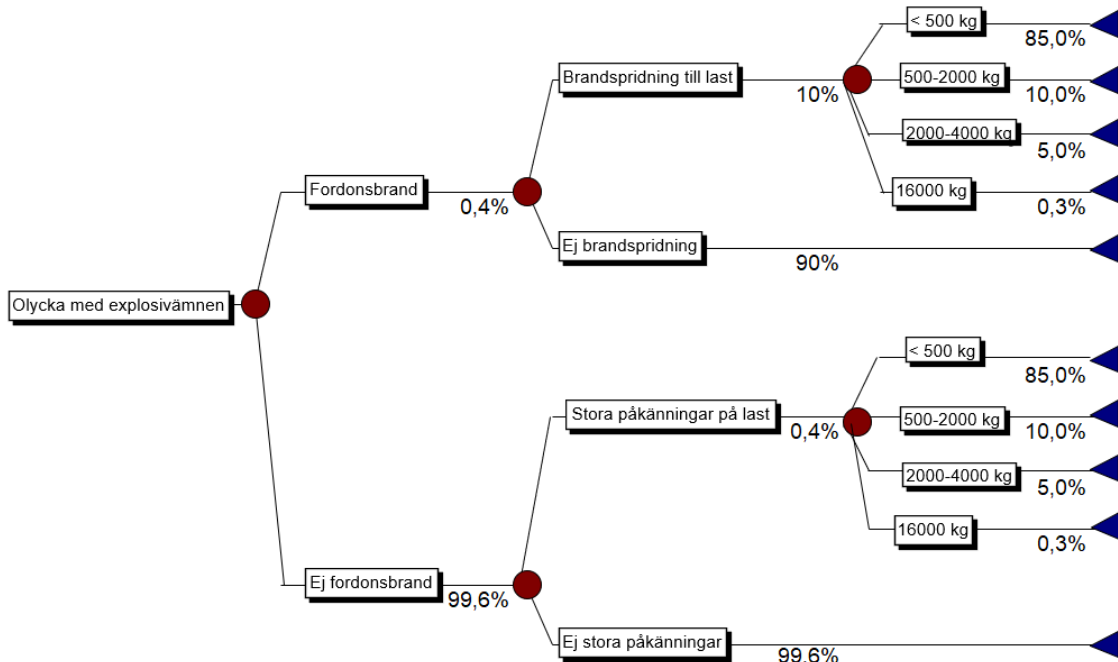
- < 500 kg/transport: ca 85 %
- 500 – 2 000 kg /transport: ca 10 %
- > 2 000 kg / transport: ca 5 %
- 16 000 kg / transport: ca 0,3 %

/4/ ADR-S 2019 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2018:5, januari 2019

Vid en olycka med transport av ämnen ur riskgrupp 1.1. kan en massexplosion uppstå antingen till följd av stora påkänningar eller till följd av brand som sprids till lasten. Ämnen ur riskgrupp 1.1 får enbart transporteras i fordon som uppfyller krav för s.k. EX/II- eller EX/III-fordon, vilket innebär krav på utförandet av elektronik, bromsar och förebyggande åtgärder mot brandrisker/4/. Det finns även regler för förpackning etc. Detta bedöms medföra en mycket låg sannolikhet för detonation:

- Sannolikheten för att fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna uppskattas enligt tidigare till ca 0,4 % (se avsnitt 1.1.2). Krav på utförandet av EX/II- och EX/III-fordon innebär att sannolikheten för brandspridning till det explosiva ämnet bedöms vara låg. Sannolikheten för detonation till följd av fordonsbrand som sprider sig till lasten (där det antas att detonationen leder till en massexplosion som omfattar hela lasten) uppskattas grovt till 10 %.
- Sannolikheten för detonation till följd av stora påkänningar vid trafikolycka uppskattas vara mycket låg. Det finns idag ingen känd forskning kring hur stor kraft som behövs för att initiera detonation av det fraktade godset vid en trafikolycka. Med hänsyn till kraven på transportfordon för massexplosivämnen som bl.a. avser utformning som innebär att energin vid en kollision ska tas upp av olika energiabsorberande zoner så bedöms sannolikheten för att en trafikolycka innebär så omfattande krafter på lasten att det leder till detonation inte vara större än sannolikheten för att ett fordon börjar brinna vid en trafikolycka, d.v.s. 0,4 %.

Figur A.1 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av explosiva ämnen som redovisar de förutsättningar som krävs för att en massexplosion ska antas inträffa.



Figur A.1. Händelsetråd olycka med transport av explosiva ämnen (klass 1).

3.3 Klass 2. Gaser

3.3.1 Allmänt

Gaser (klass 2) delas in i tre undergrupper:

- brännbara gaser (klass 2.1)
- icke giftiga och icke brännbara gaser (klass 2.2)
- giftiga icke brännbara gaser (klass 2.3).

Gaser ur klass 2.2 utgör sådana gaser som normalt inte orsakar personskador vid utsläpp mer än i det direkta närområdet. Därför beaktas inte transporter av dessa gaser i riskanalysen.

Den nationella statistiken från Trafikanalys redovisar inte fördelningen mellan undergrupperna. I MSB:s kartläggning från år 2006 redovisas däremot klass 2 uppdelad i de tre undergrupperna /4/. Utifrån den uppskattas följande fördelning på undergrupperna, klass 2.2, ca 79 %. Klass 2.1 utgör ca 20 % av gastransporterna. En mycket liten andel, < 1 %, utgör klass 2.3.

Det antas grovt att samtliga gastransporter på den aktuella vägsträckan utgörs av tankbilar. Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för läckage till följd av en trafikolycka med farligt godstransport antas vara 2 % för E45 och 7% för Älvgatan. Gaser transporteras dock i regel under tryck i tankar med större tjocklek, vilket innebär högre tålighet. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset då sänks till 1/30 /1/.

Givet läckage antas fördelningen mellan olika läckagestorlekar till följande i enlighet med /1/:

- Litet läckage: 62,5 %
- Medelstort läckage: 20,8 %
- Stort läckage: 16,7 %

3.3.2 Klass 2.1. Brännbara gaser

För **brännbara gaser** kan tre scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

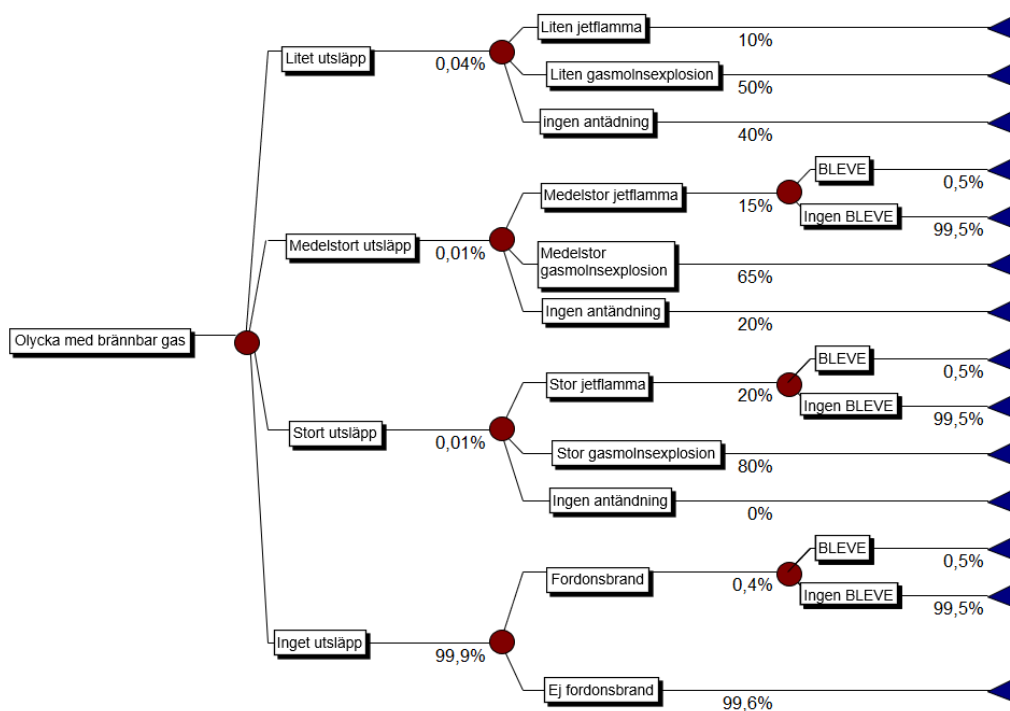
- *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck
- *Gasmolnsexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck
- *BLEVE*: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion kan uppkomma om tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en utbredd brand under en längre tid.

Beroende på utsläppsstorleken varierar sannolikheten för direkt respektive fördröjd antändning. För utsläpp vid trafikolycka finns fördelningsstatistik /5/:

	Litet utsläpp	Medelstort utsläpp	Stort utsläpp
• omedelbar antändning (jetflamma):	10 %	15 %	20 %
• fördröjd antändning (gasmolnexplosion):	50 %	65 %	80 %
• ingen antändning:	40 %	20 %	0 %

En BLEVE antas kunna uppstå i en oskadad tank utan fungerande säkerhetsventil antingen om en medelstor eller stor jetflamma från intilliggande skadad tank är riktad direkt mot tanken eller om trafikolyckan leder till fordonsbrand som är så omfattande att större delar av den oskadade tanken påverkas under en längre 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 förhållandena kring något av ovanstående scenarier är sådana att en BLEVE uppstår bedöms dock vara mycket låg, uppskattningsvis mindre än 0,5 % för respektive scenario.

Figur A.2 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av brännbara gaser på E45, fördelningen mellan de olika läckagen skiljer på Älvgatan enligt figur A.3.



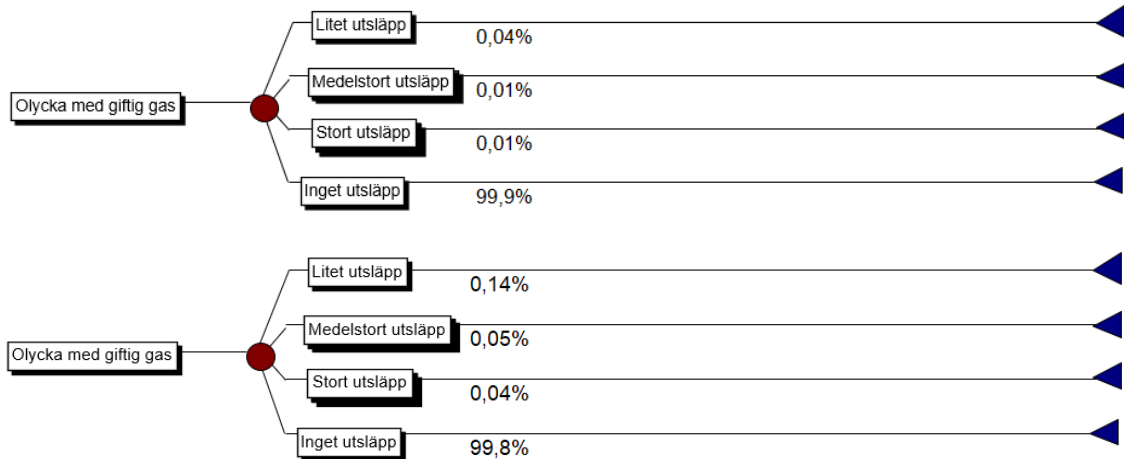
Figur A.2. Händelsetråd olycka med transport av brännbar gas (klass 2.1).

/5/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993

3.3.3 Klass 2.3. Giftiga gaser

För **giftiga gaser** studeras följande scenarier beroende av läckagestorlek: litet, medelstort och stort, se avsnitt 3.2.1.

Figur A.3 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av giftiga gaser dels på E45, dels på Älvgatan.



Figur A.3. Händelsetråd olycka med transport av giftig gas (klass 2.3). E45 överst och Älvgatan under.

3.4 Klass 3. Brandfarliga vätskor

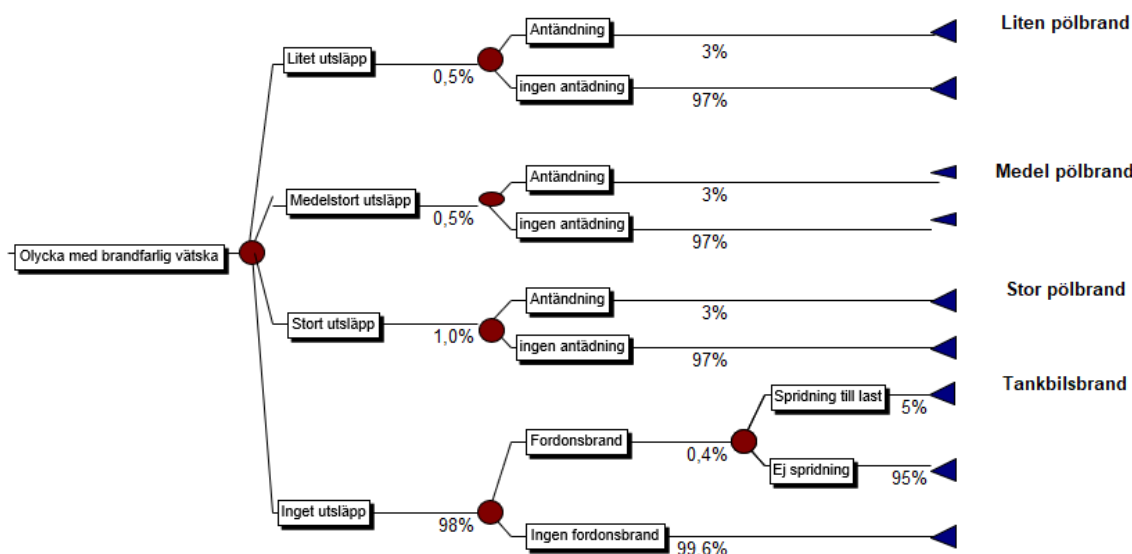
En mycket hög andel av de brandfarliga vätskor som transporteras uppskattas vara petroleumprodukter, d.v.s. transporter av bensin och diesel till bl.a. bensinstationer. I de fortsatta beräkningarna så antas det konservativt att samtliga vätsketransporter rymmer klass 1-vätskor, d.v.s. vätskorna har en låg flampunkt som innebär en hög sannolikhet för antändning.

Sannolikheten för att en trafikolycka med farligt godstransport inblandad där ämnet transporteras i tunnväggig tank leder till läckage uppskattas vara 2 % för E45 och 7% för Älvgatan. Det uppskattas att en stor andel av transportererna utgörs av tankbil med släp, vilket för tunnväggiga tankar innebär att sannolikhetsfördelningen mellan litet, medelstort och stort utsläpp är 25 %, 25 % respektive 50 % /1/.

Sannolikheten klass 1-vätskor antänds vid utsläpp till följd av en trafikolycka antas vara ca 3 % /1, 6/ oberoende av utsläppsstorleken.

Omfattande brand kan även uppstå om t.ex. en motorbrand sprider sig till lasten vid en olycka med brandfarliga vätskor. Enligt tidigare uppskattas sannolikheten för att en trafikolycka leder till fordonsbrand till ca 0,4 %. I ADR-S /4/ anges det krav på fordon som ska användas för transport av brandfarliga vätskor, vilket bl.a. innebär en begränsad sannolikhet för spridning av t.ex. motorbränder till lasten. Sannolikheten för antändning av lasten till följd av fordonsbrand vid trafikolycka uppskattas grovt vara ca 5 %.

Figur A.4 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av brandfarlig vätska på E45. Sannolikheten för de olika läckagen skiljer på Älvgatan enligt ovan om tunnväggig tank.



Figur A.4. Händelseträd olycka med transport av brandfarlig vätska (klass 3).

3.5 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Oxiderande ämnen (klass 5.1) och organiska peroxider (klass 5.2) brukar vanligtvis inte leda till personskador. Om det blir involverat i en brand kommer dock brandens intensitet att öka. Vissa oxiderande ämnen kan även ge explosionsartade brandförlopp eller våldsamma reaktioner tillsammans med något bränsle, eller själva sönderfalla våldsamt om de hettas upp.

Enligt regelverket ADR-S /4/ är det inte tillåtet att transportera ej stabiliserade (d.v.s. utan flegmatiseringsmedel) väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid på väg. Andelen av de organiska peroxiderna som bedöms kunna självantända explosionsartat vid brand eller vid kontakt med organiskt material antas därför vara mycket begränsad. Utifrån den nationella statistiken från Trafikanalys /6/ utgör dock organiska peroxider en liten andel av de totala transportmängderna av klass 5 (under perioden 2013-2017 utgjorde klass 5.2 i genomsnitt mindre än 1-2 % av klass 5).

En stor del av den transporterade mängden klass 5 – varor som är förknippade med explosionspotential efter förorening – är ammoniumnitrat, som utgör ett fast oxiderande ämne (nyttjas vid framställning av sprängämne/emulsionsmatris samt konstgödsel). I utredningen ansätts samtliga klass 5 – varor utgöras av ammoniumnitrat.

Enligt ADR-S /4/ är det dock inte tillåtet att ammoniumnitrat med mer än 0,2 % av brännbara ämnen (inklusive alla organiska ämnen som kolekivalent) utom när det utgör beståndsdel i ett ämne eller föremål i klass 1 (explosiva ämnen).

I de allmänna råden till Sprängämnesinspektionens föreskrifter (SÄIFS 1995:6) om hantering av ammoniumnitrat tydliggörs följande:

/6/ Statistikrapporter från Trafikanalys: Lastbilstrafik 2013 (Rapportnr 2014:12), Lastbilstrafik 2014 (Rapportnr 2015:21), Lastbilstrafik 2015 (Rapportnr 2016:27), Lastbilstrafik 2016 (Rapportnr 2017:14), Lastbilstrafik 2017 (Rapportnr 2018:13)

Ammoniumnitrat kan under vissa omständigheter detonera men ett brandförlopp tillsammans med brännbara material ligger närmare till hands. Där man med någorlunda säkerhet kunnat fastställa detonationsorsak har förorening, temperaturökning och inneslutning samverkat. Nämda faktorer har inte var för sig, vid försök, kunnat åstadkomma detonation.

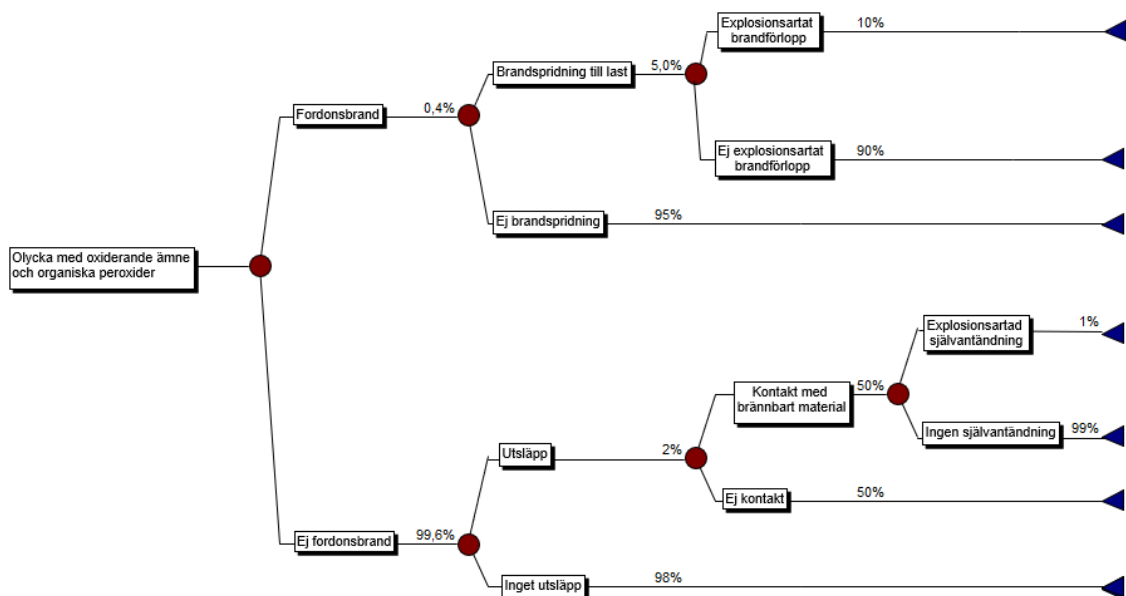
I de fortsatta beräkningarna antas det konservativt att 100 % av den totala mängden klass 5 som transporteras på aktuella vägar utgör ämnen som kan självantända explosionsartat vid brand eller vid förorening med brännbart material.

Detonation p.g.a. fordonsbrand: Enligt tidigare uppskattas sannolikheten för att en trafikolycka leder till fordonsbrand till ca 0,4 %. Det finns detaljerade regler för hur oxiderande ämnen och organiska peroxider skall förpackas och hanteras vid transport /4/, vilket innebär en begränsad sannolikhet för att en fordonsbrand ska påverka godset i sådan omfattning att det detonerar. Sannolikheten för antändning av lasten till följd av fordonsbrand vid trafikolycka uppskattas grovt vara ca 5 %.

Med hänsyn till gällande regler så bedöms dock sannolikheten för att branden leder till ett explosionsartat brandförlopp vara begränsad, uppskattningsvis högst 10 %.

Detonation p.g.a. förorening av brännbart material: Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för läckage till följd av en trafikolycka med farligt godstransport antas vara 2 % för E45 och 7% för Älvgatan. Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska förorenas med brännbart material bedöms som relativt hög med hänsyn till mängden smörjmedel m.m. som finns, (antaget 50 %). Ovanstående beskrivning av förbud och stabilisering innebär dock att sannolikheten för ett explosionsartat brandförlopp givet förorening och blandning bedöms vara mycket låg, lägre än 1 %.

Figur A.5 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider på E45. För Älvgatan skiljer sannolikheten för utsläpp enligt ovan om tunnväggig tank. På Älvgatan är det 7%.



Figur A.5. Händelsetråd olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5).

Bilaga B - Konsekvensberäkningar

Uppdragsnamn		
Mora Strand		
Uppdragsgivare	Uppdragsnummer	Datum
Archus Development/Mora kommun	502839	2020-11-25
Handläggare	Egenkontroll	Internkontroll
Pierre Wahlqvist	PWT 2020-11-25	PWT 2020-11-25

1. Inledning

I denna bilaga beräknas konsekvenserna av de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med den angränsande E45 och Älvgatan:

- Olycka med farligt gods
 - Explosion vid transport av massexplösivt ämne (klass 1.1.)
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
 - Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)
 - Explosionsartat brandförlopp vid utsläpp av oxiderande ämne (klass 5.1) eller organiska peroxider (klass 5.2)

Konsekvenserna för skadescenarierna beräknas alternativt bedöms med simuleringsprogram, handberäkningar samt litteraturstudier.

I riskanalysen används riskmåttet **individrisk**. *I senare skede när det finns ett planförslag behöver riskanalysen kompletteras med beräkningar för samhällsrisk*. Med hänsyn till detta består konsekvensberäkningarna av beräkning av skadeavstånd/-område. När samhällsriskens beräknas ska även beräkning/bedömning av antal omkomna till följd av respektive olycksrisk tas fram.

2. Beräkning av skadeavstånd

2.1 Klass 1. Explosiva ämnen

2.1.1 Metodik

Enligt bilaga A begränsas den detaljerade riskanalysen till att studera explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 då det endast bedöms vara dessa olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom utredningsområdet. Konsekvensberäkningarna omfattar fyra skadescenarier utifrån den uppdelning som redovisas i bilaga A:

500 kg (transporter med < 500 kg)

2000 kg (transporter med 500-2000 kg)

4000 kg (transporter med > 2000 kg)

16000 kg (transporter med 16000 kg)

Konsekvensberäkningarna följer den metodik som anges i FOA:s kurskompendium *Konsekvenser vid explosioner /1/*. Risken för att byggnadsdelar eller hela byggnader rasar till följd av en explosion beror på huruvida explosionens maximala övertryck (P_+) och impulstäthet (I_+) överstiger en byggnadsdels karaktäristiska tryck (P_C) och impuls (I_C). För att byggnadsdelen ej ska rasa så ska följande ekvation uppfyllas:

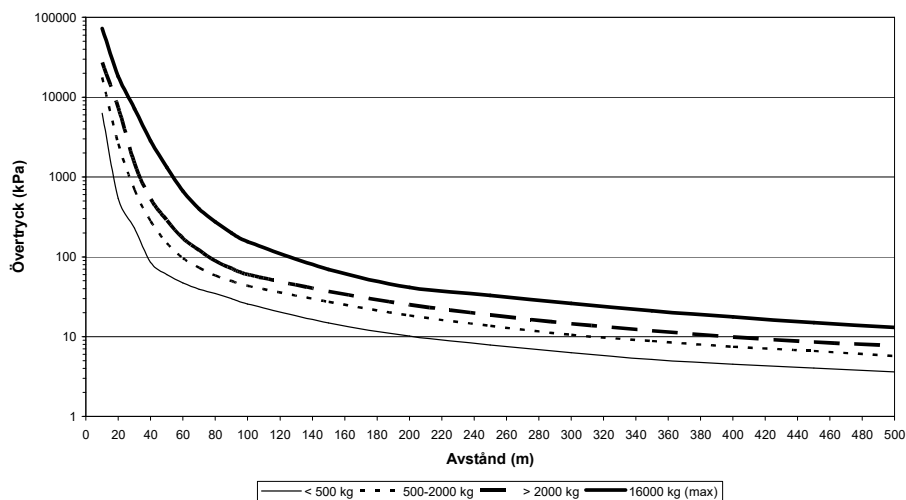
$$I_C / I_+ + P_C / P_+ \geq 1$$

Konsekvensberäkningarna utgår från beräkningar av maximalt övertryck (P_+), impulstäthet (I_+) samt varaktighet (t_+) för de studerade explosionsscenarierna. I figur B.1 och figur B.2 redovisas beräkningar avseende tryck respektive impulstäthet som en funktion av avståndet från explosionen. Respektive explosionsscenario förutsätts inträffa på eller nära marken, vilket för en detonation av X kg motsvarar en detonation av 1,8·X kg i fri luft. För byggnader beaktas tryck och impulstäthet som har beräknats med avseende på ett vinkelrätt tryckinfall. Det reflekterande trycket innebär högre infallande tryck och impulstäthet.

Då människor är relativt små bedöms inget reflekterande tryck uppstå vilket innebär att man vid bedömning av skadeområdet för konsekvenser utomhus studerar strykande tryck (180°).

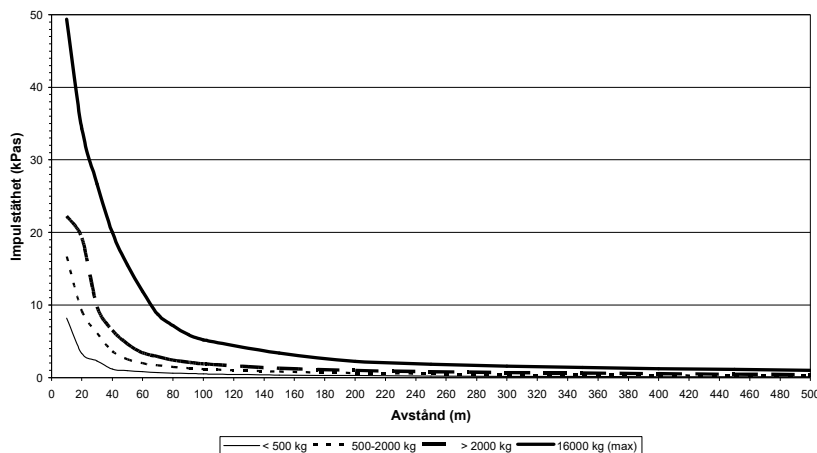
Explosionens varaktighet t_+ beräknas grovt enligt följande ekvation och blir samma oavsett infallande vinkel /1 /:

$$t_+ = \frac{2 \times I_+}{P_+}$$



Figur B.1. Max övertryck som funktion av avståndet från explosion vid detonation av trotyl på eller nära mark vid vinkelrätt infall.

/1/ Konsekvenser vid explosioner – kompendium framtaget i samband med FOAs kurs explosivämneskunskap, FOA, Rickard Forsén 1999-09-03 (Bearbetat av Stefan Olsson 2001-09-16)



Figur B.2. Impulstäthet som funktion av avståndet från explosion vid detonation av trotyl på eller nära mark vid vinkelrätt infall.

2.1.2 Bedömningskriterier

Inomhus: Enligt ovan beror konsekvenserna inomhus på explosionens maximala övertryck (P_+) och impulstäthet (I_+) i förhållande till byggnadsdelarnas karaktäristiska tryck (P_c) och impuls (I_c), se ekvationen i avsnitt 3.1.1. I tabell B.1 anges karaktäristiska tryck (P_c) respektive impulstäthet (I_c) för olika byggnadsdelar beroende på byggnadsstrategi och bärighet /2/.

Tabell B.1. Karaktäristiska tryck (P_c) respektive impuls (I_c) för olika byggnadsdelar.

Byggnadsdel	P_c (kPa)	I_c (kPas)
Bärande konstruktioner		
<i>Stomme i platsgjuten betong</i>		
• Bärande ytterväggar av 20 cm betong (och invändiga pelare)	200	2,5
• Bärande tvärväggar och utfackade längsgående ytterväggar	200	2,5
<i>Stomme i monterad betong</i>		
• Pelar/balk-stomme	200	3,1
• Bärande väggar i elementhus	200	3,1
Icke bärande konstruktioner		
• Lätta utfackningsväggar (plåtkassetter) i pelarhus	5	0,5
• Medeltunga utfackningsväggar (regelstomme & fasadtegelskal)	5	1,0

De infallande tryck som redovisas i figur B.1 gäller för en punkt (byggnad eller människa) som är helt oskyddad mot riskkällan. Den första byggnaden reducerar med stor sannolikhet det infallande trycket mot bakomliggande byggnader relativt mycket. Det uppskattas grovt att den första byggnaden medför att trycket och impulstätheten mot nästföljande byggnad reduceras med ca 50 % i förhållande till vad som anges i figur B.1 respektive figur B.2. Detta beaktas i de fortsatta konsekvensberäkningarna avseende skadeområden.

/2/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – metoder för bedömning av risker, FOA, september 1997

Sannolikheten för att omkomma inomhus är beroende av antalet våningsplan i byggnaden och ökar med ökande våningsantal. I konsekvensberäkningarna kommer det uppskattas grovt att ca 80 % av personer som vistas inom totalkollapsade byggnadsdelar omkommer. Inom byggnadsdelar som endast rasar lokalt antas ca 15 % omkomma.

Utomhus: En människa tål tryck relativt bra och riskerar i huvudsak att förolyckas p.g.a. kringflygande föremål eller att de trillar omkull av tryckvågen. Med avseende på tryck så går gränsen för dödliga skador vid $/^2/$:

- 1 % omkomna 180 kPa 1. 90 % omkomna 300 kPa
- 10 % omkomna 210 kPa 2. 99 % omkomna 350 kPa
- 50 % omkomna 260 kPa

Sannolikheten för att omkomma utomhus bedöms vara beroende av explosionslastens storlek. För de beräknade skadeavstånden som redovisas i avsnitt 3.1.3 uppskattas innebära följande sannolikhet för att omkomma:

- < 500 kg: 10 % • > 2 000 kg: 50 %
- 500-2 000 kg: 25 % • 16 000 kg: 100 %

2.1.3 Resultat

Utifrån beräkningarna av övertryck, impulstäthet och varaktighet bedöms huruvida olika byggnadsdelar rasar eller ej, som funktion av avståndet. Denna bedömning har resulterat i skadeavstånd för respektive skadescenario. I tabell B.2 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario.

Tabell B.2. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
< 500 kg massexplosion	100 % <i>inomhus</i>	20
	15 % <i>inomhus</i>	80
	10 % <i>utomhus</i>	30
500–2 000 kg massexplosion	100 % <i>inomhus</i>	35
	15 % <i>inomhus</i>	175
	25 % <i>utomhus</i>	50
> 2 000 kg massexplosion	100 % <i>inomhus</i>	50
	15 % <i>inomhus</i>	200
	50 % <i>utomhus</i>	50
16 000 kg massexplosion	100 % <i>inomhus</i>	80
	15 % <i>inomhus</i>	300
	100 % <i>utomhus</i>	70

2.2 Klass 2.1 Brännbara Gaser

2.2.1 Metodik

För **brännbara gaser** kan tre scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

1. *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck
2. *Gasmolnexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck
3. *BLEVE*: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion kan uppkomma om tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en utbredd brand under en längre tid.

För ovanstående skadescenarier har utsläppssimuleringar gjorts med simuleringsprogrammet **Gasol** för att avgöra storleken på de områden inom vilka personer kan förväntas omkomma. Utsläppssimuleringarna har utförts för tankbil med ca 25 ton tryckkondenserad gas. Det antas grovt att samtliga transporter innehåller tryckkondenserad gasol. I tabell B.3 redovisas den indata som anges i **Gasol** med avseende på tankutformning, väder etc.

Tabell B.3. Indata till Gasol för simulering av skadeområden vid jetflamma och gasmoln.

Faktor	
Lagringstemperatur	15°C
Lagringstryck	7 bar övertryck vid 15°C
Tankdiameter	2,0 m
Tanklängd	18 m
Tankfyllnadsgrad	80 %
Tankens tomma vikt	50 000 kg
Designtryck	15 bar övertryck
Bristningstryck	4 x designtrycket
Luftryck	760 mmHg
Väder	15°C, 50 % relativ fuktighet, dag och klart
Omgivning	Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)

Skadescenarierna jetflamma respektive gasmolnexplosion har simulerats för följande utsläppsstorlekar /3/:

Tankbil

- Litet utsläpp: 0,09 kg/s
- Medelstort utsläpp: 0,9 kg/s
- Stort utsläpp: 17,8 kg/s

/3/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

Skadeområdena för jetflamma och gasmolnexplosion beror utöver utsläppsstorleken, även på om läckaget utgörs av gasfas, vätskefas eller i gasfas nära vätskeytan. I beräkningarna antas det konservativt att utsläppet sker nära vätskeytan då detta leder till de största skadeområdena.

Skadeområdena för gasmolnexplosion är dessutom beroende av vindstyrkan, där skadeområdet blir större ju lägre vindstyrka. Även här antas det konservativt en relativt låg vindstyrka, ca 3 m/s.

2.2.2 Bedömningskriterier

Sannolikheten för att omkomma är bl.a. beroende av den infallande värmestrålningen. Hur hög värmestrålning en person klarar utan att erhålla skador beror bl.a. på dess varaktighet. Detsamma gäller med avseende på hur hög strålning som krävs för att antända olika byggnadsmaterial. Ju längre strålningspåverkan, ju högre sannolikhet för skada.

Utomhus: I tabell B.6 redovisas skadeområden där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a-3:e gradens brännskada. Enligt /2/ är sannolikheten att omkomma vid 2:a gradens brännskador ca 15 %. Det uppskattas grovt att motsvarande för de som får 2a-3:e gradens brännskada är ca 50 %.

Inomhus: Sannolikheten för att personer som befinner sig inomhus omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Det uppskattas grovt att skadeområdet för brandspridning till byggnad för de studerade scenarierna motsvarar skadeområdet där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a gradens brännskada. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändigt brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område där värmestrålningen kan leda till 2:a gradens brännskada omkommer.

2.2.3 Resultat

I tabell B.4 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat, varför dess bredder även presenteras.

Vid tät bebyggelsestruktur eller höga avskärmade barriärer så reduceras spridningen av gaser och det infallande trycket mot bakomliggande byggnader relativt mycket. Det uppskattas grovt att nivåskillnaden och bebyggelsestrukturen inom det aktuella området medför att skadeavståndet reduceras med minst 50 % i förhållande till vad som redovisas i **Gasol**. Inom kringliggande områden uppskattas bebyggelsestrukturen reducera tryck och impulstäthet med minst 50 %. Detta beaktas i de fortsatta konsekvensberäkningarna avseende skadeområden och uppskattat antal omkomna. I tabell B.4 redovisas därför även skadeavstånden vid framförliggande skyddande bebyggelse.

Tabell B.4. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brännbara gaser.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	
		bredd	längd
Liten jetflamma	5 % inomhus	6	5
	50 % utomhus	6	5
	5 % inomhus	2	5

Liten gasmolnsexplosion	50 % <u>utomhus</u>	2	5
Medelstor jetflamma	5 % <u>inomhus</u>	15	15
	50 % <u>utomhus</u>	15	15
Medelstor gasmolnsexplosion	5 % <u>inomhus</u>	50	70
	50 % <u>utomhus</u>	50	70
Stor jetflamma	5 % <u>inomhus</u>	60	55
	50 % <u>utomhus</u>	60	55
Stor gasmolnsexplosion	5 % <u>inomhus</u>	215	185
	50 % <u>utomhus</u>	215	185
BLEVE	5 % <u>inomhus</u>	440	220
	50 % <u>utomhus</u>	440	220

2.3 Klass 2.3 Giftiga Gaser

2.3.1 Metodik

Den icke brännbara men giftiga gasen antas bestå av **tryckkondenserad ammoniak**, som är en av de giftigaste gaserna som transporteras i större tankar på vägarna i Sverige. Giftigare gaser, som t.ex. klor transporteras normalt i begränsade mängder på väg, medan de större transporterarna går på järnväg. Beräkningar har även utförts för **svaveldioxid** som förväntas bli allt vanligare vid farligt godstransporter på väg.

Med simuleringsprogrammet **Spridning i Luft 1.2** beräknas storleken på det område där koncentrationen ammoniak respektive svaveldioxid antas vara dödlig (inomhus och utomhus). Utsläppssimuleringarna har utförts för tankbil rymmandes ca **24 ton ammoniak** respektive **24 ton svaveldioxid**. I tabell B.5 redovisas den indata som anges i **Spridning i Luft 1.2** med avseende på tankutformning, omgivningsstruktur och väder etc.

Tabell B.5. Indata till **Spridning i Luft 1.2** för simulering av skadeområden vid utsläpp av giftig gas.

Faktor	Tankbil	
	Ammoniak	Svaveldioxid
Kemikalie	Ammoniak	Svaveldioxid
Emballage	Tankbil (24 ton)	Tankbil (24 ton)
Bebyggelse	Tät skog/ stad ($\rho = 1,0$)	Tät skog/ stad ($\rho = 1,0$)
Lagringstemperatur	15°C	15°C
Väder	15°C, vår, dag och klart	15°C, vår, dag och klart

Följande, i **Spridning i Luft 1.2** fördefinierade, utsläppsscenarier har simulerats för utsläpp av giftig gas:

	Ammoniak	Svaveldioxid
• Litet utsläpp (packningsläckage):	0,34 kg/s	0,27 kg/s
• Medelstort utsläpp (brott på rör):	10 kg/s	4,6 kg/s
• Stort utsläpp (stor punktering):	85 kg/s	67 kg/s

Gasernas spridning beror bland annat på vindstyrka, bebyggelse och tid på dygnet. **Spridning i Luft 1.2** genererar spridningskurvor och uppskattningar av hur stor andel av befolkningen inom området som förväntas omkomma. Denna andel avtar med avståndet både i längd med och vinkelrätt mot gasmolnets riktning. Skadeområdena för ett utsläpp av giftig gas blir större ju lägre vindstyrkan är. I simuleringarna antas därför vindstyrkan vara relativt låg, ca 3 m/s.

Skadeområdet inomhus är dessutom beroende av på vilken nivå som ventilationsintag är placerade. Det antas att ventilationsintagen är placerade ca 3 meter över vägen.

2.3.2 Bedömningskriterier

Vid simulering av gasutsläpp med **Spridning i Luft 1.2** erhålls spridningskurvor samt uppskattningar på hur stor andel av befolkningen i området som förväntas omkomma beroende på avståndet till utsläppskällan. Andelen avtar med avståndet både i längd samt vinkelrätt mot utsläpets riktning.

2.3.3 Resultat

I tabell B.6 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario. Skadeavstånden utgör en sammanvägning av respektive skadescenario med ammoniak respektive svaveldioxid, där avstånden som redovisas utgör de största enligt simuleringarna.

Enligt avsnitt 3.3.1 utgår beräkningarna i **Spridning i Luft 1.2** från bebyggelse med avseende på ytråheten (d.v.s. möjligheten för gasmolnet att spridas). Beräkningarna avser relativt fri spridning av gas som inte tar någon hänsyn till framförliggande objekt och avskärmningar som kan reducera spridningen av gasmoln vilket i sin tur reducerar skadeavstånden.

Tät bebyggelsestruktur eller höga avskärmande barriärer i direkt anslutning till riskkällan bedöms ha en kraftigt avskärmande effekt som reducerar skadeavståndet (längden) för respektive skadescenario. Det uppskattas grovt att nivåskillnaden och bebyggelsestrukturen inom det aktuella området medför att skadeavståndet reduceras med minst 50 % i förhållande till vad som redovisas i **Spridning i Luft 1.2**. Inom kringliggande områden väster om Ulvsundavägen uppskattas bebyggelsestrukturen reducera skadeavståndet med minst 50 %. Detta beaktas i de fortsatta konsekvensberäkningarna avseende skadeområden och uppskattat antal omkomna. I tabell B.6 redovisas därför även skadeavstånden vid framförliggande skyddande bebyggelse.

Tabell B.6. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av giftiga gaser.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)			
		bredd	längd	bredd	längd
Litet utsläpp (packningsläckage)	100%	0	0	2	5
	50%	0	0	6	10
	5%	0	0	10	20
Medelstort utsläpp (brott på rör)	100%	0	0	20	30
	50%	10	20	30	60
	5%	20	35	50	90
	100%	10	10	100	160

Stort utsläpp (stor punktering)	50%	25	55	130	225
	5%	40	100	150	275

2.4 Klass 3. Brandfarliga vätskor

2.4.1 Metodik

För denna farligt godsklass utgörs skadescenarierna av att tanken skadas så allvarligt att vätska läcker ut och sedan antänds. Vid beräkning av konsekvensen av en farligt godsolycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensin. Beroende på utsläppstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas vilket leder till olika mängder värmestrålning.

Konsekvensberäkningar utförs för följande pölbrandscenarier:

- Liten pölbrand: 50 m²
- Medelstor pölbrand: 200 m²
- Stor pölbrand: 400 m²
- Tankbilsbrand ca 300 MW /4/ (antas grovt motsvara stor pölbrand, exkl. pölradi)

Beräkningarna av den infallande värmestrålning som analyserade området utsätts för i händelse av olycka med påföljande brand genomförs med handberäkningar:

Brandeffekt (Q) – Brandeffekten beräknas utifrån pölarean och ansätts till att 1 MW genereras per kvadratmeter pölarea /5/.

Flamhöjd (H_f) – Flamhöjden (m) kan beräknas som funktion av brandeffekten och pöldiametern (D) enligt följande ekvation /6/: $H_f = 0.23 \cdot \dot{Q}^{2/5} - 1,02D$

Ovanstående förhållande mellan brandeffekt och pölarea innebär att flamhöjden grovt kan uppskattas till $H_f = D /5/$.

Utfallande strålning (I₀) – Den utfallande strålningen (kW/m²) är beroende av pölbrandens diameter. Upp till en viss pölstorlek ökar strålningen från flamman, men efter en viss nivå minskar effektiviteten i förbränningen med påföljd att rökutvecklingen tilltar och temperaturen i flamzonen sjunker. En del av värmestrålningen absorberas därmed i omgivande rök, vilket innebär att den utfallande strålningen sjunker med ökande värde på pölbrandens storlek. Den utfallande strålningen kan beräknas med följande ekvation /7/:

$$I_0 = 58 \cdot 10^{-0,00823 \cdot D}$$

/4/ Fire and Smoke Control in Road Tunnels, PIARC Committee of Road Tunnels, 1999

/5/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005

/6/ Enclosure Fire Dynamics, Karlsson & Quintiere, 2000

/7/ Radiation from large pool fires, Journal of Fire Protection Engineering, 1 (4), pp 141-150, Shokri & Beyler, 1989

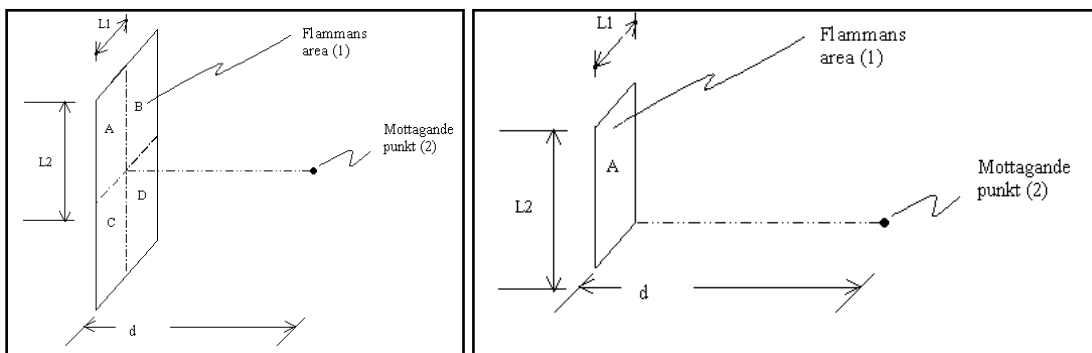
Synfaktor (F) – Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se figur B.3). Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill.

Synfaktorn $F_{1,2}$ mellan flammans och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt /8/: $F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$

där $F_{A1,2}$, $F_{B1,2}$, $F_{C1,2}$ och $F_{D1,2}$ beräknas enligt följande:

$$F_{A1,2} = \int_0^{A_1} \frac{\cos \Theta_1 \cos \Theta_2}{\pi l^2} \cdot dA_1 \quad \text{där}$$

$\theta_1 = \theta_2 =$ infallande vinkel (d.v.s. 0) och $A_1 = L_1 \times L_2$ enligt figur B.3.



Figur B.3. Synfaktor.

Ovanstående ekvation kan omvandlas till följande ekvation för beräkning av respektive ytas (A, B, C och D) synfaktor /9/:

$$F_{A12} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right) \quad \text{där}$$

$$X = \frac{L_1}{d} \quad \text{och} \quad Y = \frac{L_2}{d} \quad \text{enligt figur B.3.}$$

Infallande strålning (I) – Den från branden infallande värmestrålningen (kW/m^2) som når omgivningen minskar med avståndet från branden och beräknas genom: $I = F \times I_0$

Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flamhöjden beräknats för de olika pölbrandscenarierna (se tabell B.7).

/8/ An Introduction to Fire Dynamics – second edition, Drysdale, University of Edinburgh, UK 1999

/9/ Thermal Radiation Heat Transfer, 3rd ed., Seigel & Howell, USA 1992

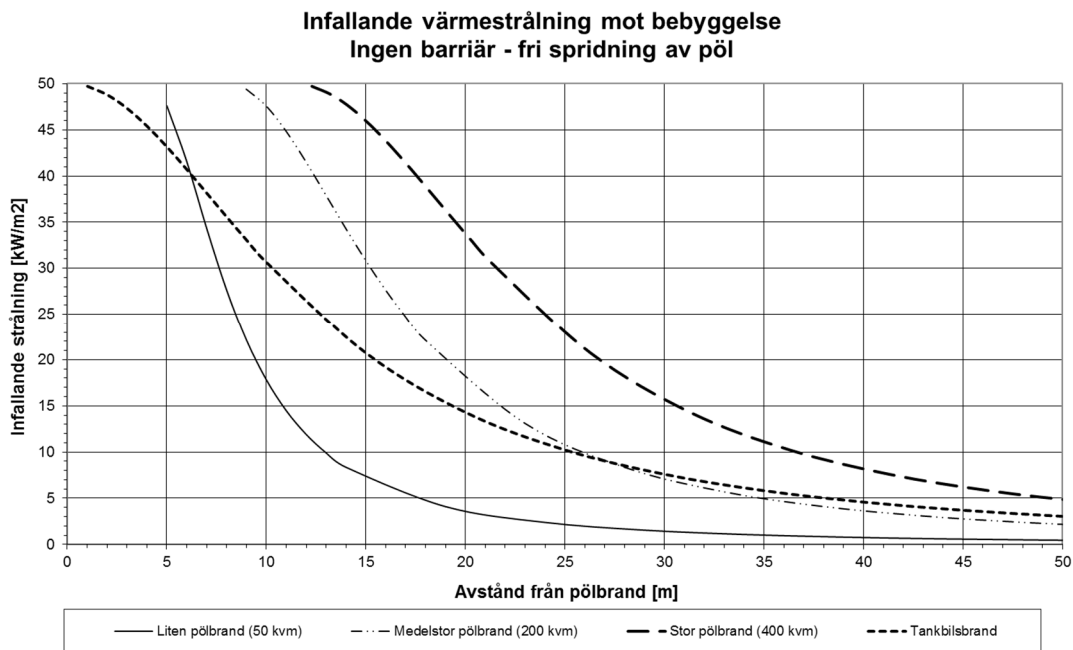
Tabell B.7. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flammhöjd samt utfallande värmestrålning.

Scenario	Brinnande yta A_F (m ²)	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter D_f (m)	Flammhöjd H_f (m)	Utfallande strålning I_o (kW/m ²)
Liten pölbrand	50	50 000	8,0	8,0	49,8
Medelstor pölbrand	200	200 000	16,0	16,0	42,8
Stor pölbrand / Tankbilsbrand	400	400 000	22,6	22,6	37,7

Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i figur B.6 (cirkulär brand utan barriär). Strålningen har beräknats på halva flammans höjd.

Enligt tabell B.7 sjunker den utfallande strålningen med pölbrandens storlek. Detta beror på att ekvationen beaktar att sotproduktionen ökar vid större pölbränder. Soten och röken döljer själva flammen och absorberar en avsevärd del av strålningen, vilket i sin tur minskar den utfallande värmestrålningen. För att inte underskatta den infallande värmestrålningen så kommer de fortsatta strålningsberäkningarna att utgå från ett konservativt värde på den utfallande strålningen på 50 kW/m² för samtliga brandscenarier.

I figur B.4 beaktas även pölarnas radie (ej för scenariot tankbilsbrand), vilket beror på att pölen kan spridas mot det studerade området.



Figur B.4. Infallande strålning som funktion av avståndet från cirkulär pölbrand respektive tankbilsbrand vid fri spridning utan avskärmande barriär.

2.4.2 Bedömningskriterier

Hur hög värmestrålning en person klarar utan att erhålla skador beror bl.a. på dess varaktighet. Detsamma gäller med avseende på hur hög strålning som krävs för att antända olika byggnadsmaterial. Ju längre strålningspåverkan, ju högre sannolikhet för skada.

Sannolikheten för att personer som befinner sig **inomhus** omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Den kritiska värmestrålningen ansätts till 15 kW/m² om inga byggnadstekniska åtgärder beaktas, vilket motsvarar det kriterium som anges i BBRAD 3 /10/ avseende brandspridning mellan byggnader. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändig brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område kring pölbranden där strålningsnivån överstiger 15 kW/m² omkommer.

En oskyddad person **utomhus** som upptäcker en större brand försöker med stor sannolikhet sätta sig i säkerhet. Tiden för varseblivning samt beslut och reaktion innebär dock att personen kan utsättas för värmestrålning under en kortare stund innan hen reagerar. Sannolikheten för att oskyddade personer utomhus omkommer bedöms utifrån uppgifter avseende effekten av olika strålningsnivåer beroende på varaktighet /2, 5/. Outhärdlig smärta kan uppnås vid mycket kortvarig bestrålning (< 5-10 sekunder) med strålningsnivåer över 20 kW/m². Vid bestrålning under 1 minut innebär denna strålningsnivå även mycket hög sannolikhet för andra gradens brännskada. Nedan redovisas uppskattad andel omkomna beroende på strålningsnivå för personer som befinner sig utomhus:

10 kW/m²: < 5 % sannolikhet att omkomma

15-20 kW/m²: 50 % sannolikhet att omkomma

> 40 kW/m²: 100 % sannolikhet att omkomma

2.4.3 Resultat

I tabell B.8 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario utifrån figur B.7.

Tabell B.8. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
Liten pölbrand	5 % <i>inomhus</i>	11
	100 % <i>utomhus</i>	7
	50 % <i>utomhus</i>	11
	5 % <i>utomhus</i>	13
Medelstor pölbrand	5 % <i>inomhus</i>	22
	100 % <i>utomhus</i>	13
	50 % <i>utomhus</i>	22
	5 % <i>utomhus</i>	25
Stor pölbrand	5 % <i>inomhus</i>	30
	100 % <i>utomhus</i>	18
	50 % <i>utomhus</i>	30
	5 % <i>utomhus</i>	36
Tankbilsbrand	5 % <i>inomhus</i>	20
	100 % <i>utomhus</i>	7
	50 % <i>utomhus</i>	20
	5 % <i>utomhus</i>	25

/10/ BBRAD 3 – Boverkets ändring av verkets allmänna råd (2011:27) om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd, BFS 2013:12; Boverket 2013

2.5 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

2.5.1 Metodik

En olycka med utsläpp av oxiderande ämnen eller organiska peroxider ska normalt inte leda till något följdscenario som innebär allvarliga personskador. Det finns dock ämnen inom denna farligt godsklass som, om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex bensin, motorolja etc.), kan leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. Explosionen kan då liknas vid en explosion av massexplosiva ämnen.

Vid transport på väg kan ett utsläpp innebära att det oxiderande ämnet blandas med fordonets smörj- och drivmedel (organiskt material). Denna blandning kan motsvara ca 3 ton trotyl /11/.

Det genomförs inga detaljerade konsekvensberäkningar för detta skadescenario. De fortsatta riskberäkningarna kommer istället att utgå från resultatet som redovisas i avsnitt 2.1 med avseende på explosion med 2000-4 000 kg massexplosivämne. Detta är ett konservativt antagande.

2.5.2 Bedömningskriterier

Se avsnitt 2.1.2.

2.5.3 Resultat

I tabell B.9 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario med ämne ur klass 5.

Tabell B.9. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
Dimensionerande scenario (motsvarar 2 000-4 000 kg massexplosion)	100 % <i>inomhus</i>	50
	15 % <i>inomhus</i>	200
	50 % <i>utomhus</i>	50

/11/ Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Stadsbyggandskontoret i Göteborg, 1996