

JUNI 2016

# RISKANALYS FÖR DETALJPLAN FÖR BACKPLAN



JUNI 2016

# RISKANALYS FÖR DETALJPLAN FÖR BACKAPLAN

PROJEKTNR. A081965  
DOKUMENTNR. A081965/4/02/RAP-001-Risakanalys för detaljplan för Backaplan  
VERSION 2.0  
UTGIVNINGSDATUM 2016-06-23  
UTARBETAD Maria Bergh, Christoffer Käck  
GRANSKAD Göran Davidsson, Christoffer Käck  
GODKÄND Gert Swenson



## Sammanfattning

Stadsbyggnadskontoret arbetar med att ta fram två nya detaljplaner; *Handel vid Backaplan* samt *Backaplan Centrumbebyggelse och knutpunkt*, vilka är belägna i stadsdelen Lundby. Backaplan är en del av Älvstaden och utvecklas i enlighet med Vision Älvstaden, antagen av kommunfullmäktige i oktober 2012. Backaplan har en god potential för att skapa en levande socialt hållbar blandstad med bebyggelse, platser och stråk som bidrar till stadens och regionens utveckling.

Området avgränsas i öster av Lundbyleden som idag är primärled för farligt gods. Stenas hamnverksamhet med farligt gods i Frihamnen har upphört och därför finns eventuell möjlighet till nedklassning av Lundbyleden. Hamnbanan och Kville bangård är belägna i nära anslutning (<150 meter) till planområdena och även här transporteras/rangeras farligt gods.

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. Vidare syftar riskanalysen till att utreda möjlig nedklassning av Lundbyleden som farligt godsled.

Avseende nedklassning av Lundbyleden, som idag är klassad som primär transportled för farligt gods, bedömer COWI att en nedklassning till sekundär transportled är möjlig. Göteborgs stad planerar att förändra även områdena runt Backaplan (ex. Ringön) till områden med blandstadskaraktär. När en sådan förändring är genomförd bedöms Lundbyleden kunna klassas som förbudszon med avseende på transporter av farligt gods, förutsatt att inga nya större målpunkter etablerar sig.

I de riktlinjer för riskhanteringsprocessen som presenteras i GÖP (1999) anges att området inom 30 meter från väggkant/närmsta spår till farligt godsled skall utgöras av ett bebyggelsefritt område. Syftet med ett bebyggelsefritt område (0-30 meter) är att:

- › Förhindra att ett avåkande fordon kommer i konflikt med byggnader. Detta för att undvika förvärrad situation genom skada på farligt godsbehållare och/eller byggnad.

- › Möjliggöra räddningsinsatser.
- › Begränsa antalet personer som påverkas av en eventuell olycka.

Avståndet utgör dessutom en reduktion av buller och möjliggör för eventuella kompletteringar av riskreducerande åtgärder vid förändrad risksituation. Ny bebyggelse planeras precis intill Lundbyleden vilket medför att ett bebyggelsefritt område 0-30 meter från Lundbyleden inte uppfylls. Som tidigare nämnts bedöms Lundbyleden dock kunna klassas ner till sekundär transportled för farligt gods. Det bebyggelsefria området mellan Hamnbanan och ny bebyggelse samt Kville bangård och ny bebyggelse kommer att vara betydligt större än 30 meter.

Enligt de riktlinjer för riskhanteringsprocessen som presenteras i GÖP (1999) anges att kontor ska placeras på större avstånd än 30 meter respektive 50 meter från transportled för farligt gods, järnväg respektive väg. Enligt samma riktlinjer anges att bostäder ska placeras på större avstånd än 80 meter respektive 100 meter från transportled för farligt gods, järnväg respektive väg. Delar av ny bebyggelse följer inte dessa riktlinjer med avseende på närheten till Lundbyleden då bostäder planeras ca 15 meter från vägen och kontor/verksamheter, handel och offentlig verksamhet planeras alldeles intill vägen. Som poängterats tidigare bör det noteras att Lundbyleden bedöms kunna klassas ner till sekundär transportled för farligt gods. Ny bebyggelse i form av kontor/verksamheter och handel följer riktlinjerna avseende närheten till järnväg där farligt gods transporteras då dessa planeras som närmast ca 90 meter respektive 110 meter från Hamnbanan respektive Kville bangård. Ny bostadsbebyggelse följer till stor del dessa riktlinjer, endast en byggnad är beläget ca 70 meter från Hamnbanan, i övrigt följs riktlinjerna med avseende på närheten till Hamnbanan och Kville bangård. I GÖP (1999) finns inga specifika avstånd till offentlig verksamhet så som skolverksamhet.

I den riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods (2006) som Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län gemensamt har tagit fram framgår att bostäder, handel och centrum bör förläggas i zon C där zon A är zonen närmast vägen (se figur 2). Enligt samma riktlinjer bör kontor placeras som närmast i zon B. Planerad bebyggelse bedöms i stort följa dessa riktlinjer med avseende på Hamnbanan och Kville bangård bortsett från bostadshus och offentlig verksamhet (skolverksamhet) som planeras som första radens bebyggelse mot studerade farligt godsleder. Planerad bebyggelse bedöms inte följa riktlinjerna med avseende på närheten till Lundbyleden. Som poängterats tidigare bör det noteras att Lundbyleden bedöms Lundbyleden kunna klassas ner till sekundär transportled för farligt gods.

Jämfört med DNV's kriterier hamnar den samlade individrisken 0-50 meter från Lundbyleden (inomhus och utomhus), utan hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder, på en nivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad nytta synpunkt. När hänsyn tas till rekommenderade skyddsåtgärder reduceras risknivån. Detta innebär att endast den samlade individrisken utomhus 0-50 meter från Lundbyleden hamnar på en nivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad nytta synpunkt. På större avstånd hamnar den samlade individrisken på en nivå som anses som låg och där behov av ytterligare skyddsåtgärder ej anses föreligga.

Jämfört med DNV:s kriterier hamnar den samlade samhällsrisk, utan hänsyn till studerade skyddsåtgärder, över DNV:s övre kriterie, se figur 18. Detta innebär att risken inte bedöms som acceptabel. När hänsyn tas till rekommenderade skyddsåtgärder reduceras samhällsrisk till en nivå under DNV:s övre kriterie, under kriteriet för kontor enligt GÖP och över kriteriet för bostäder enligt GÖP. Detta innebär att ytterligare skyddsåtgärder skall vidtagas ifall det är kostnadsmässigt rimligt enligt DNV:s kriterie och att samhällsrisk inte överskrider kriteriet för kontor i GÖP men överskrider kriteriet för bostäder i GÖP, se figur 19. De händelser som drar upp den samlade samhällsrisk till en risknivå över kriteriet för bostäder i GÖP är BLEVE och olycka med giftig gas. Det bör noteras att det planeras bostäder, handel och offentlig verksamhet inom det studerade området. Baserat på fördelningen av den planerade bebyggelsen inom området, se kapitel 3.1, bedöms det rimligt att i det här fallet i första hand jämföra samhällsrisk mot kriteriet för kontor i GÖP.

Beräknade risknivåer bedöms som rimliga när hänsyn tas till rekommenderade skyddsåtgärder. Vidare följer placeringen av ny bebyggelse riktlinjerna i GÖP (1999) avseende placering intill Hamnbanan och Kville bangård. Planerad bebyggelse följer inte riktlinjerna i GÖP (1999) avseende Lundbyleden om Lundbyleden betraktas som en primär transportled för farligt gods (vilket den idag är klassad som). Baserat på riskanalysen bedöms dock Lundbyleden kunna klassas ner till sekundär transportled för farligt gods.

Baserat på inventeringen och resultaten från beräkningar av individ- och samhällsrisk bedöms föreslagen exploatering med avseende på omfattning och geografisk placering i närheten av Lundbyleden, Hamnbanan och Kville bangård möjlig förutsatt att föreslagna skyddsåtgärder/skyddsavstånd beaktas vid ny bebyggelse. Notera att detta enbart gäller vid den markanvändning som presenteras under kapitel 3. Utifrån beräkningar, kriterier, platsspecifika förhållanden och kvalitativa värderingar görs följande bedömningar gällande skyddsåtgärder för området:

- › Ett bebyggelsefritt område skall upprättas 0-15 meter från Lundbyleden. Bebyggelsefritt område skall ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Det bebyggelsefria området kan användas för ytparkering, lokalväg samt GC-bana.
- › Barriär/skydd mellan studerat område och Lundbyleden skall finnas som motverkar att vätska kan rinna in på området. Förslag på barriär kan vara: vall, dike eller plank/vägg som är tät i nedkant. Exempel på barriär som bedöms uppfylla åtgärdskravet är den barriär som finns utmed området Porslinsfabriken sydväst om studerat område. Med tanke på förutsättningar längs studerad sträcka utmed Lundbyleden kan flera olika lösningar vara aktuella längs med hela sträckan.
- › Barriär/skydd mellan studerat område och Lundbyleden skall finnas som förhindrar mekanisk konflikt mellan avåkande fordon (även tyngre fordon som lastbilar) och planerad bebyggelse. Exempel på barriär som bedöms uppfylla åtgärdskravet är den barriär som finns utmed området Porslinsfabriken sydväst om studerat område. Med tanke på förutsättningar

längs studerad sträcka utmed Lundbyleden kan flera olika lösningar vara aktuella längs med hela sträckan.

- › Entréer/varuintag ska inte vetta mot Lundbyleden och Hamnbanan, kravet gäller första radens bebyggelse.
- › Inom 50 meter från Lundbyleden skall utrymning bort från Lundbyleden vara möjlig.
- › Ny bostadsbebyggelse skall ej placeras som första radens bebyggelse mot Lundbyleden 0-30 meter ifrån Lundbyleden.
- › Ny bebyggelse av offentlig karaktär så som skola, kulturhus, etc. skall ej placeras som första radens bebyggelse mot Lundbyleden. Kravet gäller ej kontor/verksamheter och handel.
- › Fasadkrav för ny bebyggelse (som vetter mot Lundbyleden inom 0-30 meter från Lundbyleden): Alla fasader inklusive tak skall utformas med ytskikt i obrännbart material. Eventuella fönster ska vara EI30-klassade.
- › Fasadkrav för ny bebyggelse (som vetter mot Lundbyleden inom 30-50 meter från Lundbyleden): Alla fasader inklusive tak skall utformas med ytskikt i obrännbart material. Eventuella fönster ska vara E30-klassade (vädringsläge är tillåtet).
- › Balkonger skall ej uppföras på fasad som vetter mot Lundbyleden, kravet gäller för första radens bebyggelse mot Lundbyleden.
- › För bebyggelse 0-100 meter från Hamnbanan ska fönster/glaspartier i fasad som vetter mot Hamnbanan förstärkas så att större splitterskador motverkas vid en explosion. Exempel på en åtgärd som bedöms uppfylla detta krav är att förse fönster/glaspartier med plastfilm.
- › Ventilationsintag skall placeras högt upp och vetta bort från Lundbyleden/Hamnbanan. Kravet gäller all ny bebyggelse inom 150 meter från Hamnbanan.
- › Åtgärd som reducerar spridning av giftig gas in på studerat planområde ska uppföras. Åtgärden ska reducera spridningen av giftig gas för dimensionerande scenarion i denna rapport (medelstort och stort utsläpp) i en sådan omfattning att antalet omkomna (utomhus) vid en olycka bedöms reduceras med 50%. *Exempel* på åtgärd som bedöms uppfylla detta krav är att första radens byggnader placeras på ett sådant sätt att de utgör en tät sammanhängande bebyggelse som kan liknas vid en skyddande "skärm" för bakomliggande byggnader, se bilaga C avsnitt C.1.3.2. Notera att "skärmen" inte behöver utgöras av en byggandskropp utan att skyddet bedöms kunna uppnås genom att flera byggnader binds samman, exempelvis på det sätt som presenteras i figur C.5 i bilaga C. Öppningar för erforderlig trafik bedöms möjliga, vid dessa öppningar bedöms det alltså inte nödvändigt att binda samman byggnadskroppar. Lägsta byggnadshöjd enligt de förutsättningar som presenteras i kapitel 3 bedöms som tillräcklig höjd.

Notera att angivna avstånd i ovan listade skyddsåtgärder avser avstånd från närmsta väggkant/spår om inget annat anges. 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 och



det minsta avstånd som anges i kapitel 3. Notera även att skydd avseende dimensionering mot explosion har studerats och inte bedömts försvarbart ut kostnads-nytta-synpunkt, se bilaga D. Notera även att COWI bedömer att ytterligare skyddsåtgärder behöver utvärderas om bebyggelse av offentlig karaktär så som skola, kulturhus, etc. fortsättningsvis planeras som första radens bebyggelse mot Lundbyleden.

Vid en eventuell nedklassning av Lundbyleden till sekundär transportled för farligt gods bedöms ovanstående skyddsåtgärder fortfarande vara erforderliga. Skulle Lundbyleden ingå i förbudsområde görs bedömningen att följande skyddsåtgärder ej anses erforderliga:

- › Ett bebyggelsefritt område skall upprättas 0-15 meter från Lundbyleden. Bebyggelsefritt område skall ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Det bebyggelsefria området kan användas för ytparkering, lokalväg samt GC-bana.
- › Barriär/skydd mellan studerat område och Lundbyleden skall finnas som motverkar att vätska kan rinna in på området. Förslag på barriär kan vara: vall, dike eller plank/vägg som är tät i nedkant. Exempel på barriär som bedöms uppfylla åtgärdskravet är den barriär som finns utmed området Porslinsfabriken sydväst om studerat område. Med tanke på förutsättningar längs studerad sträcka utmed Lundbyleden kan flera olika lösningar vara aktuella längs med hela sträckan.
- › Inom 50 meter från Lundbyleden skall utrymning bort från Lundbyleden vara möjlig.
- › Ny bostadsbebyggelse skall ej placeras som första radens bebyggelse mot Lundbyleden 0-30 meter ifrån Lundbyleden.
- › Fasadkrav för ny bebyggelse (som vetter mot Lundbyleden inom 0-30 meter från Lundbyleden): Alla fasader inklusive tak skall utformas med ytskikt i obrännbart material. Eventuella fönster ska vara EI30-klassade.
- › Fasadkrav för ny bebyggelse (som vetter mot Lundbyleden inom 30-50 meter från Lundbyleden): Alla fasader inklusive tak skall utformas med ytskikt i obrännbart material. Eventuella fönster ska vara E30-klassade (vädringsläge är tillåtet).

Notera att kravet avseende bebyggelsefritt område 0-15 kommer att behöva ersättas med krav på bebyggelsefritt område avseende trafiksäkerhet om Lundbyleden ingår i förbudsområde.

# INNEHÅLL

Sammanfattning	I
1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte, 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
2.4 Klassning av transportleder	9
3 Förutsättningar	10
3.1 Beskrivning av studerat område	10
3.2 Sammanställning av personintensitet	19
3.3 Närliggande verksamheter	20
4 Trafik och transporter med farligt gods	21
4.1 Hamnbanan	21
4.2 Bohusbanan	24
4.3 Kville bangård	24
4.4 Lundbyleden	27
5 Utredning av eventuell nedklassning av Lundbyleden mellan Brunnsbomotet och Brantingmotet	32
5.1 Förutsättningar nuvarande klassning av Lundbyleden	32
5.2 Nuläge och framtida utveckling	33
5.3 Alternativa transportvägar för farligt gods	34
5.4 Behovsanalys av farligt godsled i området	35

6	Bedömning av sannolikhet och konsekvens för olycka vid transport av farligt gods	37
6.1	Faror vid olycka med farligt gods	37
6.2	Farligt godsolycka	38
6.3	Olycka med massexplosivt ämne (klass 1.1)	39
6.4	Olycka med kondenserad brandfarlig gas (klass 2.1)	40
6.5	Olycka med kondenserad giftig gas (klass 2.3)	41
6.6	Olycka med brandfarlig vätska (klass 3)	42
6.7	Olycka med oxiderande ämne (klass 5)	42
6.8	Beräkning av sannolikhet för identifierade olyckshändelser	43
6.9	Konsekvenser av identifierade händelser	43
7	Bedömning av risknivå	44
7.1	Individrisk för studerat område	44
7.2	Samhällsrisk för aktuellt område	47
7.3	Diskussion kring resultat	50
7.4	Diskussion kring skadade personer	51
8	Osäkerhets- och känslighetsdiskussion	54
9	Slutsats och skyddsåtgärder	55
9.1	Skyddsåtgärder	57
10	Referenser	60
Bilaga A - Beräkning av sannolikhet för olycka		63
A.1	Olycka med massexplosivt ämne	65
A.2	Olycka med brandfarlig gas (propan)	67
A.3	Olycka med giftig gas	70
A.4	Olycka med brandfarlig vätska bensin	71
A.5	Olycka med oxiderande ämne	72
A.6	Riskreducerande faktorer	74
A.7	Resultat av beräkningar	74
Bilaga B - Bedömning av konsekvenser		76
B.1	Konsekvenser för massexplosivt ämne (klass 1.1)	78
B.2	Konsekvenser för utsläpp av brandfarlig gas vid olycka	82
B.3	Konsekvenser vid utsläpp av giftig gas	86
B.4	Konsekvenser vid olycka med brandfarlig vara (klass 3)	88
B.5	Konsekvenser vid utsläpp av oxiderande ämne	91

Bilaga C – Fördjupning riskreducerande åtgärder map utsläpp av giftig gas (klorgas)	92
C.1. Indata vid beräkningar	92
C.2 Spridning av klorgas	92
C.3 Analys avseende effekt av riskreducerande åtgärd (giftig gas/klor)	98
C.1.4 Känslighetsanalys	100
Bilaga D - Känslighetsbedömningar	101
Bilaga E - Indata farligt gods på Hamnbanan	105
<b>NOT. Bilaga E redovisas i ett separat dokument</b>	

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Stadsbyggnadskontoret arbetar med att ta fram två nya detaljplaner; *Handel vid Backaplan* samt *Backaplan Centrumbebyggelse och knutpunkt*, vilka är belägna i stadsdelen Lundby. Backaplan är en del av Älvstaden och utvecklas i enlighet med Vision Älvstaden, antagen av kommunfullmäktige i oktober 2012. Backaplan har en god potential för att skapa en levande socialt hållbar blandstad med bebyggelse, platser och stråk som bidrar till stadens och regionens utveckling.

Området avgränsas i öster av Lundbyleden som idag är primärled för farligt gods. Stenas hamnverksamhet med farligt gods i Frihamnen har upphört och därför finns eventuell möjlighet till nedklassning av Lundbyleden. Hamnbanan och Kville bangård är belägna i nära anslutning (<150 meter) till planområdena och även här transporteras/rangeras farligt gods.

## 1.2 Syfte, omfattning och avgränsning

Uppdraget innebär att genomföra en riskanalys i syfte att klarlägga de risker som finns och/eller kan komma att uppstå i Backaplanområdet, vilka åtgärder som kan vidtas för att minska riskpåverkan, samt vad som krävs för att möjliggöra nedklassning av Lundbyleden. Uppdraget omfattar följande:

Steg 1: klarlägga befintlig riskbild<sup>1</sup> för båda planområdena.

Steg 2: utreda möjlighet, trafikförutsättningar, till nedklassning av Lundbyleden.

Steg 3: ange förslag till lämpliga riskreducerande åtgärder/förändring av infrastruktur.

---

<sup>1</sup>Med riskbild avses här riskbild med avseende på transporter av farligt gods förbi området.

I uppdraget ingår att ta ställning till eventuella nödvändiga förändringar av detaljplanerna samt vilka tekniska skyddsåtgärder som behöver vidtas för att kunna tillåta den tänkta förtätningen.

Utifrån nuvarande situation med exponering för risker från transportleder och järnväg, som brand, värmestrålning, pölbränder, jetstrålar etc, behöver detaljplanerna specialstuderas utifrån detta, och klarlägga en befintlig riskbild i området samt de konsekvensåtgärder och vilken förändrad infrastruktur som krävs för möjlighet till nedklassning av Lundbyleden (om så anses påkallat). Hamnbanans påverkan vid Backaplansområdets utbyggnad ska även utredas. Bohusbanan är belägen på större avstånd är 150 meter från studerat område och ingår därför inte i denna riskanalys.

Riskanalysen omfattar identifiering av skadehändelser samt beskrivning av mängder och typer av farligt gods som bedöms transporteras på Lundbyleden och Hamnbanan förbi området. Riskanalysen omfattar även identifiering av skadehändelser samt beskrivning av mängder och typer av farligt gods som bedöms hanteras på Kvillebangården. Baserat på detta genomförs, dels en kvalitativ bedömning av risker för skadehändelser, dels sannolikhets- och konsekvensberäkningar 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.

Riskanalysen är genomförd med avseende på den verksamhet som planeras för området och som beskrivs i denna analys. Annat användningsområde med förändrad personintensitet eller förändrad placering av byggnader och verksamheter kan påverka riskbilden och den bedömning som görs.

Brand i byggnader eller risker för miljön ingår inte. 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 risknivån 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. Samhällsrisk kommer även att jämföras med kriterier i Göteborgs översiktsplan.



### 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.

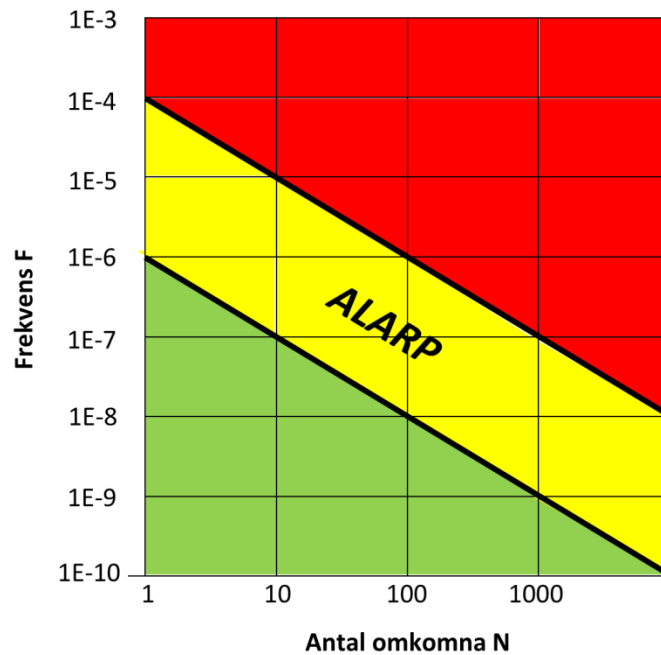
#### Samhällsriskkriterier

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 acceptabel 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).

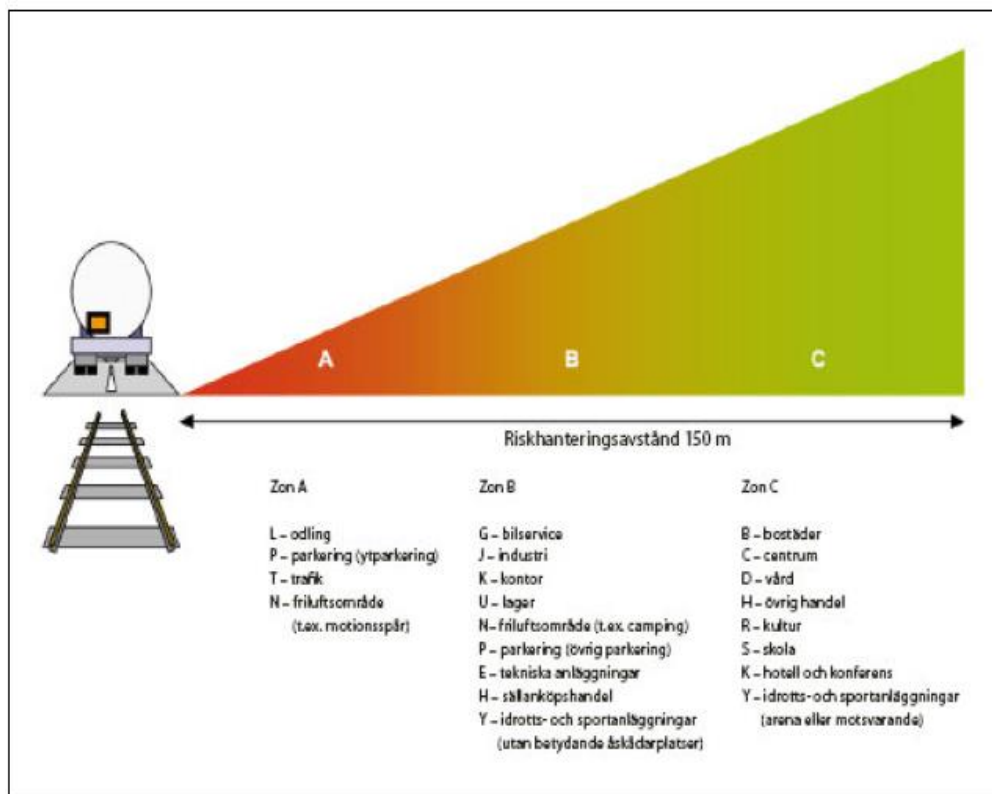
För risknivåer som ligger däremellan ska rimliga säkerhetshöjande åtgärder värderas ur kostnads-nytta synpunkt. Detta område kallas ALARP-området och representeras av gult område i figur 1.



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

### 2.3.2 Riskpolicy från Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län

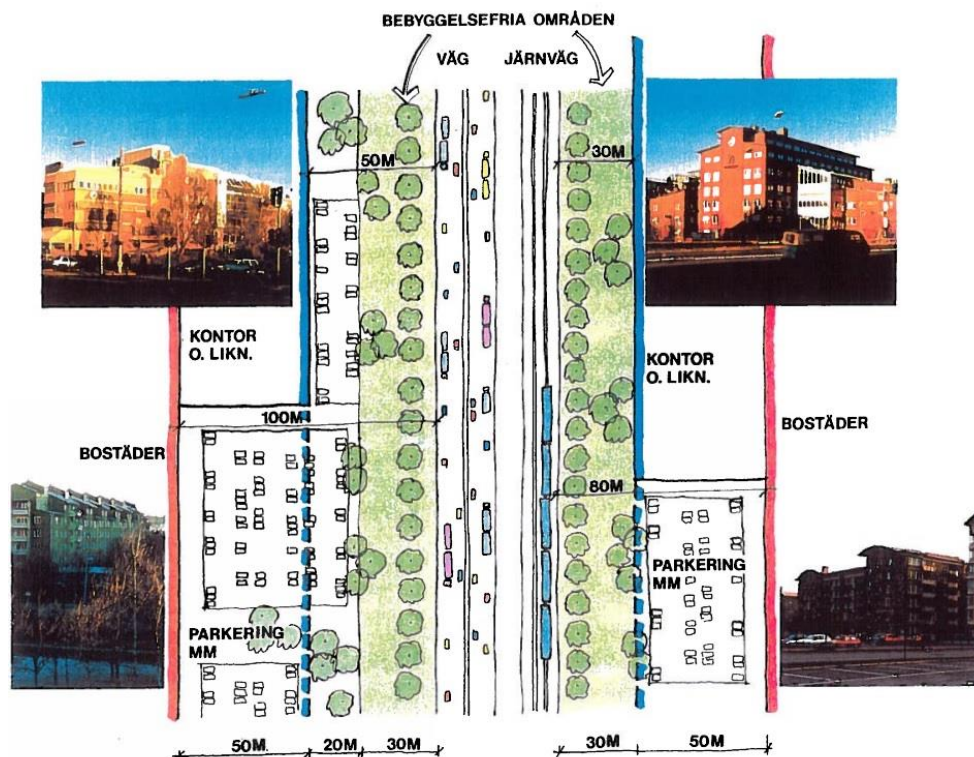
Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län har gemensamt tagit fram en riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods (2006). Enligt dessa skall riskhanteringsprocessen beaktas vid all nybyggnation inom 150 meters avstånd ifrån farligt godsled. I Länsstyrelsens policy finns inga exakta avstånd för tillåten markanvändning utan zonerna är glidande och beroende på platsspecifika egenskaper och förhållanden, se figur 2. Området i zon A, som är zonen närmast vägen, föreslås exempelvis användas till ytparkeringar, väg och odling. Zon B i den glidande skalan kan exempelvis användas för kontor, lager, parkeringshus och sällanköpshandel och markanvändning i zon C föreslås vara bostäder, annan handel, skola, hotell och konferens.



**Figur 2.** Zonindelning där zonerna representerar föreslagen markanvändning utmed transportled för farligt gods. Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län.

### 2.3.3 Göteborgs översiktsplan

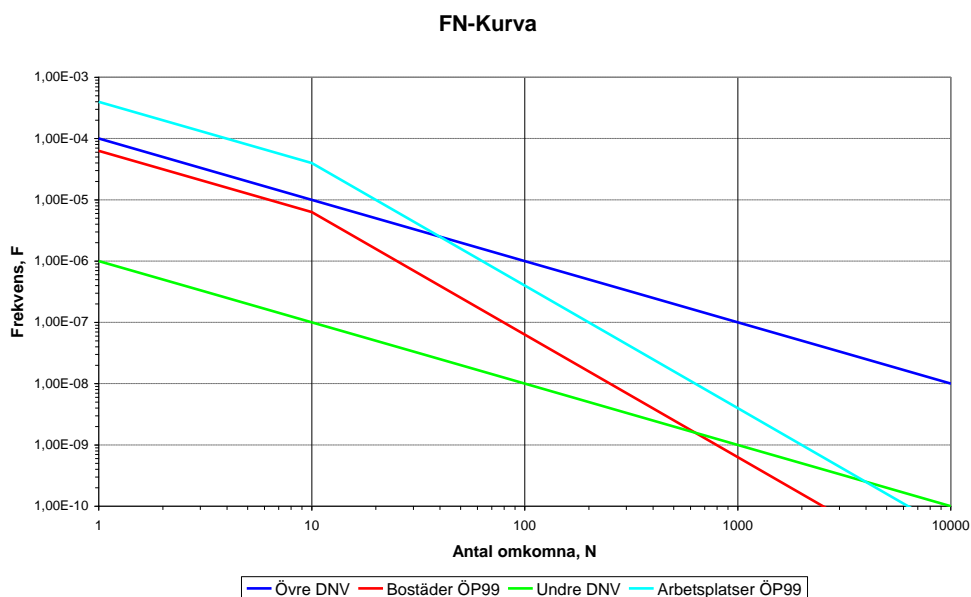
Enligt Göteborgs översiktsplan skall ett bebyggelsefritt område upprättas 30 meter på ömse sidor av leder med farligt gods. Det bebyggelsefria området kan exempelvis användas för ytparkering. Enligt samma översiktsplan kan kontor och liknande verksamheter placeras på avstånd längre än 30 respektive 50 meter ifrån järnväg respektive väg (farligt godsled). Enligt översiktsplanen kan bostäder placeras 80 respektive 100 meter ifrån järnväg respektive väg. Avstånd till olika sorters etableringar, exempelvis bostäder och arbetsplatser, i enlighet med Göteborgs översiktsplan redovisas i figur 3. Notera att dessa avstånd anger avstånd mätt från väggkant/banvall.



**Figur 3.** Avstånd till olika sorters etableringar, exempelvis bostäder och arbetsplatser, i enlighet med Göteborgs översiktsplan. (GÖP, 1999)

I Göteborgs översiktsplan fördjupad för farligt gods finns även förslag på kriterier för samhällsrisk för bostäder och arbetsplatser. I figur 4 presenteras ett FN-diagram med DNV:s kriterier samt kriterier för arbetsplatser och bostäder som tillämpas i Göteborg och kommer ifrån Göteborgs översiktsplan fördjupad för farligt gods.

DNV's förslag (grön och blå linje i figur 4) visar två nivåer, mellan dessa nivåer anses att skyddsåtgärder bör värderas. Kriterier enligt Göteborgs översiktsplan presenteras som röd linje (kriteriet för bostäder) och turkos linje (kriteriet för arbetsplatser).



**Figur 4.** FN-kurva med föreslagna riskkriterier enligt Göteborgs översiktsplan och DNV. DNV's förslag (grön och blå linje) visar två nivåer, mellan dessa nivåer anses att skyddsåtgärder bör diskuteras. Från Göteborg översiktsplan fördjupad för farligt gods kommer de andra två kriterierna som beskriver kriterier för arbetsplatser och bostäder (röd och turkos linje). I figuren har kriterierna anpassats till en sträcka på 2000 meter.

## 2.4 Klassning av transportleder

I Västra Götalands län sker en indelning av det rekommenderade vägnätet för farligt gods i primärt och sekundärt vägnät. I dessa län används det primära vägnätet för genomfartstrafik och utgör stommen. På primära vägar transporteras ofta större mängder farligt gods. Det sekundära vägnätet är inte avsett för genomfartstrafik, utan ska användas för transporter mellan det primära vägnätet och leverantör eller mottagare av farligt gods. Mängden farligt gods som transporteras på sekundära vägar är oftast mindre men inte obetydligt.

Länsstyrelsen i Västra Götalands län har lokala trafikföreskrifter om transport av farligt gods i Göteborg kommun där de pekar ut vilka leder som är primära och sekundära transportleden för farligt gods. I dessa föreskrifter föreskriver Länsstyrelsen i Västra Götalands län även restriktioner för vissa av lederna samt förbudsområden.

## 3 Förutsättningar

I detta kapitel beskrivs de grundläggande förutsättningarna för studien såsom, områdesbeskrivning, planerad verksamhet samt personintensitet.

### 3.1 Beskrivning av studerat område

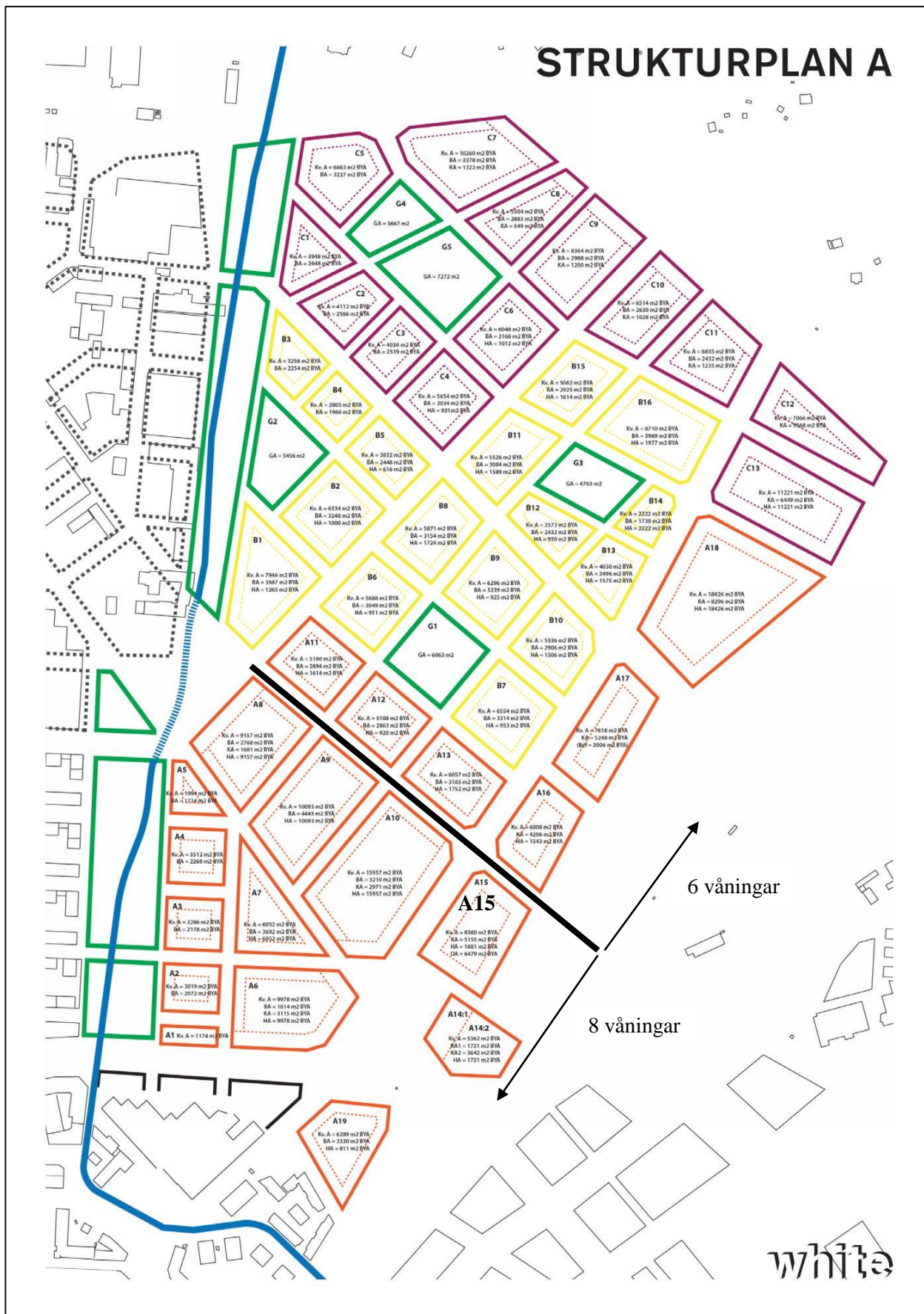
Stadsbyggnadskontoret arbetar med att ta fram två nya detaljplaner; *Handel vid Backaplan* (gulmarkerat område) samt *Backaplan Centrumbebyggelse och knutpunkt* (blåmarkerat område), belägna i stadsdelen Lundby, se figur 5. Dessa två detaljplaner motsvarar studerat område.



**Figur 5.** Studerat område är markerat med gult respektive blått.

Struktur och färdplan för Backaplan visar en samlad stadsbyggnadsidé och mål för Backaplans utveckling. I figur 6 presenteras strukturplanen för det studerade området där areor för planerad bebyggelse presenteras tillsammans med vilken typ av verksamhet som planeras. I figur 7, figur 8 och figur 9 illustreras vilka delar av byggnaderna som planeras att utgöras av handel, kontor/verksamheter samt bostäder. Notera att handel endast planeras i bottenplan. Byggnaderna antas vara 6 respektive 8 våningar höga, se figur 6. Notera att offentlig verksamhet, exempelvis skolverksamhet, planeras som första radens bebyggelse mot Lundbyleden, se byggnad A15 i figur 6. Notera även att det finns planer på bostadsbebyggelse och skolverksamhet även inom detaljplanen *Handel vid Backaplan* (gulmarkerat område i Figur 5).

Planområdena är belägna inom stadsdelen Lundby och ägs främst av enskilda fastighetsägare. Området avgränsas i öster av Lundbyleden som idag är primärled för farligt gods. Det bör dock noteras att Stenas hamnverksamhet med farligt gods i Frihamnen har upphört och därför finns eventuell möjlighet till nedklassning av Lundbyleden, se kapitel 4.4 samt kapitel 5. Även Hamnbanan och Kville bangård är belägna i nära anslutning (<150 meter) till planområdena och här transporteras/rangeras farligt gods. I figur 10, figur 11 och figur 12 presenteras ungefärliga avståndsangivelser från Lundbyleden, Hamnbanan samt Kville bangård till det studerade området.



Figur 6. Strukturplan över studerat område.





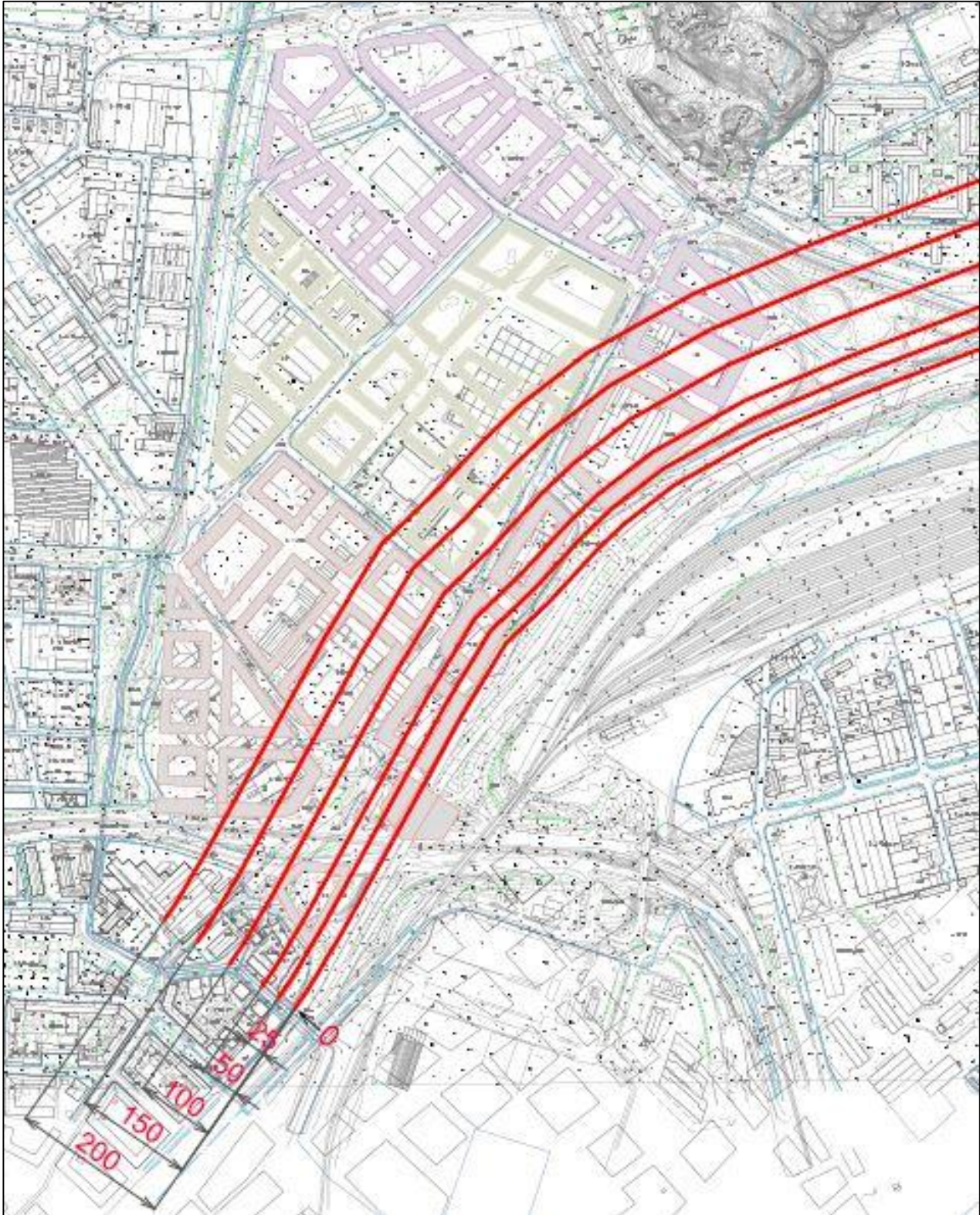
Figur 7. Strukturplan över studerat område, mörkgrå områden markerar handel.



**Figur 8.** Strukturplan över studerat område, mörkgrå områden markerar kontor/verksamhet.



Figur 9. Strukturplan över studerat område, mörkgrå områden markerar bostäder.



**Figur 10.** Ungefärliga avståndsangivelser från Lundbyleden (närmsta vägkant) till studerat område.



**Figur 11.** Ungefärliga avståndsangivelser från Hamnbanan (närmasta spår) till studerat område.



**Figur 12.** Ungefärliga avståndsangivelser från Kville bangård (närmsta spår) till studerat område.

### 3.2 Sammanställning av personintensitet

Personintensiteten för planerad bebyggelse bedöms utifrån de beskrivningar och figurer som presenteras i kapitel 3.1. Hänsyn till personer som nyttjar parkering inom området har tagits vid bedömning av antal personer inom respektive användningsområde.

#### Användningsområde: Kontor/verksamheter

- › Det är antaget att kontor/verksamheter har en personintensitet om 0,04 personer/m<sup>2</sup> (Länsstyrelsen i Hallands län, 2011b).
- › Vidare antas att kontoren/verksamheterna är bemannade mellan kl. 07-19 med en belägningsgrad på 95 % inomhus och 5 % utomhus.

#### Användningsområde: Handel/Offentlig verksamhet

- › Det är antaget att handel/offentlig verksamhet har en personintensitet om 0,04 personer/m<sup>2</sup>.
- › Vidare antas att handel/offentlig verksamhet är bemannade mellan kl. 07-19 med en belägningsgrad på 80 % inomhus och 20 % utomhus.

#### Användningsområde: Bostäder

- › Det är antaget att det bor 1 person per 25 m<sup>2</sup> bostadsyta.
- › Vidare antas att 30 % av personerna är hemma dagtid (kl. 07-19) och att 95 % av dessa vistas inomhus och att resterande 5 % vistas utomhus. Under kvällen och natten (kl. 19-07) antas 90 % av personerna vara hemma. Av dessa antas 99,5 % vistas inomhus och 0,5 % vistas utomhus.

Den uppskattade personintensiteten bedöms sammantaget vara konservativ. En sammanställning av personintensiteten presenteras i tabell 1.

**Tabell 1.** Personantal som används vid beräkningar, avstånd räknat från närmsta väggkant för Lundbyleden.

Avstånd Lundbyleden (meter)	Population Dag		Population Kväll/Natt	
	Tid	07-19	Tid	07-19
	Ute	Inne	Ute	Inne
0-25	89	1163	2	370
25-50	126	1723	2	555
50-100	190	1994	1	0
100-150	292	2569	5	1036
150-200	261	1865	11	2235

### 3.3 Närliggande verksamheter

Ingen verksamhet i närliggande område bedöms påverka riskbilden för det studerade 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-<sup>2</sup> och RID-klasser<sup>3</sup> 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 bensen
- › Klass 5.1 Oxiderande ämnen, exempelvis väteperoxid

### 4.1 Hamnbanan

Hamnbanan är en av Sveriges viktigaste järnvägsänkar och har till uppgift att göra det möjligt för godstrafiken, från hela Norden, att nå hamnområdena i Göteborg. Hamnbanan är nästan 10 km lång och belägen på Hisingen. Hamnbanan är idag enkelspårig men en utbyggnad till dubbelspårig bana planeras för tillfället. (Trafikverket, 2013a) Högsta tillåtna hastighet (STH) för Hamnbanan förbi Kvillebangården kommer efter utbyggnation att vara 70 km/h. (Trafikverket, 2012)

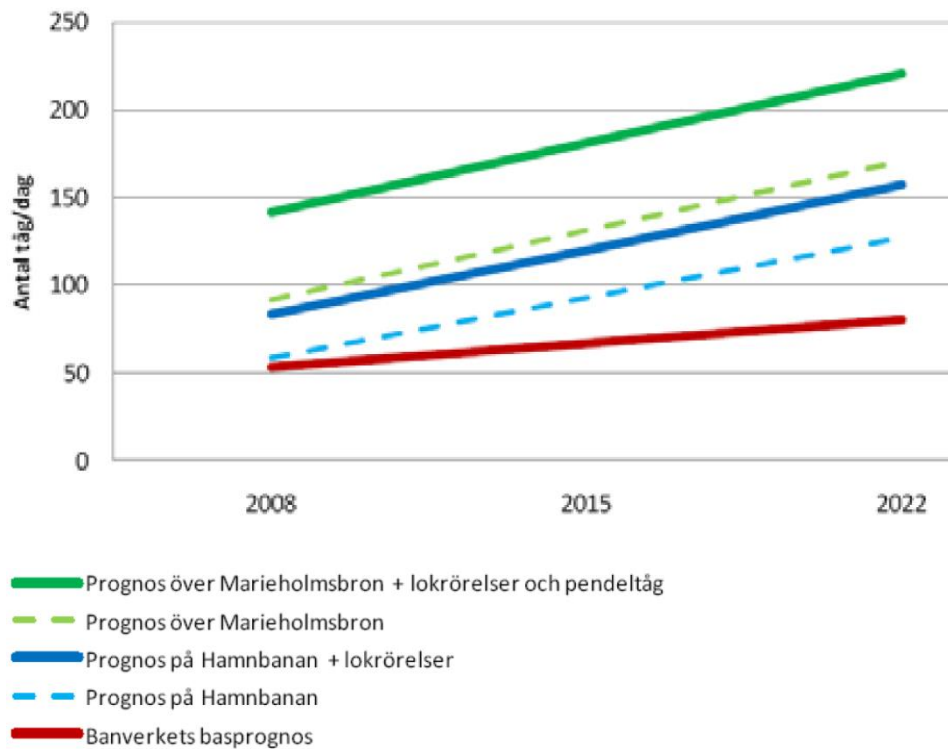
Utbyggnad till dubbelspårig bana möjliggör en kapacitetshöjning i storleksordningen från ca 50 transporter per dygn (18 250 transporter/år) upp till ca 125 (45 625 transporter/år) transporter per dygn fram till 2022, se figur 13. Hur stor

<sup>2</sup> ADR=European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road

<sup>3</sup> RID=Regulations Concerning the International Carriage of Dangerous goods by rail

andel av ökningen som motsvaras av transporter av farligt gods är okänt (Räddningstjänsten, 2011). Enligt Räddningstjänsten (2011) kan tydliga högtrafikstider för Hamnbanan förväntas vara mellan kl. 04.00 och 09.00 och mellan 15.00 och 20.00.

Hamnbanan är idag signalreglerad och fjärrstyrd och ingår i Göteborgs närställverksområde och styrs från trafikledningscentralen i Göteborg. (Banverket, 2006a) På Kvillebangården är idag 4 sidospår signalreglerade, läs mer i kapitel 4.3. (Banverket, 2006b) Alla anslutningar från Hamnbanan till bangårdar och industrispår är signalreglerade och på de områden som inte är signalreglerade ansvarar växlingspersonalen för säkerheten. Hamnbanan är dimensionerad för en största tillåten axellast (STAX) på 25 ton och lastprofil C. Automatiskt säkerhetssystem (ATC) finns på sträckan mellan Marieholmsbron och Kvillebangården. (Banverket, 2006a)



**Figur 13.** Kapacitetshöjning på Hamnbanan, se streckad ljusblå linje. (Räddningstjänsten, 2011)

#### 4.1.1 Farligt gods på Hamnbanan

Det finns inga restriktioner gällande vilka ämnesklasser av farligt gods som får transporteras på Hamnbanan. Vidare finns det inga restriktioner gällande när på dygnet som transport av farligt gods får ske.

För denna analys baseras beräkningar på uppgifter från Trafikverket gällande farligt godstransporter år 2012 på Hamnbanan. (Trafikverket, 2013c) Dessa uppgifter redovisas inte i denna rapport utan i en konfidentiell bilaga, se tabell E.1 i bilaga E. Antal vagnar med farligt gods på Hamnbanan år 1999 och 2009, vilka

redovisas i tabell 2, ger dock en indikation på vilka mängder av farligt gods som transporteras på Hamnbanan idag.

**Tabell 2.** Antal vagnar med farligt gods på Hamnbanan 1999 och 2009.(SSPA, 2002) (COWI, 2011a)

Farligt godsklass	Antal vagnar/år 1999	Antal vagnar/år 2009
1.1 Masseexplosiva ämnen	11*	2
2.1 Brandfarliga gaser	2229	**
2.3 Giftiga gaser	557	3470**
3 Brandfarliga vätskor	6798	15708
4. Brandfarliga ämnen	223	21
5 Oxiderande ämnen	780	1602
6. Giftiga/smittsamma ämnen	2229	12
7. Radioaktiva ämnen	***	0
8. Frätande ämnen	334	341

\* Antal vagnar explosiva varor var 111, bedömningen har gjorts att 10 % av dessa var masseexplosiva ämnen.

\*\* Gaser har angetts som en totalsumma och inte fördelat på brandfarliga respektive giftiga gaser.

\*\*\* Uppgift saknas.

Vid en jämförelse av värdena i tabell 2 och de uppgifter som erhållits från Trafikverket (2013c) kan det konstateras att produkter av:

- › klass 1.1, 2.1 och 2.3 idag transporteras i ungefär samma omfattning som år 1999,
- › klass 3 och 7 idag transporteras i ungefär samma omfattning som år 2009,
- › klass 4 och 6 idag transporteras i en större omfattning än 2009 men i en lägre omfattning är 1999,
- › klass 5 och klass 8 idag har ökat jämfört med 1999 och 2009.

Uppgifterna i tabell 2 redovisar att antalet transporterade vagnar med farligt gods kan variera över åren. Mängder och ämnen som transporteras på järnvägen styrs efter vad kunder efterfrågar och är därmed inte konstanta. Enligt Green Cargo (2011) (som är en av de största aktörerna beträffande transporter av farligt gods) har dock inga nämnvärda förändringar skett från 2006 till 2011 då mängden transporterat gods minskade under lågkonjunkturen (2009-2010) och inte riktigt har kommit upp på de nivåer som rådde innan nedgången. Enligt MSB (tidigare Räddningsverket) finns det ingen enskild prognos för transport för farligt gods. I denna rapport utgår beräkningar från 20 % högre transportvärden jämfört mot dagens värden, detta för att representera ett framtidsscenario år 2035. Denna uppräkningsbedömning bedöms vara konservativ.

Följande antagande har gjorts för att räkna fram antal transporterade vagnar inom varje RID-klass:

- › 10 % av klass 1 produkterna (explosiva ämnen) utgör massexplosiva ämnen

## 4.2 Bohusbanan

Bohusbanan går mellan Göteborg och Strömstad. Sträckan Göteborg/Kville – Uddevalla är knappt 9 mil lång och enkelspårig med mötesspår på driftplatserna. Bohusbanan är elektrifierad i hela sin längd och är idag fjärrstyrd. (Trafikverket, 2013d) Bohusbanan är belägen på större avstånd är 150 meter från studerat område och ingår därför inte i denna riskanalys.

## 4.3 Kville bangård

Kville bangård är belägen vid östra delen av Hamnbanan vid förgreningen mellan Bohusbanan och Hamnbanan. Kville bangård har idag fyra funktioner: (Banverket, 2006b)

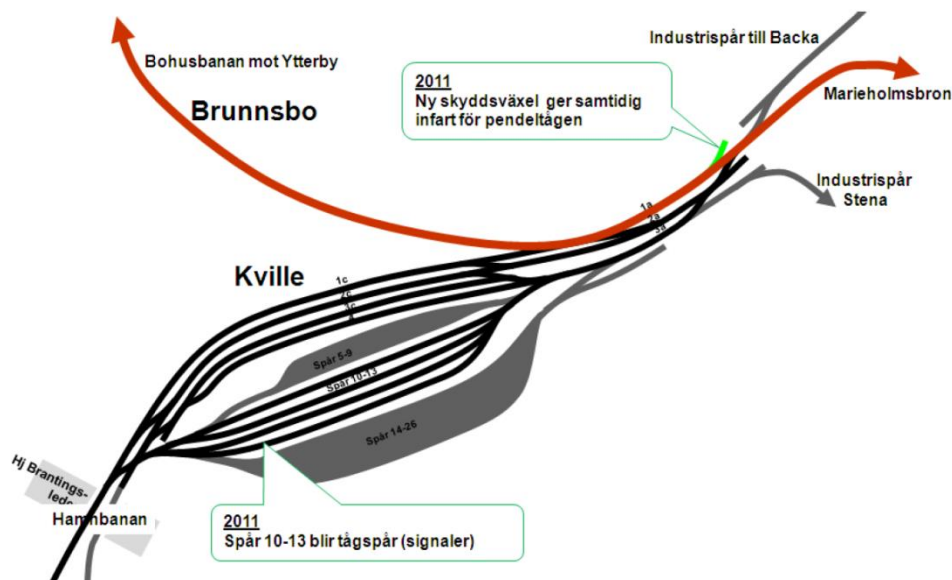
- › Tågmagasin – För tåg som väntar på att fortsätta till Pölsebo resp. över Marieholmsbron till Marieholm/Sävenäs/Gubbero.
- › Tågbildning för Volvo, Arendal, Höke, Oljehamnen och Backa. Hopkoppling av tåget, bromsprov och tillkoppling av tågloket (ofta ellok).
- › Parkering för tomvagnar. Godsvagnar som är ”korttidsarbetslösa” i väntan på uppdrag.
- › Reparationsspår för trasiga godsvagnar. Vagnar som vid lossning upptäcks vara för trasiga för att få gå i trafik.

Utöver detta används östra änden av Kville bangård för möten mellan korta persontåg till och från Bohusbanan. Persontågen väntar då på östra Kville innan de kör vidare norrut på Bohusbanan eller innan de fortsätter från Bohusbanan över Marieholmsbron.

Ett problem inom hamnområdet är kapacitetsbrist då hamnen inte kan ta emot alla vagnar i långa tåg. Vid dessa tillfällen ställs resterande vagnar upp på Älvsborgsbangården, Centralharpan och Skandiangården vilket resulterar i att de inte kan ta emot tåg. När detta händer körs övertaliga vagnar tillbaka till Kville bangård för att sedan köras tillbaka vid senare tillfälle när kapacitet finns igen. (Banverket, 2006c)

Kville bangård bedöms idag ha kapacitet för ca 88 tåg per dygn, se figur 14 för översiktlig bild av Kville bangård (Banverket, 2006c). Bangården har idag 26 spår varav 8 spår är elektrifierade och 4 spår är signalreglerade (Banverket 2006a). Vilka spår som idag är elektrifierade respektive oelektrifierade visas i figur 14. Spåren på Kville bangård används idag enligt följande:

- > Spår 1 – 4 trafikeras av genomgående trafik till och från Skandiahammen och är elektrifierade samt utrustade med signaler för både tågfarande och växling.
- > Spår 5 – 9 samt spår 14 - 25 används som uppställningsspår och är oelektrifierade. Spår 5 – 9 är signalreglerade, spår 14 - 25 saknar signalreglering.
- > Spår 10 – 13 är elektrifierade och signalreglerade. Spår 10 – 13 används som nod för avgående tåg från Kville.



**Figur 14.** Översiktbild av Hamnbanan – Kvillebangården - Bohusbanan. (Trafikverket, 2010)

Utbyggnaden av Hamnbanan till dubbelspårig bana kommer att medföra en ökning av trafiken på Kville bangård, vilket kommer att ställa högre krav på bangårdens kapacitet. Trafikverket planerar att bygga om Kville bangård för att öka möjligheten för fler simultana tågrörelser, längre förbigångsspår och bättre anslutningar till bangårdsspårerna. Trafikverket planerar även att byta ett flertal växlar samt bygga om växlar för att skapa bättre anslutning till spårerna som går över Hjalmar Brantingsleden samt att säkerställa en framtida dubbelspårsanslutning till Bohusbanan. (Trafikverket, 2013b)

### 4.3.1 Farligt gods på Kvillebangården

I dagsläget gäller följande huvudprinciper för hantering av farligt gods på Kville bangård:

- > Farligt gods till/från Skandia / Älvsborgshamnen: Detta gods går på Hamnbanan, spår 1-4, till/från Sävenäs, hanteras ej på Kville.
- > Bohusbanan: Huvudsakligen farligt gods till/från Stenungsund, går till/från Sävenäs, hanteras ej på Kville.

- › Olja/Gasol från oljehamn, depå / raffinaderi: Vagnar från Oljehamnen sätts samman till heltåg i Oljehamnen/Pölsebo och dras med diesellok till Kville, går här oftast in på spår 10-13 för lokbyte till ellok innan transport till Sävenäs. Motsvarande gäller för tomma vagnar åt andra hållet. Oljetåg till Jönköping, kommer till Hamnbanan 14.00, står till 02.00 innan avgång till Jönköping. I övrigt sker sällan uppställning av farligt gods över natten på Kville. Däremot händer det att tomvagnar står kvar på bangården om det inte finns plats i Oljehamnen.
- › Gasolvagnar från Shell: Dessa hämtas från Hökebangården, tas upp till Kville där man bygger tåg för vidare transport.

Det sker sällan någon rangering av vagnar på Kville, men det händer vid enstaka tillfällen, då t ex vagn ska tas ut från vagnset för reparation.

Baserat på ovanstående hanteras inte den huvudsakliga uppdelningen av farligt gods till/från Älvsborgshamnen på bangården, medan gods till/från Oljehamnen/raffinaderierna hanteras på Kville bangård. Den bedömning som gjorts är att gods av klass 2.1 (brandfarliga gaser) och klass 3 (brandfarliga vätskor) till absolut största delen utgörs av transporter till/från oljehamnen/raffinaderierna, medan övriga klasser huvudsakligen utgörs av transporter till/från Älvsborgs-/Skandiahamnen. För att ta hänsyn till att en viss andel av godset till/från Älvsborgs-/Skandiahamnen trots allt kan komma att hanteras på bangården ansätts en fördelning enligt tabell 3. Antal vagnar med farligt gods som, baserat på detta, antas hanteras på Kville bangård redovisas i tabell E.2 i bilaga E.

**Tabell 3.** Uppskattad andel av vagnar med farligt gods på Hamnbanan som hanteras på Kville bangård.

Farligt godsklass	Uppskattad andel (%)
1.1 Masseexplosiva ämnen	10
2.1 Brandfarliga gaser	100
2.3 Giftiga gaser	10
3 Brandfarliga vätskor	100
4. Brandfarliga ämnen	10
5 Oxiderande ämnen	10
6. Giftiga/smittsamma ämnen	10
7. Radioaktiva ämnen	-
8. Frätande ämnen	10

Utifrån dagsläget kan det antas att bangårdshanteringen av farligt gods huvudsakligen sker på spår 10 – 13. För att ta hänsyn till möjliga framtida förändringar i trafikeringen på Hamnbanan och nyttjande av bangården antas i beräkningarna emellertid att bangårdshanteringen av farligt gods sker på den spårgrupp som ligger närmast det studerade området vilket bidrar till en konservativ bedömning av risknivån med avseende på Kville bangård.

### 4.3.2 Inträffade händelser på Kville bangård

En undersökning av inträffade händelser på Kville bangård har genomförts, se tabell 4 och tabell 5. Två källor har använts:

1. Trafikverkets olycksrapporteringsdatabas, Synergi
2. Insatsstatistik från Räddningstjänsten Göteborg

**Tabell 4.** *Rapporterade händelser i Synergi, perioden 2010.01.01 - 2013.05.31*

Kategori	Antal
OSPA (obehörig stoppsignalpassage)	7
Otillåtet spårbeträdande/vandalism	7
Teknisk avvikelse	3
Persontillbud	2
Uppkörd växel	2
Urspårning	2
Regelavvikelse	1
Ej specificerad	1
Totalt	25

**Tabell 5.** *Räddningstjänstens insatsstatistik perioden 2000.01.01 – 2013.05.31*

Händelse	År-Månad
Urspårning av vagn med gasol. Inget läckage.	2009-12
Frontalkrock mellan två godståg med urspårning och mindre läckage av diesel som följd. Godstågen var ämnade för fordontransport och metallskrot.	2008-06
Personer fått starkström genom sig från ledningar	2005-11
Frontalkrock mellan godståg och lok med urspårning och mindre läckage av diesel som följd. Godståget var ämnat för järn(skrot?)	2002-02
Övrigt: Diverse bränder i det fria i anslutning till bangården samt på spåren, en del relaterat till kabelbränning, andra mer oklara.	

Både Räddningstjänstens insatsrapporter och Synergirapporterna pekar på att otillåtet spårbeträdande/vandalism är ett problem inom området. Inga händelser med utsläpp av farligt gods har noterats. De två händelser med utsläpp av diesel som Räddningstjänsten rapporterat antas härröra från drivmedelstankar.

## 4.4 Lundbyleden

Lundbyleden ansluter mot väg E6 vid Tingstadstunneln i öster och E6.20 vid Älvsborgsbron i väster. Avsnittet mellan Ringömotet, Brunnsbomotet, Leråkersmotet och Brantingmotet utgör primär transportled för farligt godstransporter (Länsstyrelsen, 2013). Avsnittet mellan Brantingmotet och Brunnsbomotet passerar Backaplan varför samtliga klasser av farligt gods får transporteras förbi det aktuella planområdet.

De västligaste 2 kilometrarna av Lundbyleden utgörs av Lundbytunneln vilken enligt de lokala trafikföreskrifterna om transporter av farligt gods tillhör tunnelkategori E (Länsstyrelsen, 2013). Tunnelkategori E innebär förbud mot transport av allt farligt gods i fordon som är märkningspliktiga med undantag av ett fåtal farligt gods tillhörande klass 6.2 (smittfarligt ämne), 7 (radioaktiva ämnen) och 9 (övriga farliga ämnen). Dessa klasser bedöms vanligtvis inte vara dimensionerande med avseende på olyckor med farligt gods då de antingen har ett begränsat konsekvensområde eller är mycket sällan förekommande.

På grund av förbudet mot transporter av majoriteten av farligt godsklasser genom Lundbytunneln och även Tingstadstunneln bedöms ingen genomfartstrafik med farligt godstransporter förekomma på Lundbyleden.

#### 4.4.1 Målpunkter i området

Målpunkter för farligt gods i området har identifierats genom företagssök på Eniro. Uppgifterna har sedan stämts av med Räddningstjänsten Storgöteborg. Totalt har 15 målpunkter identifierats, se tabell 6.

Det finns även ett antal mindre verksamheter med verkstads- och industrikaraktär i området och närområdena, exempelvis bilverkstäder. Dessa bedöms hantera bland annat gasflaskor med brännbar gas i mindre omfattning, men hantering bedöms dock vara liten varför transporter av farligt gods till dessa verksamheter har utelämnats från inventeringen. Denna osäkerhet hanteras delvis genom att transporter av gasflaskor till de större verksamheterna i närområdet tagits i beaktning då det bedöms som troligt att leverans av gasflaskor till flera olika verksamheter sker med samma transport.

Tidigare transporterades även större mängder farligt gods till Stena Scanrails färjeläge i Frihamnen. Denna verksamhet har dock från och med augusti 2015 flyttat från Frihamnen varför denna målpunkt inte längre är relevant.



**Tabell 6. Identifierade målpunkter i närområdet.**

Verksamhet	Adress
<i>Större verksamheter i närområdet</i>	
Volvo Lastvagnar	Gropegårdsgatan 417 15 Göteborg
Volvo Penta	Gropegårdsgatan 11 417 15 Göteborg
Veolia Transport Bussdepå	Deltavägen 13 417 05 GÖTEBORG
<i>Bensinstationer i närområdet</i>	
Preem automatstation	Lundby Hamngatan 1 Frihamnsmotet 417 55 GÖTEBORG
Preem	Arvid Lindmangatan 18 417 26 GÖTEBORG
OKQ8	Inlandsgatan 52 417 15 GÖTEBORG
OKQ8	Gropegårdsgatan 417 15 GÖTEBORG
OKQ8	Sommarvädersgatan 1 418 33 GÖTEBORG
Statoil	Hjalmar Brantingsgatan 418 71 GÖTEBORG
Statoil	Säterigatan 10 Eriksberg 417 64 GÖTEBORG
St1	Gustaf Daléngsgatan 21 417 05 GÖTEBORG
INGO	Minelundsvägen 5 Aröds Industriområde 417 05 GÖTEBORG
INGO	Polstjärnegatan 9 B 417 56 GÖTEBORG
Fordonsgas tankställe	Gjutjärngatan 1 417 07 GÖTEBORG
Fordonsgas tankställe	Deltavägen 417 05 GÖTEBORG

#### 4.4.2 Inventering

Den inventering som utförts avseende transporter av farligt gods på Lundbyleden har genomförts som en fördjupad inventering och har helt och hållet baserats på mail- och telefonkontakter med ansvariga vid de potentiella målpunkter som identifierats i området.

De större verksamheterna i närområdet har goda kunskaper om vilka klasser och mängder farligt gods som levereras och sänds iväg. De har även viss kunskap om

vilka vägar det farliga godset tar till och från deras verksamhet. Verksamheterna hanterar en mängd olika typer av farligt gods men majoriteten utgörs av diesel, spillolja och spolarvätska, dvs farligt gods klass 3 (brandfarlig vätska). Även en mindre mängd brandfarlig gas och litium jonbatterier hanteras.

De bensinstationer som kontaktats har generellt ingen eller mycket liten kunskap om vilka vägar transporter av farligt gods tar till deras verksamhet. De har dock god kunskap om vilka klasser och mängder som transporteras. Samtliga bensinstationer som har kontaktats erhåller transporter av bensin och diesel. Vissa erhåller även transporter av E85. Fordonsgas tankställen erhåller överhuvudtaget inga transporter av farligt gods då dessa istället tar sin gas från stadsnätet för naturgas.

Det har endast gått att få information om antal transporter från ca hälften av bensinstationerna i området. Till följd av detta har den totala mängden farligt gods klass 3 (brandfarlig vätska) som transporteras till bensinstationerna delvis baserats på en uppskattning av transporter för de stationer där information inte gått att erhålla. De bensinstationer vilka lämnat information avseende antal transporter erhåller mellan 6 och 17 transporter per månad av farligt godsklass 3. Baserat på detta har antalet transporter till de bensinstationer för vilka information inte erhållits uppskattats till 12 transporter per månad.

I tabell 7 redovisas det samlade antalet farligt godstransporter till de identifierade målpunkterna i området. De transporter för vilka man kan utesluta att de inte använder Lundbyleden redovisas inte i tabellen. Detta innefattar bland annat transporter av diesel till Volvo Lastvagnar. Vidare redovisas antalet transporter endast för respektive farligt godsklass och inte för respektive målpunkt. Information om antalet transporter till respektive målpunkt är möjligt att erhålla från COWI på förfrågan.

**Tabell 7.** Antal transporter av farligt gods på Lundbyleden baserat på genomförd inventering.

Farligt godsklass	Antal transporter per år
2.1	18
3	1516
9	15
Varierande styckegods (okänd klass)	52

Specifika transporter till Ringön har inte gått att identifiera och ingår därför inte i tabell 7. Antalet transporter i tabell 7 bedöms ändå vara en konservativ sammanställning då:

- › Transporter till bensinstationer antas gå endast till en enda bensinstation. I realiteten är det troligt att en transport kan leverera drivmedel till flera bensinstationer i närområdet.
- › Det antas att samtliga transporter av drivmedel till bensinstationerna använder Lundbyleden. Att detta verkligen är fallet bedöms inte troligt då de i själva verket snarare borde komma västerifrån, från hamnen eller raffinaderierna

väster ut på Hisingen. Att passera Lundbyleden är då ingen naturlig väg till målpunkterna. Detta gäller särskilt avsnittet mellan Brunnsbomotet och Brantingmotet.

En sannolikare verklig omfattning av transporter av farligt godsclass 3 (brandfarlig vätska) på Lundbyleden är lägre än vad som anges i tabell 7. Det har dock inte gått att verifiera transportvägar av drivmedel till bensinstationerna.

De transporter av farligt godsclass 2.1 (brandfarlig gas) som identifierats och presenteras i tabell 7 utgörs av transporter av gasflaskor med vätgas och acetylen. Dessa transporter utgör inte genomfartstrafik utan leveranser till lokala målpunkter. Det bedöms vara låg sannolikhet att dessa transporter skall resultera i de dimensionerande scenarion med klass 2.1 vilka presenteras i bilaga A och bilaga B.

Sammanfattningsvis bedöms omfattningen av farligt godstransporter på Lundbyleden, särskilt mellan Brunnsbomotet och Brantingmotet, idag vara liten. Av anledningar som nämns i kapitel 5 bedöms antalet farligt godstransporter på den aktuella sträckan snarare minska än öka i framtiden varför ingen uppräknig av antalet transporter för ett framtidsscenario har gjorts.

## 5 Utredning av eventuell nedklassning av Lundbyleden mellan Brunnsbomotet och Brantingmotet

Detta avsnitt utgår delvis ifrån den inventering som gjorts med avseende på Lundbyleden, se kapitel 4.4. I detta avsnitt utreds om en klassificering av Lundbyleden som sekundärled är möjlig alternativt om rekommendationen av transportled kan tas bort och att Lundbyleden kan ingå i förbudsområdet. Att utreda möjligheten att klassa upp vägar som idag ingår i förbudsområde för att möjliggöra en nedklassning av Lundbyleden ingår inte i denna riskanalys.

Länsstyrelsen har ett helhetsansvar avseende transportleder för farligt gods och måste väga in många olika aspekter i sina bedömningar, exempelvis:

- › De utpekade vägarna måste vara långsiktigt hållbara och ta hänsyn både till nuläge och framtida transportbehov och önskemål om stadsutveckling.
- › De utpekade vägarna ska både tillgodose verksamheternas behov av rationella transporter av farligt gods och samhällets krav på säkerhet för hälsa, miljö och egendom.
- › Förbud mot vissa ämnen/transporter på vissa leder kan skapa andra vägval som kan ha oönskade effekter

### 5.1 Förutsättningar nuvarande klassning av Lundbyleden

Det rekommenderade vägnätet för transport av farligt gods är uppdelat på följande sätt:

- › Det primära vägnätet bildar stommen i det rekommenderade vägnätet och används för genomfartstrafik. Det går ofta stora mängder och olika typer av farligt gods på dessa vägar.

- › Det sekundära vägnätet är främst avsett för lokala transporter från det primära vägnätet och leverantör eller mottagare av farlig verksamhet. Det sekundära vägnätet bör inte användas för genomfartstrafik.

Bakgrunden till att Lundbyleden mellan Brunnsbomotet och Brantingmotet idag klassas som primär transportled för farligt gods har inte gått att få ett entydigt svar på. Efter diskussion med Länsstyrelsen i Västra Götalands län framgår dock att den verksamhet som Stena tidigare hade i Frihamnen, varifrån M/S Stena Scanrail fraktade främst lastbilar till/från Fredrikshamn i Danmark, är en trolig orsak till nuvarande klassning (Länsstyrelsen, 2016). Denna verksamhet är dock flyttad sedan augusti 2015 (GP, 2015).

## 5.2 Nuläge och framtida utveckling

Bebyggelsen på Norra Älvstranden var tidigare kraftigt dominerad av varvs- och annan industriverksamhet. Under de senaste 20 åren har dock området mellan Älvsborgsbron och Göta älvbron genomgått en radikal förvandling, där varvs- och industriverksamheten har bytts ut mot bostäder, universitet och verksamheter mer inriktade mot högteknologi. Den planerade utvecklingen av Backaplan framgår av de planer som presenteras av Älvstranden Utveckling AB (2016):

*"Backaplan är ett stort område, med ett centralt läge och bra kommunikationer. Strax intill byggs Kvillebäcken, som nu är inne på sista etappen och redan idag är ett attraktivt bostadsområde med butiker och saluhall. Och i takt med att Frihamnen, Ringön och andra älvnära områden bebyggs och befolkas, blir Backaplan en ännu tydligare del av centrala Göteborg. Inom ett tjugooårs perspektiv räknar vi med att kunna bygga 4 000–5 000 nya lägenheter på Backaplan, samt att dubblera handelsytorna."*

Ovanstående vision bedöms i förlängningen leda till att en stor del av de mindre verksamheter med verkstads- och industrikaraktär som idag finns på och runt Backaplan, exempelvis bilverkstäder, kommer att försvinna. Antalet bensinstationer, vilket idag är högt i området kring Backaplan, bedöms i framtiden minska när bebyggelsen byter karaktär. Slutligen ligger Veolia Transports bussdepå på Deltavägen inom det aktuella planområdet och denna kommer enligt redovisade utbyggnadsplaner inte att ligga kvar när nya Backaplan är fullt utbyggt. Större delen av de målpunkter som idag finns i området bedöms därmed i framtiden försvinna.

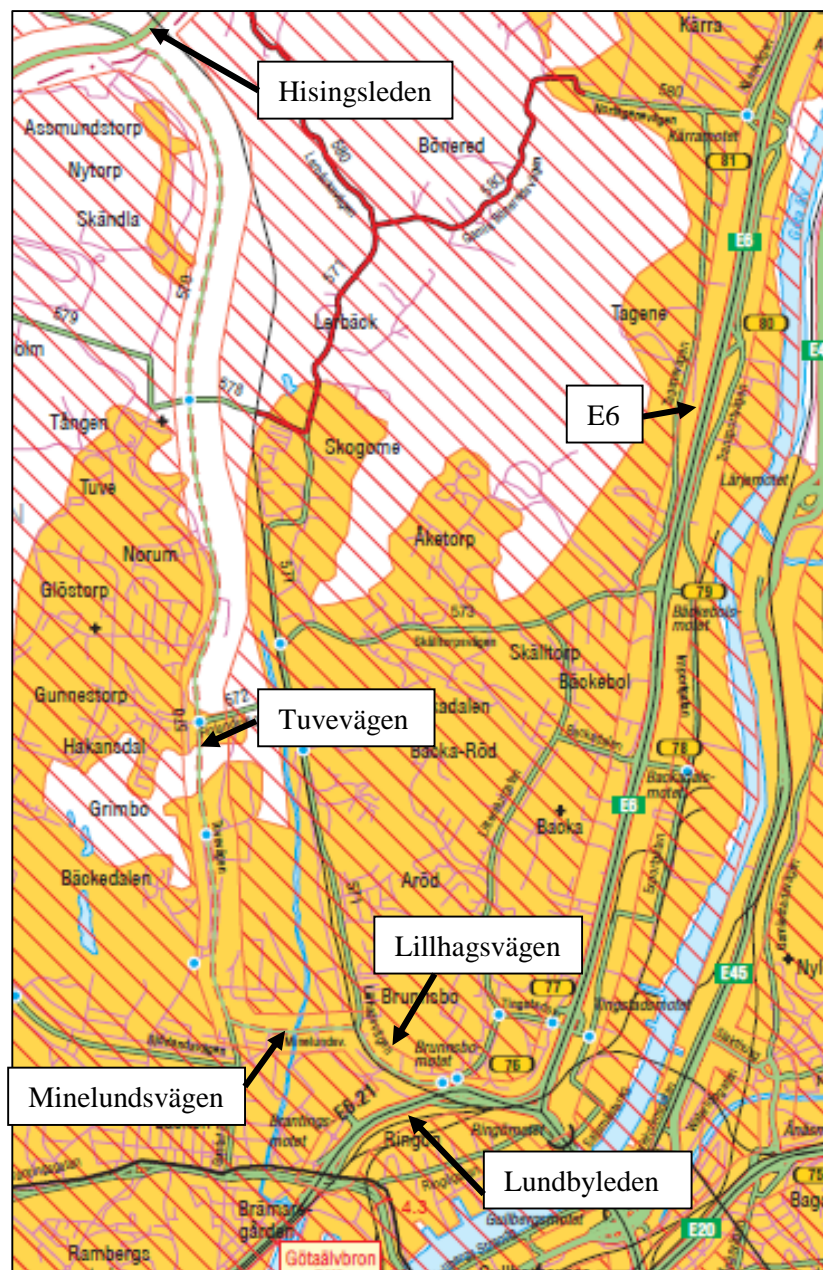
Enligt Göteborgs Översiktsplan från 2009 (Stadsbyggnadskontoret, 2009) utgör, eller planeras i princip hela Norra Älvstranden mellan Älvsborgsbron och Hisingsbron i framtiden utgöra "bebyggelseområde med grön- och rekreationsytor". Detta innebär enligt översiktsplanen att en "blandning av bostäder och icke störande verksamheter" är önskvärd. Även Ringön står inför förändringar där man på längre sikt planerar att gå från ett renodlat verksamhetsområde till ett område med en mix av verksamheter, bostäder och service. Denna utveckling driver även övrig bebyggelse på Norra Älvstranden ytterligare i den riktning där potentiella målpunkter för farligt gods trängs undan till förmån för bostäder, grönområden och icke störande verksamheter.

### 5.3 Alternativa transportvägar för farligt gods

Alternativa vägar för transport av farligt gods i närområdet i dag är främst:

- › E6 (primär)
- › Lillhagsvägen (sekundär)
- › Minelundsvägen (sekundär)
- › Tuvevägen (sekundär)
- › Hisingsleden (primär)

Tillsammans med Lundbyleden binder de sekundära transportlederna samman de två primära transportlederna E6 i öster med Hisingsleden i väster, se figur 15.



Figur 15. Befintliga transportvägar för farligt gods i området.

## 5.4 Behovsanalys av farligt godsled i området

Baserat på den förväntade framtida utvecklingen av Backaplan samt närliggande områden, se kapitel 5.2, bedöms behovet av transporter av farligt gods till Backaplan och de närliggande områdena att minska i framtiden. Detta leder i sin tur till ett framtida minskat behov av farligt godstransporter på Lundbyleden. Denna minskning sker från en redan idag relativt låg nivå, se inventering i kapitel 4.4.

Sedan augusti 2015, när Stenas verksamhet i Frihamnen flyttades, utgör de farligt godstransporter som trafikerar Lundbyleden endast transporter till lokala målpunkter och inte genomfartstrafik. Detta då såväl Lundbytunneln som Tingstadstunneln utgör förbudszon för transport av alla utom ett fåtal utpekade farliga ämnen i farligt godsklass 6.2, 7 och 9. Förbudet mot att transportera gods i de två tunnlarna gör att Lundbyleden inte är en naturlig transportväg för exempelvis transporter till och från Göteborgs hamn. Dessa bedöms istället använda Hisingsleden eller Väster-/Söderleden.

Enligt de lokala trafikföreskrifterna (Länsstyrelsen, 2013) är transporter av klass 2 (gaser) inte tillåtna på sekundära transportleder. Enligt den inventering som utförts i kapitel 4.4 i denna rapport kan brandfarlig gas i form av gasflaskor transporteras i liten omfattning på Lundbyleden. De lokala trafikföreskrifterna anger dock i 2§ punkt 2 följande:

*"Förbuden i dessa föreskrifter gäller ej transport kortast lämpliga väg till och från av- respektive pålastningsplats från närmast belägna primära eller sekundära transportvägar enligt punkt 3 och 4. Dessa transporter får dock inte ske via Tingstadstunneln, Götatunneln eller Lundbytunneln."*

Med tanke på det relativt få antal transporter som identifierats, och att dessa utgörs av mindre leveranser av gasflaskor, bedöms transportererna av farligt godsklass 2.1 på Lundbyleden i princip kunna anses vara av arten "*transport kortast lämpliga väg till och från av- respektive pålastningsplats från närmast belägna primära eller sekundära transportvägar*" enligt ovan.

De större volymerna av farligt gods på Lundbyleden utgörs av klass 3 (brandfarlig vara). Det bedöms därför rimligt att Lundbyledens framtida klassning snarare baseras på mängden transporter av klass 3 än att ett fåtal transporter av klass 2.1 leder till att den per automatik betraktas som primär transportled för farligt gods.

Det skall påpekas att COWI inte har något mandat för att avgöra om Lundbyleden skall utgöra farligt godsled eller ej. Baserat på den inventering som presenteras i kapitel 4.4 och det faktum att genomfartstrafik omöjliggörs av restriktionerna för Lundbytunneln bedömer dock COWI att det inte finns behov av att Lundbyleden behåller sin status som primär transportled för farligt gods.

För att bedöma och föreslå en rimlig framtida klassning av Lundbyleden jämförs antalet farligt godstransporter på denna med två befintliga sekundära transportleder för farligt gods, väg 190 och Tuvevägen. Antalet farligt godstransporter på väg 190 och Tuvevägen hämtas från tidigare utförda riskanalyser och presenteras i tabell 8.

Endast de farligt gods klasser som vanligtvis bedöms vara dimensionerande presenteras i tabell 8.

**Tabell 8. Jämförelse av transporter med farligt gods på Lundbyleden samt två sekundära transportleder för farligt gods.**

Farligt godsklass	Lundbyleden	Tuvevägen (SWECO, 2012)	Väg 190 (WSP, 2014)
1	0	0	0
2.1	18	0	0
2.3	0	0	0
3	1516	11855	5840
5	0	639	0

Vid en jämförelse av antalet transporter av klass 3 går det nästan 8 respektive 4 gånger så många transporter på Tuvevägen respektive väg 190, vilka båda är sekundära transportleder för farligt gods, än vad det går på Lundbyleden. Självfallet är det inte enbart antalet transporter som avgör vilken klassning med avseende på farligt gods en väg skall ha, utan även exempelvis befintliga målpunkter och alternativa transportvägar behöver vägas in i bedömningen.

Trots att antalet transporter på Lundbyleden är relativt få jämfört med de två andra sekundära transportlederna som undersökts ovan, bedömer COWI att det relativt stora antalet bensinstationer som finns i området idag kombinerat med osäkerheten avseende vilken väg transporter till dessa tar, rättfärdigar att Lundbyleden fortsättningsvis klassas som sekundär transportled för farligt gods.

Göteborgs stad planerar att förändra områdena runt Backaplan (ex. Ringön) till områden med blandstadskaraktär. När en sådan förändring är genomförd bedöms Lundbyleden kunna klassas som förbudszon med avseende på transporter av farligt gods, förutsatt att inga nya större målpunkter etablerar sig. Detta gäller speciellt delen mellan Brunnsbomotet och Brantingmotet då en framtida nedklassning av denna sträcka inte påverkar den länk mellan E6 och Hisingsleden som idag utgörs av Lundbyleden mellan Ringömotet och Brunnsbomotet, Lillhagsvägen, Minelundsvägen och Tuvevägen, se kapitel 5.3. I en övergångsperiod bedöms det dock vara lämpligt/rimligt att klassa Lundbyleden som sekundär transportled med avseende på farligt gods.



## 6 Bedömning av sannolikhet och konsekvens för olycka vid transport av farligt gods

En risk brukar behandlas som produkten av sannolikhet och konsekvens. För att kunna beräkna risknivån för en eventuell olycka med farligt gods krävs därför värden för sannolikheten (frekvensen) för att en olycka skall inträffa samt konsekvensen.

I detta kapitel redovisas inledningsvis generella faror vid olycka med farligt gods och därefter följer en genomgång av de händelseförlopp som kan ge allvarliga konsekvenser vid studerat område.

Beräkningsgång för sannolikhetsberäkningar för olycka med farligt gods redovisas i bilaga A.

### 6.1 Faror vid olycka med farligt gods

I tabell 9 redovisas en sammanställning av huvudsakliga faror med olika kemikalier i de olika ADR-/RID-klasserna. Tabellen anger även de riskavstånd som kan vara aktuella för en grov bedömning av allvarlig skadepåverkan på oskyddade människor (FOA, 1995).

De typer av gods som förväntas transporteras förbi området och som kan ge allvarliga konsekvenser avseende människoliv är ADR-/RID-klass 1, 2.1, 2.3, 3 och 5.1.

Nedan ges en kort summering av olyckseffekterna med ämnen i dessa klasser. Konsekvensen av de nedanstående olyckorna beror på hur många människor som befinner sig inom riskavstånd vid ett olyckstillfälle. Konsekvensens omfattning är även direkt beroende av läckagets storlek, placering på havererad behållare och utströmningsvinkeln. Olyckseffekterna uppskattas och redovisas utförligt i bilaga B.

**Tabell 9. 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

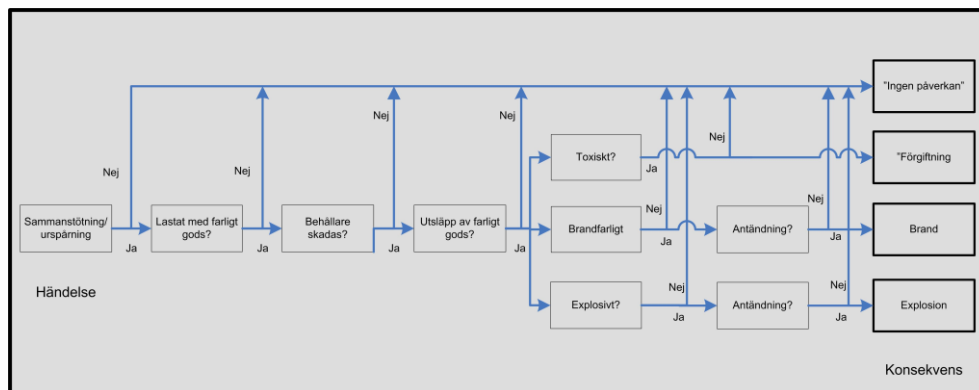
## 6.2 Farligt godsolycka

För att en farligt godsolycka skall ske krävs att ett fordon lastat med farligt gods är inblandat i en olycka, t.ex. en kollision eller urspårning. Vidare måste behållare på fordonet skadas så att läckage av ett farligt ämne sker.

Ett utsläppt giftigt ämne sprids som vätska eller gas. Halten av det farliga ämnet avtar med avståndet till ämnet. För att en människa skall komma till skada måste dessa befinna sig inom det område där ämnet uppvisar en skadlig halt.

För brand- och explosionsfarliga ämnen måste dessutom en antändningskälla finnas som kan starta en brand eller ett explosionsförlopp. Även här gäller att människor måste finnas inom riskområdet för att komma till skada.

Riskområdets storlek beror på typ av ämnen och händelse som är dimensionerande. Detta beskrivs schematiskt i figur 16.



Figur 16. Schematiskt händelseförlopp vid farligt godsolycka.

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

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.

Gränsen för dödliga skador går vid 180 kPa. I tabell 10 sammanställs rimliga tryck för vad byggnader klarar av. Tabell 11 redogör för olika trycks påverkan på människokroppen.

**Tabell 10.** 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

**Tabell 11.** Skador på människan vid olika infallande tryck.

Skadenivå på människan	Tryck
Dödlig skada	$\geq 180$ kPa
Lungskador	180 - 69 kPa
Trumhinneruptur	69 - 21 kPa

## 6.4 Olycka med kondenserad brandfarlig gas (klass 2.1)

Propan och butan är exempel på kondenserade brandfarliga gaser. En tankbilsolycka som leder till utsläpp av kondenserad brandfarlig gas som antänds kan leda till någon av följande händelser:

- › Jetbrand
- › Gasmolnsbrand
- › Gasmolnsexplosion
- › BLEVE (Boiling Liquide Expanding Vapour Explosion)

### Jetbrand

En jetbrand uppstår då gas strömmar ut genom ett hål i en tank och därefter antänds. Därmed bildas en jetflamma. Flammans längd beror av storleken på hålet i tanken samt om läckaget sker i vätske- eller gasfas.

### Gasmolnsbrand

Om gasen vid ovanstående scenario inte antänds omedelbart uppstår ett brännbart gasmoln. Om gasmolnet antänds i ett tidigt skede är luftinblandningen vanligtvis inte tillräcklig för att en explosion ska inträffa. Förloppet utvecklas då till en gasmolnsbrand med diffusionsförbränning. Detta kan även uppstå vid antändning i ett senare skede.

Konsekvensen för personer utomhus är vid jetbrand och gasmolnsbrand förutom dödsfall även 1:a till 3:e gradens brännskador. För jetbrand förväntas inga omkomma på längre avstånd än 50 meter ifrån en olycka. Omkomna på grund av gasbrand förväntas inte förekomma på längre avstånd än 100 meter ifrån olycka.

### **Gasmolnsexplosion**

Om gasmolnet inte antänds omedelbart kommer luft att blandas med den brandfarliga gasen. Vid antändning kan en gasmolnsexplosion ske om gasmolnet består av en tillräckligt stor mängd gas/luft av en viss koncentration. En gasmolnsexplosion kan beroende på vindstyrka och riktning inträffa en bit ifrån själva olycksplatsen.

### **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 antändningen bildas ett eldklot med stor diameter under avgivande av intensiv värmestrålning. 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.

Händelsen med BLEVE sker med en viss fördröjning vilket kan ge tid för att utrymma området ifall risk för BLEVE föreligger. Om en BLEVE inträffar utan att området utrymms kommer dödsfall och skadade personer finnas upp till flera 100 meter ifrån olyckan.

## **6.5 Olycka med kondenserad giftig gas (klass 2.3)**

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.

Ett läckage kan variera i storlek beroende på vad som orsakar läckaget. Ett mindre begränsat utsläpp kan orsakas av läckage på en packning medan en punkterad tank kan orsaka ett mycket stort utsläpp under längre tid.

Oavsett storleken på läckaget kommer koncentrationen i gasmolnet närmast utsläppet vara så pass hög att det kan orsaka dödsfall. För att personer ska omkomma inomhus krävs ett kontinuerligt utsläpp under längre tid. För ett mindre utsläpp kommer koncentrationen för dödligt utfall mycket troligt vara kortare än 50 meter medan skador och irritation kan förekomma upp till flera hundra meter ifrån utsläppet. För punktering av tank är andelen omkomna 100 % upp till flera hundra meter ifrån utsläppet. Skador förekommer endast i vindriktningen.

## 6.6 Olycka med brandfarlig vätska (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.

Beroende på storleken på en pölbrand kan påverkansområdet variera. Beräkningar har visat att en stor pölbrand (300 m<sup>2</sup>) inte förväntas ha längre påverkansområde på byggnader och personer inomhus än max 50 meter. Konsekvensen för personer utomhus är vid en brand förutom dödsfall även 1:a till 3:e gradens brännskador. Brännskador i olika grader kan förväntas på längre avstånd än 50 meter. 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.

## 6.7 Olycka med oxiderande ämne (klass 5)

Till klass 5 hör oxiderande ämnen (klass 5.1) och organiska peroxider (klass 5.2) som vid upphettning, kontakt med organiska ämnen (t.ex. bensin 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. Konsekvenserna liknar de som uppstår vid en olycka med massexplosiva ämnen och utfallet påverkas av mängden explosiv blandning.

Exempel på oxiderande ämne är väteperoxid, vilket är det mest frekvent transporterade ämnet i transportklassen.

Utifrån beräkningar och antaganden som genomförts för massexplosiva ämnen görs bedömningen att dödliga skador kan förekomma upp till ca 50 meter ifrån en explosion motsvarande 2-3 ton. Skador på lungor och trumhinnor, på grund av trycket, kan uppkomma upp till ca 100 meter ifrån olycksplatsen. Skador på grund av splitter från fönster och flygande material kan inträffa upp till ca 500 meter från en olycka.

## 6.8 Beräkning av sannolikhet för identifierade olyckshändelser

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

## 6.9 Konsekvenser av identifierade händelser

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). Utförlig beskrivning av konsekvenser redovisas i bilaga B.

## 7 Bedömning av risknivå

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

### 7.1 Individrisk för studerat område

I tabell 12 och tabell 13 redovisas den samlade individrisken med avseende på Lundbyleden, Hamnbanan och Kville bangård, baserat på identifierade olyckshändelser. I tabellerna redovisas individrisken utan respektive med hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder.

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 12.** Samlad individrisk längs med studerad sträcka med avseende på Lundbyleden, Hamnbanan och Kville bangård utan hänsyn tagits till rekommenderade skyddsåtgärder. Avståndintervallen avser avstånd från väggkant (Lundbyleden)

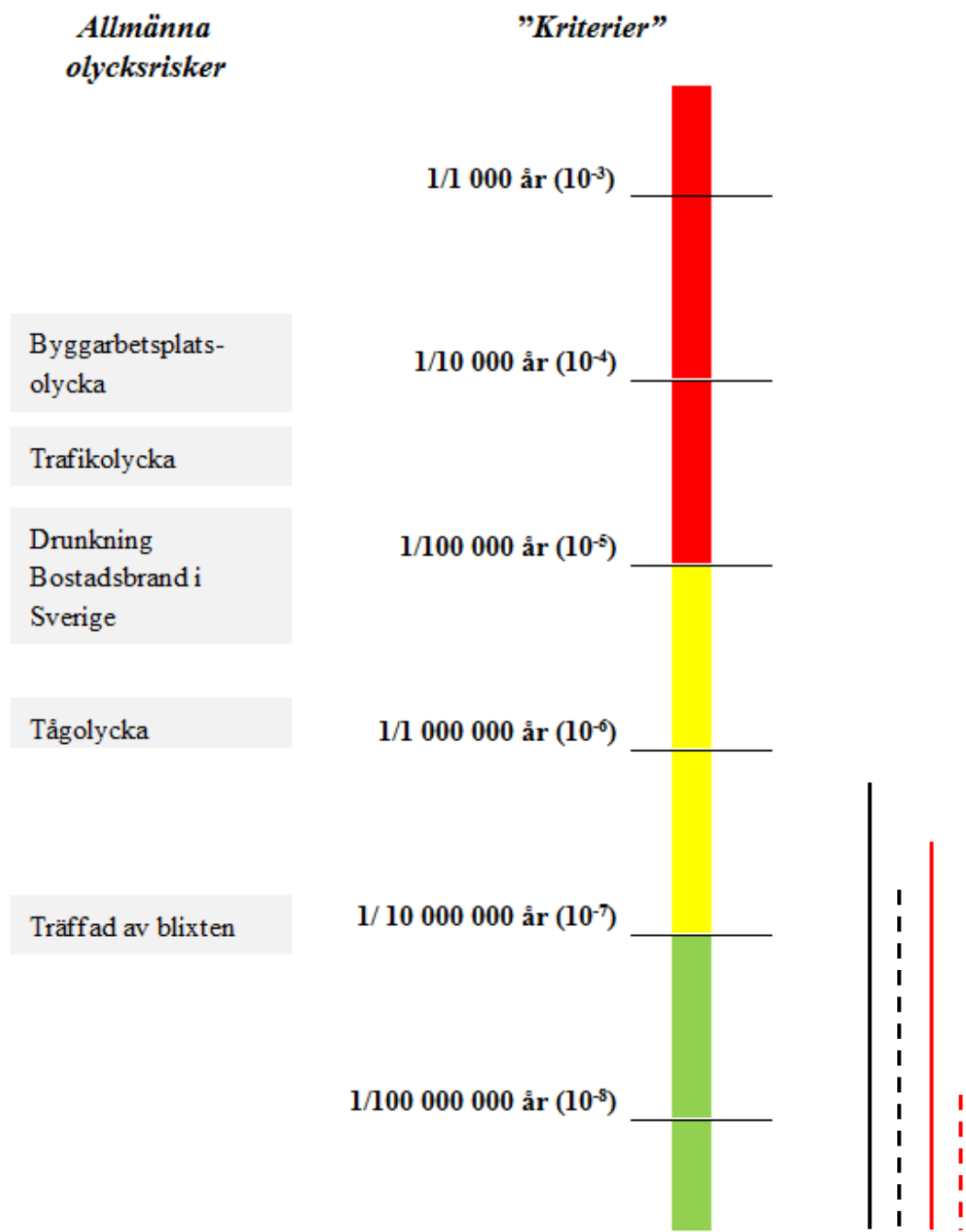
Avstånd (m)	Individrisk för personer på olika avstånd från studerad sträcka	
	Ute	Inne
0-25	8,3E-07	5,6E-07
25-50	3,2E-07	1,1E-07
50-100	5,7E-08	<1,0E-10
100-150	1,3E-08	<1,0E-10
150-200	<1,0E-10	<1,0E-10



**Tabell 13.** Samlad individrisk längs med studerad sträcka med avseende på Lundbyleden, Hamnbanan och Kville bangård när hänsyn tagits till rekommenderade skyddsåtgärder. Avståndsintervallen avser avstånd från väggkant (Lundbyleden).

Avstånd (m)	Individrisk för personer på olika avstånd från studerad sträcka	
	Ute	Inne
0-25	2,0E-07	1,6E-08
25-50	1,9E-07	1,6E-08
50-100	3,3E-08	<1,0E-10
100-150	7,5E-09	<1,0E-10
150-200	<1,0E-10	<1,0E-10

I figur 17 jämförs den samlade individrisken för platsen med andra risker som finns i samhället. Risknivån i figur 17 visar risken på ett avstånd av 0 meter från Lundbyleden då närmsta ny bebyggelse planeras inom 0-25 meter från Lundbyleden.

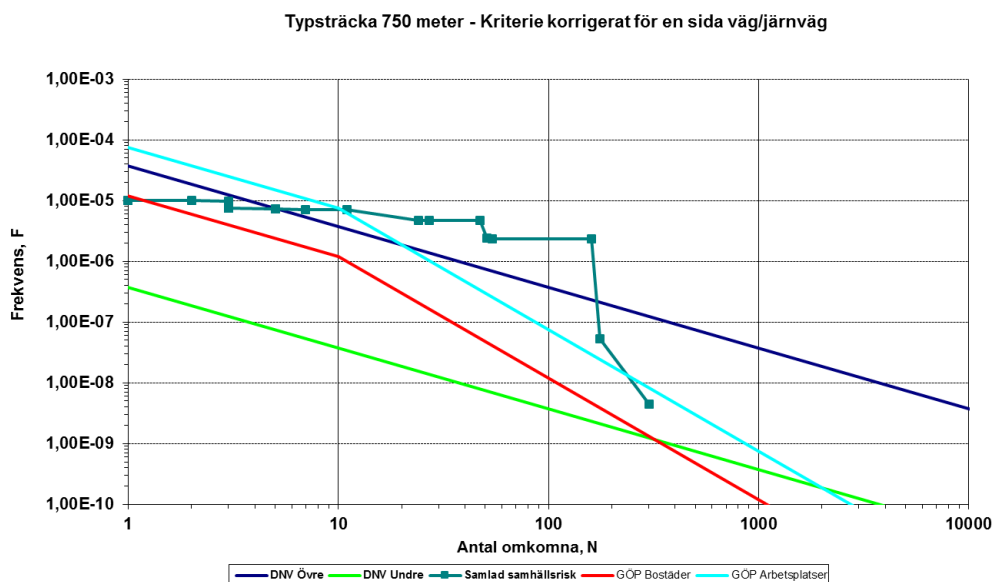


**Figur 17.** Individrisknivå för några andra risker samt DNV:s individriskkriterier. Svart linje= Samlad individrisk utomhus, röd linje= Samlad individrisk inomhus. Heldragen linje= ingen hänsyn till rekommenderade/införda skyddsåtgärder. Streckad linje= hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder. Rött 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.

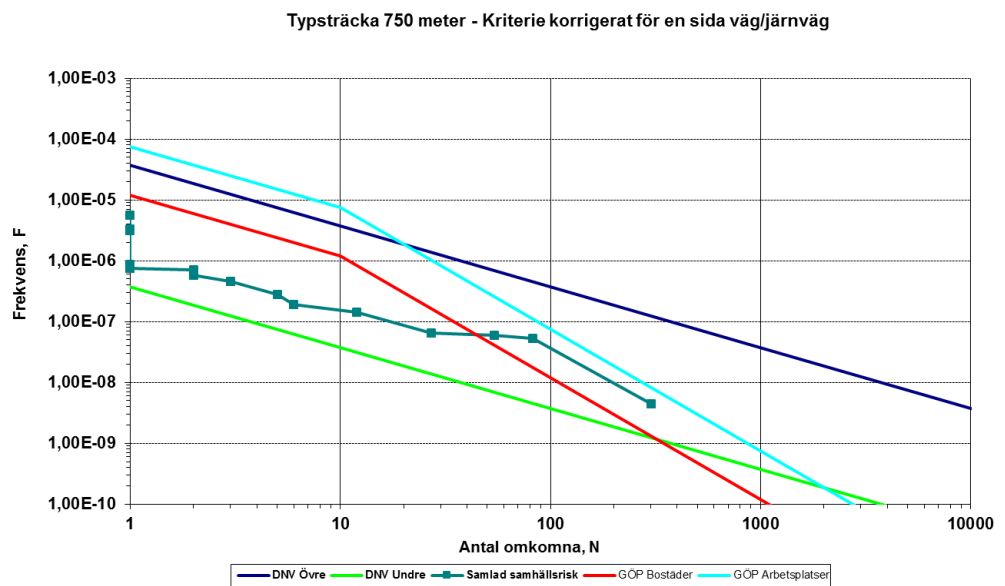
## 7.2 Samhällsrisk för aktuellt område

I detta kapitel presenteras FN-kurvor (samhällsrisk) för det studerade området efter att planerad verksamhet tillkommit. Samhällsrisk presenteras med respektive utan hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder tillsammans med DNV:s och GÖP:s kriterier. Ursprungligen gäller DNV:s kriterier ett område på 1 km och GÖP:s kriterier ett område på 2 km (båda sidor av vägen/järnvägen). Vid beräkning har dessa kriterier justerats så att de gäller ett område på 750 meter vilket motsvarar dimensionerande sträcka för beräkningar för det studerade området. Det vill säga acceptanskriteriet för DNV har multiplicerats med 0,375 och kriterier från GÖP har multiplicerats med 0,1875. Beräkningarna av samhällsrisk redovisas i bilaga A.

I figur 18 presenteras den samlade samhällsrisk för ny bebyggelse med avseende på Lundbyleden, Hamnbanan och Kville bangård, utan studerade skyddsåtgärder. I figur 19 presenteras den samlade samhällsrisk med hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder (se kapitel 9 för rekommenderade skyddsåtgärder).

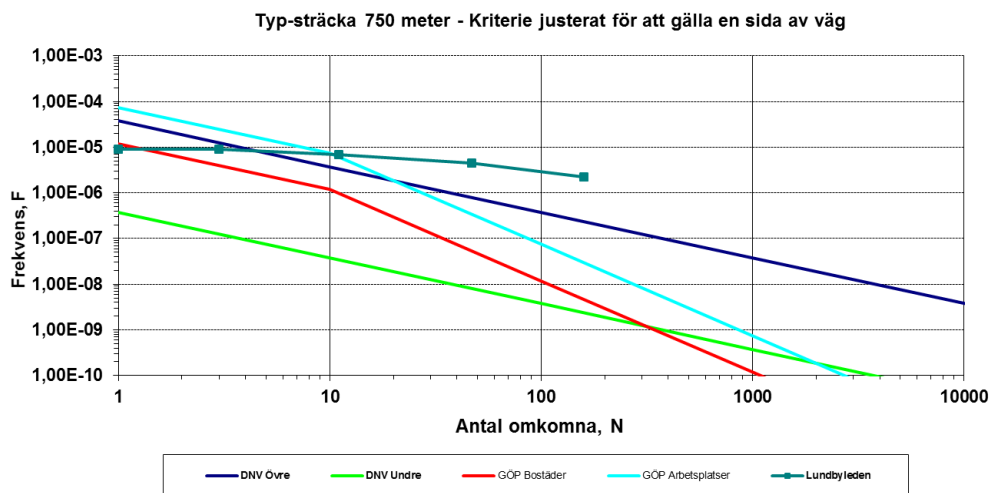


**Figur 18.** *Samlad samhällsrisk, utan hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder, för det studerade området (punktad linje) i förhållande till föreslagna riskkriterier enligt DNV (grön och mörkblå linje) samt Göteborgs översiktsplan (turkos linje = verksamheter/kontor och röd linje = bostäder). Kriterierna är justerade för att gälla 750 meter.*

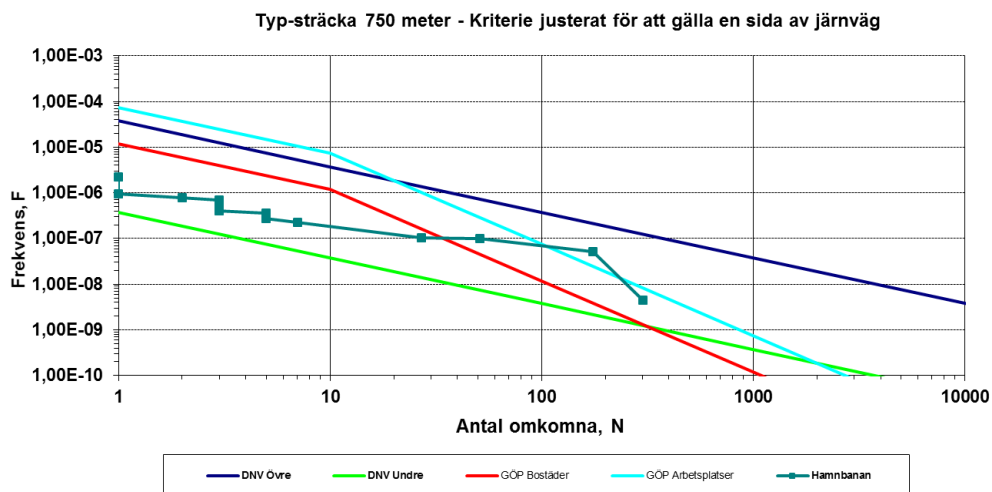


**Figur 19.** Samlad samhällsrisk, med hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder, för det studerade området (punktad linje) i förhållande till föreslagna riskkriterier enligt DNV (grön och mörkblå linje) samt Göteborgs översiktsplan (turkos linje = verksamheter/kontor och röd linje = bostäder). Kriterierna är justerade för att gälla 750 meter.

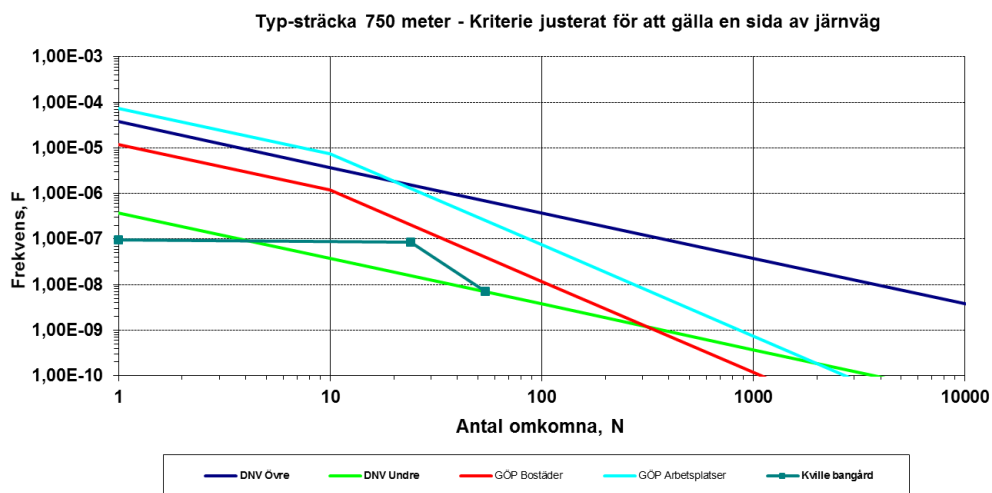
I figur 20-22 presenteras samhällsrisk för ny bebyggelse med avseende på Lundbyleden, Hamnbanan respektive Kville bangård för sig, utan hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder.



**Figur 20.** Samhällsrisk enbart map Lundbyleden, utan hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder, för det studerade området (punktad linje) i förhållande till föreslagna riskkriterier enligt DNV (grön och mörkblå linje) samt Göteborgs översiktsplan (turkos linje = verksamheter/kontor och röd linje = bostäder). Kriterierna är justerade för att gälla 750 meter.

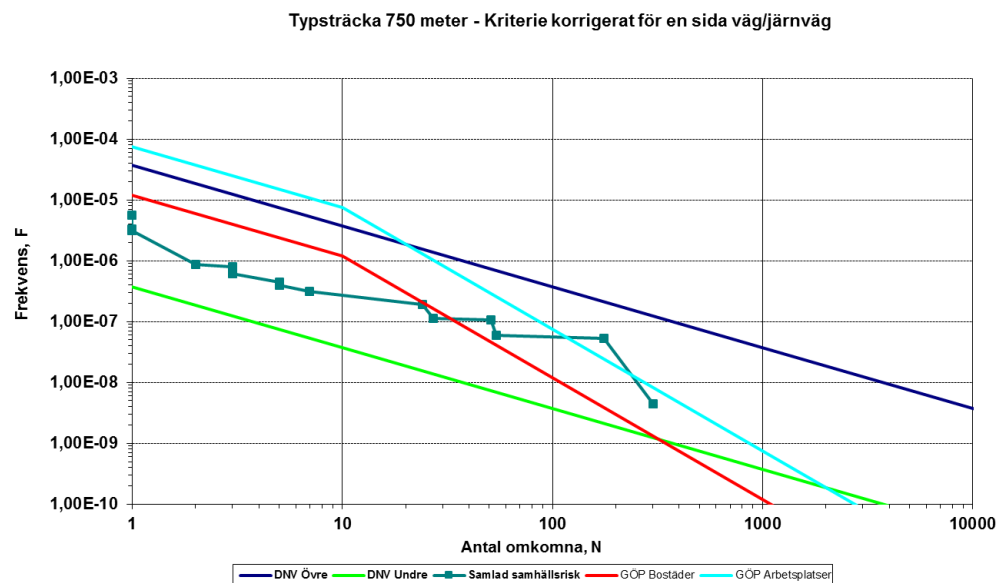


**Figur 21.** Samhällsrisk enbart map Hamnbanan, utan hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder, för det studerade området (punktad linje) i förhållande till föreslagna riskkriterier enligt DNV (grön och mörkblå linje) samt Göteborgs översiktsplan (turkos linje = verksamheter/kontor och röd linje = bostäder). Kriterierna är justerade för att gälla 750 meter.



**Figur 22.** Samhällsrisk enbart map Kville bangård, utan hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder, för det studerade området (punktad linje) i förhållande till föreslagna riskkriterier enligt DNV (grön och mörkblå linje) samt Göteborgs översiktsplan (turkos linje = verksamheter/kontor och röd linje = bostäder). Kriterierna är justerade för att gälla 750 meter.

I figur 23 presenteras den samlade samhällsrisk för ny bebyggelse med avseende på Lundbyleden, Hamnbanan respektive Kville bangård, med hänsyn endast till rekommenderade skyddsåtgärder för ADR-klass 3 (se kapitel 9 för rekommenderade skyddsåtgärder).



**Figur 23.** Samlad samhällsrisk map Lundbyleden, Hamnbanan och Kville bangård, när hänsyn tagits till enbart rekommenderade skyddsåtgärder avseende ADR-klass 3, för det studerade området (punktad linje) i förhållande till föreslagna riskkriterier enligt DNV (grön och mörkblå linje) samt Göteborgs översiktsplan (turkos linje = verksamheter/kontor och röd linje = bostäder). Kriterierna är justerade för att gälla 750 meter.

## 7.3 Diskussion kring resultat

### 7.3.1 Individrisk

Individriska minskar med ökat avstånd ifrån farligt godsled och individriska reduceras något när hänsyn tas till studerade skyddsåtgärder. Jämfört med DNV's kriterier hamnar den samlade individriska inomhus och utomhus, utan hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder, på en nivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad nytta synpunkt 0-50 meter från Lundbyleden. På större avstånd än 50 meter hamnar den samlade individriska inomhus och utomhus på en nivå som anses som låg och där behov av ytterligare skyddsåtgärder ej anses föreligga.

När hänsyn tas till rekommenderade skyddsåtgärder reduceras risknivån inomhus samt utomhus. Detta innebär att endast den samlade individriska utomhus 0-50 meter från Lundbyleden hamnar på en nivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad nytta synpunkt. Den samlade individriska inomhus för samtliga avstånd från Lundbyleden samt utomhus på större avstånd än 50 meter från Lundbyleden hamnar på en nivå som anses som låg och där behov av ytterligare skyddsåtgärder ej anses föreligga.

### 7.3.2 Samhällsrisk

Jämfört med DNV:s kriterier hamnar den samlade samhällsriska över DNV:s övre kriterie när hänsyn ej tas till rekommenderade skyddsåtgärder. Detta innebär att den samlade samhällsriska inte bedöms som acceptabel.

Samhällsrisken reduceras när hänsyn tas till rekommenderade skyddsåtgärder. När detta görs hamnar den samlade samhällsrisken under DNV:s övre kriterie, under kriteriet för kontor enligt GÖP och över kriteriet för bostäder enligt GÖP. Detta innebär att ytterligare skyddsåtgärder skall vidtagas ifall det är kostnadsmissigt rimligt enligt DNV:s kriterie och att planerad bebyggelse följer kriteriet för kontor i GÖP men inte kriteriet för bostäder i GÖP. De händelser som drar upp den samlade samhällsrisken till en risknivå över kriteriet för bostäder i GÖP är BLEVE och olycka med giftig gas.

Det bör noteras att det planeras bostäder, kontor/verksamheter, handel och offentlig verksamhet inom det studerade området. Baserat på fördelningen av den planerade bebyggelsen inom området, se kapitel 3.1, bedöms det rimligt att i det här fallet i första hand jämföra samhällsrisken mot kriteriet för kontor i GÖP.

När samhällsrisken map respektive farligt godsled studeras separat (se figur 20-23) kan det konstateras att en olycka med klass 3 på Lundbyleden bidrar till en hög samlad samhällsrisk (utan hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder).

## 7.4 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 skadefall 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.

## 8 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, m.m. 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 och hur robusta slutsatserna är. Betydelsen av ett antal viktiga parametrar och de ansatser som är gjorda i analysen diskuteras i Bilaga D.

Den samlade bedömningen är att de redovisade resultaten avseende samhälls- och individrisk är realistiska och 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.

## 9 Slutsats och skyddsåtgärder

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. Vidare syftar riskanalysen till att utreda möjlig nedklassning av Lundbyleden som farligt godsled.

Avseende nedklassning av Lundbyleden, som idag är klassad som primär transportled för farligt gods, bedömer COWI att en nedklassning till sekundär transportled är möjlig. Göteborgs stad planerar att förändra områdena runt Backaplan (ex. Ringön) till områden med blandstadskaraktär. När en sådan förändring är genomförd bedöms Lundbyleden kunna klassas som förbudszon med avseende på transporter av farligt gods, förutsatt att inga nya större målpunkter etablerar sig.

I de riktlinjer för riskhanteringsprocessen som presenteras i GÖP (1999) anges att området inom 30 meter från väggkant/närmsta spår till farligt godsled skall utgöras av ett bebyggelsefritt område. Syftet med ett bebyggelsefritt område (0-30 meter) är att:

- › Förhindra att ett avåkande fordon kommer i konflikt med byggnader. Detta för att undvika förvärrad situation genom skada på farligt godsbehållare och/eller byggnad.
- › Möjliggöra räddningsinsatser.
- › Begränsa antalet personer som påverkas av en eventuell olycka.

Avståndet utgör dessutom en reduktion av buller och möjliggör för eventuella kompletteringar av riskreducerande åtgärder vid förändrad risksituation. Ny bebyggelse planeras precis intill Lundbyleden vilket medför att ett bebyggelsefritt område 0-30 meter från Lundbyleden inte uppfylls. Som tidigare nämnts bedöms Lundbyleden dock kunna klassas ner till sekundär transportled för farligt gods. Det bebyggelsefria området mellan Hamnbanan och ny bebyggelse samt Kville bangård och ny bebyggelse kommer att vara betydligt större än 30 meter.

Enligt de riktlinjer för riskhanteringsprocessen som presenteras i GÖP (1999) anges att kontor ska placeras på större avstånd än 30 meter respektive 50 meter från

transportled för farligt gods, järnväg respektive väg. Enligt samma riktlinjer anges att bostäder ska placeras på större avstånd än 80 meter respektive 100 meter från transportled för farligt gods, järnväg respektive väg. Delar av ny bebyggelse förljer inte dessa riktlinjer med avseende på närheten till Lundbyleden då bostäder planeras ca 15 meter från vägen och kontor/verksamheter, handel och offentlig verksamhet planeras alldeles intill vägen. Som poängterats tidigare bör det noteras att Lundbyleden bedöms kunna klassas ner till sekundär transportled för farligt gods. Ny bebyggelse i form av kontor/verksamheter och handel följer riktlinjerna avseende närheten till järnväg där farligt gods transporteras då dessa planeras som närmast ca 90 meter respektive 110 meter från Hamnbanan respektive Kville bangård. Ny bostadsbebyggelse följer till stor del dessa riktlinjer, endast en byggnad är beläget ca 70 meter från Hamnbanan, i övrigt följs riktlinjerna med avseende på närheten till Hamnbanan och Kville bangård. I GÖP (1999) finns inga specifika avstånd till offentlig verksamhet så som skolverksamhet.

I den riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods (2006) som Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län gemensamt har tagit fram framgår att bostäder, handel och centrum bör förläggas i zon C där zon A är zonen närmast vägen (se figur 2). Enligt samma riktlinjer bör kontor placeras som närmast i zon B. Planerad bebyggelse bedöms i stort följa dessa riktlinjer med avseende på Hamnbanan och Kville bangård bortsett från bostadshus och offentlig verksamhet (skolverksamhet) som planeras som första radens bebyggelse mot studerade farligt godsleder. Planerad bebyggelse bedöms inte följa riktlinjerna med avseende på närheten till Lundbyleden. Som poängterats tidigare bör det noteras att Lundbyleden bedöms Lundbyleden kunna klassas ner till sekundär transportled för farligt gods.

Jämfört med DNV's kriterier hamnar den samlade individrisken 0-50 meter från Lundbyleden (inomhus och utomhus), utan hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder, på en nivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad nytta synpunkt. När hänsyn tas till rekommenderade skyddsåtgärder reduceras risknivån. Detta innebär att endast den samlade individrisken utomhus 0-50 meter från Lundbyleden hamnar på en nivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad nytta synpunkt. På större avstånd hamnar den samlade individrisken på en nivå som anses som låg och där behov av ytterligare skyddsåtgärder ej anses föreligga.

Jämfört med DNV:s kriterier hamnar den samlade samhällsrisken, utan hänsyn till studerade skyddsåtgärder, över DNV:s övre kriterie, se figur 18. Detta innebär att risken inte bedöms som acceptabel. När hänsyn tas till rekommenderade skyddsåtgärder reduceras samhällsrisken till en nivå under DNV:s övre kriterie, under kriteriet för kontor enligt GÖP och över kriteriet för bostäder enligt GÖP. Detta innebär att ytterligare skyddsåtgärder skall vidtagas ifall det är kostnadsmässigt rimligt enligt DNV:s kriterie och att samhällsrisken inte överskrider kriteriet för kontor i GÖP men överskrider kriteriet för bostäder i GÖP, se figur 19. De händelser som drar upp den samlade samhällsrisken till en risknivå över kriteriet för bostäder i GÖP är BLEVE och olycka med giftig gas. Det bör noteras att det planeras bostäder, handel och offentlig verksamhet inom det studerade området. Baserat på fördelningen av den planerade bebyggelsen inom området, se kapitel 3.1, bedöms det rimligt att i det här fallet i första hand jämföra samhällsrisken mot kriteriet för kontor i GÖP.

Beräknade risknivåer bedöms som rimliga när hänsyn tas till rekommenderade skyddsåtgärder. Vidare följer placeringen av ny bebyggelse riktlinjerna i GÖP (1999) avseende placering intill Hamnbanan och Kville bangård. Planerad bebyggelse följer inte riktlinjerna i GÖP (1999) avseende Lundbyleden om Lundbyleden betraktas som en primär transportled för farligt gods (vilket den idag är klassad som). Baserat riskanalysen bedöms dock Lundbyleden kunna klassas ner till sekundär transportled för farligt gods.

Baserat på inventeringen och resultaten från beräkningar av individ- och samhällsrisk bedöms föreslagen exploatering med avseende på omfattning och geografisk placering i närheten av Lundbyleden, Hamnbanan och Kville bangård möjlig förutsatt att föreslagna skyddsåtgärder/skyddsavstånd beaktas vid ny bebyggelse. Notera att detta enbart gäller vid den markanvändning som presenteras under kapitel 3.

## 9.1 Skyddsåtgärder

De skyddsåtgärder som föreslås syftar till att:

- › Reducera/motverka möjliga olyckslaster i form av strålningseffekter, effekt av explosion samt effekt av giftig gas.
- › Begränsa antalet människor som kan bli utsatta för en viss olyckseffekt.
- › Säkerställa möjligheter till insats i händelse av olycka.

Utifrån beräkningar, kriterier, platsspecifika förhållanden och kvalitativa värderingar görs följande bedömningar gällande skyddsåtgärder för området:

- › Ett bebyggelsefritt område skall upprättas 0-15 meter från Lundbyleden. Bebyggelsefritt område skall ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Det bebyggelsefria området kan användas för ytparkering, lokalväg samt GC-bana.
- › Barriär/skydd mellan studerat område och Lundbyleden skall finnas som motverkar att vätska kan rinna in på området. Förslag på barriär kan vara: vall, dike eller plank/vägg som är tät i nedkant. Exempel på barriär som bedöms uppfylla åtgärdskravet är den barriär som finns utmed området Porslinsfabriken sydväst om studerat område. Med tanke på förutsättningar längs studerad sträcka utmed Lundbyleden kan flera olika lösningar vara aktuella längs med hela sträckan.
- › Barriär/skydd mellan studerat område och Lundbyleden skall finnas som förhindrar mekanisk konflikt mellan avåkande fordon (även tyngre fordon som lastbilar) och planerad bebyggelse. Exempel på barriär som bedöms uppfylla åtgärdskravet är den barriär som finns utmed området Porslinsfabriken sydväst om studerat område. Med tanke på förutsättningar längs studerad sträcka utmed Lundbyleden kan flera olika lösningar vara aktuella längs med hela sträckan.
- › Entréer/varuintag ska inte vetta mot Lundbyleden och Hamnbanan, kravet gäller första radens bebyggelse.

- › Inom 50 meter från Lundbyleden skall utrymning bort från Lundbyleden vara möjlig.
- › Ny bostadsbebyggelse skall ej placeras som första radens bebyggelse mot Lundbyleden 0-30 meter ifrån Lundbyleden.
- › Ny bebyggelse av offentlig karaktär så som skola, kulturhus, etc. skall ej placeras som första radens bebyggelse mot Lundbyleden. Kravet gäller ej kontor/verksamheter och handel.
- › Fasadkrav för ny bebyggelse (som vetter mot Lundbyleden inom 0-30 meter från Lundbyleden): Alla fasader inklusive tak skall utformas med ytskikt i obrännbart material. Eventuella fönster ska vara EI30-klassade.
- › Fasadkrav för ny bebyggelse (som vetter mot Lundbyleden inom 30-50 meter från Lundbyleden): Alla fasader inklusive tak skall utformas med ytskikt i obrännbart material. Eventuella fönster ska vara E30-klassade (vädringsläge är tillåtet).
- › Balkonger skall ej uppföras på fasad som vetter mot Lundbyleden, kravet gäller för första radens bebyggelse mot Lundbyleden.
- › För bebyggelse 0-100 meter från Hamnbanan ska fönster/glaspartier i fasad som vetter mot Hamnbanan förstärkas så att större splitterskador motverkas vid en explosion. Exempel på en åtgärd som bedöms uppfylla detta krav är att förse fönster/glaspartier med plastfilm.
- › Ventilationsintag skall placeras högt upp och vetta bort från Lundbyleden/Hamnbanan. Kravet gäller all ny bebyggelse inom 150 meter från Hamnbanan.
- › Åtgärd som reducerar spridning av giftig gas in på studerat planområde ska uppföras. Åtgärden ska reducera spridningen av giftig gas för dimensionerande scenarion i denna rapport (medelstort och stort utsläpp) i en sådan omfattning att antalet omkomna (utomhus) vid en olycka bedöms reduceras med 50%. *Exempel* på åtgärd som bedöms uppfylla detta krav är att första radens byggnader placeras på ett sådant sätt att de utgör en tät sammanhängande bebyggelse som kan liknas vid en skyddande "skärm" för bakomliggande byggnader, se bilaga C avsnitt C.1.3.2. Notera att "skärmen" inte behöver utgöras av en byggandskropp utan att skyddet bedöms kunna uppnås genom att flera byggnader binds samman, exempelvis på det sätt som presenteras i figur C.5 i bilaga C. Öppningar för erforderlig trafik bedöms möjliga, vid dessa öppningar bedöms det alltså inte nödvändigt att binda samman byggnadskroppar. Lägsta byggnadshöjd enligt de förutsättningar som presenteras i kapitel 3 bedöms som tillräcklig höjd.

Notera att angivna avstånd i ovan listade skyddsåtgärder avser avstånd från närmsta väggkant/spår om inget annat anges. 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 och det minsta avstånd som anges i kapitel 3. Notera även att skydd avseende dimensionering mot explosion har studerats och inte bedömts försvarbart ut kostnads-nytta-synpunkt, se bilaga D. Notera även att COWI bedömer att ytterligare skyddsåtgärder behöver utvärderas om bebyggelse av offentlig karaktär

så som skola, kulturhus, etc. fortsättningsvis planeras som första radens bebyggelse mot Lundbyleden.

Vid en eventuell nedklassning av Lundbyleden till sekundär transportled för farligt gods bedöms ovanstående skyddsåtgärder fortfarande vara erforderliga. Skulle Lundbyleden ingå i förbudsområde görs bedömningen att följande skyddsåtgärder ej anses erforderliga:

- › Ett bebyggelsefritt område skall upprättas 0-15 meter från Lundbyleden. Bebyggelsefritt område skall ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Det bebyggelsefria området kan användas för ytparkering, lokalväg samt GC-bana.
- › Barriär/skydd mellan studerat område och Lundbyleden skall finnas som motverkar att vätska kan rinna in på området. Förslag på barriär kan vara: vall, dike eller plank/vägg som är tät i nedkant. Exempel på barriär som bedöms uppfylla åtgärdskravet är den barriär som finns utmed området Porslinsfabriken sydväst om studerat område. Med tanke på förutsättningar längs studerad sträcka utmed Lundbyleden kan flera olika lösningar vara aktuella längs med hela sträckan.
- › Inom 50 meter från Lundbyleden skall utrymning bort från Lundbyleden vara möjlig.
- › Ny bostadsbebyggelse skall ej placeras som första radens bebyggelse mot Lundbyleden 0-30 meter ifrån Lundbyleden.
- › Fasadkrav för ny bebyggelse (som vetter mot Lundbyleden inom 0-30 meter från Lundbyleden): Alla fasader inklusive tak skall utformas med ytskikt i obrännbart material. Eventuella fönster ska vara EI30-klassade.
- › Fasadkrav för ny bebyggelse (som vetter mot Lundbyleden inom 30-50 meter från Lundbyleden): Alla fasader inklusive tak skall utformas med ytskikt i obrännbart material. Eventuella fönster ska vara E30-klassade (vädringsläge är tillåtet).

Notera att kravet avseende bebyggelsefritt område 0-15 kommer att behöva ersättas med krav på bebyggelsefritt område avseende trafiksäkerhet om Lundbyleden ingår i förbudsområde.

## 10 Referenser

Banverket (2006a) *Förstudie Ny hamnbana, Underlagsrapport Förutsättningar för utbyggnaden, fördjupad beskrivning*

Banverket (2006b) *Förstudie Ny hamnbana, Kvillebangården*

Banverket (2006c) *Förstudie Ny hamnbana, rapportnr: BRVT 2006:02-01*

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

COWI (2011a), *Järnvägsutredning Hamnbanan Eriksbergsmotet-Pölsegården*

COWI (2011b), *Riskutredning för detaljplan - Lillhagsparken*

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

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 Tågurspårningen i Kungsbacka* FOI-R-2286-SE.

Fredén (2001), *Modell för skattning av sannolikhet för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen. Banverket, Miljösektionen. 2001:5.*

Green Cargo (2011), *Uppgifter från Green Cargo (ansvarig farligt gods), 2011*

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

GÖP (2009), *Översiktsplan för Göteborg. Riksintressen, Miljö- och riskfaktorer. Antagen 2009-02-26, Stadsbyggnadskontoret*



Göteborgs Posten (2015), hämtad: 2016-04-14, URL:

<http://www.gp.se/nyheter/ekonomi/klassisk-fraktb%C3%A5t-g%C3%A5r-i-pension-1.130698>

Göteborgs Spårvägar (2013), Uppgifter från Lennart Böök och Kent Lindahl.

Ineos (2011), *Muntliga uppgifter om Ineos planer avseende klorfabrik, samtal med Lars Josefsson*

LEIAB (2016), hämtad 2016-05-17, URL:

<http://www.leiab.se/referenser/r/9533/peab-sverige-ab/porslinsfabriken-2c/>

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

Länsstyrelsen (2013), *Länsstyrelsens i Västra Götalands län lokala trafikföreskrifter om transport av farligt gods i Göteborgs kommun*, 2013-06-10

Länsstyrelsen (2016), *Samtal med Patrik Jansson (tlf: 010 224 45 10)*, 2016-04-14

Nordic LNG (2011), Muntliga uppgifter Michael Pettersson (2011-10-05)

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

Räddningstjänsten (2011), *Risk- och olycksanalys Risktopografiska förutsättningar för Räddningstjänsten Storgöteborg*

SKL (2012), *Transporter av farligt gods Handbok för kommunernas planering*

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

SRV (1997), *Värdering av risk p21-182/97*, MSB (tidigare Räddningsverket)

Stadsbyggnadskontoret i Göteborg (2013), Uppgifter från Magnus Larsson

Stadsbyggnadskontoret (2009), *Översiktsplan Göteborg*, antagen 2009-02-26

Stenungsund (2007), *Säkerhetsstudie för Stenungsund- Järnvägstransporter 2004 och 2007*

SWECO (2012), *Samlingslokal vid Tuvevägen, riskutredning avseende farligt gods på väg*, 2012-05-11

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

Trafikverket (2010), *Rapport Kville Bangård, kapacitets- och spårstudie*

Trafikverket (2012), *Anläggningspecifika krav Järnväg Hamnbanan Göteborg bd 603 Etapp Kville och Eriksberg-Pölsebo-Skandiahamnen*, Diarienummer: TRV 2012/38412

Trafikverket (2013a) Hamnbanan Göteborg, dubbelspår, hämtad: 2013-06-13, URL: <http://www.trafikverket.se/Privat/Projekt/Vastra-Gotaland/Goteborg-Hamnbanan/>

Trafikverket (2013b) Kville bangård, hämtad: 2013-06-19, URL: <http://www.trafikverket.se/Privat/Projekt/Vastra-Gotaland/Goteborg-Hamnbanan/Om-projektet/Kvillebangarden/>

Trafikverket (2013c), Uppgifter från Anders Nilsson.

Trafikverket (2013d), Bohusbanan, hämtad: 2013-07-04, URL: <http://www.trafikverket.se/Privat/Vagar-och-jarnvagar/Sveriges-jarnvagsnat/Bohusbanan/>

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

WSP (2014), *Transport av farligt gods på väg, Gunnilse Centrum*, 2014-05-09

WSP (2015a), *Transport av farligt gods på väg och järnväg Mölndalsåns dalgång inom Göteborg och Mölndal*, 2015-04-01

WSP (2015b), *Detaljerad riskbedömning för detaljplan Transporter av farligt gods Karlavagnsplatsen, Göteborgs Stad*, 2015-06-02

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

Älvstranden Utveckling AB (2016), <http://alvstranden.com/stadsutveckling/vara-omraden/backaplan/>, åtkomst 2016-04-14

## Bilaga A - Beräkning av sannolikhet för olycka

I denna bilaga redovisas underlag för olyckor och olyckseffekter avseende farligt 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 transportererna 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.

### Frekvens för järnvägsolycka

Grundläggande olyckstyper inom järnvägstrafik som under drift, direkt eller indirekt, kan ge upphov till påverkan på 3:e person är:

- › Urspårning

- › Sammanstötning
- › Brand
- › Sabotage
- › Plankorsningsolyckor
- › samt kombinationer av dessa.

När det gäller risker för farligt gods är de viktigaste olyckstyperna urspårning och sammanstötning. Utsläpp av farligt gods kan uppkomma om behållare skadas i samband med urspårning eller sammanstötning. Utsläpp av farligt gods kan även uppkomma utan föregående olycka, t.ex. genom läckage i flänsar och ventiler. Denna typ av läckage är relativt vanligt förekommande men ger som regel ingen påverkan på omgivningen. Däremot kan insats från räddningstjänst, t.ex. tömning av läckande tank, erfordras. Läckaget upptäcks vanligtvis inte under transport utan i samband med uppställning av vagnar vid t.ex. rangering.

Exempel på orsaker till urspårning är rälsbrott, solkurva, spårålagfel, fordonsfel, växelfel och lastförskjutning.

Dominerande orsaker till sammanstötningar är olika typer av mänskligt felhandlande hos exempelvis förare, tågledning eller bangårdspersonal, men även tekniska fel kan förekomma, t.ex. bromsfel.

Sammanstötningar mellan tåg på linjen är mycket sällsynt, däremot förekommer kollision med t.ex. arbetsfordon eller annat hinder. Sammanstötning under växling/rangering är däremot relativt frekvent förekommande. Dessa sker i låg hastighet med som regel inga eller små skador som följd.

Den första mer systematiska studien i Sverige av frekvenser för järnvägsolyckor som kan hota omgivningen gjordes av VTI (1994). Detta arbete utvecklades senare i Fredén (2001). Därefter har det, i samband med olika större infrastrukturprojekt, genomförts ett antal studier av urspårnings och sammanstötningens frekvenser för svensk järnvägstrafik. Skillnaderna i resultat mellan de olika studierna är som regel små.

Följande frekvenser används i denna studie:

Urspårning:  $6,7 \cdot 10^{-7}$  per tåg km

Sammanstötning:  $6 \cdot 10^{-8}$  per tåg km

Dessa värden är baserade på (VTI, 1994) och används även i Göteborgs översiktsplan (1999). Risk för urspårning ger det dominerande bidraget. Använt värde är något konservativt jämfört med Fredén (2001) som för ett normaltåg ger en urspårningsfrekvens av  $5,2 \cdot 10^{-7}$  per tåg km (exklusive bl.a. solkurvor och växlar). Bedömningen är att det använda värdet är rimligt, men möjligen något konservativt.

Vidare antas i beräkningarna att ett normalgodståg består av 29 vagnar och att en urspårning påverkar 3,5 av dessa (d.v.s. en andel av 0,12) samt att en sammanstötning påverkar 5 vagnar (d.v.s. en andel av 0,17). Denna ansats är gemensam för VTI (1994) och Fredén (2001).

För riskberäkning används resonemang och värden enligt det som beskrivs i detta kapitel. Frekvensen justeras genom att multiplicera med 0,5 för delområde 1 respektive 0,2 för delområde 2. Detta görs för att ett skadeutfall bedöms påverka en

begränsad sträcka. Undantag är för punktering av tank för giftig gas som multipliceras med 1 respektive 0,4 då området som kan påverkas av den händelsen är större.

### **Frekvens för bangårdsolycka**

Beräkning för bangårdsolycka utgår från samma olycksscenarior som vid beräkning av järnvägsolycka. Vid beräkning för bangårdsolycka används följande frekvens:

Förväntat antal olyckor per rangerad vagn:  $3 \cdot 10^{-5}$  (Fredén, 2001)

Vid riskberäkning för bangårdsolycka justeras risken med en faktor 0,1 för klass 1.1, 3 och 5 och 0,01 för klass 2 (tjockväggig tank), p.g.a. låg hastighet.

### **Frekvens för olycksscenarier**

Nedan redovisas möjliga händelseförlopp efter att en järnväg- och bangårdsolycka 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 samhällsrisk reduceras konsekvensområdet i motsvarande omfattning.

### **Skalning av olycksfrekvenser**

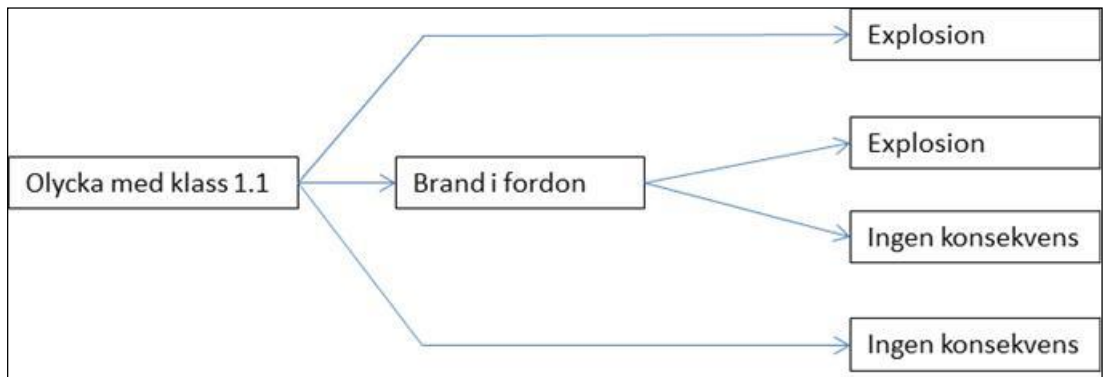
För riskberäkning används resonemang och värden enligt det som beskrivs i detta kapitel. Frekvensen för respektive skadehändelse justeras för att ta hänsyn till storleken på konsekvensområdet för den specifika skadehändelsen. Konsekvensområdet för respektive skadehändelse redovisas i Bilaga B.

## **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 massexplosiva ämnen.



**Figur A.1.** Händelseförlopp vid olycka med massexplosiva ämnen.

Beräkning Väg:

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:

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

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

Beräkning Järnväg:

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

Sannolikheten för olycka med massexplosivt ämne är beräknad i Göteborgs översiktsplan för farligt gods (1999) och innefattar både, kollision, urspårning och brand i vagn. Den totala sannolikheten för massexplosion är beräknad till  $4,8 \cdot 10^{-8}$  för 2 km typbebyggelse. Sannolikheten beskrivs här för 1 km och kan därmed beskrivas enligt följande:

$$4,8 \cdot 10^{-8} / 2 \cdot N_{\text{klass 1.1}}$$

Beräkning Bangård:

Förväntat antal olyckor per rangerad vagn skattas till  $3 \cdot 10^{-5}$ . (Fredén, 2001) Vid en olycka på trafikspår bedöms att 1 % av fallen leder till explosion av lasten. Vid

beräkning för bangård reduceras risken att en olycka leder till explosion med en faktor 0,1.

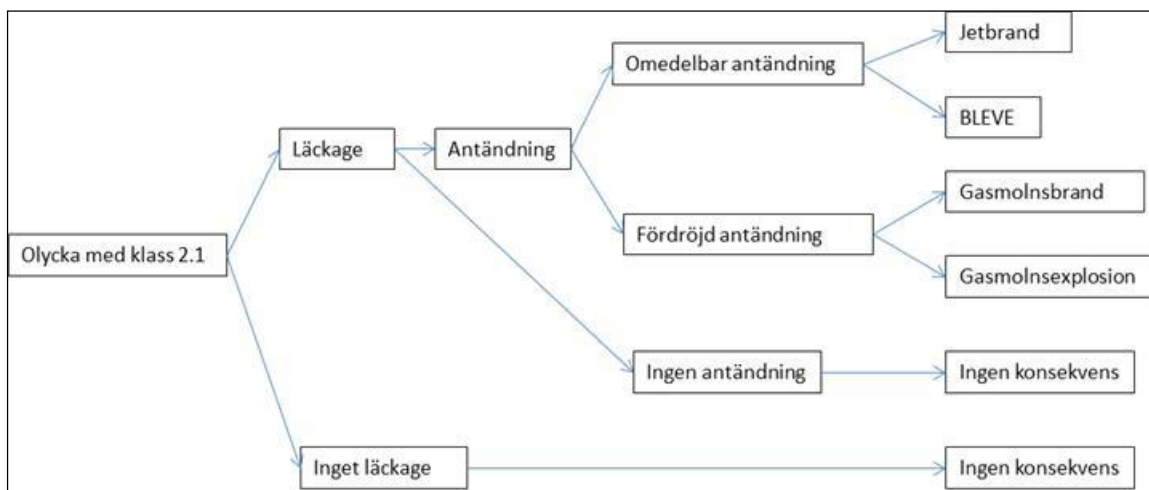
Sannolikheten beskrivs här för rangerad vagn och kan därmed beskrivas enligt följande:

$$5 \cdot 10^{-5} \cdot 0,01 \cdot 0,1 \cdot N_{\text{klass1.1}}$$

Olycka per rangerad vagn \* Explosion \* reducering för låg hastighet \* antal transporter med massexplosiva ämnen.

## 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 gasmolnexplosion.

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.1. 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.

### Läckage av propan

Följande frekvenser erhålls för möjliga scenarier:

#### Beräkning Väg:

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.

#### Beräkning Järnväg:



Frekvens att en gastanksolycka med utsläpp och antändning ska inträffa är  $1,3 \cdot 10^{-9}$  per vagn och år, på en sträcka av två km (GÖP, 1999). Läckagesannolikhet ingår då med 0,01 och antändningssannolikhet med 0,7. Detta innebär att frekvensen för att en gasolvagn utsätts för olycka är  $= 0,93 \cdot 10^{-7}$  per vagn och år för en km.

Förväntat antal olyckor per rangerad vagn skattas till  $3 \cdot 10^{-5}$ . (Fredén, 2001) Vid beräkning för bangård reduceras risken att en olycka leder till respektive scenario med en faktor 0,01 p.g.a. låg hastighet (tjockväggig tank).

### Jetbrand

$$0,93 \cdot 10^{-7} \cdot 0,01 \cdot N_{\text{klass}2.1} \cdot 0,19$$

Olycka \* Läckage \* antal transporter med brandfarlig gas \* andel jetbrand

### Gasmolnsbrand

$$0,93 \cdot 10^{-7} \cdot 0,01 \cdot N_{\text{klass}2.1} \cdot 0,4$$

Olycka \* Läckage \* antal transporter med brandfarlig gas \* andel gasmolnsbrand

### Gasmolnsexplosion

$$0,93 \cdot 10^{-7} \cdot 0,01 \cdot N_{\text{klass}2.1} \cdot 0,1$$

Olycka \* Läckage \* 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.

$$0,93 \cdot 10^{-7} \cdot 0,01 \cdot N_{\text{klass}2.1} \cdot 0,01 \cdot 0,5$$

Olycka \* Läckage \* antal transporter med brandfarlig gas \* andel BLEVE \* fall då utrymning ej sker.

### Beräkning Bangård:

#### Jetbrand

$$3 \cdot 10^{-5} \cdot 0,01 \cdot 0,01 \cdot N_{\text{klass}2.1} \cdot 0,19$$

Olycka \* Läckage \* reducering för låg hastighet \* antal transporter med brandfarlig gas \* andel jetbrand

#### Gasmolnsbrand

$$3 \cdot 10^{-5} \cdot 0,01 \cdot 0,01 \cdot N_{\text{klass}2.1} \cdot 0,4$$

Olycka \* Läckage \* reducering för låg hastighet \* antal transporter med brandfarlig gas \* andel gasmolnsbrand

#### Gasmolnsexplosion

$$3 \cdot 10^{-5} \cdot 0,01 \cdot 0,01 \cdot N_{\text{klass}2.1} \cdot 0,1$$

Olycka \* Läckage \* reducering för låg hastighet \* antal transporter med brandfarlig gas \* andel gasmolnsexplosion.

## BLEVE

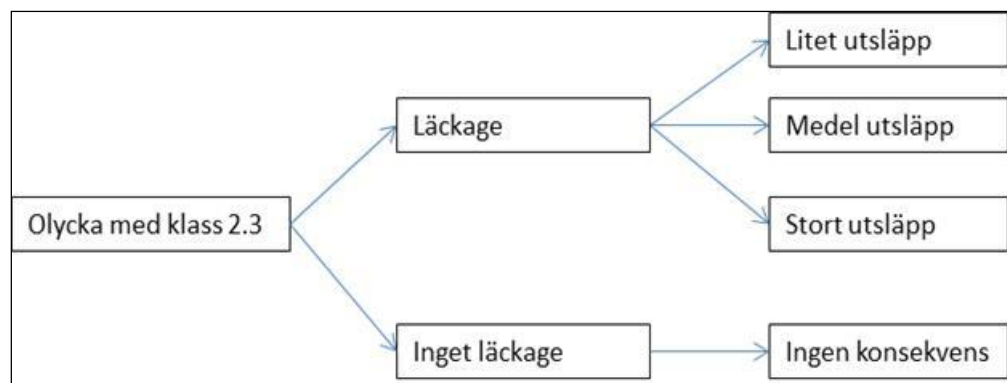
Då utfallet av en BLEVE ofta sker med en fördröjning görs här antagandet att i 50 % av fallen kommer området hinnas utrymmas innan en BLEVE inträffar.

$$3 \cdot 10^{-5} \cdot 0,01 \cdot 0,01 \cdot N_{\text{klass 2.1}} \cdot 0,01 \cdot 0,5$$

Olycka \* Läckage \* reducering för låg hastighet \* antal transporter med brandfarlig gas \* andel BLEVE \* fall då utrymning ej sker.

## 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.

### Beräkning Väg:

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)

### Beräkning Järnväg:

Sannolikheten för att en olycka med kondenserad giftig gas ska inträffa och utflöde sker är  $1,8 \cdot 10^{-9}$  per vagn och år och på en sträcka av två km (GÖP, 1999).

Antalet vagnar med giftig gas fås från tabell i huvudrapport och sannolikheten kan beskrivas enligt följande:

$$1,8 \cdot 10^{-9} / 2 \cdot N_{\text{giftig gas}} \cdot 0,5$$

Olycka per 1 km \* antal transporter med giftig gas \* andel scenario (medel/stort)

**Beräkning Bangård:**

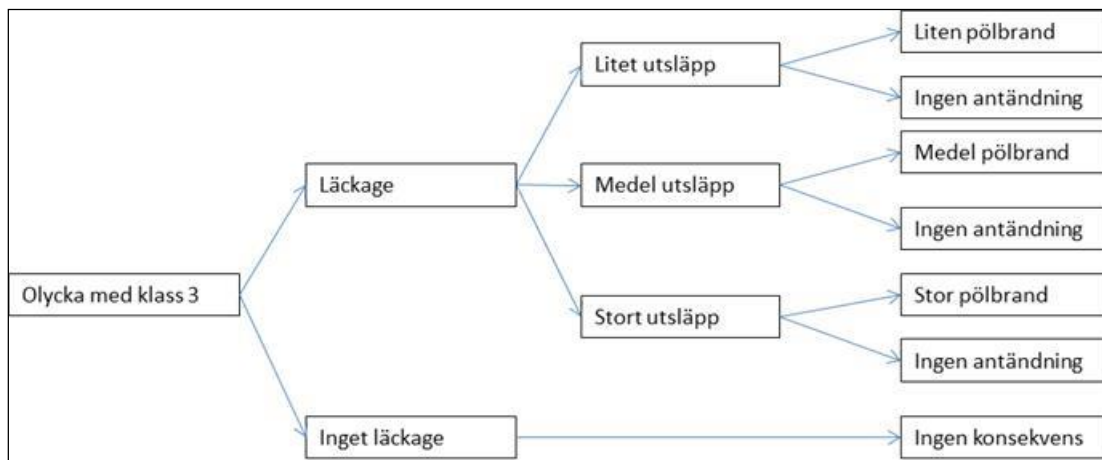
Förväntat antal olyckor per rangerad vagn skattas till  $3 \cdot 10^{-5}$ . (Fredén, 2001) Vid beräkning för bangård reduceras risken att en olycka leder till respektive scenario med en faktor 0,01 p.g.a. låg hastighet (tjockväggig tank). Sannolikheten kan beskrivas enligt följande:

$$3 \cdot 10^{-5} \cdot 0,01 \cdot 0,01 \cdot N_{\text{giftig gas}} \cdot 0,5$$

Olycka per rangerad vagn \* Läckage \* reduktion för låg hastighet \* 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.

Beräkning Väg:

Sannolikheten för att ett läckage inträffar antas vara 0,3 för den aktuella vägsträckan (SRV, 1996). Fördelningen mellan de tre läckagescenarierna 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)

Beräkning Järnväg:

Sannolikheten för olycka med brandfarlig vätska baseras på Fredén (2001). Beräkningar utgår från scenarier enligt ovan samt antaganden baserade på uppgifter från TNO (2005). Sannolikheten för respektive dimensionerande scenario beskrivs enligt följande:

(sannolikheten för urspårning \* sannolikhet för att urspårad vagn är lastad med brandfarlig vätska + sannolikhet för kollision \* sannolikhet för att vagn i kollision är lastad med brandfarlig vätska) \* sannolikhet för läckage \* sannolikhet för antändning \* antal vagnar.

Sannolikhet för mellan och stor läckage är satt till 0,2 och 0,1 och antändning till 0,05. Värdet för antändning är hälften av värdet som används för väg.

$$\text{Mellan läckage: } (6 \cdot 10^{-8} \cdot 0,17 + 6,7 \cdot 10^{-7} \cdot 0,12) \cdot 0,2 \cdot 0,05 \cdot N_{\text{klass3}}$$

$$\text{Stort läckage: } (6 \cdot 10^{-8} \cdot 0,17 + 6,7 \cdot 10^{-7} \cdot 0,12) \cdot 0,1 \cdot 0,05 \cdot N_{\text{klass3}}$$

Beräkning Bangård:

Förväntat antal olyckor per rangerad vagn skattas till  $3 \cdot 10^{-5}$ . (Fredén, 2001). Vid beräkning för bangård reduceras risken att en olycka leder till respektive scenario med en faktor 0,1 p.g.a. låg hastighet. Beräkningar utgår från scenarier enligt ovan samt antaganden baserade på uppgifter från TNO (2005). Sannolikhet för mellan och stor läckage är satt till 0,2 och 0,1 och antändning till 0,05. Värdet för antändning är hälften av värdet som används för väg. Sannolikheten för respektive dimensionerande scenario beskrivs enligt följande:

$$\text{Mellan läckage: } 3 \cdot 10^{-5} \cdot 0,2 \cdot 0,05 \cdot 0,1 \cdot N_{\text{klass3}}$$

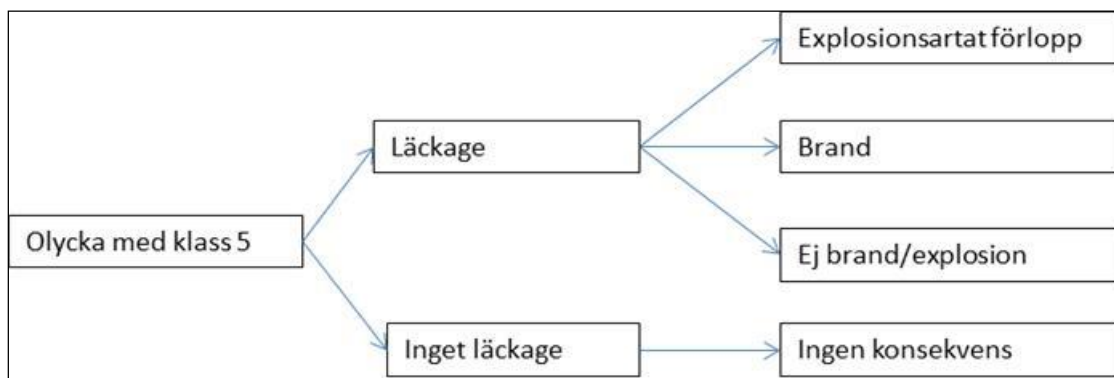
$$\text{Stort läckage: } 3 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1 \cdot 0,05 \cdot 0,1 \cdot N_{\text{klass3}}$$

Olycka per rangerad vagn \* Läckage \* sannolikhet för antändning \* reducering för låg hastighet \* antal vagnar.

## 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.**

**Beräkning Väg:**

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:

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

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

**Beräkning Järnväg:**

Sannolikheten för att en olycka med oxiderande ämnen ska inträffa och explosion sker är  $2,0 \cdot 10^{-11}$  per vagn och år och på en sträcka av två km (GÖP, 1999). I denna analys beskrivs sannolikheten för en sträcka av 1 km och kan därmed beskrivas enligt följande:

$$2 \cdot 10^{-11} / 2 \cdot N_{\text{klass5.1}}$$

**Beräkning Bangård:**

Förväntat antal olyckor per rangerad vagn skattas till  $5 \cdot 10^{-5}$ . (Fredén, 2001) Vid en olycka bedöms att 0,01% av fallen leder till explosion av lasten. Vid beräkning för bangård reduceras risken att en olycka leder till explosion med en faktor 0,1. Vid beräkning för bangård reduceras risken att en olycka leder till respektive scenario med en faktor 0,1 p.g.a. låg hastighet. I denna analys beskrivs sannolikheten per rangerad vagn och kan därmed beskrivas enligt följande:

$$3 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-4} \cdot 0,1 \cdot N_{\text{klass5.1}}$$

$$\text{Olycka per rangerad vagn} \cdot \text{Explosion} \cdot \text{reducering för låg hastighet} \cdot \text{antal transporter med oxiderande ämnen}$$

## 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.

- › Fasadkrav för ny bebyggelse (som vetter mot Lundbyleden inom 0-30 meter från Lundbyleden): Alla fasader inklusive tak skall utformas med ytskikt i obrännbart material. Eventuella fönster ska vara EI30-klassade. Skyddsåtgärder beräknas medföra att personer inomhus på detta avstånd inte omkommer vid brand förutsatt att de utrymmer byggnaden.
- › Fasadkrav för ny bebyggelse (som vetter mot Lundbyleden inom 30-50 meter från Lundbyleden): Alla fasader inklusive tak skall utformas med ytskikt i obrännbart material. Eventuella fönster ska vara E30-klassade (vädringsläge är tillåtet). Skyddsåtgärder beräknas medföra att personer inomhus på detta avstånd inte omkommer vid brand förutsatt att de utrymmer byggnaden.
- › Skyddsåtgärd: Ventilationsintag ska placeras högt upp och på motsatt sida farligt godsled för bebyggelse inom 150 meter från Hamnbanan. Ventilationsåtgärder för bebyggelsen inom planområdet förväntas sänka andel omkomna inomhus med 90% gällande scenarier med giftiga gaser. (WSP, 2015b)
- › Skyddsåtgärd: Med tät, buffrande och avskärmande bebyggelse närmst riskkällorna bedöms andelen omkomna kunna sänkas med 25% för explosioner och 75% för bränder. WSP (2015a).
- › Skyddsåtgärd: Med tät, buffrande och avskärmande bebyggelse närmst riskkällorna bedöms andelen omkomna kunna sänkas med 50% för giftiga gaser. Se bilaga C för utredning och känslighetsanalys.

## A.7 Resultat av beräkningar

**Tabell A.1.** Beräknad sannolikhet för respektive händelse med farligt gods på Lundbyleden.

Händelse	Sannolikhet (per år)
Olycka med klass 1.1 –massexplosion (stor)	-
Olycka med klass 2.1- Jetbrand	-
Olycka med klass 2.1- Gasbrand	-
Olycka med klass 2.1- Gasmolnsexplosion	-
Olycka med klass 2.1- BLEVE	-
Olycka med klass 2.3- utsläpp av giftig gas (rörbrott)	-
Olycka med klass 2.3- utsläpp av giftig gas (punktering)	-
Olycka med klass 3.1 -brandfarlig vätska (medel utsläpp)	$4,6 \cdot 10^{-6}$
Olycka med klass 3.1 -brandfarlig vätska (stort utsläpp)	$4,6 \cdot 10^{-6}$
Olycka med klass 5 -explosion	-

**Tabell A.2.** Beräknad sannolikhet för respektive händelse med farligt gods på Hamnbanan.

Händelse	Sannolikhet (per år)
Olycka med klass 1.1 –massexplosion (stor)	$3,4 \cdot 10^{-7}$
Olycka med klass 2.1- Jetbrand	$3,4 \cdot 10^{-7}$
Olycka med klass 2.1- Gasbrand	$7,1 \cdot 10^{-7}$
Olycka med klass 2.1- Gasmolnsexplosion	$1,8 \cdot 10^{-7}$
Olycka med klass 2.1- BLEVE	$8,9 \cdot 10^{-9}$
Olycka med klass 2.3- utsläpp av giftig gas (rörbrott)	$2,9 \cdot 10^{-7}$
Olycka med klass 2.3- utsläpp av giftig gas (punktering)	$2,9 \cdot 10^{-7}$
Olycka med klass 3.1 -brandfarlig vätska (medel utsläpp)	$5,0 \cdot 10^{-6}$
Olycka med klass 3.1 -brandfarlig vätska (stort utsläpp)	$2,5 \cdot 10^{-6}$
Olycka med klass 5 -explosion	$3,2 \cdot 10^{-8}$

**Tabell A.3.** Beräknad sannolikhet för respektive händelse med farligt gods på Kville bangård.

Händelse	Sannolikhet (per år)
Olycka med klass 1.1 –massexplosion (stor)	$2,3 \cdot 10^{-8}$
Olycka med klass 2.1- Jetbrand	$5,5 \cdot 10^{-7}$
Olycka med klass 2.1- Gasbrand	$1,2 \cdot 10^{-6}$
Olycka med klass 2.1- Gasmolnsexplosion	$2,9 \cdot 10^{-7}$
Olycka med klass 2.1- BLEVE	$1,4 \cdot 10^{-8}$
Olycka med klass 2.3- utsläpp av giftig gas (rörbrott)	$4,8 \cdot 10^{-7}$
Olycka med klass 2.3- utsläpp av giftig gas (punktering)	$4,8 \cdot 10^{-7}$
Olycka med klass 3.1 -brandfarlig vätska (medel utsläpp)	$8,3 \cdot 10^{-5}$
Olycka med klass 3.1 -brandfarlig vätska (stort utsläpp)	$4,1 \cdot 10^{-5}$
Olycka med klass 5 -explosion	$4,8 \cdot 10^{-8}$

## 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 godsklass 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.

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 tiotals- upp till något hundratal meter beroende på tillgänglig mängd.
2 Brännbar gas	Jetflamma – värmestrålning Brännbart gasmoln – gasmolnsbrand  Gasmolnsexplosion  BLEVE	Direkta effekter oftast begränsade till närområdet <sup>1</sup> . Små effekter utanför gasmolnet, mkt allvarliga konsekvenser för personer som omfattas av molnet. Oftast begränsade övertryck vid fritt gasmoln. Personskador kan uppkomma genom splitter och raserade byggnader. Värmestrålning kan ge effekter

<sup>1</sup> ”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).



RID- Klass	Möjliga konsekvenser i händelse av olycka	Kommentarer
		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 farligt godsled. Värden i denna tabell är grundvärden från beräkningar vilket är de som används om inget annat anges. Värden märkta med \* är baserad på GÖP, värde markerat med \*\* är hämtat från tidigare riskanalys för närliggande område (COWI, 2013). 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 Massexplсивt	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 <sup>2</sup> )	0,5/0,1	0/0	0/0	0/0	0/0
	Stor pölbrand (200 m <sup>2</sup> )	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

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 massexplсивt ämne (klass 1.1)

Bedömning av konsekvenser/Olyckseffekter

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.

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

### **Konsekvenser för massexplosivt 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 förekomma 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
$180$ kPa > $P_s \geq 69$ kPa	0,05	0,05	0,05
$69$ kPa > $P_s \geq 21$ kPa	0,01	0,01	0,01
$21$ 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 massexplodivt ämne för personer utomhus eller inomhus baseras på Göteborgs översiktsplan (1999).

**Tabell B.8.** Andel omkomna vid olycka med massexplodivt 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:

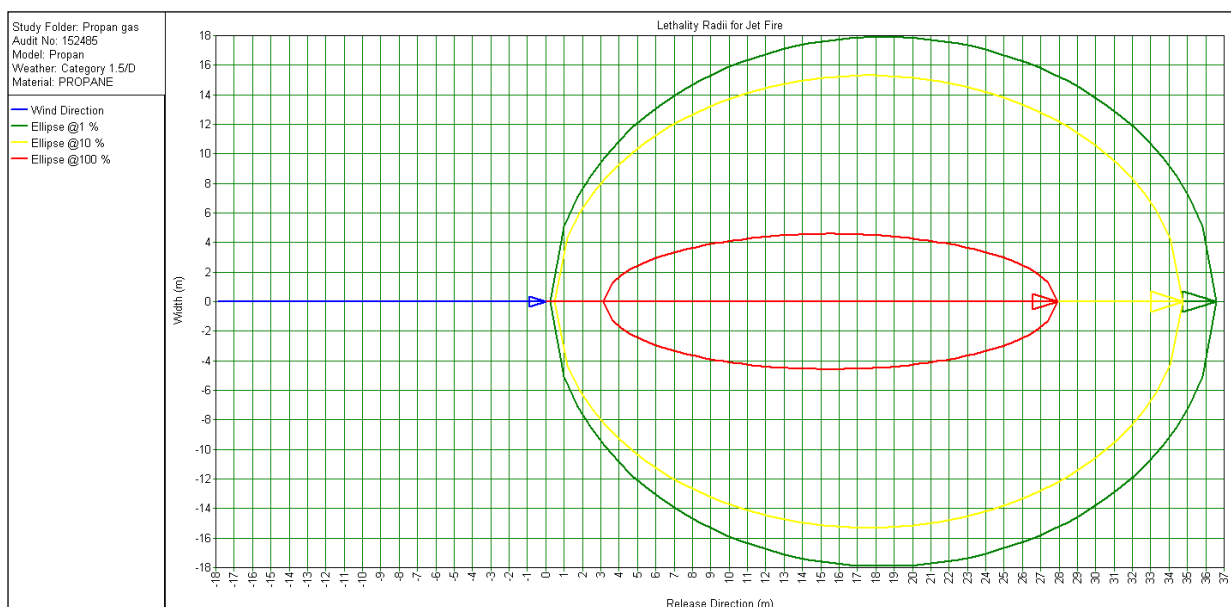
- › Omedelbar antändning som ger upphov till jetbrand.

- › Uppvärmning av tank eller tankhaveri som leder till BLEVE (Boling 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

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/m<sup>2</sup>. 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.

## BLEVE

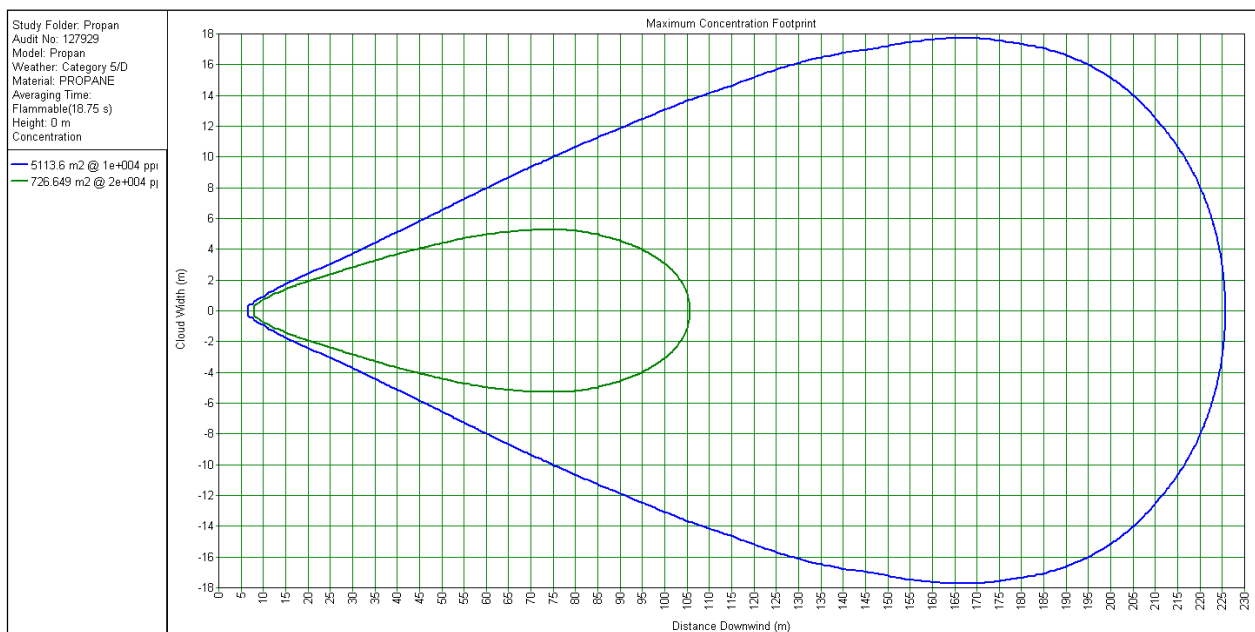
Vid en BLEVE bildas ett eldklot som ger upphov till värmestrålning och tryckeffekter. Storleken på eldklotet beror framförallt på tankens innehåll. En tank på 20 ton ger upphov till ett eldklot på 60-75 meters radie (TNO, 2005).

Personer som befinner sig inom eldklotet eller som utsätts för en strålningsnivå över  $35 \text{ kW/m}^2$  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. 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.



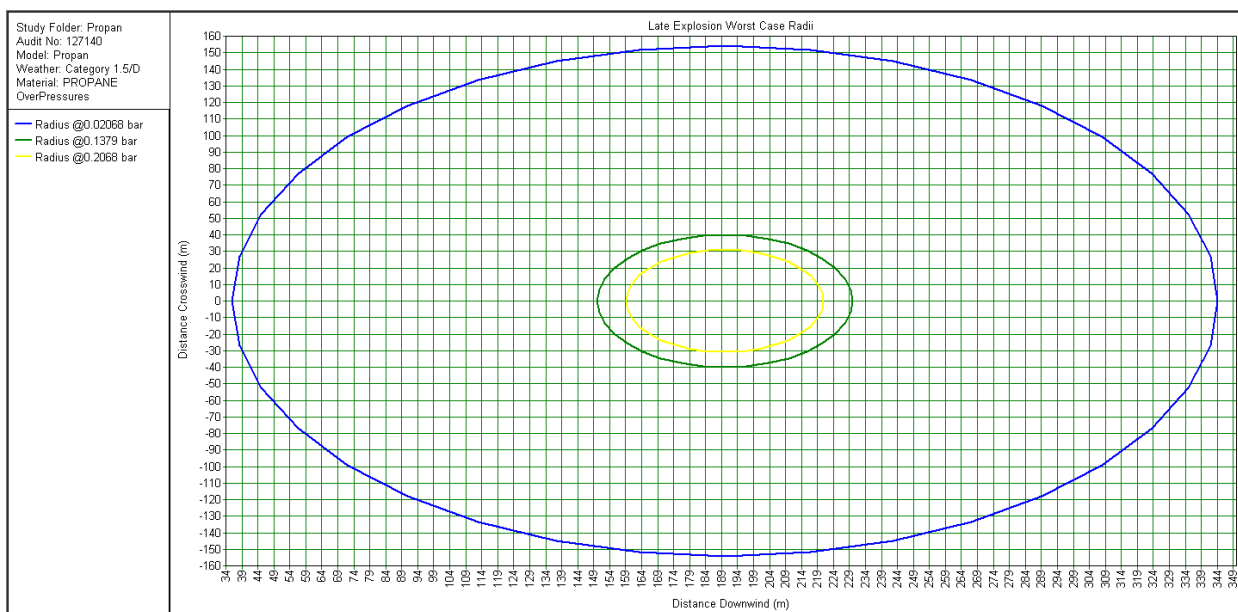
Vid en antändning kommer moln inom LEL gränsen att forma ett brinnande gasmoln. Område för gasmolnsbrand sätts här till samma som LEL (TNO, 2005). I vissa sammanhang används 1/2 LEL som gräns för brandmoln.

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.

Spridning av molnet påverkas av vindriktningen, en korrigering av sannolikhet görs därmed med en faktor 1/3.

### Gasmolnsexplosion

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. 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

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 <sub>3</sub>	3 luftväxlingar NH <sub>3</sub>
~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 <sub>3</sub>	3 luftväxlingar NH <sub>3</sub>
~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 lindrigt 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.*

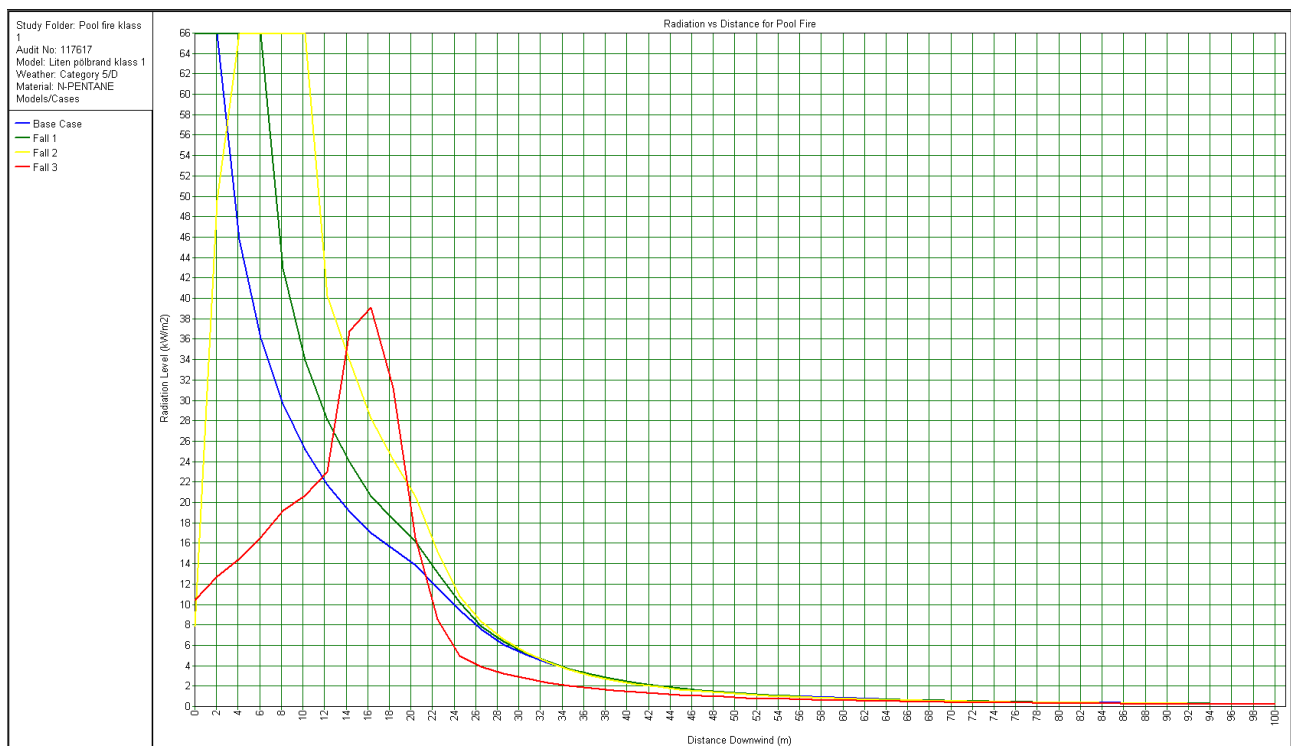
Avstånd (meter)	Andel omkomna/svårt skadade utomhus (%)	
	Medelstort utsläpp	Stort utsläpp
~6	100/0	100/0
~36-40	100/0	100/0
~50	91/9	100/0
~70	62/8	100/0
~100	11/72	100/0
~130	1/26	100/0
~150	0/26	100/0

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

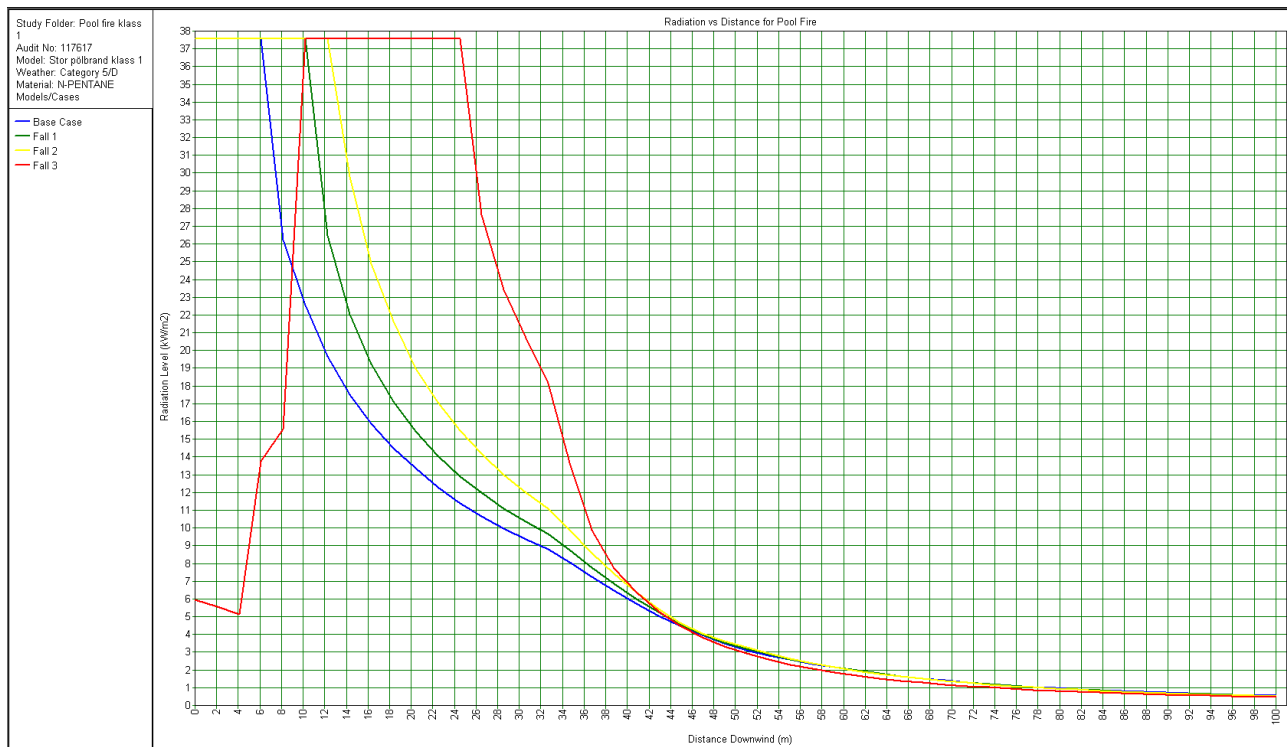
Ett utsläpp som inte antänds har främst en påverkan på miljön, skadliga konsekvenser för människor uppstår om vätskan antänds och bildar en pölbrand (brinnande vätska på marken). Hur stor pölbranden blir beror på storleken på utsläppet och pölens utbredning. Följande scenario har definierats:

- › Litet utsläpp: Bedöms inte ha någon påverkan på omgivningen
- › Medel utsläpp: Antas resultera i pölbrand på 50 m<sup>2</sup>
- › Stort utsläpp: Antas resultera i pölbrand på 200 m<sup>2</sup>

Strålningsnivåer som funktion av avstånd redovisas för 50 respektive 200 m<sup>2</sup> pölbrand i figur B.4 och B.5.



**Figur B.4.** Strålningsnivå i kW/m<sup>2</sup> på olika höjd över mark som funktion av avstånd. Brandscenario; pölbrand 50 m<sup>2</sup>, 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/m<sup>2</sup> på olika höjd över mark som funktion av avstånd. Brandscenario; pölbrand 200 m<sup>2</sup>, bensin, vind 5 m/s. Not: Avstånd (x-axel) räknas från centrum av pöl

Strålningsnivåer för aktuella avstånd från transportled redovisas i tabell nedan.

**Tabell B.13.** Strålningsnivåer (avrundade värden i kW/m<sup>2</sup>) på marknivå respektive 15 meters höjd för brandarea 50 respektive 200 m<sup>2</sup>.

Brandarea (m <sup>2</sup> )	Strålning 0-20 m (kW/m <sup>2</sup> )	Strålning 20-50 m (kW/m <sup>2</sup> )	Strålning >50 m (kW/m <sup>2</sup> )
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 <sup>2</sup>	Smärta efter ca 8 sekunders exponering
10-11 kW/m <sup>2</sup>	Smärta efter ca 3 sekunders exponering
13 kW/m <sup>2</sup>	Outhärdlig smärta efter 2-3 sekunders exponering
16 kW/m <sup>2</sup>	Blåsor och liknande brännskador uppstår efter ca 5 sekunders exponering
20 kW/m <sup>2</sup>	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/m<sup>2</sup>.

Långvarig strålning mot utrymmade personer får enligt Boverket inte överstiga nivåer om 2,5 kW/m<sup>2</sup>. Kortvarig strålning får inte överstiga 10 kW/m<sup>2</sup>.

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

**Tabell B.15.** Gränsvärden beträffande strålning.

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

Om strålningsnivån mot en byggnad kan begränsas till maximalt 15 kW/m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup> innan kollaps.

## B.5 Konsekvenser vid utsläpp av oxiderande ämne

Oxiderande ämne kan tillsammans med organiska ämnen bli explosivt. 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 – Fördjupning riskreducerande åtgärder map utsläpp av giftig gas (klorgas)

Efter dialog med Räddningstjänsten Storgöteborg har klor valts som dimensionerande gas när den riskreducerande effekten med avseende på utsläpp av giftig gas studeras. Klor har även valts som dimensionerade gas i tidigare riskanalys för närliggande område (WSP, 2015b) samt i GÖP (1999).

Spridningsberäkningarna har utförts med mjukvaran PHAST 7.11 från DNV GL.

### C.1. Indata vid beräkningar

Vid spridningsberäkningar (utomhus) avseende utsläpp av giftig gas (klor) har gränsvärde för dödliga skador (LC50<sup>4</sup>) för klor använts, vilket är 250 ppm. Beräkningarna har utgått ifrån en vindhastighet på 4 m/s och stabilitetsklass D (neutrala väderförhållanden). Utsläppets storlek har antagits till 25 ton. Beräkningar har utförts för två fall, medelstort utsläpp (rörbrott, 3 cm i diameter) och stort utsläpp (stort hål på tank/punktering av tank).

### C.2 Spridning av klorgas

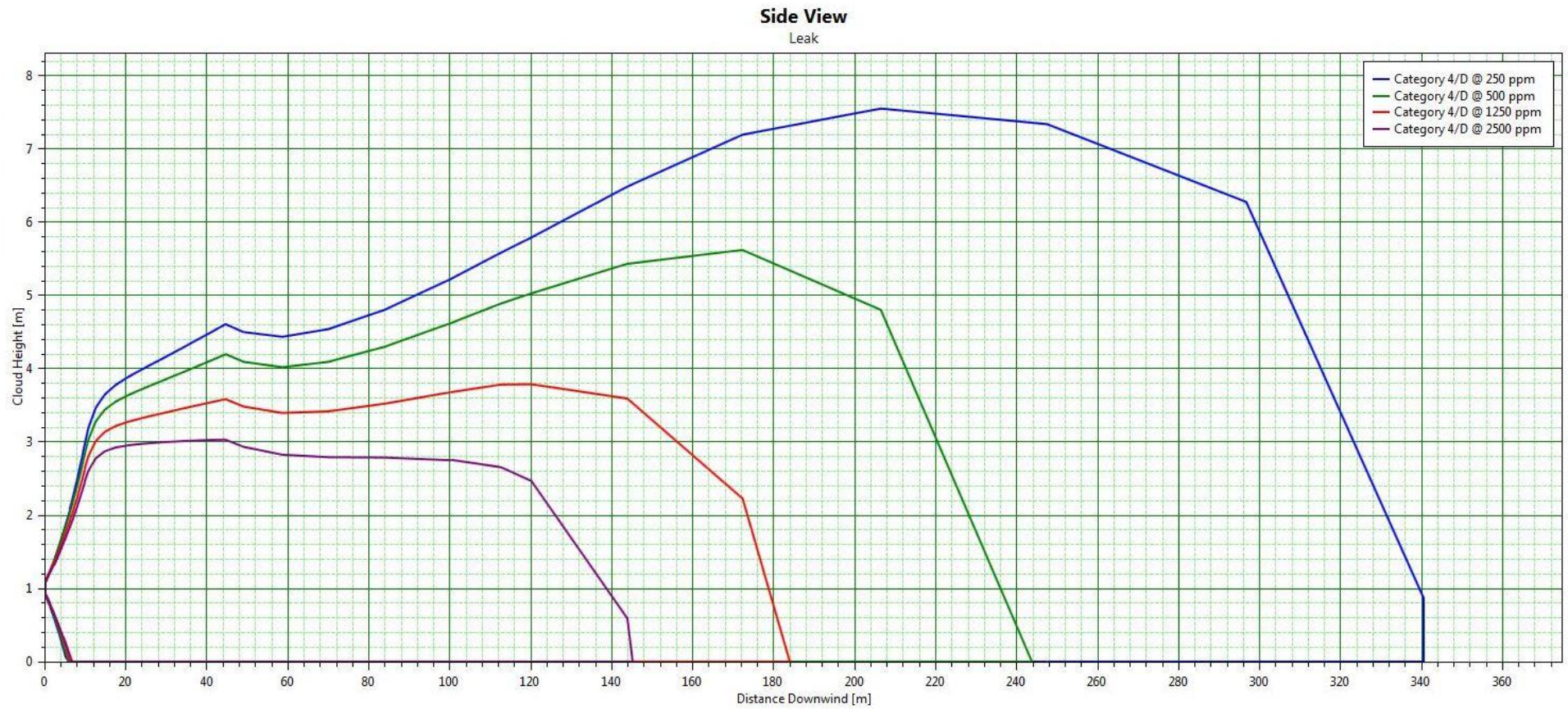
#### C.2.1 Medelstort utsläpp (rörbrott, 3 cm i diameter)

I figur C.1 och figur C.2 redovisas spridningen av ett medelstort utsläpp sett från sidan respektive ovanifrån. Blå kontur motsvarar en koncentration på 250 ppm (LC50). Notera att spridningen redovisas för "worst case" i form av den värsta tidpunkten efter att utsläppet påbörjats. Notera att LC50 ej uppnås på högre höjd än ca 7,6 meter totalt sett och ej på högre höjd än ca 5,2 meter på 100 meters avstånd från utsläppspunkten, se figur C.1.

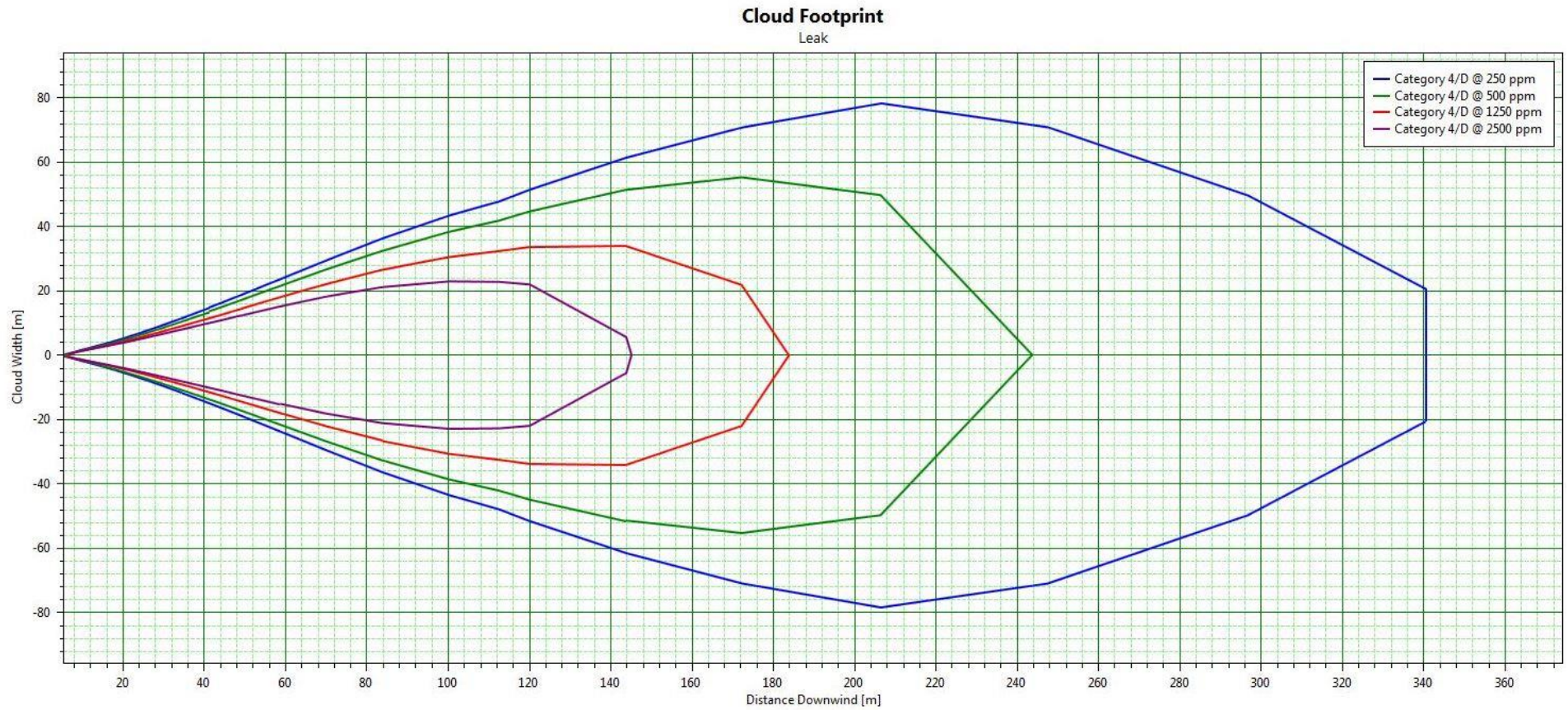
---

<sup>4</sup> Värde för människa exponerad via inhalation under 30 minuter.





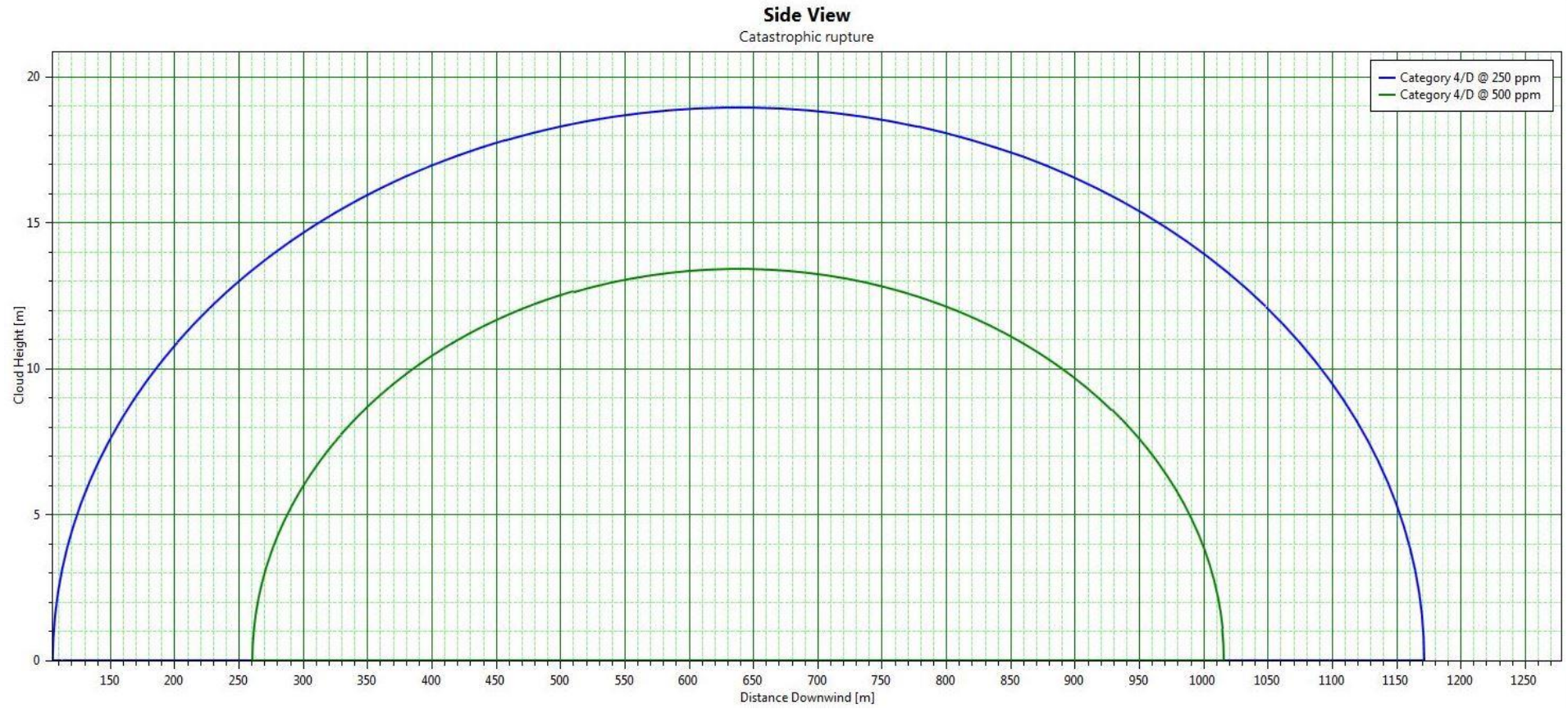
**Figur C.1.** Spridning vid medelstort utsläpp av klor sett från sidan.



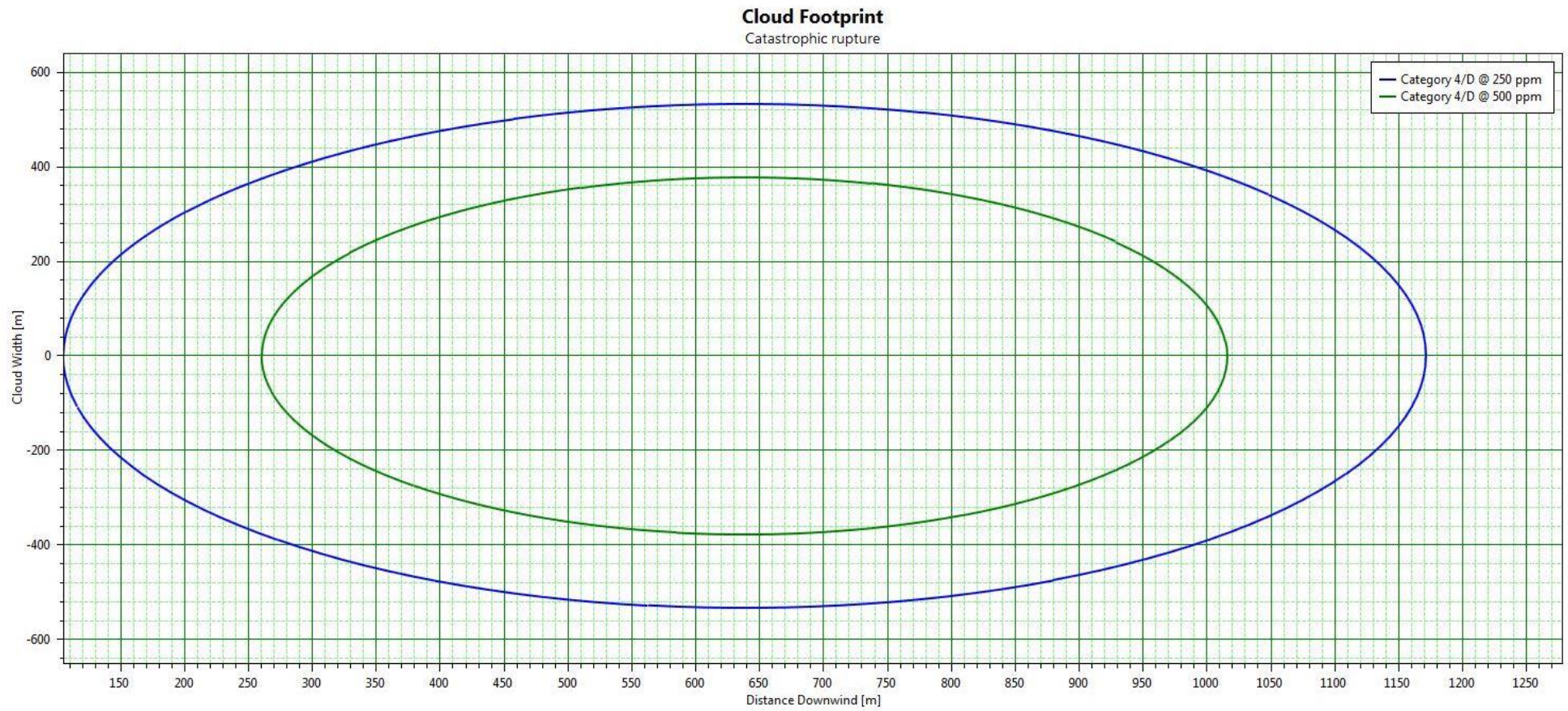
**Figur C.2.** Spridning vid medelstort utsläpp av klor sett ovanifrån.

### C.2.2 Stort utsläpp (stort hål på tank/punktering av tank)

I figur C.3 och figur C.4 redovisas spridningen av ett stort utsläpp sett från sidan respektive ovanifrån. Blå kontur motsvarar en koncentration på 250 ppm (LC50). Notera att spridningen redovisas för "worst case" i form av den värsta tidpunkten efter att utsläppet påbörjats. Detta innebär gasmolnet hinner förflytta sig ca 100 meter från utsläppskällan, se figur C.3 och figur C.4. Notera att LC50 ej uppnås på högre höjd än ca 19 meter totalt sett.



**Figur C.3.** Spridning vid stort utsläpp av klor sett från sidan.



**Figur C.4.** Spridning vid stort utsläpp av klor sett ovanifrån.

## C.3 Analys avseende effekt av riskreducerande åtgärd (giftig gas/klor)

I detta avsnitt presenteras ett antal åtgärder som har en riskreducerande effekt avseende utsläpp av giftig gas (klor).

### C.1.3.1 Vegetation (träd och buskar)

Sveriges Kommuner och Landsting (SKL) har publicerat skriften *Transporter av farligt gods Handbok för kommunernas planering* (SKL, 2012). I denna skrift presenteras *Vegetation (träd och buskar)* som en åtgärd för att reducera spridningen av giftig gas vid en farligt godsolycka. Åtgärden innebär att träd eller buskar planteras som en ridå mellan väg eller järnväg och bebyggelse. Träden bör enligt SKL ha en kron diameter på minst 5 meter och ridån bör vara minst två träd rader djup. Buskar bör vara 1–2 meter höga. Vidare skriver SKL att åtgärden kan kombineras med en vall för ytterligare skydd. Enligt SKL skapar träd och buskar en viss turbulens som antas reducera koncentrationerna till cirka hälften vid utsläpp av giftiga gaser. Det bör noteras att antalet omkomna inte per automatik bedöms reduceras med hälften bara för att koncentrationen gör det. Detta varierar från fall till fall. Om koncentrationen är mycket hög och halveras så kan den fortfarande vara så hög att 100% av alla individer omkommer.

### C.1.3.2 Avskärmande bebyggelse

I tidigare riskanalyser har en tät, buffrande och avskärmande bebyggelse närmst riskkällorna bedömts reducera andelen omkomna med 25% för giftig gas (WSP, 2015a). Bebyggelsen som planeras inom det studerade området är relativt tät och byggnadskropparna planeras relativt nära varandra. Skulle första radens bebyggelse utformas på ett sådant sätt att de till stor del bildar en skärm/vägg mot studerade farligt godsleder så bedöms andelen omkomna kunna reduceras till 50%. Exempel på en sådan utformning finns sydväst om det studerade området (Porslinsfabriken), se figur C.5, där byggnaderna binds samman av glaspartier och på så sätt bildar en tätare fasad mot lederna.

Andelen omkomna bedöms reduceras till 50% (utomhus) baserat på de spridningsberäkningar som redovisas i kapitel C.1 samt att byggnaderna planeras vara 6-8 våningar höga. Bedömningen bedöms som konservativ i jämförelse med att vegetation som bedöms reducera koncentrationen med ungefär hälften enligt SKL (2012), se kapitel C.1.3.1.



**Figur C.5.** Exempel på åtgärd i form av tät, avskärmande bebyggelse vid "Porlinsfabriken". (LEIAB, 2016)

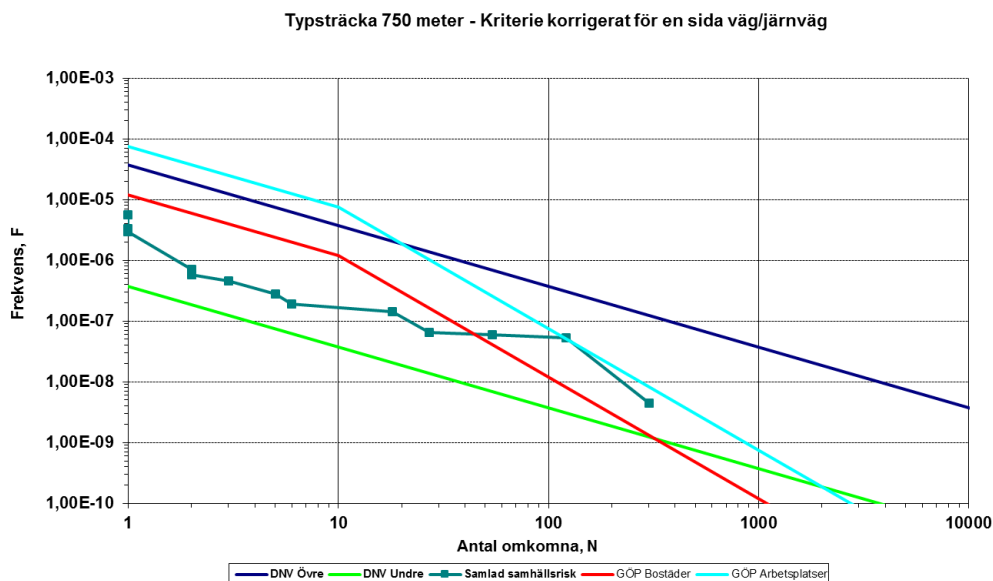
### C.1.3.3 Vall

Det finns andra typer av åtgärder som har en riskreducerande effekt avseende utsläpp av giftig gas (klor). I en riskanalys för ett närliggande område (Karlavagnsplatsen) har en större vall mellan farligt godsled och planområdet föreslagits som skyddsåtgärd. I det fallet bedöms gasutsläpp nära marken kunna reduceras till ca hälften i koncentration till följd av den turbulens som vallen skapar. (WSP, 2015b)

Den vall som föreslagits för Karlavagnsplatsen föreslås placeras så nära Hamnbanan som möjligt och sannolikt ges en höjd om 4-5 meter ovan spårnivå. Utbredningen i längdled bör täcka hela grönområdet. De funktionskrav som ställs på vallen ska hindra urspårning mot grönområdet, vara så hög att den avskärmar jetflammar och begränsar strålningspåverkan från pölbränder samt ha en sådan utbredning och höjd att den hindrar spridning av tunga gaser mot grönområdet och planområdet. Det bör noteras riskanalysen för Karlavagnsplatsen förespråkar att vallens höjd och utbredning bör utredas i detalj för att säkerställa den riskreducerande effekten samt att geotekniska förhållanden behöver utredas så att inte vallen ger sättningar i banvallen. (WSP, 2015b)

### C.1.4 Känslighetsanalys

Den skyddsåtgärd som rekommenderas i denna riskanalys är en tät, buffrande och avskärmade bebyggelse närmst riskkällorna (se kapitel C.1.3.2). En känslighetsanalys har därför genomförts för att studera skillnaden i beräknad samhällsrisk om andelen omkomna bedöms reduceras med 25% istället för 50% för personer som vistas utomhus. I figur C.6 presenteras den samlade samhällsrisk när hänsyn tagits till rekommenderade skyddsåtgärder där andelen omkomna bedöms reduceras med 25% utomhus istället för 50% (jämför med figur 19).



**Figur C.6.** Känslighetsanalys. Samlad samhällsrisk, med hänsyn till föreslagna skyddsåtgärder, för det studerade området (punktad linje) i förhållande till föreslagna riskkriterier enligt DNV (grön och mörkblå linje) samt Göteborgs översiktsplan (turkos linje = verksamheter/kontor och röd linje = bostäder). Kriterierna är justerade för att gälla 750 meter. Notera att andelen omkomna antas reduceras med 25% istället för 50% jämfört med figur 19.

Vid känslighetsanalysen ökar den samlade samhällsrisk till följd av att andelen omkomna antas vara större vid en olycka med giftig gas. Vid känslighetsanalysen hamnar den samlade samhällsrisk fortfarande under DNV:s övre kriterie och tangerar kriteriet för kontor enligt GÖP.



## Bilaga D - Känslighetsbedömningar

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 på Lundbyleden**

Mängder/ämnen som transporteras kan variera. Under inventeringen har kontakt tagits med såväl Räddningstjänsten Storgöteborg, Länsstyrelsen Västra Götalands län samt med målpunkter inom och i närheten av studerat område. Dessa

målpunkter har stämts av tillsammans med Räddningstjänsten Storgöteborg. Bedömningen avseende transporter av farligt gods på Lunbyleden bedöms som konservativ.

#### **Farligt gods på Hamnbanan:**

Mängder/ämnen som transporteras kan variera. Trafikverket har bedömt att använda värden är tillämpbara. I beräkningar antas att transporter ökar med 20 % för att representera ett framtidsscenario. Det finns inga prognoser som bekräftar en ökning av godstransporterna varför ytterligare känslighetsanalys inte genomförts.

#### **Farligt gods på Kvillebangård:**

Mängder/ämnen som transporteras kan variera. De ansatser som har gjorts i beräkningarna, dvs att 100% av klass 2.1 (brandfarliga gaser) och klass 3 (brandfarliga vätskor) hanteras på bangården och att dessa hanteras på den spårgrupp som ligger närmast studerat område bedöms som robusta inför eventuella framtida förändringar.

#### **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 väg-/spårområdet. Beräknad bersonintensitet bedöms som robust utifrån erhållna uppgifter avseende planerad bebyggelse. Det bör noteras att om förändringar avseende typ av bebyggelse och framförallt omfattningen av bebyggelse (antal BTA, antal våningar, etc) förändras kan detta påverka samhällsrisken.

#### **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:

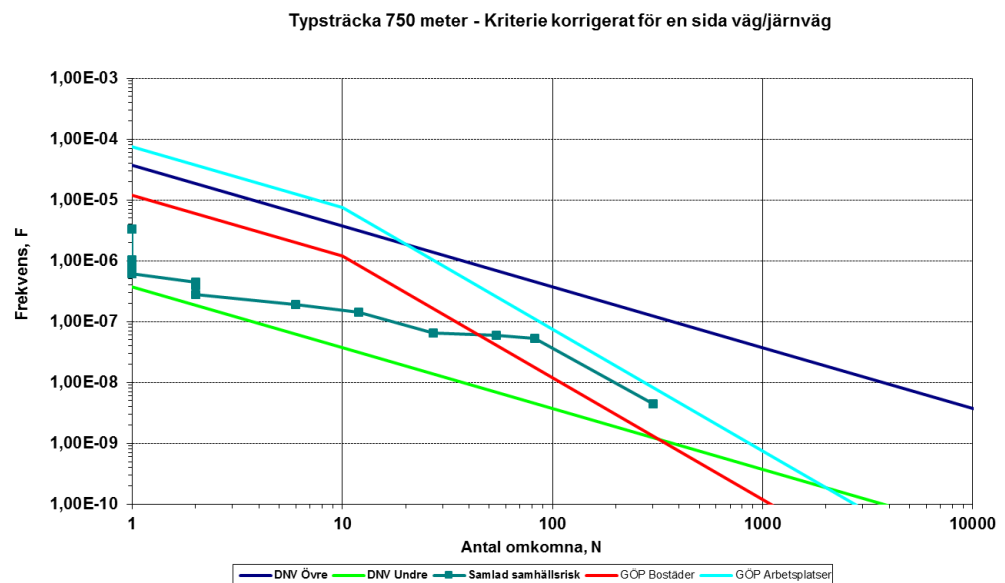
I arbetet har, förutom ovan redovisad data, ytterligare ett antal ansatser gjorts som påverkar slutresultatet. Några av dessa redovisas nedan.

- › Analysområde: området som studerats sträcker sig 750 meter längs Lundbyleden.
- › 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 analysområdet.
- › 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.

### Effekt av explosionsskydd:

Då större delen av planerad bebyggelse placeras på större avstånd än 100 meter från Hamnbanan och Kville bangård bedöms effekten av explosionsskydd bli liten. I tabell B.2 i bilaga B redovisas andel omkomna av personer som befinner sig utomhus respektive inomhus inom olika avståndsintervall från en eventuell olycka på farligt godsled. Värden i tabell B.2 är grundvärden från beräkningar vilket är de som används vid beräkning utan dimensionering för explosion. Värden avseende explosion i tabell B.2 är baserade på GÖP (1999) eller riktlinjer i Hallands län (Hallands län, 2011).

För att illustrera att effekten av explosionsskydd bedöms som liten och inte försvarbar ur ett kostnadsnyttaperspektiv redovisas samhällsrisknivå när hänsyn tas till explosionsskydd som halverar andelen omkomna (inomhus och utomhus) 0-100 meter från Hamnbanan, se figur D.1. Samhällsriskerna reduceras något i den vänstra delen av FN-kurvan. Det innebär alltså att effekterna av olyckor där ett fåtal individer sannolikt omkommer (<10 individer) reduceras något.



**Figur D.1.** Känslighetsanalys. Samlad samhällsrisk, med hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder, för det studerade området (punktad linje) i förhållande till föreslagna riskkriterier enligt DNV (grön och mörkblå linje) samt Göteborgs översiktsplan (turkos linje = verksamheter/kontor och röd linje = bostäder). Kriterierna är justerade för att gälla 750 meter. Notera att andelen omkomna antas reduceras med 50% på ett avstånd 0-100 meter från Hamnbanan jämfört med figur 19.

Det bedöms inte försvarbart ut kostnads-nytta-synpunkt att dimensionera bebyggelse inom planområdet för att motstå explosion då:

- effekten av ett explosionsskydd bedöms ha en lite påverkan på samhällsrisken,
- påverkan på samhällsrisken sker i den delen av FN-kurvan där samhällsrisken redan ligger på en nivå under kriteriet för både kontor och bostäder i GÖP
- personintensiteten 0-100 meter från Hamnbanan är låg.

