

JANUARI 2017

RISKANALYS AVSEENDE TRANSPORTER AV FARLIGT GODS LAGAHOLM 2:22 OCH 4:1

JANUARI 2017

RISKANALYS AVSEENDE TRANSPORTER AV FARLIGT GODS LAGAHOLM 2:22 OCH 4:1

PROJEKTNR. A092871
DOKUMENTNR A092871/04/02/RAP001 – Riskanalys Lagaholm 2.22 och 4.1
VERSION 2.0
UTGIVNINGSDATUM 2017-01-26
UTARBETAD Viktor Sturegård
GRANSKAD Christoffer Käck
GODKÄND Gert Swenson

Sammanfattning

Laholms kommun arbetar med att ta fram en detaljplan för del av fastigheter Lagaholm 2:22 och 4:1 vid Lagans strand i Laholm stad. I dagsläget används studerat område främst till ytparkering med tillhörande servicebyggnad samt tekniska anläggningar i form av en transformatorstation och ett ställverk. Detaljplanen syftar till att förbättra rekreativiteterna och göra området mer attraktivt som besöksmål genom att möjliggöra tillfällig parkering för bil och turistbussar, ställplatser för husbilar, förrådsbyggnader/tekniska anläggningar samt utökad bygggrätt för befintlig byggnad för centrumverksamhet.

Planområdet är beläget intill väg 585, Lagavägen, vilket är en rekommenderad transportled för farligt gods. Lagavägen är dessutom en reservväg för E6 vilket innebär att den mängd farligt gods som transporteras på E6 kan komma att transporteras på Lagavägen. COWI AB har fått i uppdrag att utföra en kvantitativ riskanalys med avseende på transporter av farligt gods förbi studerat område. Riskutredningen syftar till att utreda förutsättningar för etablering samt vilka tekniska skyddsåtgärder som eventuellt behöver vidtas i detaljplan och byggskede för att kunna tillåta föreslagen bebyggelse på planområdet.

Enligt Länsstyrelsen i Hallands Läns riktlinjer för farligt gods rekommenderas ett minsta avstånd på 30 meter mellan transportled och campingplats, vilket är det användningsområde som anses mest tillämpligt för avsedd verksamhet enligt riktlinjerna (Länsstyrelsen i Hallands län, 2011). Detta avstånd uppfylls inte i föreslagen detaljplan då avståndet som minst är ca 10 meter till uppställningsplatserna för husbilar. Föreslagen bebyggelse syftar dock inte till att upprätta en traditionell campingplats på området utan till att möjliggöra tillfällig övernattningsplatser vid ett färre antal ställplatser för husbilar. I övrigt bedöms föreslagen bebyggelse vara att jämföra med en rastplats som i sin natur ofta ligger nära transportleder.

Planerad bebyggelse uppfyller inte Länsstyrelsen i Hallands Läns riktlinjer där ett minsta avstånd mellan transportled för farligt gods och camping på 30 meter rekommenderas. I riktlinjerna för användningsområde camping står det även att åtgärder skall vidtas för att förhindra spridning av utläckande vätska in på området samt utformning av sidoområdet som begränsar konsekvensen i händelse av ett avåkande fordon.

Individrisken är utan hänsyn till brandfast fasad för servicebyggnaden enligt DNV:s kriterier acceptabel på avstånd >25 meter från Lagavägen och 0-25 meter hamnar individrisken på nivåer där skyddsåtgärder skall vidtagas ifall det är kostnadsmässigt rimligt. Om hänsyn tas brandfast fasad hamnar minskar individrisken även 0-25 meter från Lagavägen på en nivå som är tolerabel jämfört med DNV:s kriterier.

Jämfört med kriterier från DNV hamnar samhällsrisken inledningsvis på nivåer där skyddsåtgärder skall vidtagas ifall det är kostnadsmässigt rimligt och sjunker därefter till en nivå som utifrån DNV:s kriterier är att anse som tolerabel. Om brandfast fasad skulle tillämpas för servicebyggnaden förändras inte samhällsrisken nämnvärt, varför detta ej anses vara en kostnadsmässigt rimlig åtgärd.

Baserat på inventeringen och resultaten från beräkningar av individ- och samhällsrisik bedöms föreslagen exploatering med avseende på omfattning och geografisk placering i närheten av Lagavägen möjlig förutsatt att föreslagna skyddsåtgärder/skyddsavstånd beaktas vid ny bebyggelse. Detta då mängden farligt gods på Lagavägen bedöms vara ringa samt att föreslagen bebyggelse ej syftar till att möjliggöra långvarig camping utan ett fåtal ställplatser för tillfällig övernattnig. Notera att detta enbart gäller vid den markanvändning som presenteras under kapitel 3.

Följande skyddsåtgärder rekommenderas med avseende på närhet till Lagavägen:

- › Ett bebyggelsesfritt område 0-10 meter från Lagavägen skall upprättas. Bebyggelsesfritt område skall ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Området kan dock användas för parkeringsplatser (ytparkering).
- › Barriär eller annat skydd skall upprättas mellan studerat område och Lagavägen som motverkar mekanisk konflikt mellan avåkande fordon och bebyggelse/husbilar samt att vätska kan rinna in på området. Förslag på barriär kan vara: vall, dike eller plank/vägg/mur som är tät i nedkant.
- › För servicebyggnad skall utrymning bort från Lagavägen vara möjlig.
- › För ställplatser för husbilar skall utrymning bort från Lagavägen vara möjlig, dvs att första och andra raden ställplatser ej skall avskiljas med staket, buskar eller annat dylikt hinder.

Inga ytterligare skyddsåtgärder, med avseende på farligt godstransporter förbi studerat område, anses nödvändiga att lyfta in i detaljplanen. Notera att detta enbart gäller vid den markanvändning som anges i kapitel 3.

Innehåll

Sammanfattning	I
1 Inledning	1
1.1 Bakgrund och syfte	1
1.2 Omfattning och avgränsning	1
2 Beskrivning av risk och kriterier	3
2.1 Risk	3
2.2 Riskacceptans	4
2.3 Kriterier avseende farligt gods	4
3 Förutsättningar	9
3.1 Beskrivning av området	9
3.2 Närliggande verksamheter	12
4 Trafik och transporter med farligt gods	13
4.1 Lagavägen - väg 585	13
4.2 Faror vid olycka med farligt gods	17
5 Bedömning av risknivå	19
5.1 Individrisk för studerat område	19
5.2 Samhällsrisk för aktuellt område	22
5.3 Diskussion kring resultat	23
5.4 Osäkerhets- och känslighetsdiskussion	24
6 Skyddsåtgärder och slutsats	26
6.1 Skyddsåtgärder	27
Referenser	28
Bilaga A - Beräkning av sannolikhet för olycka	30
A.1 Olycka med massexplodivt ämne	31
A.2 Olycka med brandfarlig gas (propan)	33
A.3 Olycka med giftig gas	35
A.4 Olycka med brandfarlig vätska bensin	36
A.5 Olycka med oxiderande ämne	37
A.6 Riskreducerande faktorer	37
A.7 Resultat av beräkningar	38

Bilaga B - Bedömning av konsekvenser	39
B.1 Konsekvenser för massexplodivt ämne (klass 1.1)	42
B.2 Konsekvenser för utsläpp av brandfarlig gas vid olycka	46
B.3 Konsekvenser vid utsläpp av giftig gas	50
B.4 Konsekvenser vid olycka med brandfarlig vara (klass 3)	52
B.5 Konsekvenser vid utsläpp av oxiderande ämne	55
Bilaga C - Indata för beräkningar	57
Bilaga D - Känslighetsanalys	58
D.1 Diskussion kring skadade personer	60

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Laholms kommun arbetar med att ta fram en detaljplan för del av fastigheter Lagaholm 2:22 och 4:1 vid Lagans strand i Laholm stad. I dagsläget används studerat område främst till ytparkering med tillhörande servicebyggnad samt tekniska anläggningar i form av en transformatorstation och ett ställverk. Detaljplanen syftar till att förbättra rekreativiteterna och göra området mer attraktivt som besöksmål genom att möjliggöra tillfällig parkering för bil och turistbussar, ställplatser för husbilar, förrådsbyggnader/tekniska anläggningar samt utökad byggrätt för befintlig byggnad för centrumverksamhet.

Planområdet är beläget intill väg 585, Lagavägen, vilket är en rekommenderad transportled för farligt gods. Lagavägen är dessutom en reservväg för E6 vilket innebär att den mängd farligt gods som transporteras på E6 tidvis kan komma att transporteras på Lagavägen. COWI AB har fått i uppdrag att utföra en kvantitativ riskanalys med avseende på transporter av farligt gods förbi studerat område. Riskutredningen syftar till att utreda förutsättningar för etablering samt vilka tekniska skyddsåtgärder som eventuellt behöver vidtas i detaljplan och byggskede för att kunna tillåta föreslagen bebyggelse på planområdet.

1.2 Omfattning och avgränsning

Riskanalysen omfattar identifiering av skadehändelser samt beskrivning av mängder och typer av farligt gods som bedöms transporteras på farligt godsled förbi området. Baserat på detta genomförs sannolikhets- och konsekvensberäkning för olyckor med farligt gods. Riskanalysen utmynnar i en värdering av risknivån för de personer som kommer att vistas inomhus och utomhus på området. Riskerna redovisas både som individ- och samhällsrisk.

Riskutredningen är utförd med avseende på den verksamhet som är föreslagen i kapitel 3. Annat användningsområde med förändrad personintensitet kan ändra risknivån. De risker som behandlas i utredningen har sitt ursprung i eventuella olyckor som kan inträffa på studerade farligt godsled.

Brand i byggnader eller risker för miljön ingår inte i denna analys.
Belastningskrafter, detaljutformning och hållfasthetsberäkningar av eventuella säkerhetshöjande åtgärder ingår inte i utredningen.

2 Beskrivning av risk och kriterier

I detta kapitel presenteras bakgrund och begrepp för risk och kriterier för tolerabel risk i samhällsplanering.

2.1 Risk

Riskenivå är ett abstrakt begrepp. Olika individer uppfattar risker på olika sätt och accepterar olika risker beroende på om risken till exempel är frivillig, känd eller gagnar ett intresse. En risk kan beskrivas som produkten av sannolikhet (händelsefrekvens) och konsekvens.

$$\text{RISK} = \text{SANNOLIKHET} \cdot \text{KONSEKVENNS}$$

I denna analys behandlas sannolikheter som är så låga att de allra flesta människor inte förmår ta dem till sig. Konsekvenserna är emellertid synnerligen påtagliga. Effekten av en propan-BLEVE eller ett utsläpp av giftig gas *kan* resultera i ett stort antal omkomna eller skadade människor. Händelsefrekvensen för propanolyckor i allmänhet är så låg att den över huvud taget inte skulle beaktas om konsekvensen inte hade varit så stor.

Samhället accepterar hantering av farliga ämnen. Användning av olika kemiska varor innebär också transporter av dessa mellan olika platser. Idag är de flesta konsekvenser som orsakas av utsläpp av farliga ämnen kända. Därför har hanteringen belagts med restriktioner och krav på utrustning, bland annat tankkonstruktion, tankmaterial och tankkontroll.

Transportolyckor med utsläpp av farliga ämnen som följd har låg sannolikhet. Detta tack vare de restriktioner som råder. Den låga sannolikheten är en viktig parameter som i en bedömning av riskenivån skall värderas tillsammans med konsekvenserna på ett balanserat sätt.

2.2 Riskacceptans

I riskanalyser kan risknivån presenteras som individrisk och/eller samhällsrisk. Individrisken är lättare att definiera och värdera än samhällsrisk. Individrisken är oberoende av antalet personer som befinner sig på ett område medan samhällsrisk påverkas av mängden personer som befinner sig på ett utsatt område.

Individrisk är risken för en enskild individ som befinner sig i närheten av en riskkälla.

Samhällsrisk är risken för en grupp människor som befinner sig i ett riskområde.

Samhällsrisk är direkt beroende av hur många individer som befinner sig i ett riskområde medan individrisken är helt oberoende av antalet personer på riskområdet.

Samhället har lättare att acceptera flera olyckor med begränsande konsekvenser än ett fåtal med mycket allvarliga eller katastrofala konsekvenser. Detta innebär att riskacceptansen eller toleransen blir lägre ju fler människor som förväntas kunna komma till skada. I dagens samhälle har många risker accepterats utan att från början blivit värderade.

Avseende individrisk bör följande etiska princip eftersträvas:

- › Den risk som vi utsätts för av naturliga händelser bör inte ökas nämnvärt genom aktiviteter som vi inte råder över.

Avseende samhällsrisk bör följande etiska princip eftersträvas:

- › En aktivitet kan godkännas om en välgrundad riskanalys visar att risknivån är acceptabel eller tolerabel.
- › En aktivitet kan godkännas om samhällsnyttan av den bedöms vara större än risken.

För denna analys kommer både individrisk och samhällsrisk användas för att analysera risknivån i området.

2.3 Kriterier avseende farligt gods

Det finns inget nationellt framtaget kriterium för riskvärdering och riskpolicy i Sverige men vissa publicerade dokument och kriterier används generellt i samband med riskanalyser. I detta kapitel refereras till några av dessa. I denna analys kommer beräknad individ- och samhällsrisk jämföras med DNV:s kriterier.

2.3.1 DNV:s kriterier

I *Värdering av risk* (SRV, 1997) har Det Norske Veritas (DNV) gett förslag till individ- och samhällsriskkriterier.

Individriskkriterier

Individrisk är risken för en person som befinner sig i närheten av en riskkälla att omkomma och definieras här som "summan av frekvensen · andel omkomna för respektive skadehändelse".

DNV's förslag till individriskkriterier (SRV, 1997):

- › Övre gräns där risker under vissa förutsättningar kan tolereras; 10^{-5} per år
- › Övre gräns där risker kan anses små; 10^{-7} per år

I denna analys ges två individrisknivåer för området. En *individrisk utomhus* som baseras på oskyddade personer och en plan topografi. Dessutom ges en *individrisk inomhus* som representerar individrisken för personer som befinner sig inomhus.

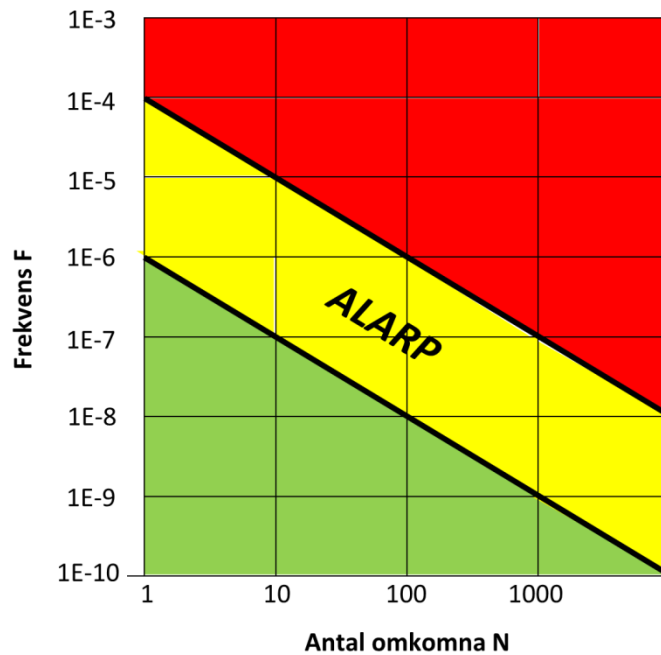
Samhällsriskkriterier

Samhällsrisk är den risk som en eller flera människor (vilka som helst) utsätts för. Samhällsrisk presenteras i FN-diagram där (F) är den summerade olycksfrekvensen för alla händelser som leder till ett visst antal omkomna (N), se figur 1. Generellt är det färre händelser (olyckor) som leder till att många omkommer vilket gör att olycksfrekvensen oftast minskar med ökat antal omkomna.

I Sverige finns det idag inga nationellt beslutade gränsvärden för hur hög samhällsrisk som kan accepteras. Varje situation måste diskuteras och värderas utifrån sina förutsättningar såsom risknivå kontra samhällsnytta och möjligheten att minska risknivån genom skyddsåtgärder. DNV har givit förslag på gränsvärden för tolerabel risknivå med avseende på samhällsrisk. I DNV:s kriterier finns två gränsvärden:

- › En gräns för tolerabel risk. Risknivåer över denna nivå tolereras inte (presenteras som rött område i figur 1).
- › En gräns för område där risker kan anses som små. Vid risknivåer under denna nivå behöver ytterligare säkerhetshöjande åtgärder inte värderas (presenteras som grönt område i figur 1).

För risknivåer som ligger däremellan ska rimliga säkerhetshöjande åtgärder värderas ur kostnads-nytta synpunkt. Detta område kallas ALARP-området och representeras av gult område i figur 1.



Figur 1. Kriterium för samhällsrisk Värdering av risk (SRV,1997). Förklaring till värden på y-axel: $1E-3 = 0,001 = 1*10^{-3}$. Kriteriet gäller 2 sidor om transportleden på en sträcka om 1000 m.

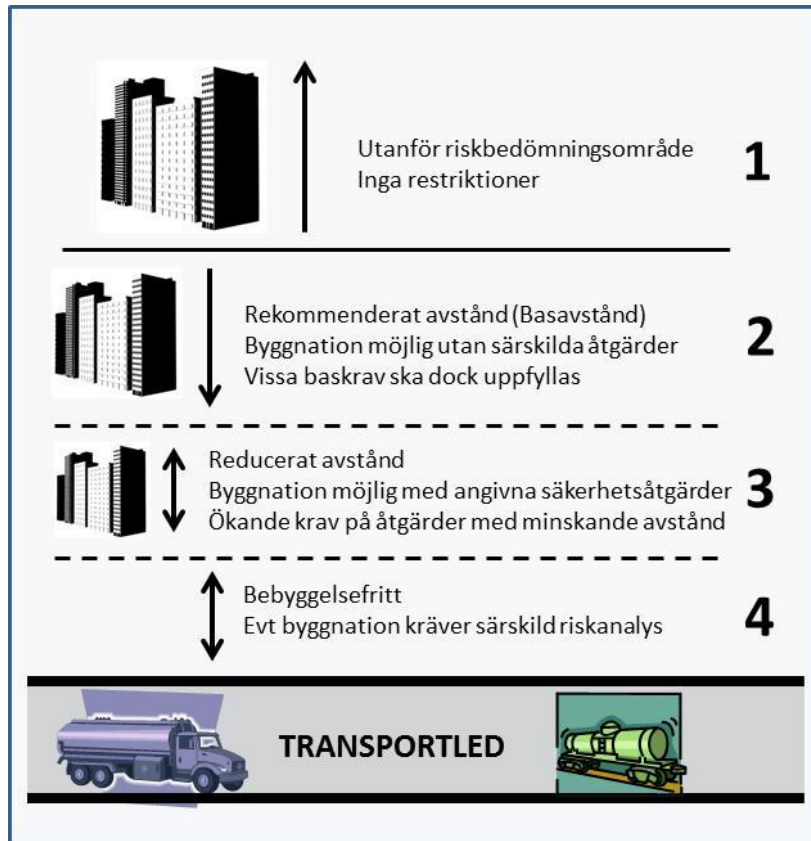
2.3.2 Riktlinjer från Länsstyrelsen i Hallands Län

Enligt riktlinjer från Länsstyrelsen i Hallands Län (Riskanalys av farligt gods i Hallands Län 2011:19) bör en riskutredning genomföras för all nybyggnation inom 150 meter från en led med farligt gods. I dessa riktlinjer ges rekommendationer avseende avstånd och säkerhetshöjande åtgärder. För nybyggnation som följer dessa riktlinjer kan en enklare riskbedömning upprättas. Vid avsteg från riktlinjerna kan en mer omfattande riskbedömning behöva upprättas, se figur 2.

I riktlinjer från Länsstyrelsen i Hallands Län redovisas basavstånd¹ och reducerat avstånd² från olika typer av bebyggelse till olika typer/klasser av transportleder, se tabell 1.

¹ Basavstånd är det rekommenderade avståndet mellan bebyggelse och transportled.

² Reducerat avstånd är kortare än basavståndet. Då en farligt godsolycka kan resultera i betydande påverkan inom detta område krävs ytterligare säkerhetsåtgärder jämfört med om basavståndet tillämpas.



Figur 2. Principer för riktlinjer avseende avstånd och säkerhetshöjande åtgärder utmed transportled för farligt gods. Helt dragen svart linje indikerar fast gräns för riskutredningsavstånd 150 meter från transportled. Streckad svart linje indikerar Rörliga gränser för basavstånd, reducerat avstånd och bebyggelsefritt. Avstånd från transportled beror på användningsområde och kategori av transportled.

Tabell 1. Redovisning av Basavstånd/Reducerat avstånd för respektive typbebyggelse och transportled. Avstånd räknas från väggkant respektive närmaste räls. Det bör noteras att om det finns betydande slänter vid väggkanten och inget avåkningskydd/vägräcke så räknas det bebyggelsefria området från släntfot istället för från väggkant.

Typ av bebyggelse	Basavstånd (m)/Reducerat avstånd (m)		
	Väg-Hög (E6, väg 25, m.fl.)	Väg-Låg (Väg 154, m.fl.)	Västkust- banan
Bebyggelsefritt	30/20	25/15	30/20
Industri	50/20	30/15	50/20
Kontor	50/20	40/15	50/20
Småhus	100/50	60/40	80/50
Tätort	100/30	60/30	80/30
Bortre gräns riskutredning för angivna typområden	150		
Bortre gräns mycket känsliga användningsområden	Ingår inte i dessa riktlinjer. Särskild riskutredning ska göras.		

I riktlinjer från Länsstyrelsen i Hallands Län (Riskanalys av farligt gods i Hallands Län 2011:19) står även följande angående användningsområde camping:

Campingplatser med olika former av fritidsboende under kortare eller längre tid utgör ett användningsområde med vissa särskilda egenskaper ur risksynpunkt:

Faktorer som talar för lågt skyddsbehov

- *Området är, under större delen av året tomt, eller mycket glest befolkat. Detta innebär normalt att samhällsrisken, sett över ett år, blir låg.*
- *De enskilda personerna vistas vanligtvis på området under en begränsad tid. Detta innebär normalt att den individspecifika risken, sett över ett år, blir låg.*

Faktorer som talar för högt skyddsbehov

- *Under en begränsad tid kan många personer vistas inom området.*
- *Personer är ofta mer eller mindre oskyddade eftersom tält, husvagnar, m.m. kan förväntas ge ett mycket lågt skydd mot olyckslaster jämfört med vanliga byggnader.*
- *Det finns ofta ett stort antal gasolflaskor inom området som i händelse av brand kan förvärra situationen*

En kompromiss mellan att inte göra någonting och att planera för att kunna hantera mycket allvarliga händelser är att dimensionera för att en händelse med vätskebrand ska kunna hanteras på ett rimligt sätt. För att uppnå detta rekommenderas ett minsta avstånd på 30 meter till transportled (avser alla farligt godsleder). Vidare ska åtgärder vidtas för att förhindra spridning av utläckande vätska in mot området och sidoområdet längs med leden ska utformas på ett sätt som begränsar konsekvensen av ett avåkande fordon.

3 Förutsättningar

I detta kapitel beskrivs de grundläggande förutsättningarna för studien såsom, områdesbeskrivning och vägförhållanden.

3.1 Beskrivning av området

Planområdet ligger vid Lagans strand i Laholm och omfattar del av fastigheterna Lagaholm 2:22 och 4:1, se rödmarkerat område i figur 3. Direkt söder om planområdet passerar Lagavägen, se kapitel 4.1, vilket är en rekommenderad transportled för farligt gods. Lagavägen är dessutom en reservväg för E6 om denna av någon anledning inte går att trafikera. Omgivande bebyggelse utgörs i huvudsak utav villor och centrumbebyggelse söder om Laganvägen. Norr om studerat planområde består område utav Lagan, åkermark och Statkrafts lokaler.



Figur 3. Planområdet sett ovanifrån. Planområdet är rödmarkerat (Google Maps, 2016).

I dagsläget nyttjas studerat område för parkering och är utrustat med 46 bilparkeringsplatser, varav 2 för handikapparkering, 9 större parkeringsplatser med möjlighet att parkera husbilar och 3 platser för turistbussar eller bil med husvagn. Området är även utrustat med servicebyggnad och tekniska anläggningar. I östra

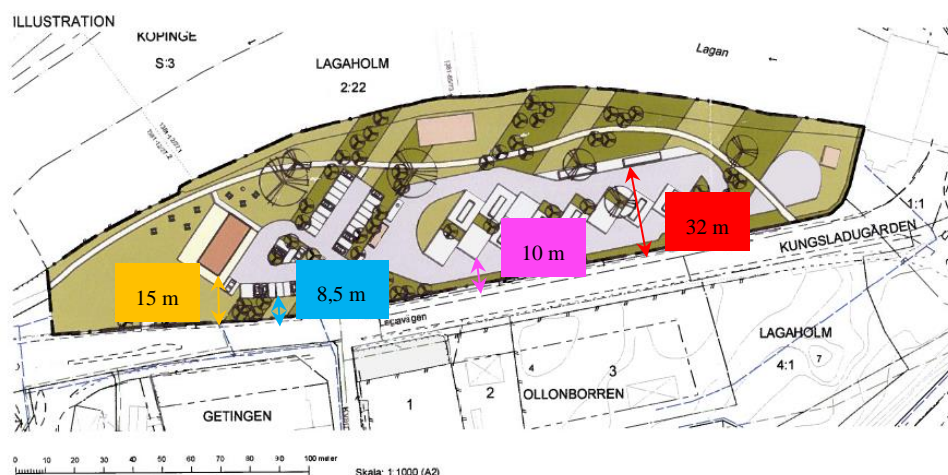
delen av planområdet är höjdskillnaden mellan körfält och studerat område stor, se figur 4, medan höjdskillnaden mellan körfält och studerat område är i stort sett obefintlig i den västra delen av planområdet.



Figur 4. Östra delen av planområdet. Lagen syns t.v. i bilden (Google Maps, 2016).

Man önskar med utformning enligt planförslaget att ersätta befintliga parkeringsmöjligheter på området med ca 30 bilparkeringsplatser, 2 handikappplatser, ca 11 platser för uppställning av husbilar och 2 platser för turistbussar. Uppställningsplatserna för husbilar skall medge korttidsövernattning. Man önskar vidare att ersätta befintlig servicebyggnad på området med en ny byggnad som skall kunna kompletteras med servering.

Avståndet mellan Lagavägen och föreslagen servicebyggnad är ca 15 meter, Lagavägen och närmsta föreslagna parkeringsplats är ca 8,5 meter, Lagavägen och närmsta föreslagna parkeringsplats för husbilsuppställning är ca 10 meter och Lagavägen och närmsta föreslagna parkeringsplats för turistbuss är ca 32 meter, se figur 5.



Figur 5. Avstånd mellan Lagavägen och olika typer av föreslagen markanvändning. Orange pil indikerar avstånd till servicebyggnad, blå pil indikerar avstånd till parkeringsplats, ceris pil indikerar avstånd till parkeringsplats för husbilsuppställning och röd pil indikerar avstånd till parkeringsplats för turistbuss.

3.1.1 Sammanställning av personintensitet

Vid uppskattning av personintensiteten har personintensiteten delats upp i olika avståndsintervaller från Lagavägen, se figur 6.



Figur 6. Studerat område uppdelat i avståndsintervall från Lagavägen.

Vid uppskattning av personintensiteten längsmed studerad stäcka om 300 meter längsmed Lagavägen hör följande antaganden gjorts:

- › Antalet parkeringsplatser har antagits vara 35 stycken för personbilar, 11 stycken för husbilar och 2 stycken för turistbussar.
- › Beläggningen vid uppställningsplatserna för husbilar har antagits vara 60% under sommarhalvåret och dagtid har det antagits att besökare vid uppställningsplatserna för husbilar vistas vid studerat område 70% av tiden.
- › Beläggningen vid parkeringsplatser för bil och buss har antagits vara 30% året om under dagtid samt att dessa personer då uppehåller sig i bilens direkta närhet under hela vistelsen. Nuvarande användningsmönster tyder på en högre beläggning men att folk sedan lämnar området för att uppsöka affärer söder om Lagavägen. Ovanstående antagande är likvärdigt med 100% beläggning där folk uppehåller sig vid bilen 18 minuter per timme och bedöms därför att anta som konservativt även för nuvarande användningsmönster.
- › Antalet personer per personbil/husbil respektive turistbuss har antagits vara 2 respektive 40 personer/fordon.
- › Besökare med fordon har antagits uppehålla sig i fordonets direkta närhet och inte vid de grönytor som ligger längre ifrån Lagavägen samt att vistelse inne i fordonet har jämförts med att vistas utomhus ur säkerhetssynpunkt. Detta är ett konservativt antagande då folk rimligtvis uppehåller sig närmare Lagans strandkant en stor del av tiden och därmed även längre ifrån Lagavägen.

- › Övernattning har antagits enbart ske i husbilar.
- › Antalet personer i servicebyggnaden har uppskattats till 10 personer. 2 av dessa har antagits vara personal och övriga har antagits vara besökare med fordon jämt fördelat mellan avståndsintervallen 0-25 meter och 25-50 meter.
- › Antalet personer i Statkrafts lokaler på andra sidan av Lagan har antagits vara 20 personer i intervallet 100-150 meter och 20 personer i intervallet 150-200 meter från Lagavägen.

Tabell 2. Personantal vid studerat område som används vid beräkningar, avstånd räknat från väggkant på Lagavägen.

Avstånd Lagavägen (meter)	Population Dag		Population Kväll/Natt	
	Tid	07-19	Tid	19-07
	Ute	Inne	Ute	Inne
0-25	13	4	12	0
25-50	21	6	1	0
50-100	0	0	0	0
100-150	0	20	0	0
150-200	0	20	0	0

Vid beräkningar har värden för personintensiteten från tabell 2 använts. Den uppskattade personintensiteten bedöms sammantaget vara konservativ.

3.2 Närliggande verksamheter

I närheten av studerat område ligger DIAB som har ca 500 vägtransporter per år med Lagavägen som huvudsaklig transportled. Efter telefonsamtal med DIAB och deras transportör framkom att deras transporter enbart består utav ämnen från faroklass 4.1 och därmed utanför de studerade ADR-klasser som presenteras i kapitel 4. Därmed bedöms DIAB inte bidra med någon ökad risk för studerat område.

Övriga verksamheter i närområdet bedöms inte utgöra någon ökad risk för det aktuella området.

4 Trafik och transporter med farligt gods

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och produkter, som har sådana egenskaper att de kan skada människor, miljö, egendom och annat gods. Farligt gods delas in i olika ADR-klasser³ beroende på vilken typ av fara som ämnet kan ge upphov till. Klassificeringen är en internationell överenskommelse avseende regler för transporter av farligt gods i Europa.

Av alla transportklasser som redovisas i följande kapitel är det följande ämnen som ger störst konsekvenser varför dessa har valts som dimensionerande i riskanalysen:

- › Klass 1.1 Massexplosiva ämnen, exempelvis dynamit
- › Klass 2.1 Brandfarliga gaser, exempelvis propan, acetylen
- › Klass 2.3 Giftiga gaser, exempelvis svaveldioxid
- › Klass 3 Brandfarlig vätska (klass 1), exempelvis bensin
- › Klass 5.1 Oxiderande ämnen, exempelvis väteperoxid

4.1 Lagavägen - väg 585

Väg 585, Lagavägen, som passerar förbi studerat område längs Lagans strand är en del av den förbindelse som sammanbinder riksväg 24 direkt söder om Laholm och riksväg 15 strax norr om Laholm. Hastigheten på Lagavägen förbi studerat område är 50 km/h. Vägen är en primär transportled för farligt gods.

Lagavägen bedöms normalt vara en relativt lågt trafikerad väg med avseende på farligt godstransporter. Två stora nav med avseende på farligt gods i regionen är hamnarna i Helsingborg och Halmstad. De riktigt stora flödena till och från dessa hamnar trafikerar i första hand större vägar så som E6 och E4. För transporter mellan E6 och E4 bedöms främst större riksvägar så som riksväg 15 och riksväg 24 användas. Lagavägen förbinder dessa två riksvägar och bedöms därför användas

³ ADR=European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road

för transporter mellan dessa och för lokaltransporter till exempelvis bensinstationer i närområdet.

Vid en genomgång av ÅDT avseende tunga fordon för de vägar som anges utgöra "väg-låg" (exempelvis väg 154 och 24) enligt Hallands läns riktlinjer avseende farligt gods (Halland, 2011) har Lagavägen ca hälften så många fordonspassager som dessa. Detta antas gälla även för antalet farligt godstransporter på vägen och bedöms som ett konservativt antagande.

I riktlinjerna för Hallands län har risknivån för "väg-låg" beräknats baserat på det antal farligt godstransporter som presenteras i tabell 3.

Av alla transportklasser är det de som presenteras i tabell 3 som ger störst konsekvenser varför de har valts som dimensionerande händelser i riskanalysen. Utöver dimensionerande klasser sker även transporter av ADR-klass 4, 6, 8 och 9.

Tabell 3. *Det antal transporter av farligt gods per ADR-klass som använts för att beräkna risknivån för "väg-låg" (fordon/år) år i riktlinjer för Hallands län.*

ADR-klass	Uppskattat antal fordonstransporter/år på "väg-låg" enligt riktlinjer för Hallands län
1.1 Massexplosiva ämnen - små	3
1.1 Massexplosiva ämnen - stora	0
2.1. Brandfarliga Gaser	57
2.3 Giftiga gaser	Enstaka
3. Brandfarlig vätska klass 1	868
5. Oxiderande ämnen	20

För Laganvägen har det som "basflöde" antagits hälften av det antal transporter som presenteras i tabell 3. Detta bedöms rimligt då ÅDT är ca hälften så stort på Lagavägen jämfört med det som i riktlinjerna i Hallands län anges för "väg-låg".

Utöver ovan redovisat "basflöde" utgör Lagavägen även reservväg för E6, vilket innebär att trafikflödet under kortare perioder kan öka kraftigt då E6 ej är brukbar pga t.ex. större trafikolycka eller annat avbrott. Det antal farligt godstransporter som enligt riktlinjerna för Hallands län årligen trafikerar E6 genom Halland presenteras i tabell 4.

Tabell 4. Det antal transporter av farligt gods per ADR-klass som använts för att beräkna risknivån för "väg-hög (E6)" (fordon/år) år i riktlinjer för Hallands län.

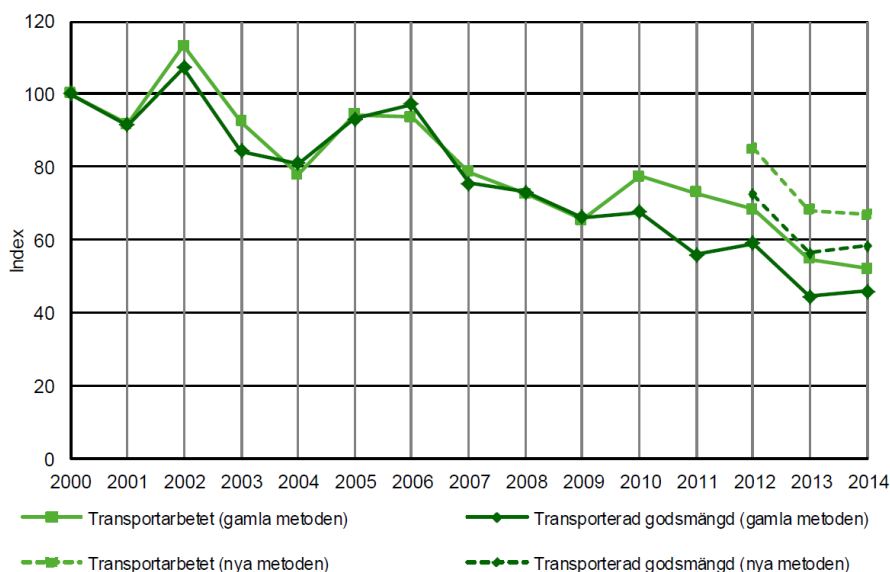
ADR-klass	Uppskattat antal fordonstransporter/år på "väg-låg" enligt riktlinjer för Hallands län
1.1 Massexplösiva ämnen - små	210
1.1 Massexplösiva ämnen - stora	7
2.1. Brandfarliga Gaser	1350
2.3 Giftiga gaser	20
3. Brandfarlig vätska klass 1	9900
5. Oxiderande ämnen	370

I denna riskanalys har det antagits att omledning sammanlagt inträffar en vecka om året, och att den mängd farligt gods som annars går på E6 då går via Lagavägen. Detta bedöms vara ett konservativt antagande. Vidare har antalet transporter av respektive farligt godsklass har antagits vara jämnt fördelade över året. Detta ger en multiplikationsfaktor för värdena i tabell 4 på 0,019 för att erhålla antalet transporter som leds om via Lagavägen per år.

Den enda större målpunkt med avseende på farligt gods som identifierats i direkt närhet till planområdet är DIAB. Efter telefonsamtal med DIAB och deras transportör framkom att deras farligt gods transporter enbart består utav ämnen från faroklass 4.1 och därmed utanför de farligt godsklasser som beaktas i denna rapport.

Värden i tabell 5 ligger till grund för sannolikhets- och konsekvensberäkningar. Värdena är summan av 50% av värdena i tabell 3 ("väg-låg") och 0,019 av värdena i tabell 4 (E6) och tar således hänsyn till "basflödet" och de tillkommande transportererna vid omledning.

Lastbilsbranschen arbetar aktivt med ett flertal projekt som syftar till att minska volymerna av farligt gods på de svenska vägarna. År 2000 transporterades 15,4 miljoner ton farligt gods på landets vägar. Sedan dess har såväl transporterad godsmängd som transportarbete med denna typ av last uppvisat en minskande trend, se figur 7. (Trafikanalys, 2015)



Figur 7. Inrikes lastad godsmängd (i 1 000-tal ton) och godstransportarbete (i miljoner tonkilometer) med svenska lastbilar fördelat på ADR/ADR-S-klassificering år 2000 till 2014. Index (år 2000=100). (Trafikanalys, 2015)

För att beräkna transporter på Lagavägen för år 2030 används statistik och prognoser enligt följande. Mängden av farligt gods som transporteras på väg minskade med 54 % mellan 2000 och 2014 (Trafikanalys, 2015). SIKA:s prognos för godstransporter på väg mellan 2001 till 2020 visar en ökning med 30 % (FBE, 2008). Enligt tidigare Räddningsverket (SRV, 2008) finns det ingen enskild prognos för transporter av farligt gods varför det i denna rapport antas att transporter av farligt gods ökar med 30 % från 2011 år nivå (få riktlinjerna för Hallands län togs fram) till 2030 vilket bedöms som konservativt då antalet transporter har visat en negativ trend sen 2000. Värdena i tabell 5 har därmed räknats upp med 30 %.

Tabell 5. Det antal transporter av farligt gods per ADR-klass som använts för att beräkna risknivån i denna rapport. Värdena har räknats upp med 30% för att spegla ett framtidsscenario.

ADR-klass	Uppskattat antal fordonstransporter/år på Lagavägen
1.1 Massexplosiva ämnen - små	7
1.1 Massexplosiva ämnen - stora	0
2.1. Brandfarliga Gaser	71
2.3 Giftiga gaser	1
3. Brandfarlig vätska klass 1	811
5. Oxiderande ämnen	20

Tabell 6. Generella faror med olika transportklasser av farligt gods.

Transportklass	Dominerande fara				Riskavstånd
	Explosion	Brand	Förgiftning	Övrig risk	Meter
1. Explosiva ämnen	√				100 - 1 000
		√			< 100
2. Gaser			√		> 1 000
	√				100 - 1 000
3. Brandfarliga vätskor		√			< 100
4. Brandfarliga fasta ämnen		√		√	< 100
5. Oxiderande ämnen		√			<100
	√				100 - 1 000
6. Giftiga ämnen			√		< 100
7. Radioaktiva ämnen				√	< 100
8. Frätande ämnen			√	√	< 100
9. Övriga farliga ämnen				√	< 100

De typer av gods som förväntas transporteras förbi området och som kan ge allvarliga konsekvenser avseende människoliv är RID/ADR-klass:

- › 1 – Masseexplosiva ämnen (explosion)
- › 2.1 – Brännbara gaser (jetbrand, gasmolnsbrand, gasmolnsexplosion och BLEVE)
- › 2.3 – Giftiga gaser (toxiska effekter)
- › 3 – Brännbara vätskor (brand/värmestrålning)
- › 5.1 – Oxiderande ämnen (explosion/brand)

För att beräkna sannolikheten för identifierade händelser används faktorer som exempelvis antalet transporter av farligt gods för varje specifik ämnesklass, platsspecifika egenskaper så som vindhastighet, sannolikhet för antändning, olycksfrekvens etc. Beräkningar av sannolikheten redovisas i Bilaga A.

Bedömning av konsekvenser i denna analys baseras på andelen omkomna personer vid en olyckshändelse med transport av farligt gods. Konsekvensbedömningen baseras på Göteborgs kommuns översiktsplan (1999), VTI rapport 387:4 (1994), konsekvensberäkningar i Effekt plus och PHAST (DNV, 2010) samt simuleringar i programmet Bfk (Beräkningsmodeller för kemikalieexponering) (RIB, 2012). En mer utförlig beskrivning av de olika konsekvenserna redovisas i Bilaga B.

5 Bedömning av risknivå

I detta kapitel presenteras beräknad risknivå. För beräknad risk redovisas först individrisken och därefter presenteras samhällsrisken.

5.1 Individrisk för studerat område

I tabell 7 och tabell 8 redovisas individrisken med avseende på Lagavägen, baserat på identifierade olyckshändelser. I tabellerna redovisas individrisken utan respektive med hänsyn till de skyddsåtgärder som kvantifierats.

Röda siffror i tabellen indikerar, enligt de individriskkriterier som DNV föreslagit, att risknivån ligger inom det område där risknivån är oacceptabel och att skyddsåtgärder skall införas för att minska risknivån. Gula siffror i tabellen indikerar att risknivån ligger inom det område där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad nytta synpunkt. Gröna siffror indikerar en risknivå som ligger under den nivå som anses som låg och där behov av ytterligare skyddsåtgärder ej anses föreligga.

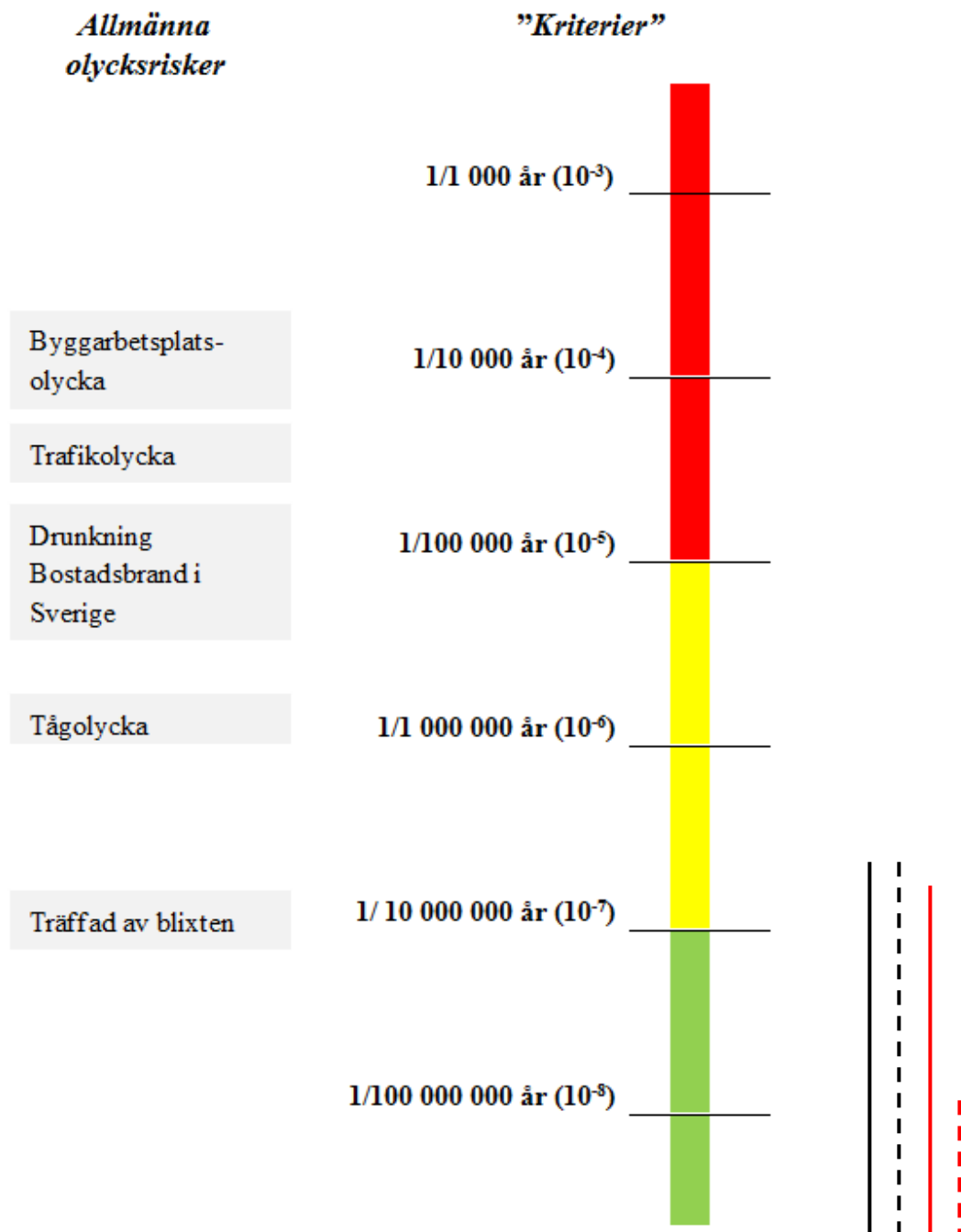
Tabell 7. Individrisk längs med studerad sträcka av Lagavägen utan hänsyn till skyddsåtgärd i form av brandfast fasad för servicebyggnad. Avståndsintervallen avser avstånd från väggkant.

Avstånd (m)	Individrisk för personer på olika avstånd från studerad sträcka	
	Ute	Inne
0-25	3,62E-07	2,88E-07
25-50	7,41E-08	3,82E-08
50-100	3,34E-09	2,07E-09
100-150	6,06E-10	0,00E+00
150-200	2,72E-10	0,00E+00

Tabell 8. Individrisk längs med studerad sträcka med avseende på Lagavägen när hänsyn tagits till skyddsåtgärd i form av brandfast fasad för servicebyggnad. Avståndsintervallen avser avstånd från väggkant.

Avstånd (m)	Individrisk för personer på olika avstånd från studerad sträcka	
	Ute	Inne
0-25	3,62E-07	1,28E-08
25-50	7,42E-08	5,77E-09
50-100	3,44E-09	2,12E-09
100-150	6,66E-10	0,00E+00
150-200	2,92E-10	0,00E+00

I figur 9 jämförs individrisken för studerat område med andra risker som finns i samhället. Risknivån i figur 9 visar risken på ett avstånd av 0-25 meter från Lagavägen.



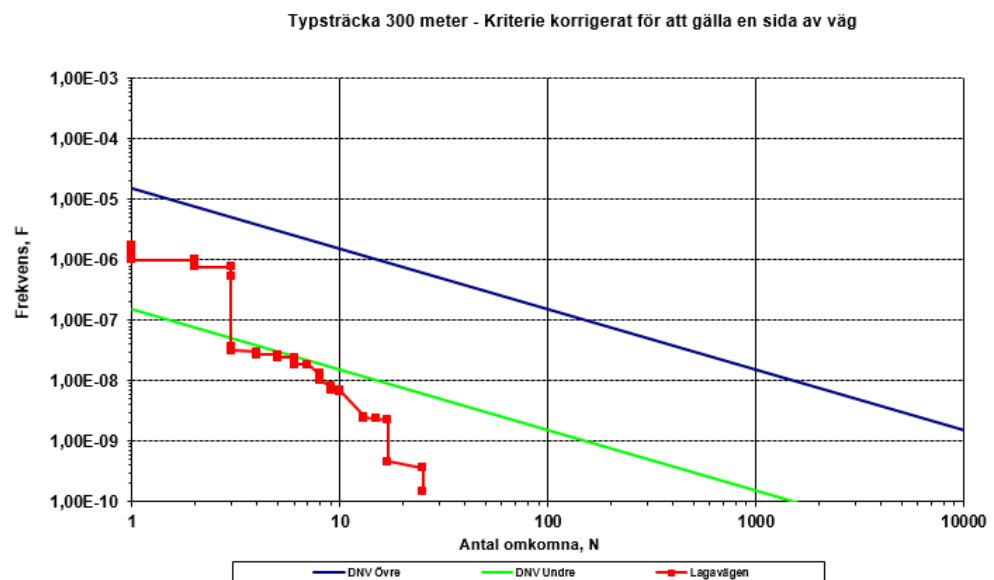
Figur 9. Individrisknivå för några andra risker samt DNV:s individriskkriterier. Svart linje=Individrisk utomhus, röd linje=Individrisk inomhus. Heldragen linje= ingen hänsyn till kvantifierade skyddsåtgärder. Streckad linje=hänsyn till kvantifierade skyddsåtgärder. Rött område indikerar en nivå som ej anses acceptabel och skyddsåtgärder krävs/skall införas. Gult område indikerar en risknivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad nytta synpunkt. Grönt område indikerar en risknivå som anses som låg och skyddsåtgärder anses ej nödvändiga.

5.2 Samhällsrisk för aktuellt område

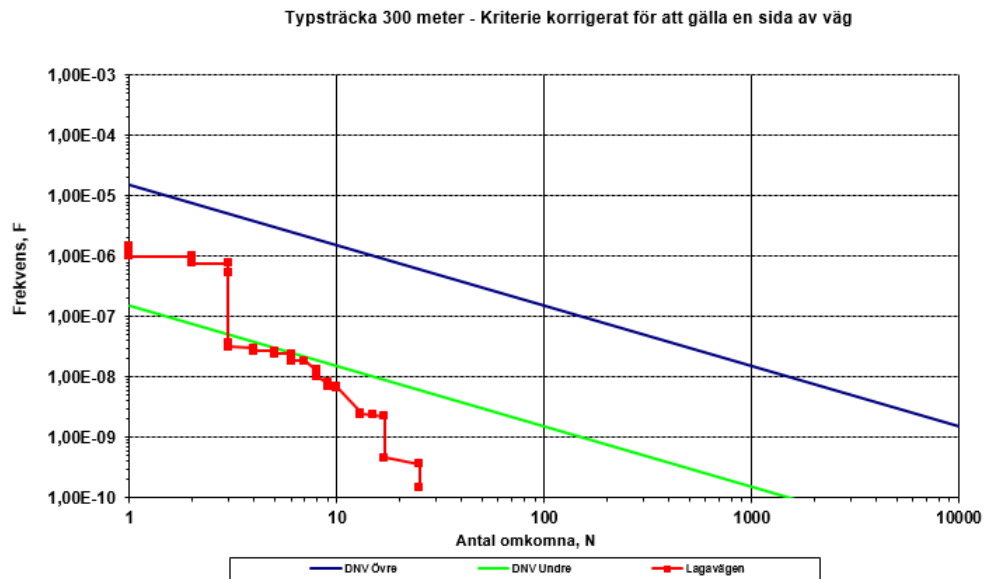
I detta kapitel presenteras FN-kurvor (samhällsrisk) för planerad verksamhet, inom studerat område, med respektive utan hänsyn till rekommenderade/införda skyddsåtgärder, tillsammans med DNV:s kriterier. Vid beräkning av samhällsrisk för planerad bebyggelse inkluderas även befintlig bebyggelse i omgivningen.

Ursprungligen gäller DNV:s kriterier ett område på 1 km (båda sidor av vägen). Vid beräkning har dessa kriterier justerats så att de gäller ett område på 300 meter vilket motsvarar dimensionerande sträcka för beräkningar för det studerade området. Det vill säga acceptanskriteriet för DNV har multiplicerats med 0,15 (300 meter). Beräkningarna av samhällsrisk redovisas i bilaga A.

I figur 10 och figur 11 presenteras samhällsrisk för studerat område utan respektive med säkerhetshöjande åtgärd i form av brandfast fasad för planerad servicebyggnad.



Figur 10. Samhällsrisk, utan hänsyn till kvantifierade skyddsåtgärder (brandfast fasad) för servicebyggnad (röd linje) i förhållande till föreslagna riskkriterier enligt DNV (grön och mörkblå linje). Kriterierna är justerade för att gälla 300 meter.



Figur 11. Samhällsrisk, med hänsyn till kvantifierade skyddsåtgärder (brandfast fasad) för servicebyggnad (röd linje) i förhållande till föreslagna riskkriterier enligt DNV (grön och mörkblå linje). Kriterierna är justerade för att gälla 300 meter.

Skillnaden mellan samhällsriskerna i figur 10 och 11 är mycket liten. Detta beror på att det huvudsakligen är de oskyddade individer som vistas utomhus som bidrar till samhällsriskerna. En ytterligare skyddsåtgärd för de fåtal personer som vistas inne i servicebyggnaden, och som redan är relativt skyddade jämfört med de personer som vistas utomhus, får därför en mycket liten effekt för den totala samhällsriskerna.

5.3 Diskussion kring resultat

5.3.1 Individrisk

Individrisken minskar med ökat avstånd ifrån farligt godsled och jämfört med DNV's kriterier hamnar individrisken både inomhus och utomhus, på en nivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad nytta synpunkt 0-25 meter från Lagavägen när hänsyn ej tas till skyddsåtgärd i form av brandfast fasad för servicebyggnaden. På större avstånd än 25 meter hamnar individrisken både inomhus och utomhus på en nivå som anses som låg och där behov av ytterligare skyddsåtgärder ej anses föreligga.

När hänsyn tas till skyddsåtgärd i form av brandfast fasad minskar individrisken inomhus 0-50 meter från Lagavägen. Detta innebär att även individrisken inomhus 0-25 meter från Lagavägen hamnar på en nivå som anses som låg och där behov av ytterligare skyddsåtgärder ej anses föreligga jämfört med DNV's kriterier. I övrigt är individrisken oförändrad.

5.3.2 Samhällsrisk

Samhällsrisken, både med och utan hänsyn till brandfast fasad för servicebyggnaden, hamnar i ALARP-zonen mellan DNV:s övre och undre kriterier vilket innebär att skyddsåtgärder skall genomföras om det bedöms rimligt ur kostnad nytta synpunkt. Figur 10 och figur 11 visar att skyddsåtgärd i form av brandfast fasad för servicebyggnaden har en försumbar effekt på samhällsrisken för det studerade området. Förklaringen till detta är att riskbidraget från servicebyggnaden utgör en så pass liten del av den totala riskbilden för studerat område att skyddsåtgärd i form av brandfast fasad för servicebyggnaden inte förbättrar riskbilden för området i stort. Riskbilden beror huvudsakligen på de besökare som vistas utomhus eller i fordon, vilket ur säkerhetssynpunkt har jämförts med att vistas utomhus i genomförd riskanalys, och inte besökare inne i servicebyggnaden.

Då skyddsåtgärd i form utav brandfast fasad för servicebyggnaden skulle innebära stora kostnader utan att nämnvärt förbättra samhällsrisken i området anses denna skyddsåtgärd inte rimlig ur kostnad nytta synpunkt.

5.4 Osäkerhets- och känslighetsdiskussion

Riskanalyser innefattar ett betydande mått av osäkerhet på grund av bland annat litet statistiskt underlag över olyckor, i viss mån antaganden om persontäthet samt variabel konsekvens på grund av till exempel olika vädersituationer vid olyckstillfället.

Resultatet av analysen bygger på ett antal ansatser beträffande trafikunderlag för farligt gods, olycksscenario, olycksfrekvenser, mm. Utgångspunkten i gjorda antaganden och bedömningar har varit att dessa så långt som möjligt skall ”spegla den verkliga situationen” eller, i vissa fall, vara medvetet konservativa. Med begreppet "konservativa" avses här att bedömningarna leder till att risknivån överskattas. Målet är att erhålla en balanserad samlad bedömning.

Exempel på områden som kan påverka resultatet är:

- › Farligt gods (mängd, ämnen)
- › Omgivning (verksamheter, markanvändning och befolkningsmängd)
- › Olycksstatistik
- › Konsekvenser (brand, explosion, giftig gas, väderlek, topografi)
- › Metod för beräkning av risk
- › Riskreducerande faktorer (införda skyddsåtgärder)

Genom att genomföra olika simuleringar och variera valda parametrar och situationer kan man få en bild om vad som mest påverkar resultatet och hur robusta slutsatserna är.

Den samlade bedömningen är att de redovisade resultaten avseende samhälls- och individrisk är konservativa då mycket höga värden avseende antalet farligt

godstransporter har använts för Lagavägen. Det bedöms att beräkningarna kan användas som en grund för bedömning av risknivån och som stöd för arbetet med lämpliga skydd och krav på området med avseende på farligt gods.

För en djupare diskussion angående osäkerheter, se Bilaga D.

6 Skyddsåtgärder och slutsats

Syftet med riskanalysen är att undersöka om olycksriskerna avseende farligt gods är acceptabla för studerat planområde. Genom en riskanalys kan möjliga olyckor identifieras och bedömas och eventuella skyddsåtgärder kan därmed rekommenderas.

Enligt Länsstyrelsen i Hallands Läns riktlinjer för farligt gods rekommenderas ett minsta avstånd på 30 meter mellan transportled och campingplats, vilket är det användningsområde som anses mest tillämbart för avsedd verksamhet enligt riktlinjerna (Länsstyrelsen i Hallands län, 2011). Detta avstånd uppfylls inte i föreslagen detaljplan då avståndet som minst är ca 10 meter till uppställningsplatserna för husbilar. Föreslagen bebyggelse syftar dock inte till att upprätta en traditionell campingplats på området utan till att möjliggöra tillfällig övernattning vid ett färre antal ställplatser för husbilar. I övrigt bedöms föreslagen bebyggelse vara att jämföra med en rastplats som i sin natur ofta ligger nära transportleder.

Planerad bebyggelse uppfyller inte Länsstyrelsen i Hallands Läns riktlinjer där ett minsta avstånd mellan transportled för farligt gods och camping på 30 meter rekommenderas. I riktlinjerna för användningsområde camping står det även att åtgärder skall vidtas för att förhindra spridning av utläckande vätska in på området samt utformning av sidoområdet som begränsar konsekvensen i händelse av ett avåkande fordon.

Individrisker är utan hänsyn till brandfast fasad för servicebyggnaden enligt DNV:s kriterier acceptabel på avstånd >25 meter från Lagavägen och 0-25 meter hamnar individrisker på nivåer där skyddsåtgärder skall vidtagas ifall det är kostnadsmässigt rimligt. Om hänsyn tas till brandfast fasad hamnar minskad individrisker även 0-25 meter från Lagavägen på en nivå som är tolerabel jämfört med DNV:s kriterier.

Jämfört med kriterier från DNV hamnar samhällsrisker inledningsvis på nivåer där skyddsåtgärder skall vidtagas ifall det är kostnadsmässigt rimligt och sjunker därefter till en nivå som utifrån DNV:s kriterier är att anse som tolerabel. Om brandfast fasad skulle tillämpas för servicebyggnaden förändras inte samhällsrisker nämnvärt, varför detta ej anses vara en kostnadsmässigt rimlig åtgärd.

Baserat på inventeringen och resultaten från beräkningar av individ- och samhällsrisk bedöms föreslagen exploatering med avseende på omfattning och geografisk placering i närheten av Lagavägen möjlig förutsatt att föreslagna skyddsåtgärder/skyddsavstånd beaktas vid ny bebyggelse. Detta då mängden farligt gods på Lagavägen bedöms vara ringa samt att föreslagen bebyggelse ej syftar till att möjliggöra långvarig camping utan ett fåtal ställplatser för tillfällig övernattnig. Notera att detta enbart gäller vid den markanvändning som presenteras under kapitel 3.

6.1 Skyddsåtgärder

Följande skyddsåtgärder rekommenderas med avseende på närhet till Lagavägen:

- › Ett bebyggelsesfritt område 0-10 meter från Lagavägen skall upprättas. Bebyggelsesfritt område skall ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Området kan dock användas för parkeringsplatser (ytparkering).
- › Barriär eller annat skydd skall upprättas mellan studerat område och Lagavägen som motverkar mekanisk konflikt mellan avåkande fordon och bebyggelse/husbilar samt att vätska kan rinna in på området. Förslag på barriär kan vara: vall, dike eller plank/vägg/mur som är tät i nedkant.
- › För servicebyggnad skall utrymning bort från Lagavägen vara möjlig.
- › För ställplatser för husbilar skall utrymning bort från Lagavägen vara möjlig, dvs att första och andra raden ställplatser ej skall avskiljas med staket, buskar eller annat dylikt hinder.

Inga ytterligare skyddsåtgärder, med avseende på farligt godstransporter förbi studerat område, anses nödvändiga att lyfta in i detaljplanen. Notera att detta enbart gäller vid den markanvändning som anges i kapitel 3.

Referenser

Clancey V.J. (1997), Diagnostic Features of Explosion Damage, 6th int. Meeting of Forensic Sciences, Edinburgh, 1972

DNV (2010), *PHAST v6.6, 2010 DNV Software, Oslo*

FBE (2008), *Risikanalys avseende transporter av farligt gods förbi Projektet Mölndals centrum*, Rev 07, 2008-06-12, FB Engineering AB

FOA (1995), *Risker i Västernorrlands län, metodstudie med exempel för samhällsplaneringen* FOA-R-00153-4.5

FOA (1997), *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor -metoder för bedömning av risker* FOA rapport 97-00490-990-SE

FOI (2007), *FOI Tågursparningen i Kungsbacka* FOI-R-2286-SE.

Google Maps (2016), Hämtad 2016-12-06, URL:
<https://www.google.se/maps/@56.5150107,13.0484565,3a,75y,68.37h,81.7t/data=!3m6!1e1!3m4!1soxL5w2MyLJwWqjlZXUdV7A!2e0!7i13312!8i6656>

GÖP (1999), *Översiktsplan för Göteborg Fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS.*

Länsstyrelserna (2006), *Riskhantering i detaljplaneprocessen - Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods.* Länsstyrelserna: Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län, 2006

RIB (2012), *Bfk beräkningsmodell för kemikalieexponering* RIB (Integrerat beslutsstöd för skydd mot olyckor)

SCB (2016), *Hushållens boende 2015, Nr. 2016:83*, Hämtad 2016-09-14, URL:
http://www.scb.se/sv/_/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Hushallens-ekonomi/Inkomster-och-inkomstfordelning/Hushallens-boende/Aktuell-pong/378518/Behallare-for-Press/402401/

SIKA (2008), *Inrikes och utrikes trafik med svenska lastbilar, år 2007*, SIKA 2008:13

SRV (2006), *Kartläggning av farligt godstransporter september 2006*, Räddningsverket

SRV (1997), *Värdering av risk, s.21-182/97*, MSB (tidigare Räddningsverket)

SRV (1996), *Riskbedömning vid transport av farligt gods. B20-194/96*, Räddningsverket 1996

SRV (2008), *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer*, Maj 2008

TNO (2005), *Guideline for Quantitative Risk Assessment, part one Establishments and part two Transport. Purple book.*

Trafikanalys (2010), *Lastbilstrafik 2009, statistik 2010:3*, www.trafa.se,

Trafikanalys (2015), *PM 2015:3 – Möjligheter att kartlägga flöden av farligt gods i Sverige – En förstudie*, 2015-03-03

VTI (1994), *Konsekvensanalys av olika olycksscenarier av farligt gods på väg och järnväg. VTI rapport Nr 387:4*

WSP (2015), *Detaljerad riskbedömning för detaljplan, Transport av farligt gods på väg och järnväg Forsåkerområdet, Mölndal, 2015-01-28*

WUZ (2011), *Strategi för bebyggelseplanering intill rekommenderade färdvägar för transport av farligt gods. Helsingborg stad*

Yellow book (1997). van den Bosch, C.J.H and Weterings, R.A.P.M (1997) *Methods for the calculations of physical effects, Yellow Book CPR 14E part 1 and 2, 3rd edition, Committee for the Prevention of Disasters, the Netherlands*

Bilaga A - Beräkning av sannolikhet för olycka

I denna bilaga redovisas underlag för olyckor och olyckseffekter avseende farlig gods.

Frekvens för vägolycka med farligt gods

I detta kapitel redovisas underlag och frekvenser för trafikolyckor inom väg som kan orsaka en farligt godsolycka. Resultatet redovisas i form av frekvenser av trafikolyckor per lastbil kilometer och år.

Olycksfrekvens som används för grundberäkningar kommer ifrån en bedömning av material som inrapporterats till MSB. Det finns olika uppgifter om antalet inrapporterade olyckor till MSB och sammanställningar visar på allt från 13 olyckor per år till upp mot 80 inrapporterade händelser per år där farligt godsskyttade fordon varit inblandade. Vid en jämförelse mellan olika metoder och källor har bedömningen gjorts att 40 olyckor per år är ett lämpligt värde att använda för beräkningar med nationella värden (Länsstyrelsen i Hallands län, 2011a).

För att beräkna olycksfrekvens utifrån nationell statistik används följande värden:

- › Antal olyckor med farligt gods per år: 40
- › Antal körsträcka tunga fordon: $2,5 \cdot 10^9$ fordon km per år (SIKA, 2008)
- › Antagandet att andelen farligt gods utgör 4 % av de tunga transporterna baserat på uppgifter från trafikanalys om transportarbete (se beräkning i bilaga C).
- › Total körsträcka med farligt godsfordon blir då: $0,04 \cdot 2,5 \cdot 10^9 = 1 \cdot 10^8$ km/år

Detta ger en olycksfrekvens på $4 \cdot 10^{-7}$ olyckor/farligt gods lastbils-km.

Skalning av olycksfrekvenser

För riskberäkning används resonemang och värden enligt det som beskrivs i detta kapitel. Frekvensen justeras genom att multiplicera med 0,3. Detta görs för att ett skadeutfall bedöms påverka en begränsad sträcka. Undantag är för punktering av tank för giftig gas som multipliceras med 0,4 då området som kan påverkas av den händelsen är större.

Frekvens för olycksscenarier

Nedan redovisas möjliga händelseförlopp efter att en vägolycka med farligt gods inträffat. Sannolikheter och frekvenser för olika scenarier redovisas.

Vissa olyckshändelser som beskrivs, t.ex. explosioner kan antas påverka omgivningen likformigt oavsett riktning, medan andra händelser, t.ex. påverkan av giftig gas framförallt sker i vindriktningen och då påverkar en begränsad sektor av omgivningen. Vid beräkning av individrisk ska därför sannolikheten för exponering reduceras. I följande fall tillämpas en reduktion av olycksfrekvensen:

- › Jetbrand: Reducering med en faktor 1/6 eftersom en begränsad sektor påverkas.
- › Gasmolnsbrand och giftigt gasmoln: Bedöms främst påverka omgivning i vindriktningen, en reduktion med en faktor 1/3 tillämpas vilket bedöms vara rimligt för det aktuella området.

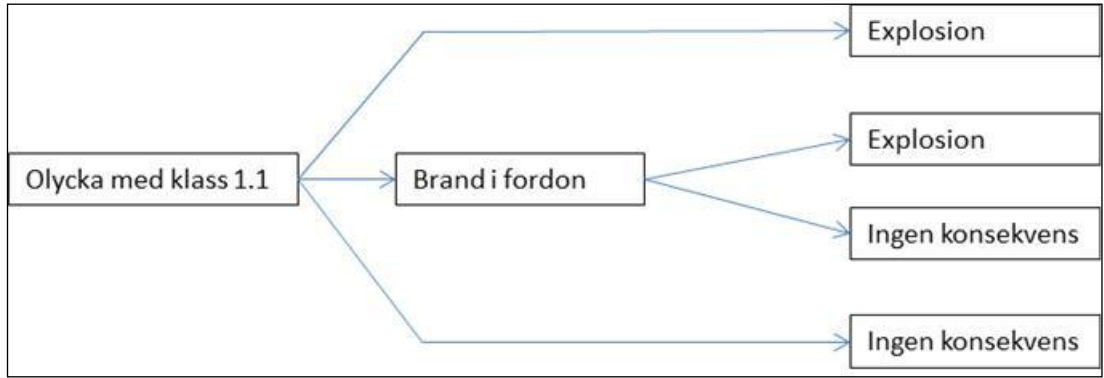
Vid beräkning av samhällsrisik reduceras konsekvensområdet i motsvarande omfattning.

A.1 Olycka med massexplösivt ämne

Inom klass 1 (explosiva ämnen) är det främst klass 1.1 (massexplosiva ämnen) som kan orsaka skada för personer i samband med en olycka.

Vid transport av massexplösiva ämnen finns risk för explosion som kan orsakas av spontan reaktion, yttre brand eller rörelseenergin som utvecklas vid stötar. På det sätt som massexplösiva ämnen och material förpackas minimeras emellertid risken för att explosion eller brand ska inträffa.

Figur A.1 illustrerar händelseförloppet vid olycka med massexplösiva ämnen.



Figur A.1. Händelseförlopp vid olycka med massexplosiva ämnen

Vägolycka

Vid en olycka bedöms att 1 % av fallen leder till explosion av lasten.

Utöver risken för olycka med transport av farligt gods finns risken för brand i fordonet som är skattat till $1 \cdot 10^{-7}$ enligt Sv. försäkringsförbundets statistikavdelning. Det antas att 1 % av brand i fordon resulterar i en explosion. I GÖP antas 50 % av bränder i fordon resultera i explosion vilket dock bedöms som mycket konservativt varför detta värde har justerats. Med antaganden enligt ovan hamnar sannolikheten för en olycka på en nivå som motsvarar utländska uppgifter (statistik från Storbritannien om frekvensen för detonation) (WUZ, 2011) och uppgifter från branschen. Dessa antaganden bedöms vara rimliga.

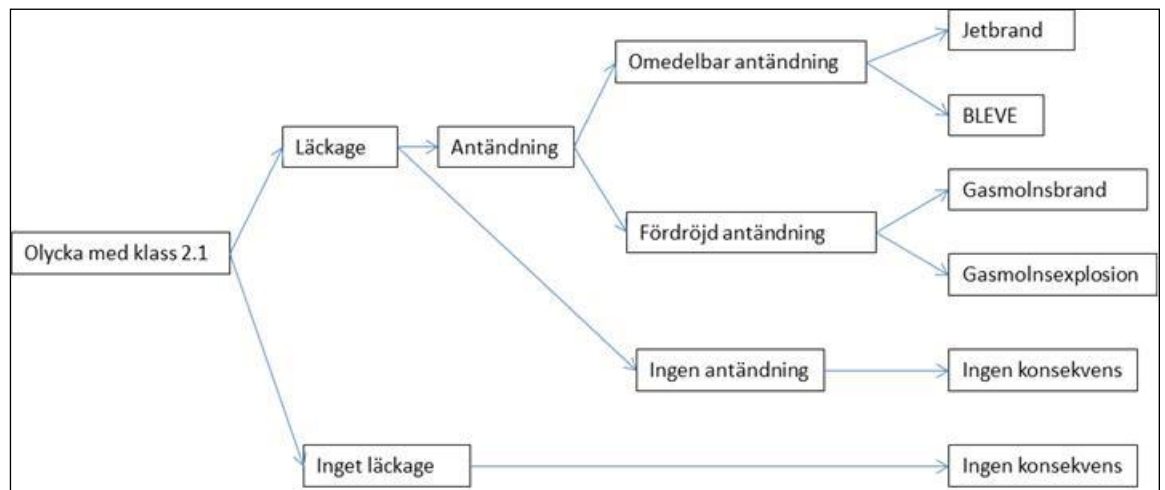
Sannolikheten för explosion kan därmed beskrivas enligt följande:

$$4 \cdot 10^{-7} \cdot N_{\text{klass 1.1}} \cdot 0,01 + 1 \cdot 10^{-7} \cdot N_{\text{klass 1.1}} \cdot 0,01$$

$$\text{Olycka} \cdot \text{Antal klass 1.1} \cdot \text{explosion} + \text{Brand i fordon} \cdot \text{antal klass 1.1} \cdot \text{explosion}$$

A.2 Olycka med brandfarlig gas (propan)

Möjliga händelseförlopp vid en olycka med brandfarlig gas redovisas i figur A.2.



Figur A.2. Möjliga händelseförlopp vid olycka med brandfarlig gas

Ett läckage av brandfarlig gas kan resultera i följande scenario:

- › Ingen antändning.
- › Omedelbar antändning som ger upphov till jetbrand.
- › Om jetbranden tillåts värma upp tanken under längre tid, eller om tanken havererar/försvagas på grund av skador kan en BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) inträffa.
- › Vid en fördröjd antändning kan ett gasmoln bildas som vid antändning ger upphov till en gasmolnsbrand.
- › En antändning av ett gasmoln kan ge upphov till en gasmolnsexplosion.

Fördelning av dessa scenarier varierar ganska kraftigt mellan olika källor. I WUZ (2011) relateras till ett antal källor och följande sannolikheter används:

- › Ingen antändning: 30 %
- › Jetbrand: 19 %
- › BLEVE: 1 %
- › UVCE (Unconfined Vapour Cloud Explosion eller gasmolnsexplosion): 50 %

Dessa värden bedöms rimliga med tillägget att kategorin UVCE bör delas upp i två scenarier, enligt figur A.2. Ett scenario med gasmolnsbrand utan övertryck och ett med övertryck. En fördelning av 80/20 mellan dessa scenarion tillämpas baserat på TNO (2005).

Enbart ett startscenario med 50 mm hål (motsvarande armaturbrott) beaktas. Risk för tankhaveri beaktas genom att inledande hål antas kunna utvecklas till BLEVE.

Vägoolycka

Sannolikhet att en olycka med klass 2.1 ska resultera i ett läckage bedöms utifrån SRV (1996). Index för farligt godsolycka, d.v.s. att en olycka resulterar i ett utsläpp anges här till mellan ca 0,2 till 0,4 vid hastigheter mellan 70 till 110 km/h. Detta gäller samtliga typer av tankar. För tjockväggiga tankar reduceras värdet med en faktor 30. Med ett genomsnittligt index av 0,3 och en reduktion med en faktor 30 erhålls en sannolikhet för läckage av 0.01, d.v.s. en olycka av 100 resulterar i läckage. Följande frekvenser erhålls för möjliga scenarier:

Jetbrand

$$4 \cdot 10^{-7} \cdot 0.3 \cdot (1/30) \cdot N_{\text{klass 2.1}} \cdot 0,19$$

Olycka * Läckage * justering för trycksatt tank * antal transporter med brandfarlig gas * andel jetbrand

Gasmolnsbrand

$$4 \cdot 10^{-7} \cdot 0.3 \cdot (1/30) \cdot N_{\text{klass 2.1}} \cdot 0,4$$

Olycka * Läckage * justering för trycksatt tank * antal transporter med brandfarlig gas * andel gasmolnsbrand

Gasmolnsexplosion

$$4 \cdot 10^{-7} \cdot 0.3 \cdot (1/30) \cdot N_{\text{klass 2.1}} \cdot 0,1$$

Olycka * Läckage * justering för trycksatt tank * antal transporter med brandfarlig gas * andel gasmolnsexplosion.

BLEVE

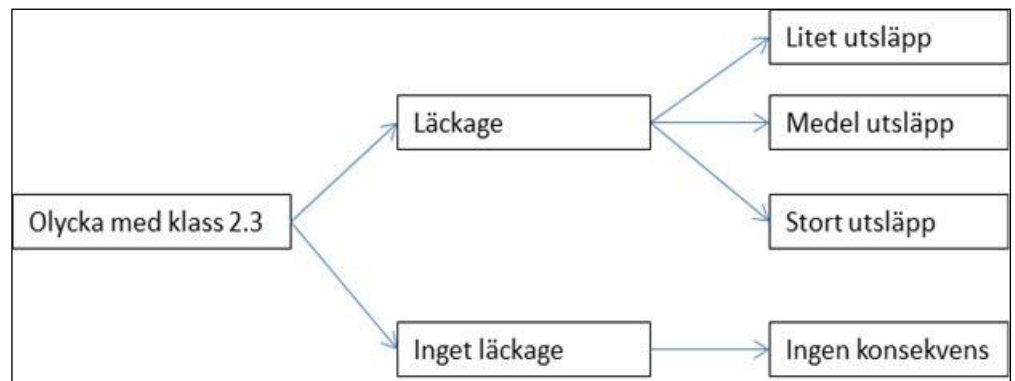
Då utfallet av en BLEVE ofta sker med en fördröjning görs här antagandet att i 50 % av fallen kommer området hinnas utrymmas innan en BLEVE inträffar.

$$4 \cdot 10^{-7} \cdot 0.3 \cdot (1/30) \cdot N_{\text{klass 2.1}} \cdot 0,01$$

Olycka * Läckage * justering för trycksatt tank * antal transporter med brandfarlig gas * andel BLEVE.

A.3 Olycka med giftig gas

Figur A.3 illustrerar möjliga händelseförlopp vid olycka med giftig gas



Figur A.3. Händelseförlopp vid olycka med giftig gas.

Storleken på ett läckage kan variera, följande indelning görs för läckage:

- > Litet utsläpp (packningsläckage)
- > Medelstort utsläpp (rörbrott)
- > Stort utsläpp (stort hål på tank/punktering av tank)

I denna analys antas att medelstort och stort utsläpp kan leda till scenarion där människor omkommer varför de finns med i beräkningar. Fördelningen mellan medelstort och stort utsläpp är satt till 50/50 vilket resulterar i liknande storleksordning som finns angivet i TNO för liknande händelser. I denna analys bortser vi från packningsläckage.

Vägolycka

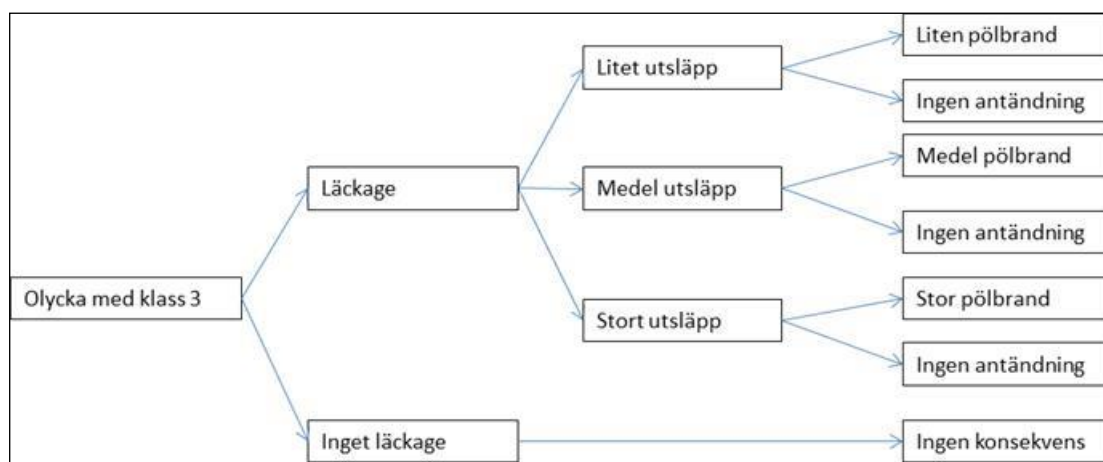
Sannolikheten för utsläpp av giftig gas (för medel/stort) beskrivs enligt följande:

$$4 \cdot 10^{-7} \cdot 0.3 \cdot (1/30) \cdot N_{\text{klass 2.3}} \cdot 0,5$$

Olycka* Läckage*justering för trycksatt tank* antal transporter med giftig gas*andel scenario (medel/stort)

A.4 Olycka med brandfarlig vätska bensin

Händelseförloppet för en olycka med brandfarlig vara illustreras av figur A.4.



Figur A.4. Händelseutveckling efter utsläpp av brandfarlig vätska.

Ett utsläpp som inte antänds har främst en påverkan på miljön, skadliga konsekvenser för människor uppstår om vätskan antänds och bildar en pölbrand (brinnande vätska på marken). Hur stor pölbranden blir beror på storleken på utsläppet och pölens utbredning.

Följande pölbrandsscenario kan sättas upp:

- › Medel utsläpp
- › Stort utsläpp
- › Liten pölbrand bedöms inte ha någon betydande omgivningspåverkan.

Vägolycka

Sannolikheten för att ett läckage inträffar antas vara 0,3 för den aktuella vägsträckan (SRV, 1996). Fördelningen mellan de tre läckagescenerierna antas vara 1/3 för respektive scenario och sannolikheten för antändning antas vara 0,1 oberoende av läckagestorlek, detta antagande baseras på (TNO, 2005).

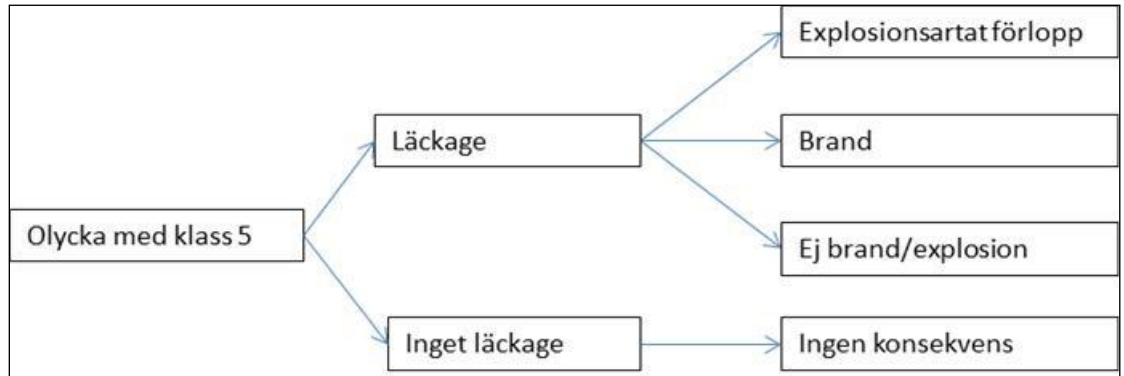
Sannolikheten för en olycka på väg (medel/stort utsläpp) kan beskrivas enligt följande:

$$4 \cdot 10^{-7} \cdot 0.3 \cdot N_{\text{klass 3}} \cdot 0.1 \cdot 0.33$$

Olycka * Läckage * antal transporter * Antändning * scenario (medel/stort utsläpp)

A.5 Olycka med oxiderande ämne

Oxiderande ämne kan tillsammans med organiska ämnen bli explosivt. Figur A.5 illustrerar händelseförloppet vid olycka med oxiderande ämnen. Utöver explosion kan även en brand inträffa men konsekvensen för ett sådant händelseförlopp bedöms vara relativt begränsad och ingår inte i de beräkningar som genomförs.



Figur A.5. Händelseförlopp vid olycka med oxiderande ämnen.

Vägoolycka

För farligt godsolycka krävs att både det oxiderande ämnet och brännbart material är inblandat. Att ett emballage, för oxiderande ämne, går sönder och att innehållet kommer ut på marken har antagits ske i 10 % av fallen vid en olycka. Sannolikheten för en *sidokrasch* med farligt godsfordon, som leder till bränsleläckage från fordonets bensintank, är 15 % och sannolikheten att antändning sker antas vara 10 %. Med ovan antaganden och beräkningsgång som följer den som återfinns i Göteborgs översiktsplan kan sannolikheten för olycka med oxiderande ämnen på väg beskrivas enligt följande:

$$4 \cdot 10^{-7} \cdot N_{\text{klass5.1}} \cdot 0,1 \cdot 0,15 \cdot 0,1$$

$$\text{Olycka} \cdot N_{\text{klass5.1}} \cdot \text{emballage sönder} \cdot \text{sidokrasch} \cdot \text{antändning}$$

A.6 Riskreducerande faktorer

Nedan redovisas de riskreducerande faktorer som använts vid beräkning av samhällsriskerna med studerade skyddsåtgärder. Här redovisas de händelser för vilka skyddsåtgärderna har en konsekvensreducerad effekt. Se även tabell B.2 i bilaga B.

- › Skyddsåtgärd: Alla fasader inklusive tak (fram till 50 meter ifrån Västkustbanan) skall utformas/är utformade med ytskikt i obrännbart material. Skyddsåtgärder beräknas medföra att personer inomhus inte omkommer vid brand förutsatt att de utrymmer byggnaden.

A.7 Resultat av beräkningar

Notera att sannolikheten för att en händelse ska inträffa är den samma oavsett om hänsyn tas/inte tas till studerade skyddsåtgärder. Detta beror på att studerade skyddsåtgärder är av konsekvensreducerande karaktär.

Tabell A.1. Beräknad sannolikhet för resp. händelse med farligt gods på Lagavägen.

Händelse	Sannolikhet (per år)
Olycka med klass 1.1 – Massexlosion (liten)	1,08E-08
Olycka med klass 1.1 – Massexlosion (stor)	1,96E-10
Olycka med klass 2.1 – Jetbrand	1,61E-08
Olycka med klass 2.1 – Gasbrand	3,39E-08
Olycka med klass 2.1 – Gasmolnsexlosion	8,48E-09
Olycka med klass 2.1 – BLEVE	4,24E-10
Olycka med klass 2.3 – Utsläpp av giftig gas (rörbrott)	8,99E-10
Olycka med klass 2.3 – Utsläpp av giftig gas (punktering)	1,20E-09
Olycka med klass 3.1 – Brandfarlig vätska (medel utsläpp)	9,73E-07
Olycka med klass 3.1 – Brandfarlig vätska (stort utsläpp)	9,73E-07
Olycka med klass 5 – Explosion	3,55E-09

Bilaga B - Bedömning av konsekvenser

I detta kapitel redovisas först en övergripande tabell över möjliga konsekvenser i händelse av en olycka med farligt gods och därefter sammanställs en tabell med resultat från konsekvensberäkningar/simuleringar. Under respektive delkapitel beskrivs bakgrund för bedömning av konsekvenser/olyckseffekter för respektive ämnesklass.

I tabell B.1 nedan redovisas respektive farligt godsclass och möjliga konsekvenser i händelse av olycka. Konsekvenser har här beskrivits ur 3:e persons synpunkt.

Tabell B.1 Relevanta typer av farligt gods och möjliga olyckskonsekvenser.

ADR-/RID- Klass	Möjliga konsekvenser i händelse av olycka	Kommentarer
1 Explosiva ämnen	Övertryck som kan skada/rasera byggnader, ge upphov till splitter och skada på människor	Massexplosiva ämnen kan ge effekter på flera tiotal- upp till något hundratal meter beroende på tillgänglig mängd.
2 Brännbar gas	Jetflamma – värmestrålning Brännbart gasmoln – gasmolnsbrand	Direkta effekter oftast begränsade till närområdet ¹ . Små effekter utanför gasmolnet, mkt allvarliga konsekvenser för personer som omfattas av molnet. Oftast begränsade övertryck vid fritt gasmoln. Personskador kan

¹ ”Närområde” är inte ett entydigt definierat begrepp men avser i detta sammanhang några tiotal meter (t.ex. i samband med pölbrand) eller direkt exponering (t.ex. i samband med utsläpp av frätande ämnen).

ADR-/RID- Klass	Möjliga konsekvenser i händelse av olycka	Kommentarer
	Gasmolnsexplosion BLEVE	uppkomma genom splitter och raserade byggnader. Värmestrålning kan ge effekter inom några hundratal meter, ”missiler” kan ge effekter på längre avstånd.
2 Giftig gas	Gasmoln – toxiska effekter	Kan ge effekter över mycket stora områden beroende på ämne, tillgänglig mängd, utflöde, atmosfäriska förhållanden och topografi.
3 Brandfarliga vätskor	Pölbrand – värmestrålning	Risk för brännskador oftast begränsade till närområdet. Allvarligare konsekvenser kan uppstå beroende på lutning, risk för brandspridning, mm
4 Brandfarliga fasta ämnen, mm	Brand – värmestrålning	Risk för brännskador oftast begränsade till närområdet.
5 Oxiderande ämnen, organiska peroxider	Brand – värmestrålning Explosion i händelse av blandning med andra brännbara ämnen	Risk för brännskador, oftast begränsade till närområdet. I händelse av explosion kan effekter jämförbara med klass 1 uppstå.
6 Giftiga ämnen, mm	Toxiska effekter	Risker begränsade till närområdet
7 Radioaktiva ämnen	Strålskada	Ger normalt ej upphov till akuta effekter, däremot kan kroniska effekter uppstå.
8 Frätande ämnen	Frätskada	Risker begränsade till närområdet
9 Övrigt	-	Risker begränsade till närområdet

Området kring led med farligt gods har delats in i intervall för att beskriva konsekvensen av en olycka på olika avstånd från en olycksplats. Konsekvensbedömningen baseras på Göteborgs översiktsplan (1999), VTI rapport 387:4 (1994), konsekvensberäkningar genomförda i Effekt Plus och PHAST (DNV, 2010) samt simuleringar i programmet Bfk (RIB, 2012).

Resultat från konsekvensberäkningar/simuleringar är sammanställt i tabell B.2 och visar hur stor andel av de personer som befinner sig utomhus respektive inomhus som bedöms omkomma till följd av en viss händelse.

För varje avståndsintervall ges två uppgifter på andel omkomna:

Andel omkomna utomhus. Baseras på oskyddade personer samt att topografin för olycksplats och omgivning är plan. Denna uppgift är mycket konservativ och anger en teoretiskt högsta andel omkomna.

Andel omkomna inomhus. Baseras på de personer som befinner sig inomhus och därmed delvis är skyddade. Denna siffra varierar beroende på byggnad och placering

Tabell B.2. Andel omkomna av personer som befinner sig utomhus respektive inomhus inom olika avståndsintervall från en eventuell olycka på väg. Värden i denna tabell är grundvärden från beräkningar vilket är de som används om inget annat anges. Värden märkta med * är baserad på GÖP övriga värden är baserade på riktlinjer i Hallands län (Hallands län, 2011).

Ämnesklass	Olycksscenario	0-25 m	26-50 m	51-100 m	101-150 m	151-200 m
Klass 1.1 Massexplosivt	Liten explosion (200 kg)	1/0,15	0/0,05	0/0,01	0/0	0/0
	Stor explosion (6 ton)	1/0,25*	1/0,1*	0,5/0,05*	0/0	0/0
Klass 2.1 Kondenserad Brandfarlig gas	Jetbrand	1/1	0,2/0,1	0/0	0/0	0/0
	Gasbrand	1/1	0,75/0,4	0,5/0,3	0/0	0/0
	Gasmolnsexplosion	1/1	0,5/0,5	0,1/0,1	0/0	0/0
	BLEVE	1/1*	1/1*	1/0,25*	1/0*	0,5/0*
Klass 2.3 Kondenserad giftig gas	Rörbrott	1/0,95	0,9/0,5	0,5/0,1	0,01/0	0/0
	Punktering	1/1	1/1	1/0,5	0,6/0	0,2/0
Klass 3 Brandfarlig vätska	Liten pölbrand	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
	Medelstor pölbrand (50 m ²)	0,5/0,1	0/0	0/0	0/0	0/0
	Stor pölbrand (200 m ²)	0,8/0,8	0,2/0,1	0/0	0/0	0/0
Klass 5 Oxiderande ämne	Explosion	1/0,15	1/0,05	0/0,01	0/0	0/0

I bilaga D återfinns en känslighetsanalys för hur samhällskurvan förändras om antalet personer 51-100 meter från farligt godsled inte utrymmer

byggnaden/området i den omfattning som antagits vid en BLEVE. I riskanalysen antas att 25% av personerna som vistas inomhus omkommer på detta avstånd, se tabell B.2 medan känslighetsanalysen antar att 100% omkommer.

Andel omkomna är behäftat med osäkerhet på grund av att det inte med säkerhet går att förutsäga det exakta händelseförloppet, till exempel kan vädersituationen vara mer eller mindre gynnsam, förutsättningarna för om människor kan sätta sig i säkerhet kan variera och så vidare.

B.1 Konsekvenser för massexplodivt ämne (klass 1.1)

Inom klass 1 (explosiva ämnen) är det främst klass 1.1 (massexplosiva ämnen) som kan orsaka skada för personer i samband med en olycka.

Vid en eventuell olycka kan händelseförloppet utvecklas mycket snabbt och ge svåra konsekvenser. Hur stora konsekvenserna blir beror på mängden transporterat ämne samt avståndet till människor. Hur stora skadorna blir på byggnader beror till stor del på byggnadskonstruktion och material.

En explosion leder till höga tryck i närzonen, trycket minskar sedan med avståndet från explosionen. Människor tål tryck bättre än vad byggnader gör. Dödsfall som direkt följd av tryckvågen vid en fullastad vägtransport (16 ton) kan förväntas inträffa på avstånd upp till 75 meter ifrån olycksplatsen. För mindre transporter (50-1000 kg) kan dödsfall förväntas på upp till ca 25 meter ifrån olycksplatsen. Skador på lungor och trumhinnor (på grund av tryck) kan inträffa upp till 25 meter ifrån olycksplatsen för olycka motsvarande ca 200 kg.

Dödsfall och skador kan inträffa i och med att byggnader rasar, eller från splitter och flygande material. Även nyare betongbyggnader med väl sammanhållen stomme kan raseras på ett avstånd av ett par hundra meter från explosionscentrum. Skador på människor inomhus är troliga, liksom dödsfall, både vid olyckor med små och stora transporter. Skador på grund av splitter och flygande material kan förekomma på ett område mellan några 10-tals meter upp till 1 km beroende på storleken på explosionen, var den inträffar och i vilken typ av område/bebyggelse som olyckan inträffar.

Nedan följer material i form av gränsvärden, beräkningar och antaganden som används vid bedömningar för antal skadade och omkomna.

Gränsen för dödliga skador går vid 180 kPa. I tabell B.3 sammanställs rimliga tryck för vad byggnader klarar av. Tabell B.4 redogör för olika trycks påverkan på människokroppen.

Tabell B.3. Maximala infallande tryck för material och byggnader

Material för byggnaden	Maximalt tryck
Träbyggnader och plåthallar	10 kPa
Tegel- och äldre betonghus	20 kPa
Nyare betonghus	40 kPa

Gränsvärde för att glasfönster spricker och i sin tur kan orsaka personskada går vid ca 0,03 bar (ca 3 kPa) och från samma källa (Clancey, 1997) anges 0,02 bar (ca 2 kPa) som ett gränsvärde för att material inte ska flyga iväg.

Tabell B.4. Skador på människan vid olika infallande tryck

Skadenivå på människan	Tryck
Dödlig skada	≥ 180 kPa
Lungskador	180-69 kPa
Trumhinneruptur (skador på trumhinnor)	69-21 kPa

Beräkningsmetodik

Trycklaster har beräknats för händelsen att en explosion inträffar, antingen direkt eller efter en antändning i samband med en olycka. Konsekvensberäkningar har utförts i beräkningsprogrammet Effects PLUS version 5.5 (Yellow Book, 1997). För att kunna utföra explosionsberäkningar i programmet har massan av TNT räknats om till ekvivalent massa brännbar metangas i ett tänkt gasmoln.

Metoden för omräkning mellan massa av brännbar gas och massa av TNT är välkänd och kallas TNT-ekvivalent metoden (TNT-Equivalency Method) (FOA, 1997).

Högsta explosionsstyrka 10 (detonation) har antagits och beräkningsmetoden följer The Multi Energy Method (FOA, 1997).

Lasterna från explosionen har beräknats som infallande tryck mot människor, byggnader och annan utrustning för olika avstånd från explosionscentrum. Nettovikten explosivt ämne varierar mellan 1-16 ton per transport samt 25-1000 kg per transport.

Resultaten från beräkningar beskriver tryck på olika avstånd ifrån en explosionskälla. Dessa tryck har översatts till andel omkomna.

Konsekvenser för massexplodivt ämne

Andelen omkomna beror på flera parametrar. Exempelvis spelar avståndet från explosionscentrum roll samt eventuella objekt mellan explosionen och individer. Första radens hus skyddar exempelvis bakomliggande hus eller personer som vistas utomhus. Denna analys baserar sig på andelen omkomna.

För varje avståndsintervall ges två uppgifter på andel omkomna:

- › Andel omkomna utomhus. Andelen omkomna utomhus baseras på oskyddade människor som omkommer av det dödliga trycket större eller lika med 180 kPa.

Vid lägre tryck än 180 kPa antas att personer som vistas utomhus kommer att överleva. Skador kan dock förkomma som ett resultat av exempelvis flygande material eller höga tryck. Vid exempelvis 69 kPa förväntas lungskador.

- › Andel omkomna inomhus. Baseras på de personer som befinner sig inomhus vid en explosion. Orsak till dödsfall beror på att byggnader rasar. Andelen omkomna beror på tryckets storlek samt avståndet från explosionen. Nedan sammanfattas vilka antaganden som gjorts för bedömning av omkomna inomhus.

För bedömningar angående omkomna inomhus används i viss mån värden som förekommer i Göteborgs översiktsplan. Vid tryck större än 180 kPa, (total destruktion av byggnader) antas att 30 % omkommer inomhus på avståndet 0-49 meter ifrån explosionskällan. På avståndet 50 meter antas 15 % omkomma inomhus (första radens hus). På avståndet större än 100 meter antas 5 % omkomma vid första radens hus om trycket är så högt att det resulterar i total destruktion av byggnaden.

För tryck mellan 180- 69 kPa antas 5 % omkomma inomhus. På tryck mellan 69-21 kPa antas 1 % omkomma.

Tabell B.5. Visar antagna andelar omkomna inomhus på olika avstånd vid olycka

Tryck/Avstånd	Andelen omkomna inomhus på olika avstånd		
	0-49 meter	50-99 meter	>100 meter
$P_s \geq 180$ kPa	0,3	0,15	0,05
$180 \text{ kPa} > P_s \geq 69$ kPa	0,05	0,05	0,05
$69 \text{ kPa} > P_s \geq 21$ kPa	0,01	0,01	0,01
$21 \text{ kPa} > P_s \geq 9$ kPa	Ingen antas omkomma.		

Utifrån ovan beräkningar och antaganden har andelen omkomna inomhus och utomhus beroende på transportstorlekar sammanställs vilket redovisas i tabell B.6 och B.7.

Tabell B.6. *Andel omkomna av personer som befinner sig utomhus respektive inomhus på olika avståndsintervaller från en eventuell olycka med stora mängder transporterad vara*

Stora Transporter	2 ton		6 ton		16 ton	
	Ute	Inne	Ute	Inne	Ute	Inne
0-25 m	1	0,3	1	0,3	1	0,3
25-50m	1	0,15	1	0,3	1	0,3
50-75 m	0	0,15	1	0,15	1	0,15
75-100 m	0	0,01	0	0,15	1	0,15
100-250 m	0	0,01	0	0,01	0	0,05

Tabell B.7. *Andel omkomna av personer som befinner sig utomhus respektive inomhus på olika avståndsintervaller från en eventuell olycka med små mängder transporterad vara.*

Små Transporter	25 kg		200 kg		1000 kg	
	Ute	Inne	Ute	Inne	Ute	Inne
0-25 m	0	0,05	1	0,15	1	0,3
25-50m	0	0,01	0	0,05	1	0,15
50-75 m	0	0	0	0,01	0	0,05
75-100 m	0	0	0	0	0	0,01
100-250 m	0	0	0	0	0	0

Andel omkomna är behäftad med osäkerhet på grund av att det inte med säkerhet går att förutsäga det exakta händelseförloppet.

För jämförelse till beräkningar finns de tabeller som Göteborgs översiktsplan utgår ifrån. Tabell B.8 visar andel omkomna på olika avstånd vid olycka på väg med

massexplosivt ämne för personer utomhus eller inomhus baseras på Göteborgs översiktsplan (1999).

Tabell B.8. Andel omkomna vid olycka med massexplosivt ämne på väg (15 ton).

Personers vistelseplats vid olycka	Andel omkomna 0-50 meter från väg	Andel omkomna 50-100 meter från väg
Utomhus	100 %	100 %
Första radens hus	15 %	5 %
Andra radens hus	5 %	-

B.2 Konsekvenser för utsläpp av brandfarlig gas vid olycka

I följande figurer redovisas andel oskyddade människor omkomna för utsläpp av brandfarlig kondenserad gas vid en olycka. Följande scenario med antändning av brandfarlig gas analyseras:

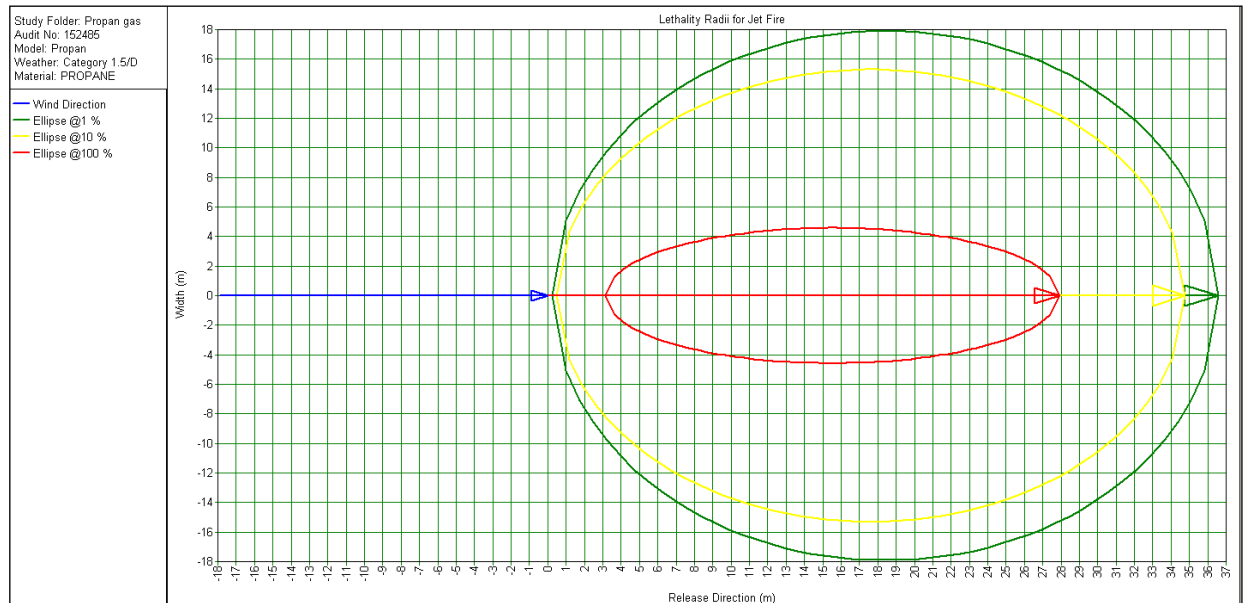
- › Omedelbar antändning som ger upphov till jetbrand.
- › Uppvärmning av tank eller tankhaveri som leder till BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion).
- › Fördröjd antändning som ger upphov till en gasmolnsbrand.
- › Fördröjd antändning som ger upphov till en gasmolnsexplosion.

Beräkningar är utförda i programvaran PHAST (DNV, 2010). Bedömningar av konsekvenser för strålningsnivåer och övertryck baseras huvudsakligen på TNO (2005). Olyckseffekter och konsekvenser av dessa scenarier beror på ett antal parametrar, varav de viktigaste är hålstorlek, om utsläpp sker i vätske- eller gasfas, vindstyrka, atmosfärisk stabilitet samt topografi och hinder. I avsnitten nedan redovisas exempel på olyckseffekter och konsekvenser som kan uppkomma.

Jetbrand

En jetbrand uppstår då gas strömmar ut genom ett hål i en tank och därefter antänds. Omfattningen och effekten av en jetbrand bestäms av om ämnet strömmar ut i gasfas eller vätskefas, om en fri jetstråle kan utvecklas samt av riktningen på denna. I flammans riktning och i närhet av utsläppet kommer strålningsnivåerna att vara mycket höga, över 40 kW/m². Personer som utsätts för denna strålningsnivå antas omkomma. Däremot avtar strålningsnivåerna snabbt både i sidled och i längsled.

Figur nedan visar område för 100, respektive 10 och 1 % dödlighet vid en fri jetbrand och utsläpp i gasfas vid ett 50 mm rörbrott. Vid ett utsläpp i vätskefas kommer avstånden att vara betydligt längre, avståndet till 100 % dödlighet blir då ca 80 meter, istället för som här ca 30 meter.



Figur B.1. Område för 100, respektive 10 och 1 % dödlighet vid en fri jetbrand och utsläpp i gasfas vid ett 50 mm rörbrott. Beräkning PHAST.

Konsekvensen för personer utomhus är vid jetbrand förutom dödsfall även 1:a till 3:e gradens brännskador. För jetbrand förväntas inga omkomma på längre avstånd än 50 meter ifrån en olycka.

BLEVE

BLEVE är en speciell händelse som kan inträffa om en tank med kondenserad brandfarlig gas utsätts för yttre brand. Trycket i tanken stiger och på grund av den inneslutna mängdens expansion kan tanken rämna. Innehållet övergår i gasfas på grund av den höga temperaturen och det lägre trycket utanför och antänds. Vid en BLEVE bildas ett eldklot som ger upphov till värmestrålning och tryckeffekter. För att en sådan händelse ska kunna inträffa krävs att tanken hettas upp kraftigt. Tillgänglig energi för att klara detta kan finnas i form av en antänd läcka i en annan närstående tank.

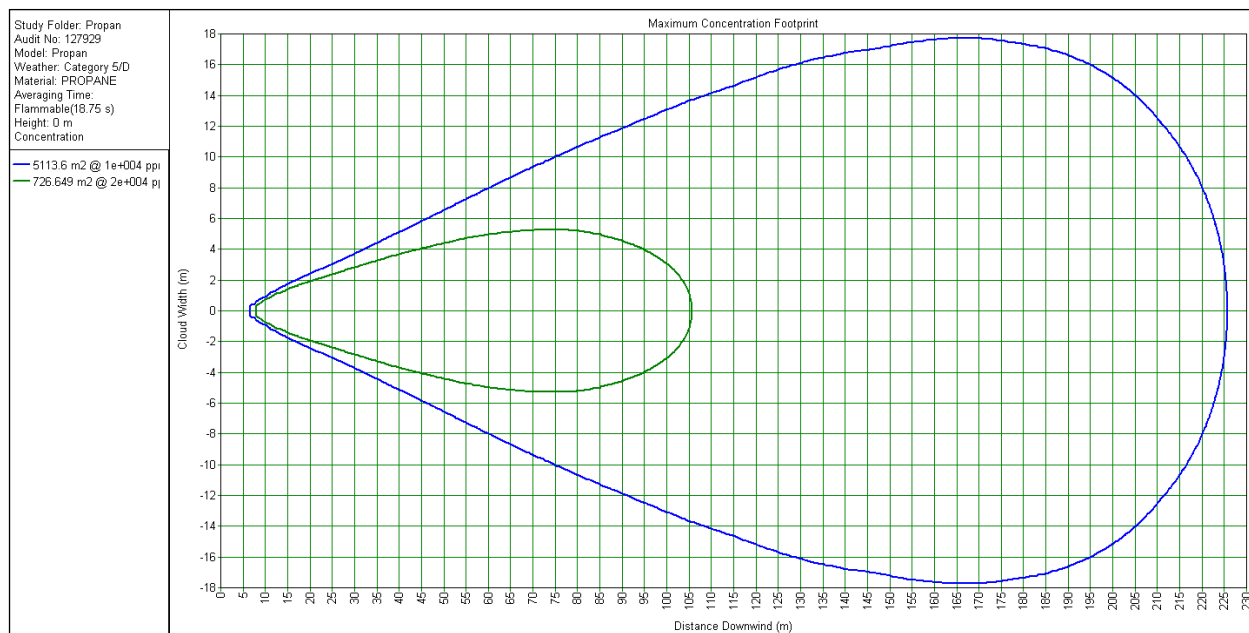
Storleken på eldklotet beror framförallt på tankens innehåll. En tank på 20 ton ger upphov till ett eldklot på 60-75 meters radie (TNO, 2005).

Personer som befinner sig inom eldklotet eller som utsätts för en strålningsnivå över 35 kW/m² antas omkomma, detta gäller även om man befinner sig inomhus (TNO, 2005). För personer som utsätts för lägre strålningsnivåer bestäms andel omkomna av exponeringstid och strålningsnivå.

Erfarenheter från inträffade BLEVE visar att det ofta tar lång tid för en BLEVE att utvecklas. Om så är fallet finns möjligheter att utrymma närområdet. Ansatsen görs här att detta lyckas i 50 % av fallen.

Gasmolnsbrand

En gasmolnsbrand uppkommer då ett gasmoln hunnit utvecklas innan antändning sker. Denna brand kan sedan övergå i en jetbrand. Storlek och utbredning av gasmolnet bestäms av hålstorlek, utsläpp i vätske- eller gasfas, vindstyrka, atmosfärisk stabilitet samt topografi och hinder. Spridning av molnet påverkas av vindriktningen, en korrigering av sannolikhet görs därmed med en faktor 1/3. I figur nedan redovisas ett utsläpp av propan, 50 mm hål, utsläpp i vätskefas vid 5 m/s.



Figur B.2. Utsläpp av propan, 50 mm hål, utsläpp i vätskefas vid 5 m/s. Beräkning PHAST. Grön linje redovisar avstånd till undre brännbarhetsgräns (LEL = Lower Explosive Limit). Blå linje visar avstånd där gaskoncentrationen är hälften av detta (halva LEL).

Som framgår av figur är avstånd till LEL ca 100 meter. Vid ett utsläpp i gasfas är motsvarande avstånd ca 20 meter.

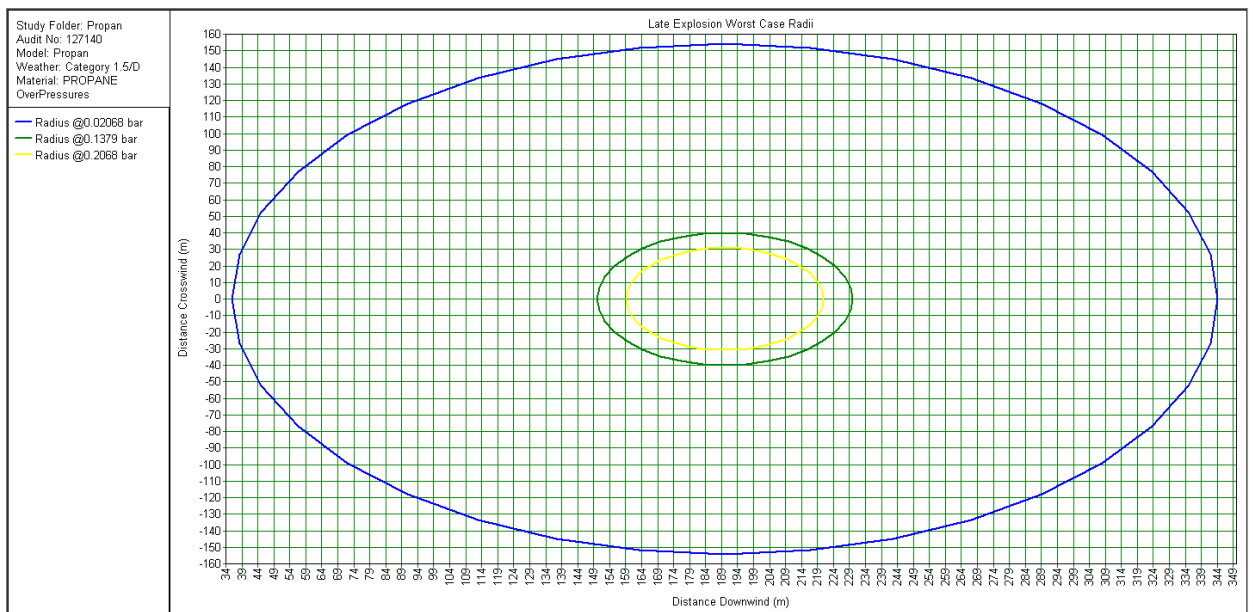
Vid en antändning kommer moln inom LEL gränsen att forma ett brinnande gasmoln. Område för gasmolnsbrand sätts här till samma som LEL (TNO, 2005). I vissa sammanhang används 1/2 LEL som gräns för brandmoln.

Personer som vistas inom brandmolnet antas omkomma, detta gäller även om personer som befinner sig i byggnader som helt omsluts av molnet. Personer som vistas utanför molnet kan antas överleva. Konsekvensen för personer utomhus är vid gasbrand förutom dödsfall även 1:a till 3:e gradens brännskador. Omkomna på grund av gasbrand förväntas inte förekomma på längre avstånd än 100 meter ifrån olycka.

Gasmolnexplosion

Ett fritt gasmoln som antänds ger som regel upphov till en gasmolnsbrand utan signifikant övertryck (TNO, 2005), vilket behandlats ovan. En explosion kan dock inte helt uteslutas. Om gasmolnet inte antänds omedelbart kommer luft att blandas med den brandfarliga gasen. Vid antändning kan en gasmolnexplosion ske om gasmolnet består av en tillräckligt stor mängd gas/luft av en viss koncentration. En gasmolnexplosion kan beroende på vindstyrka och riktning inträffa en bit ifrån själva olycksplatsen.

Figur B.3 visar explosionövertryck på olika avstånd från ett maximalt stort gasmoln, vid ett 50 mm hål och utsläpp i vätskefas.



Figur B.3. Explosionövertryck på olika avstånd från ett maximalt stort gasmoln, vid ett 50 mm hål och utsläpp i vätskefas.

Från figur ovan erhålls följande avstånd till trycknivåer från explosionscentrum (för jämförelse redovisas även utsläpp i gasfas).

Tabell B.9. Trycknivåer från explosionscentrum.

bar övertryck	Utsläpp i vätskefas	Utsläpp i gasfas
0,02	150 m	30 m
0,14	40 m	8 m
0,21	30 m	6 m

Var explosionscentrum är beläget beror på ett antal faktorer som spridningsförhållanden, vind och tidpunkt för antändning. Här antas att explosionscentrum ligger i närhet av transportleden.

B.3 Konsekvenser vid utsläpp av giftig gas

Exempel på kondenserad giftig gas är svaveldioxid, ammoniak och klor som alla är giftiga vid inandning och som redan vid låga koncentrationer kan ge svåra skador och i värsta fall leda till dödsfall. Gasen transporteras under tryck i vätskeform och vid utströmning till luft förångas vätskan fort och övergår i gasform. Generellt är gaserna tyngre än luft vid själva utsläppet varför spridning av gasen primärt sker längs marken.

Giftig kondenserad gas kan ha riskområde på hundra meter upp till många kilometer och gasen når ofta sin största utbredning efter bara några minuter. Utbredningen och hur hög koncentrationen blir beror på ett antal parametrar så som vindstyrka och riktning samt storleken på läckaget. Vid exempelvis högre vind blandas mer luft in i gasmolnet vilket resulterar i lägre koncentrationer.

Andelen omkomna beror på vilken toxisk gas som förekommer, utsläppets storlek, väderförhållande, inbyggda skydd etc. Risken för att omkomma är som störst närmast utsläppet. På längre avstånd minskar andelen omkomna men i samband med det ökar andelen svårt- och lindrigt skadade. Gasen sprider sig i vindens riktning vilket gör att skadeutfallet (antalet omkomna och skadade) beror på hur marken ser ut och hur många personer som befinner sig i området där gasmolnet drar fram.

Storleken på ett läckage kan variera och följande indelning kan illustrera tänkbara läckage scenarier.

- › Litet utsläpp (packningsläckage)
- › Medelstort utsläpp (rörbrott)
- › Stort utsläpp (stort hål på tank/punktering av tank)

I denna analys antas att medelstort och stort utsläpp kan leda till scenarion där människor omkommer varför de finns med i beräkningar.

För beräkning av konsekvenser i samband med utsläpp av giftig gas har beräkningsprogrammet Bfk använts (RIB, 2012). Beräkningarna resulterar i koncentration av den utsläppta gasen på olika avstånd, i höjddled samt andel omkomna och (svårt) skadade personer inomhus respektive utomhus. Som dimensionerande fall har gasen ammoniak använts.

Tabell B.10-12 sammanfattar den procentuella andelen omkomna och svårt skadade vid olika avstånd från utsläppspunkten. Det fall som redovisas baseras på följande väderparametrar: Medeltemperatur 8°C, vindhastighet 4 m/s.

Tabell B.10 visar på resultat från simuleringar med ammoniak vid rörbrott, vilket motsvarar medelstort utsläpp. Två olika simuleringar har genomförts, den första med luftintag på 1 meters höjd och 0,5 luftväxlingar/timma (representerar enskilda hus) och den andra med luftintag på 5 meters höjd och 3 luftväxlingar (representerar kontor/industri med centralt luftintag).

Tabell B.10. *Andel omkomna och skadade vid medelstort utsläpp av giftig gas (ammoniak vid rörbrott) för olika avstånd från utsläppspunkten, inomhus. Resultatet i kolumn till vänster ska representera ett enskilt hus (i simuleringen antas 0,5 luftväxlingar och luftintag på 1 meters höjd). Kolumn till höger representerar t.ex. kontor (antar 3 luftväxlingar och luftintag på 5 meters höjd).*

Avstånd (meter)	Andel omkomna/svårt skadade (%) inomhus	
	0,5 luftväxlingar NH ₃	3 luftväxlingar NH ₃
~11	100/0	0/25
~23	60/39	96/4
~36	5/64	76/24
~48	0/21	36/60
~75	0/0	2/55
~88	0/0	0/32

Tabell B.11 visar på resultat från simuleringar med ammoniak vid punktering av tank (stort utsläpp). Två olika simuleringar har genomförts. Den första med ett luftintag på 1 meters höjd och 0,5 luftväxlingar/timma (representerar enskilda hus). Den andra med luftintag på 5 meters höjd och 3 luftväxlingar (representerar kontor/industri med centralt luftintag).

Tabell B.11. *Andel omkomna och skadade vid stort utsläpp av giftig gas (ammoniak vid punktering av tank) för olika avstånd från utsläppspunkten, inomhus. Resultatet i kolumn till vänster representerar ett enskild äldre hus (i simuleringen antas 0,5 luftväxlingar och luftintag på 1 meters höjd) och den högra kolumnen ska representera t.ex. kontor (antar 3 luftväxlingar och luftintag på 5 meters höjd).*

Avstånd (meter)	Andel omkomna/svårt skadade inomhus (%)	
	0,5 luftväxlingar NH ₃	3 luftväxlingar NH ₃
~31	90/10	100/0
~73	12/72	84/16
~116	0/3	11/71
~158	0/0	0/26

I tabell B.12 redovisas andelen omkomna och svårt skadade utomhus vid medelstort och stort utsläpp. Förutom svårt skadade och omkomna kan även lindrig skadade förekomma.

Tabell B.12. *Andel omkomna och svårt skadade vid utsläpp av giftig gas (medelstort och stort utsläpp) för olika avstånd från utsläppspunkten, utomhus. Förutom omkomna och svårt skadade kan även lindrigt skadade förekomma.*

Avstånd (meter)	Andel omkomna/svårt skadade utomhus (%)	
	Medelstort utsläpp	Stort utsläpp
~6	100/0	100/0
~36-40	100/0	100/0
~50	91/9	100/0
~70	62/8	100/0
~100	11/72	100/0
~130	1/26	100/0
~150	0/26	100/0

B.4 Konsekvenser vid olycka med brandfarlig vara (klass 3)

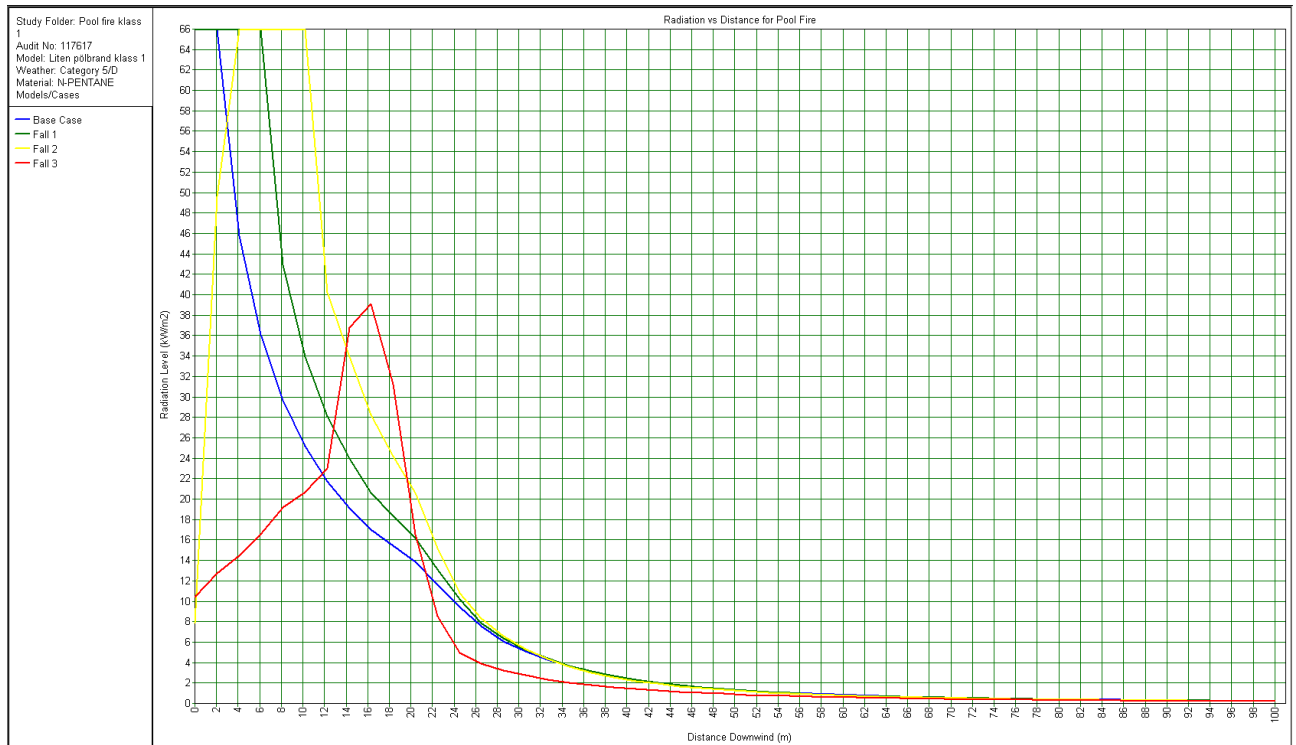
En tankbilsolycka som leder till utsläpp av brandfarlig vätska kan antändas och resultera i en pölbrand (brinnande vätska på marken). Beroende på utformning av området kring vägen kan vätskan antingen sprida sig närmre byggnader eller så kan en utspridning begränsas av exempelvis ett dike.

Det finns olika typer av brandfarlig vätska, vanligt förekommande är bensin och diesel. Bensin har en flampunkt under 21°C och kan antändas vid normala utomhusförhållanden medan brandfarlig vätska, av typen dieselolja, har högre flampunkt och förväntas inte antändas vid lägre temperatur än 55°C. Omkring 40 % av transporterade klass 3 produkter utgör väskor med låg flampunkt.

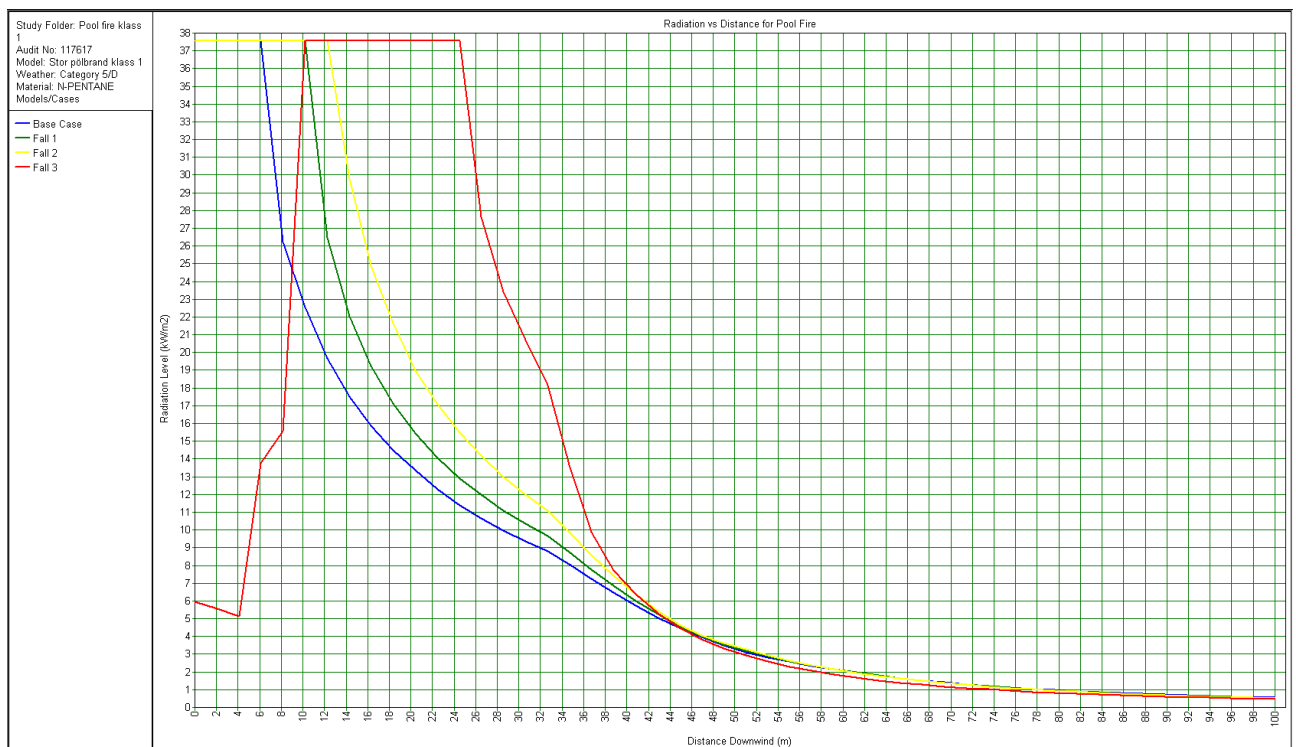
Ett utsläpp som inte antänds har främst en påverkan på miljön, skadliga konsekvenser för människor uppstår om vätskan antänds och bildar en pölbrand (brinnande vätska på marken). Hur stor pölbranden blir beror på storleken på utsläppet och pölens utbredning. Följande scenario har definierats:

- › Litet utsläpp: Bedöms inte ha någon påverkan på omgivningen
- › Medel utsläpp: Antas resultera i pölbrand på 50 m²
- › Stort utsläpp: Antas resultera i pölbrand på 200 m²

Strålningsnivåer som funktion av avstånd redovisas för 50 respektive 200 m² pölbrand i figur B.4 och B.5.



Figur B.4. Strålningsnivå i kW/m² på olika höjd över mark som funktion av avstånd. Brandscenario; pölbrand 50 m², bensin, vind 5 m/s. De olika fallen beskriver strålningen på olika höjd över marken (Base Case= 0 m, Fall 1=2 m, Fall 2=5 m och Fall 3=15 m). Not: Avstånd (x-axel) räknas från centrum av pöl



Figur B.5. Strålningsnivå i kW/m² på olika höjd över mark som funktion av avstånd. Brandscenario; pölbrand 200 m², bensin, vind 5 m/s. Not: Avstånd (x-axel) räknas från centrum av pöl

Strålningsnivåer för aktuella avstånd från transportled redovisas i tabell B.13.

Tabell B.13. Strålningsnivåer (avrundade värden i kW/m²) på marknivå respektive 15 meters höjd för brandarea 50 respektive 200 m².

Brandarea (m ²)	Strålning 0-20 m (kW/m ²)	Strålning 20-50 m (kW/m ²)	Strålning >50 m (kW/m ²)
50	>10	1-10	<1
	>10-40	1-10	<1
200	>12	2-12	<2
	>24	2-24	<2

Nedan följer en sammanställning av olika effekter/symptom vid olika strålningsnivåer:

Tabell B.14 Effekter/symptom vid olika strålningsnivåer.

Strålningsnivå	Effekt/symptom
6-7 kW/m ²	Smärta efter ca 8 sekunders exponering
10-11 kW/m ²	Smärta efter ca 3 sekunders exponering
13 kW/m ²	Outhärdlig smärta efter 2-3 sekunders exponering
16 kW/m ²	Blåsor och liknande brännskador uppstår efter ca 5 sekunders exponering
20 kW/m ²	Outhärdlig smärta efter ca 1 sekunders exponering

Dessa strålningsnivåer kan jämföras med den strålning som normalt solsken avger vilket ligger i storleksordningen 0,6-0,7 kW/m².

Långvarig strålning mot utrymmande personer får enligt Boverket inte överstiga nivåer om 2,5 kW/m². Kortvarig strålning får inte överstiga 10 kW/m².

Hur hög värmestrålning en person klarar av utan att erhålla skador beror bland annat på hur länge personen exponeras för strålningen. En person som blir varse en brand kommer troligtvis att försöka ta sig ifrån området och på så sätt kan graden av brännskada till viss del begränsas. Detta förutsätter dock att personen i fråga kan förflytta sig, blir varse branden samt reagerar tillräckligt fort för att kunna/hinna agera.

För byggnader finns följande gränsvärden beträffande strålning mot trä/brännbart material.

Tabell B.15. Gränsvärden beträffande strålning.

Strålningsnivå	Jämförelse/Gränsvärde
13 kW/m ²	Antändning av trä vid närvaro av en liten flamma
20 kW/m ²	Kriterie för överantändning i ett rum
29-30 kW/m ²	Spontan antändning av trä i det fria

Om strålningsnivån mot en byggnad kan begränsas till maximalt 15 kW/m² i minst 30 minuter föreligger det enligt Boverkets byggregler (BBR) inga brandtekniska krav på byggnadens fasad.

Brandtekniskt oklassat glas tål generellt en strålningsnivå upp till 7.5 kW/m² innan kollaps.

B.5 Konsekvenser vid utsläpp av oxiderande ämne

Till klass 5 hör oxiderande ämnen (klass 5.1) och organiska peroxider (klass 5.2) som vid upphettning, kontakt med organiska ämnen (t.ex. bensen eller motorolja) eller vid mycket kraftiga stötar kan få tillräckligt med energi för att spontant börja reagera och därefter orsaka brand eller i värsta fall explosion. Om ämnet, vid en olycka, endast läcker ut föreligger normalt ingen risk för personskada. Explosionsrisk föreligger ifall oxiderande ämne läcker ut och blandas med exempelvis fordonsbränsle, vilket kan ske ifall fordonstanken även skadas vid en olycka eller om andra fordon är inblandade.

Maximalt kan en explosiv blandning motsvarande ca 3 ton erhållas vid en olycka och konsekvenserna är lika de som uppstår vid olycka med massexplosiva ämnen.

Utöver explosion kan även en brand inträffa men konsekvensen (antalet omkomna) för ett sådant händelseförlopp bedöms vara relativt begränsad och ingår inte i de beräkningar som genomförs. I denna analys används en explosion, motsvarande 200 kg som dimensionerande scenario för olycka med oxiderande ämnen.

Utifrån beräkningar och antaganden som genomförts för massexplosiva ämnen görs följande bedömning beträffande antalet omkomna personer. Utöver dödsfall kan även personer skadas. Personskada kan uppkomma på grund av det direkta trycket men även av raserade väggar och tak, omkringflygande material och glassplitter. Personer kan även skadas av att de kastas omkull av tryckvågen.

Tabell B.16 *Andel omkomna av personer som befinner sig utomhus respektive inomhus på olika avståndsintervaller från en eventuell olycka med klass 5.1 produkter som resulterar i explosion motsvarande 200 kg. För bakgrund till bedömning hänvisas till kapitel om massexplosiva ämnen.*

Andelen omkomna	Ute	Inne
0-25 m	1	0,15
25-50m	1	0,05
50-75 m	0	0,01
75-100 m	0	0
100-250 m	0	0

Andel omkomna är behäftat med osäkerhet på grund av att det inte med säkerhet går att förutsäga det exakta händelseförloppet.

För jämförelse till beräkningar finns de uppgifter som sammanställs i Göteborgs översiktsplan (GÖP, 1999). Enligt Göteborg översiktsplan beräknas dödliga skador ske inom 30 meter och väggar kan raseras inom 70 meter ifrån explosionen med oxiderande ämnen.

Bilaga C - Indata för beräkningar

Nedan följer material och uppgifter för antaganden i beräkningar för antal transporter på Lagavägen förbi studerat område.

Genomsnittlig last:

Trafikanalys (Lastbilstrafik 2009, Statistik 2010:3) ger följande:

- › Antal transporter (svenska lastbilar, yrkesmässig trafik med last, inrikes och utrikes): ca $19 \cdot 10^6$ st
- › Lastad godsmängd (svenska lastbilar, yrkesmässig trafik, in- och utrikes): ca $300 \cdot 10^6$ ton

Detta ger en medellast av ca 16 ton.

Andel farligt godstrafik av tung trafik:

Trafikanalys (Lastbilstrafik 2009, Statistik 2010:3) ger följande:

- › Transportarbete (svenska lastbilar, yrkesmässig trafik, in- och utrikes): ca $33000 \cdot 10^6$ tonkm
- › Farligt gods (svenska lastbilar, in- och utrikes): ca $1400 \cdot 10^6$ tonkm

Detta ger andel farligt godstransporter av totala antalet godstransporter ca 4 %.

Bilaga D - Känslighetsanalys

Riskanalys innefattar ett betydande mått av osäkerhet på grund av bland annat litet statistiskt underlag över olyckor, i viss mån antaganden om persontäthet samt variabel konsekvens på grund av till exempel olika vädersituationer vid olyckstillfället.

Resultatet av analysen bygger på ett antal ansatser beträffande trafikunderlag för farligt gods, olycksscenario, olycksfrekvenser, mm. Utgångspunkten i gjorda antaganden och bedömningar har varit att dessa så långt som möjligt skall ”spegla den verkliga situationen” eller, i vissa fall, vara medvetet konservativa. Med begreppet "konservativa" avses här att bedömningarna leder till att risknivån överskattas. Målet är att erhålla en balanserad samlad bedömning.

Exempel på områden som kan påverka resultatet är:

- › Farligt gods (mängd, ämnen)
- › Omgivning (verksamheter, markanvändning och befolkningsmängd)
- › Olycksstatistik
- › Konsekvenser (brand, explosion, giftig gas, väderlek, topografi)
- › Metod för beräkning av risk

Genom att genomföra olika simuleringar och variera valda parametrar och situationer kan man få en bild om vad som mest påverkar resultatet.

Nedan diskuteras och presenteras några av de variabler och resultat som behandlats för att få en uppfattning om robustheten i de bedömningar som görs.

Farligt gods:

Mängder/ämnen som transporteras kan variera. Beräkningarna utgår ifrån olika källor vilka har räknats upp med 30 % för att representera antalet transporter år 2030. Uppräkningen av transporterat farligt bedöms som konservativ. Det finns inga prognoser som bekräftar en ökning av godstransporterna varför ytterligare känslighetsanalys inte genomförts.

Omgivning:

Hur många personer som befinner sig på området kan ha stor påverkan på resultatet för samhällsrisk. Störst påverkan har antaganden om människor som befinner sig utomhus nära vägområdet. Bedömningen är att uppskattningar om personintensiteten är robust och speglar föreslaget användningsområde.

Olycksfrekvens:

För resonemang och bedömningar kring olycksfrekvens hänvisas främst till bilaga A.

Konsekvenser:

Konsekvenserna av vissa händelser, t ex utsläpp av brandfarlig gas, är beroende på hur händelsen utvecklas - omedelbar antändning, fördröjd antändning av gasmoln, etc. Sannolikheter för dessa scenarier är baserade på tidigare COWI studier och beräkningar som genomförts i olika simuleringsprogram. Dessa ansatser stämmer i många fall väl överens med de ansatser som gjorts i (VTI, 1994) och Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods.

Generellt gäller att uppskattning av de konsekvenser som kan uppstå i form av omkomna och skadade personer i händelse av en farligt godsolycka baseras på Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, beräkningar utförda i Bfk (RIB, 2012) samt beräkningar i enlighet med de som beskrivs i bilaga B.

Metod för beräkning av risk:

I arbetet har, förutom ovan redovisad data, ytterligare ett antal ansatser gjorts som påverkar slutresultatet. Några av dessa redovisas nedan.

Indelning i analysområde

Vid beräkning av olycksfrekvenser har antagits att en olycka ska inträffa inom det studerade området för att påverka detta område. För händelser med stora konsekvensavstånd, t ex olycka med giftig gas, har frekvensfaktorn multiplicerats upp för att ta hänsyn till att det studerade området kan påverkas även av händelser utanför området.

Antagen placering av ”olyckscentrum”

Vid beräkning av samhälls- och individrisk har olyckan antagits inträffa på den ur risksynpunkt värsta punkten, d.v.s. mitt framför det studerade området.

Scenarioutveckling

Förutom inledande olycksfrekvenser så påverkas resultatet av de scenarioutvecklingar som antagits. Möjliga händelseutvecklingar och sannolikheter för dessa redovisas i Bilaga A och Bilaga B samt har diskuterats under ”Konsekvenser” ovan.

D.1 Diskussion kring skadade personer

I analysen har beräkningar baserats på bedömt antal *omkomna* vid olika olycksscenario. Det finns två huvudanledningar till detta:

- › De kriterier som används är baserade på antal omkomna
- › Tillgängliga beräkningsverktyg för att beräkna individrisk, och samhällsrisk i form av FN-kurvor beräknar antal omkomna.

Fördelarna med detta ligger i tydlighet och möjlighet att jämföra med andra risker i samhället. Nackdelar är att:

- › Samhället är utsatt för både dödsfalls- och skaderisker.
- › Vid vissa olyckor, t.ex. utsläpp av toxisk gas, kan antalet dödsfall vara begränsat, medan antalet skadade människor kan vara stort och betydligt högre än t.ex. vid en brandolycka.

Det skulle därför i princip vara önskvärt att kriterier för värdering av risk tog hänsyn till både skade- och dödsfallsrisker. Några olika metoder för detta har prövats internationellt:

- › Begreppet “motsvarande dödsfall” (användes bl.a. i Groningenkriteriet - ett tidigt Holländskt riskkriterium). Antalet skadade adderas där till antalet dödsfall genom bruk av viktfactorer, t.ex. 0,01 för lätt skadad och 0,1 för permanent skada.
- › Begreppet “farlig dos” som används i Storbritannien (HSE) istället för dödsfall i samband med kriterier för den fysiska planeringen. En “farlig dos” är definierad att orsaka följande effekter:
 - › Stora smärtor hos nästan alla personer.
 - › En stor del av de utsatta behöver läkarvård.
 - › Några personer är allvarligt skadade och behöver förlängd medicinsk vård.
 - › Några mycket känsliga personer kan omkomma.

Detta kräver dock att en “farlig dos” måste definieras för varje ämne.

- › Konsekvenskriterier som används i Australien (NSW kriterier). Dessa definierar skador i form av nivåer för värmestrålning, explosionsövertryck och exponering av toxisk gas. Den individuella skaderisken skall inte vara större än 10 till 50 gånger dödsfallsrisken, beroende på skadans allvarlighet.

Även om dessa metoder har den fördelen att de tar hänsyn till skadeeffekter så har de också vissa nackdelar:

- › Skada är ett begrepp som inte är lika klart definierat som dödsfall, eftersom skador kan vara olika allvarliga. Därmed måste skadefallskriterier definieras på ett mycket mer detaljerat sätt än dödsfallskriterier, vilka normalt förutsätter att "dödliga doser" finns definierade.
- › Riskanalyser och riskkriterier har utvecklats mot att beakta dödsfallsrisker och ett skadefallskriterium är därför svårt att jämföra med dessa.

Det bör också påpekas att även om det kan vara önskvärt att beakta skador på ett mer konkret sätt än vad som normalt görs i kvantitativa riskanalyser så finns det en koppling mellan antalet dödsfall och antalet skador, även om denna relation är olika för olika olyckstyper. Genom att kontrollera risk för dödsfall utövas därmed även, om än indirekt, kontroll över risk för skador.

För att *exemplifiera* förhållandet mellan omkomna och skadade ges nedan en kort sammanställning av några inträffade händelser och utredningar. *Man ska observera att händelserna/utredningarna är valda enbart för att ge exempel på förhållande mellan omkomna och skadade och inte för att de anses specifikt relevanta för den aktuella etableringen.*

Olycka med brandfarlig vara

Ett antal lastbilsolyckor med brandfarlig vara har inträffat både i Sverige och utomlands. Exempel på händelser i Sverige är Falkenberg 2005 och Kungälv 2012. Vid dessa händelser har lastbilsföraren omkommit medan övriga personer fått inga eller lindriga skador. Dessa händelser inträffade dock inte i tätbebyggt område. Förutsatt att brandspridning till omgivningen förhindras bedöms dock att antalet skadade personer kommer att vara lågt vid denna typ av händelser.

Olycka med brandfarlig gas

I Viareggio i Italien inträffade år 2009 en järnvägsolycka där en gasolvagn skadades och gas läckte ut. Gasen spreds bland småhusbebyggelse, antändes och orsakade en explosion med efterföljande brand. Omkring 1 000 personer i området kring stationen evakuerades eftersom det fanns risk att ytterligare tankar skulle rämna på grund av brandpåverkan. Händelsen resulterade i 32 omkomna och 26 skadade personer.

Olycka med giftig gas

I februari år 2005 spårade ett godståg med 780 ton klor i tolv vagnar ur i Ledsgård norr om Kungsbacka. Fyra av vagnarna skadades men något läckage uppstod ej.

I den utredning som FOI genomförde beräknades skadeutfall vid olika tänkbara scenarier (FOI, 2007). För det fall som betecknades som ”dimensionerande”, där en järnvägsvagns innehåll (ca 60 ton) antogs läcka ut under en timma bedömdes antalet omkomna, svårt skadade och lätt skadade till 1, 50 respektive 200.