

FEBRUARI 2024

RISKANALYS FÖR DETALJPLAN FÖR BACKAPLAN (DP2)

ADRESS COWI AB
Skärgårdsgatan 1
Box 12076
402 41 Göteborg
Sverige

TEL 010 850 10 00
FAX 010 850 10 10
WWW cowi.se

FEBRUARI 2024

RISKANALYS FÖR DETALJPLAN FÖR BACKAPLAN (DP2)

PROJEKTNR.	A202820 (tidigare del av A081965)
DOKUMENTNR.	A202820-60-10-RAP001-Riskutredning Backaplan DP2
VERSION	2.0
UTGIVNINGSDATUM	2024-02-25
UTARBETAD	Maria Svärd/Christoffer Käck
GRANSKAD	Christoffer Käck/Viktor Sturegård
GODKÄND	Johan Engström

Sammanfattning

Backaplan består i dagsläget av externhandel och verksamheter med tillhörande parkeringsytor, gatustrukturer och ett mindre grönområde utmed Kvillebäcken. Den nya bebyggelsen som föreslås inom planområdet kommer omfatta en kvarterstruktur med bostäder, centrumhandel, kontor, hotell och offentlig service i form av förskolor, grundskolor och ett kulturhus. Även ett kulturhus föreslås i anslutning till Hjalmar Brantingsplatsen.

Riskkällor som berör detaljplanen är Lundbyleden, Hamnbanan samt Kville bangård vilka samtliga studeras i den här riskutredningen. Notera att det tidigare genomförts en riskutredning som inkluderade området (COWI, 2016). Efter denna har vissa ändringar i planen gjorts varför en ny riskutredning upprättats. Det har varit ett önskemål från beställaren att inkludera väsentliga delar av den tidigare riskutredningen istället för att hänvisa till denna.

I riskutredningen görs en bedömning om den föreslagna användningen är möjlig för respektive kvarter samt vilka riskreducerande åtgärder som krävs för att möjliggöra föreslagen etablering. I uppdraget har det även ingått att ta ställning till eventuella nödvändiga regleringar i detaljplanen, ex markanvändning och skyddsbestämmelser. Syftet har varit att nå en tolerabel risknivå.

Beräknade risknivåer bedöms som tolerabla när hänsyn tas till rekommenderade skyddsåtgärder. Utifrån beräkningar, kriterier, platsspecifika förhållanden och kvalitativa värderingar görs följande bedömningar gällande skyddsåtgärder för området:

Det bör noteras att det inte finns några stora målpunkter för farligt gods i närområdet kring Lundbyleden till vilka Lundbyleden bedöms vara en naturlig transportväg. Vidare råder det förbud mot transport av farligt gods genom Lundbytunneln. Detta innebär att Lundbyleden i princip utgör en återvändsgränd med avseende på transporter med farligt gods. Det bedöms därför inte transporteras några större mängder farligt gods på Lundbyleden i dagsläget och den inventering avseende farligt godstransporter som genomförts för Lundbyleden bedöms vara mycket konservativ. En ökning av antalet transporter på Lundbyleden bedöms inte heller vara att förvänta i framtiden.

I sitt yttrande nämner dock Länsstyrelsen att målet med planförslaget ska vara att bygga ett robust samhälle över tid. Ett antal skyddsåtgärder har därför givits en striktare kravbild än vad Lundbyledens beräknade och bedömda verkliga risknivå motiverar. Exempel på åtgärder som skärpts är omfattning av ventilationsåtgärd (dvs. del av bebyggelsen för vilken det rekommenderas att ventilationen är placerad högt och vänd från leden) samt möjlighet att utrymma bort från farligt godsled.

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. Notera att på-/avfart inte bedöms utgöra del av Lundbyleden med avseende på transporter av farligt gods. Om avstånd istället mäts från vägkant inkl. på- och avfarter är det bebyggelsefria området istället 0-10 meter. Bebyggelsefritt område skall ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Det bebyggelsefria området kan exempelvis användas för ytparkering, lokalväg samt GC-bana.
- › Barriär/skydd med tät nederkant och som förhindrar mekanisk konflikt mellan avåkande fordon och byggnad samt motverkar att vätska kan rinna in på området ska finnas längs Lundbyleden på den sträcka där Lundbyleden passerar kvarter 56 samt ytterligare 20 meter i Lundbyledens sträckning åt båda håll förbi kvarter 56 (dvs. 20 meter + längden av kvarter 56 längsmed Lundbyleden + 20 meter). Denna sträcka bedöms tillräcklig för att skydda kvarter 56 från mekanisk konflikt samt reducera risken med avseende på vätska som rinner ned från Lundbyleden, givet storleken på de pölbränder som förväntas i händelse av en olycka med en farligt godstransport. Övriga kvarter inom planområdet är placerade på ett sådant avstånd från Lundbyleden att dessa inte bedöms påverkas varken från ett avåkande fordon från Lundbyleden eller eventuell påverkan från vätska som kan rinna av från Lundbyleden. Olika skydd kan vara aktuella beroende på naturliga barriärer i form av höjdskillnader. Avsikten är att skydda mot avåkande fordon och inrinnande vätska. 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 den aktuella sträckan.
- › Entréer/varuintag skall inte placeras på fasader som vetter direkt mot Lundbyleden 0-50 meter från Lundbyleden. Kravet gäller för fasad närmast Lundbyleden (entréer på innergårdar är möjliga)

- › Inom 150 meter från Lundbyleden skall utrymning bort från Lundbyleden vara möjlig.
- › Ny bostadsbebyggelse skall ej placeras i kvarter 56.
- › Ny bebyggelse av offentlig karaktär så som skola, kulturhus, etc. skall ej placeras inom 100 meter från Lundbyleden. Kravet gäller ej bostäder, 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 (såväl utskjutande som indragna) skall ej uppföras på fasad som vetter mot Lundbyleden. Kravet gäller för fasad närmast Lundbyleden, dvs. endast för kvarter 56 (balkonger på innergårdar är möjliga)
- › 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 veta bort från Lundbyleden/Hamnbanan. Kravet gäller all ny bebyggelse inom 150 meter från Lundbyleden.
- › Bebyggelsen närmast leden uppförs som tät, buffrande bebyggelse för att hindra giftig gas från att spridas in på planområdet. 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%. Kvarter 56 inom DP 2 samt planerad bebyggelsestruktur inom DP 4 bedöms gemensamt uppfylla krav om tät, buffrande bebyggelse. Då den riskreducerande effekten av detta skydd enligt riskberäkningarna är relativt begränsat med avseende på endast DP 2, bedöms det inte rimligt att vidta alternativa åtgärder i den händelse att DP 4 uppförs i ett senare skede eller inte alls.

Notera att angivna avstånd i ovan listade skyddsåtgärder avser avstånd från närmsta vägkant/spår om inget annat anges, se figur nedan..



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.

INNEHÅLL

Sammanfattning	I
1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte, omfattning och avgränsning	2
2 Beskrivning av risk och kriterier	3
2.1 Risk	3
2.2 Riskacceptans	4
2.3 Kriterier avseende farligt gods	4
3 Förutsättningar	8
3.1 Beskrivning av studerat område	8
3.2 Sammanställning av personintensitet	11
3.3 Närliggande verksamheter	11
4 Trafik och transporter med farligt gods	12
4.1 Hamnbanan	12
4.2 Kville bangård	15
4.3 Lundbyleden	18
5 Bedömning av sannolikhet och konsekvens för olycka vid transport av farligt gods	23
5.1 Faror vid olycka med farligt gods	23
5.2 Farligt godsolycka	24
5.3 Olycka med massexplosivt ämne (klass 1.1)	25
5.4 Olycka med kondenserad brandfarlig gas (klass 2.1)	26
5.5 Olycka med kondenserad giftig gas (klass 2.3)	27
5.6 Olycka med brandfarlig vätska (klass 3)	28
5.7 Olycka med oxiderande ämne (klass 5)	28
5.8 Beräkning av sannolikhet för identifierade olyckshändelser	29
5.9 Konsekvenser av identifierade händelser	29
6 Bedömning av risknivå	30
6.1 Individrisk för studerat område	30
6.2 Samhällsrisk	33
6.3 Diskussion kring resultat	36
6.4 Diskussion kring skadade personer	40

7	Osäkerhets- och känslighetsdiskussion	42
8	Slutsats och skyddsåtgärder	43
8.1	Skyddsåtgärder	44
9	Referenser	48
Bilaga A - Beräkning av sannolikhet för olycka		51
A.1	Olycka med massexplodivt ämne	53
A.2	Olycka med brandfarlig gas (propan)	55
A.3	Olycka med giftig gas	58
A.4	Olycka med brandfarlig vätska bensin	59
A.5	Olycka med oxiderande ämne	60
A.6	Riskreducerande faktorer	62
Bilaga B - Bedömning av konsekvenser		63
B.1	Konsekvenser för massexplodivt ämne (klass 1.1)	65
B.2	Konsekvenser för utsläpp av brandfarlig gas vid olycka	69
B.3	Konsekvenser vid utsläpp av giftig gas	73
B.4	Konsekvenser vid olycka med brandfarlig vara (klass 3)	75
B.5	Konsekvenser vid utsläpp av oxiderande ämne	78
Bilaga C – Fördjupning riskreducerande åtgärder map utsläpp av giftig gas (klorgas)		79
C.1.	Indata vid beräkningar	79
C.2	Spridning av klorgas	79
C.3	Analys avseende effekt av riskreducerande åtgärd (giftig gas/klor)	85
Bilaga D - Känslighetsbedömningar		87
Bilaga E – Personintensitet		92

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Vision Älvstaden antogs av kommunfullmäktige i oktober 2012. Denna anger stadens vision och inriktningen för centrala Göteborg utmed älven, däribland Backaplan. Visionen syftar till att Göteborg ska vara en stark regional kärna och målet är att skapa en attraktiv och hållbar stad ur ett socialt, ekologiskt och ekonomiskt perspektiv. Program för Backaplan godkändes av byggnadsnämnden den 23 april 2019. Visionen är att omvandla Backaplan från externhandelsområde till att bli en tät och grön blandstad. Inriktningen för planarbetet är en utveckling av området mot blandstad, innefattande bostäder, handel, kontor, kulturhus och kommunal service.

Den nya bebyggelsen som föreslås inom planområdet kommer omfatta en kvarterstruktur med bostäder, centrumhandel, kontor, hotell och offentlig service i form av förskolor, grundskolor och ett kulturhus. Även ett kulturhus föreslås i anslutning till Hjalmar Brantingsplatsen. Planområdet är beläget direkt nord/nordväst Lundbyleden.

Riskkällor som berör detaljplanen är Lundbyleden, Hamnbanan samt Kville bangård vilka samtliga studeras i den här riskutredningen. Notera att det tidigare genomförts en riskutredning som inkluderade området (COWI, 2016). Efter denna har vissa ändringar i planen gjorts varför en ny riskutredning upprättats. Det har varit ett önskemål från beställaren att inkludera väsentliga delar av den tidigare riskutredningen istället för att hänvisa till denna. Mängder av transport av farligt gods på Hamnbanan och Kville bangård presenterades i en konfidentiell bilaga i den tidigare riskutredningen. Under 2019 höjde Trafikverket kravet på sekretess avseende dessa uppgifter vilket bidragit till att en hänvisning till den tidigare riskutredningen gjorts för dessa uppgifterna. Uppgifterna går att få tillgång till men då ska kontakt tas med Trafikverket.

1.2 Syfte, omfattning och avgränsning

Risikanalysen 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. Notera att identifieringen av farligt gods är direkt hämtad från den tidigare risikanalysen som gjordes år 2016 för Backaplan (COWI, 2016) men att dessa värden räknats upp för att representera ett framtidsscenario år 2040.

I uppdraget har det ingått att beräkna individrisk och samhällsrisk med avseende på Lundbyleden, Hamnbanan och Kvillebangård.

I riskutredningen har det ingått att göra en bedömning om den föreslagna användningen är möjlig för respektive kvarter samt vilka riskreducerande åtgärder som krävs för att möjliggöra föreslagen etablering. I uppdraget har det även ingått att ta ställning till eventuella nödvändiga regleringar i detaljplanen, ex markanvändning och skyddsbestämmelser. Syftet har varit att nå en tolerabel risknivå.

Risikanalysen 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 har inte ingått. Belastningskrafter, detaljutformning och hållfasthetsberäkningar av eventuella säkerhetshöjande åtgärder har inte ingått 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 små att de kan vara svåra att ta till sig. Konsekvenserna är emellertid synnerligen påtagliga. Effekten av en propan-BLEVE eller ett utsläpp av giftig gas *kan* resultera i ett stort antal omkomna eller skadade människor. Händelsefrekvensen för propanolyckor i allmänhet är så låg att den över huvud taget inte skulle beaktas om konsekvensen inte hade varit så stor.

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

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

2.2 Riskacceptans

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

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

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

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

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

Avseende individrisk bör följande etiska princip eftersträvas:

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

Avseende samhällsrisk bör följande etiska princip eftersträvas:

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

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

2.3 Kriterier avseende farligt gods

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

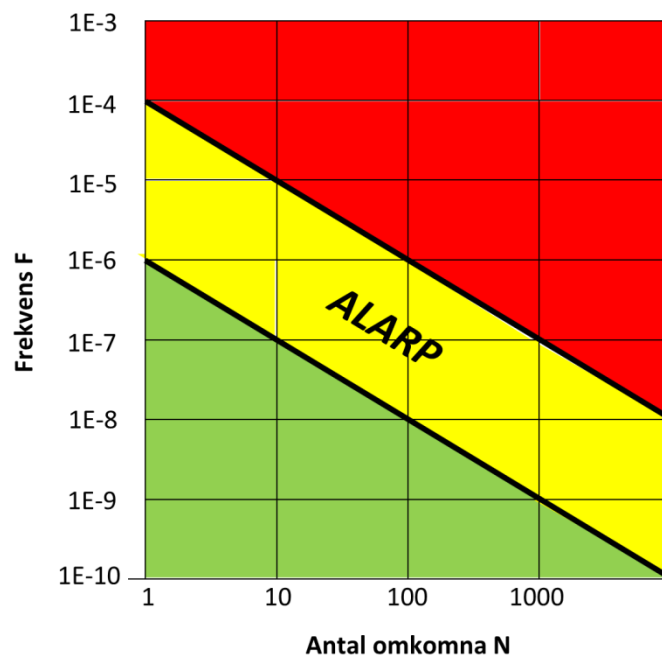
Samhällsriskkriterier

Samhällsrisk är den risk som en eller flera människor (vilka som helst) utsätts för. Samhällsrisken 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 samhällsrisken. 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).

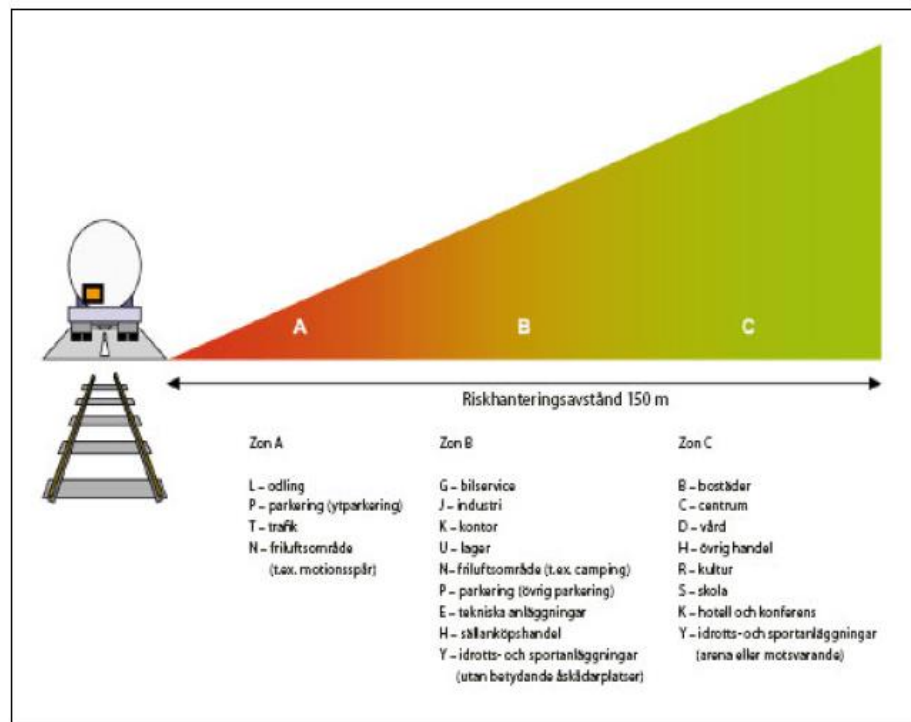
För risknivåer som ligger däremellan ska rimliga säkerhetshöjande åtgärder värderas ur kostnads-nytta synpunkt. Detta område kallas ALARP-området och representeras av gult område i figur 1.



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.

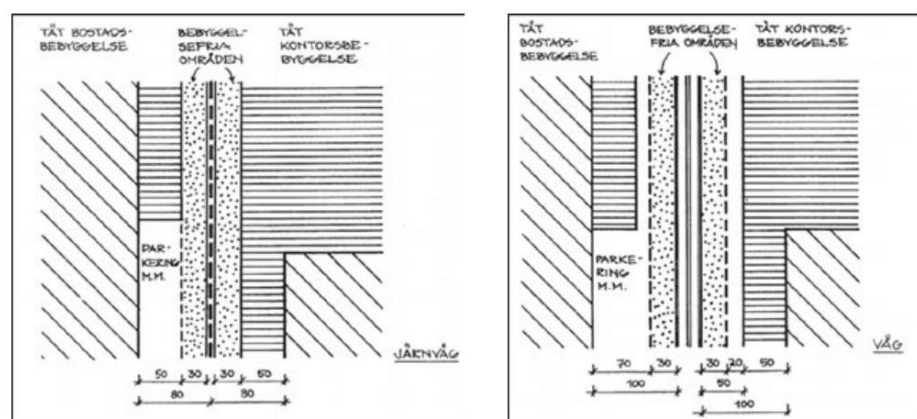


Figur 2. Zonindelning där zonerna representerar föreslagna markanvändning utmed transportled för farligt gods. Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län.

2.3.3 Stadsbyggnadskontoret i Göteborg

Stadsbyggnadsförvaltningen i Göteborg har tagit fram en vägledning för översiktsplanen (Norconsult, 2021) som ersätter det tidigare tematiska tillägget om farligt gods i FÖP – Farligt gods (GÖP, 1999). Notera att de lokala kvantitativa acceptanskriterier som tidigare användes i Göteborgs Stad i och med detta inte längre bedöms vara gällande.

Till dess att en utredning med nya rekommenderade skyddsavstånd för respektive transportled för farligt gods i Göteborgs Stad har genomförts gäller dock fortsatt de nuvarande rekommenderade skyddsavstånd som ska beaktas vid utarbetande av nya detaljplaner som anges i FÖP – Farligt gods. Dessa avstånd redovisas i figur 3.



Figur 3. Rekommenderat avstånd från järnväg till vänster och från väg till höger (GÖP, 1999)

3 Förutsättningar

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

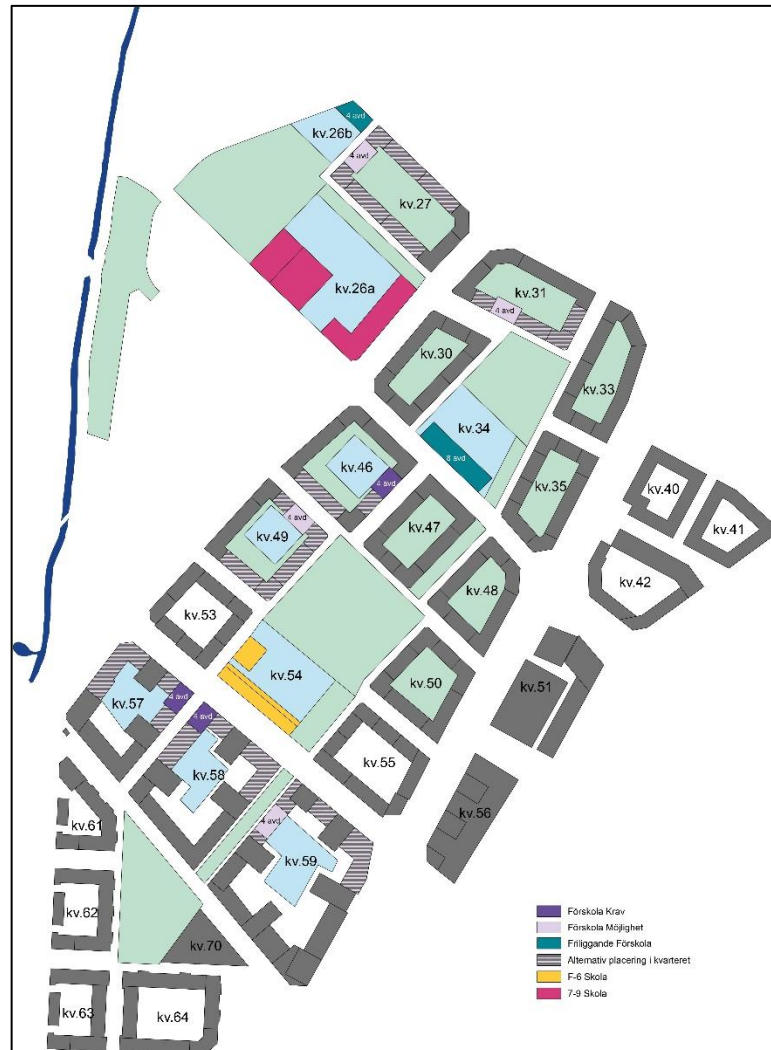
3.1 Beskrivning av studerat område

Backaplan består i dagsläget av externhandel och verksamheter med tillhörande parkeringsytor, gatustrukturer och ett mindre grönområde utmed Kvillebäcken. Syftet med detaljplanen Centrumbebyggelse inom Backaplan är att möjliggöra för en utveckling av innerstaden i enlighet med Vision Älvstaden. Program för Backaplan ligger till grund för den övergripande strukturen. Detaljplanen som studeras i detta uppdrag omfattar endast en del av programområdet, DP 2. Studerat planområde ligger i den södra delen av Backaplan, se figur 4.



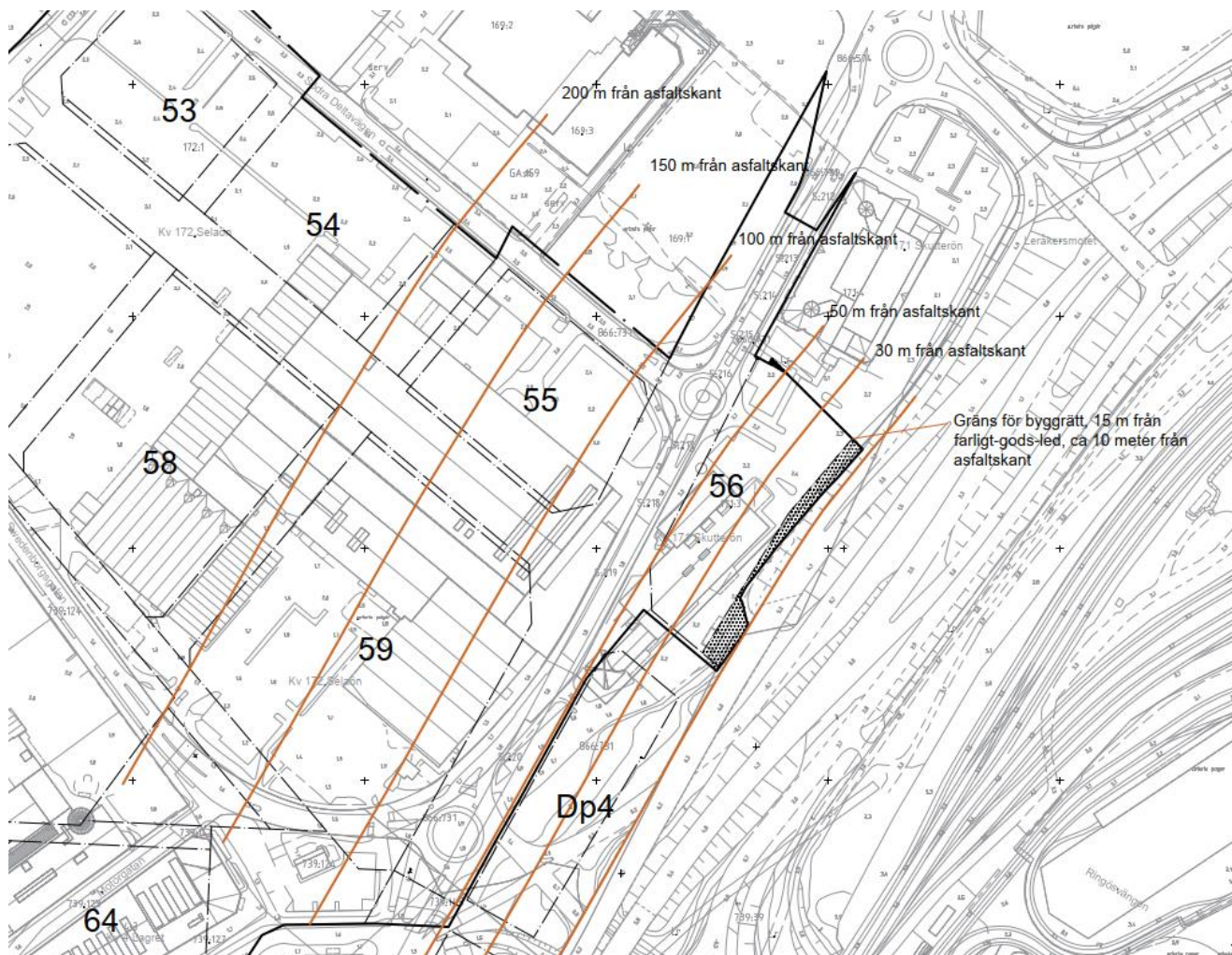
Figur 4. Studerat planområde innefattar den del av Backaplan som ingår i DP2.

Ny bebyggelse som föreslås inom planområdet kommer omfatta en kvarterstruktur med bostäder, centrumhandel, kontor, hotell och offentlig service i form av förskolor och grundskolor. Planerade grundskolor i området placeras i egna kvarter medan förskolor kan integreras i byggnader tillsammans med andra markanvändningar. I figur 5 presenteras var skolor och förskolor planeras.



Figur 5. Placering av skolor och förskolor inom planområdet och Backaplan som helhet.

Området avgränsas i öster av Lundbyleden där farligt gods får transporteras (se kapitel 4.3). Det bör dock noteras att Stenas hamnverksamhet med farligt gods i Frihamnen har upphört och mängden gods som transporteras på Lundbyleden bedöms som mycket liten. Även Hamnbanan och Kville bangård är belägna inom 150 meter från planområdet och här transporteras/rangeras farligt gods. I figur 6, presenteras ungefärliga avståndsangivelser från Lundbyleden. Närmsta kontor planeras ca 15 meter från Lundbyleden och bostäder 80-85 meter från Lundbyleden.



Figur 6. Ungefärliga avståndsangivelser från Lundbyleden till studerat område

Hamnbanan samt Kville bangård löper på ett avstånd av ca 100 respektive 130 meter öster om Lundbyleden.

Notera att avståndsangivelser i figur 6 ej inkluderar på-/avfarter utan utgår från det körfält där farligt gods antas transporteras. Denna utredning utgår ifrån att på-/avfarter börjar där heldragen linje mellan leden och på-/avfarten börjar. Detta är samma förhållningssätt som i den riskbedömning som tagits fram för angränsande detaljplan (DP 1).

Nedan följer en beskrivning av respektive kvarter (inom 0-200 meter från studerade farligt godsleder). Notera att utöver de kvarter som planeras så kommer det fortfarande att finnas ett stort resecentrum där Hjalmar Brantingsplatsen ligger idag. Detta har beaktats genom att det, utöver den sammanställning som presenteras nedan, adderats 50 personer utomhus under dagtid och 10 personer under nattetid.

Kvarter 55

Preliminär BTA: 20100 BTA bostäder, 2000 BTA handel/centrum och 6550 BTA parkering ovan mark.

Kvarter 56

Preliminär BTA: 25000 kontor, 9000 BTA parkering och 3500 BTA handel/centrum

Kvarter 59

Preliminär BTA: 22000 BTA bostäder, 63000 BTA handel/centrum och möjligtvis 700 BTA förskola

Kvarter 64

Preliminär BTA: 31000 BTA bostäder och 6500 BTA handel/centrum

Kvarter 70

Preliminär BTA: 5500 BTA handel/centrum

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. Antaganden avseende personintensiteten för respektive användningsområde (förskola, handel, bostäder, etc) redovisar i Bilaga E, exempel på sådana antaganden som gjorts är andel personer som vistas inomhus/utomhus dagtid/natttid.

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 vägkant för Lundbyleden.

Avstånd Lundbyleden (meter)	Population Dag		Population Kväll/Natt	
	Tid	07-19	Tid	07-19
	Ute	Inne	Ute	Inne
0-25	18	104	0	0
25-50	111	828	10	0
50-100	238	1165	4	775
100-150	295	1453	7	1339
150-200	205	921	3	561

3.3 Närliggande verksamheter

Ingen verksamhet i närliggande område bedöms påverka riskbilden för det studerade området.

4 Trafik och transporter med farligt gods

Inventeringen av farligt gods som redovisas i kapitel 4 är direkt tagen ifrån den tidigare riskanalys som COWI genomfört för Backaplan (2016). Vid beräkning av risknivåer har värden dock räknats upp för att representera ett framtidsscenario för år 2040 istället för det prognosår 2035 som användes i riskutredningen från 2016.

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-¹ och RID-klasser² beroende på vilken typ av fara som ämnet kan ge upphov till. Klassificeringen är en internationell överenskommelse avseende regler för transporter av farligt gods i Europa.

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

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

4.1 Hamnbanan

Hamnbanan är en av Sveriges viktigaste järnvägslänkar 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)

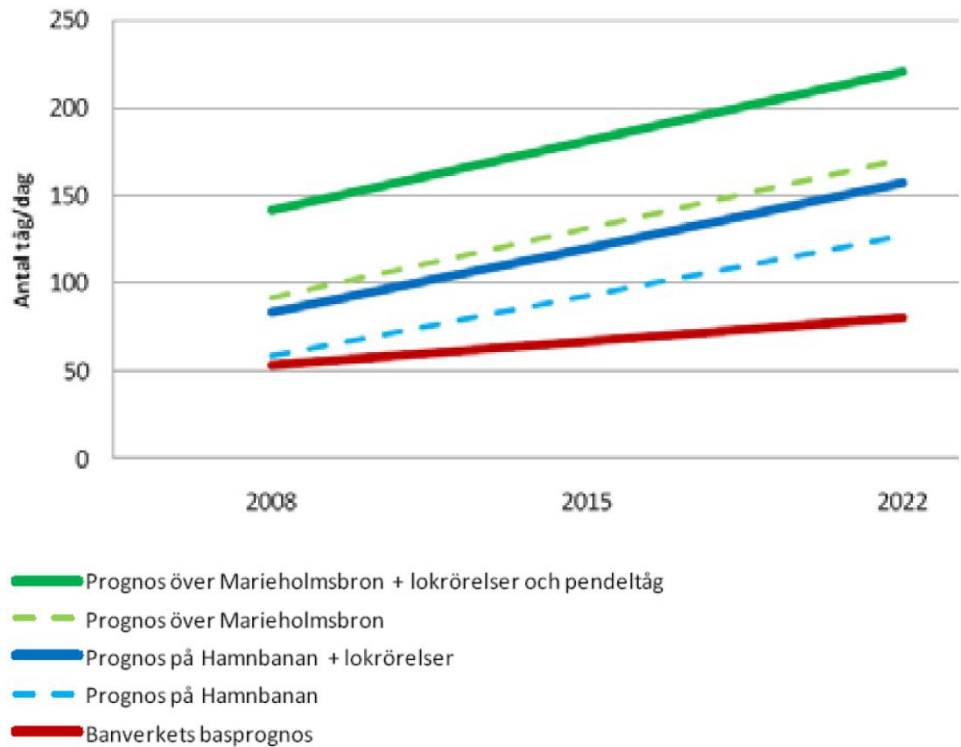
Utbyggnad till dubbelspårig bana möjliggör en kapacitetshöjning i storleksordningen från ca 50 transporter per dygn (18 250 transporter/år) upp till ca 125 (45 625 transporter/år) transporter per dygn fram till 2022, se figur 7. Hur stor andel av ökningen som motsvaras av transporter av farligt gods 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.

¹ ADR=European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road

² RID=Regulations Concerning the International Carriage of Dangerous goods by rail

(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 7. 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 i den tidigare riskanalysen för Backaplan (COWI, 2016). 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 25 % högre transportvärden jämfört mot de värden som användes som indata i den tidigare riskutredningen från 2016, detta för att representera ett framtidsscenario år 2040. Denna uppräknings 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 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)

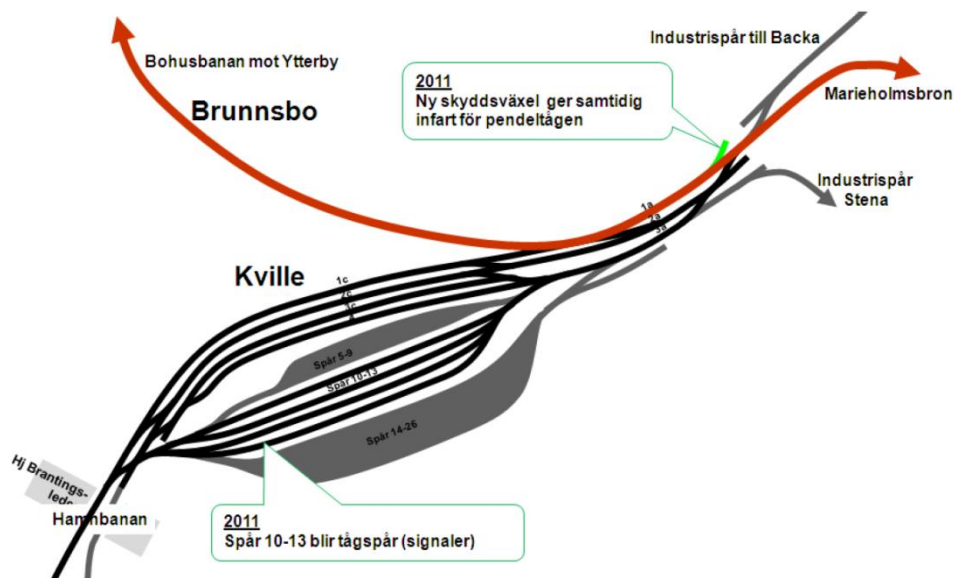
- › Tågmagasin – För tåg som väntar på att fortsätta till Pölsebo resp. över Marieholmsbron till Marieholm/Sävenäs/Gubbero.
- › Tågbildning för Volvo, Arendal, Höke, Oljehamnen och Backa. Hopkoppling av tåget, bromsprov och tillkoppling av tågloket (ofta ellok).
- › Parkering för tomvagnar. Godsvagnar 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 8 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 8. Spårerna på Kville bangård används idag enligt följande:

- › Spår 1 – 4 trafikeras av genomgående trafik till och från Skandiamhamnen och är elektrifierade samt utrustade med signaler för både tågfärder 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. Spårerna används som nod för avgående tåg från Kville.



Figur 8. 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 bangårdsspåren. Trafikverket planerar även att byta ett flertal växlar samt bygga om växlar för att skapa bättre anslutning till spåren som går över Hjalmar Brantingsleden samt att säkerställa en framtida dubbelspårsanslutning till Bohusbanan. (Trafikverket, 2013b)

4.2.1 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 F.2 i den konfidentiella bilagan i den tidigare riskanalysen som tagits fram för Backaplan år 2016 (COWI, 2016).

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

Farligt godsklass	Uppskattad andel (%)
1.1 Massexplosiva 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.

4.2.2 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.

4.3 Lundbyleden

Lundbyleden ansluter mot väg E6 vid Tingstadstunneln i öster och E6 vid Älvsborgsbron i väster. Avsnittet mellan Ringömotet, Brunnsbomotet, Leråkersmotet och Brantingmotet utgör ”primär transportled” för farligt godstransporter (Länsstyrelsen, 2020). 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, 2020). 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 godsclasser genom Lundbytunneln och även Tingstadstunneln bedöms ingen genomfartstrafik med farligt godstransporter förekomma på Lundbyleden.

4.3.1 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 Lindmansgatan 18 417 26 GÖTEBORG
OKQ8	Inlandsgatan 52 417 15 GÖTEBORG
Tanka	Gropegårdsgatan 417 15 GÖTEBORG
OKQ8	Sommarvädersgatan 1 418 33 GÖTEBORG
CircleK	Hjalmar Brantingsgatan 418 71 GÖTEBORG
CircleK	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	Gjutjärnsgatan 1 417 07 GÖTEBORG
Fordonsgas tankställe	Deltavägen 417 05 GÖTEBORG

4.3.2 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 baserat 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 godsklass 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 godsklass 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 4 bedöms antalet farligt godstransporter på den aktuella sträckan snarare minska än öka i framtiden varför ingen uppräknings av antalet transporter för ett framtidsscenario har gjorts.

5 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.

5.1 Faror vid olycka med farligt gods

I tabell 8 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 8. 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

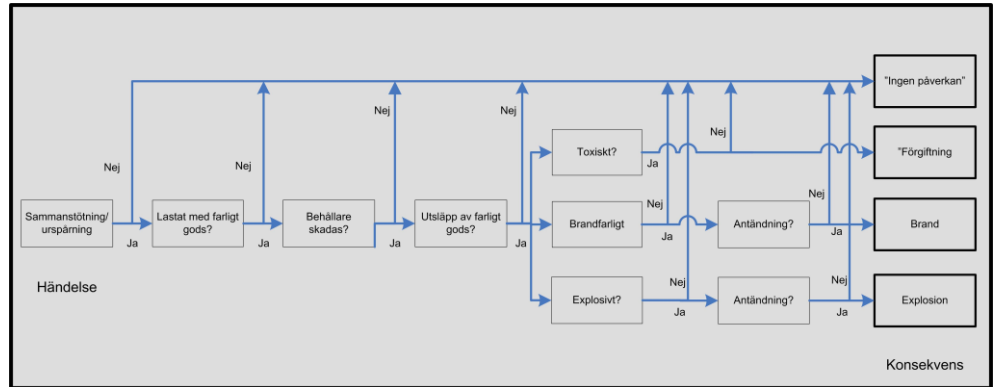
5.2 Farligt godsolycka

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 9.



Figur 9. Schematiskt händelseförlopp vid farligt godsolycka.

5.3 Olycka med massexplosivt ämne (klass 1.1)

Inom klass 1 (explosiva ämnen) är det främst klass 1.1 (masseexplosiva 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 9 sammanställs rimliga tryck för vad byggnader klarar av. Tabell 10 redogör för olika trycks påverkan på människokroppen.

Tabell 9. 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 10. Skador på människan vid olika infallande tryck.

Skadenivå på människan	Tryck
Dödlig skada	≥ 180 kPa
Lungskador	180 - 69 kPa
Trumhinneruptur	69 - 21 kPa

5.4 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 utrymts kommer dödsfall och skadade personer finnas upp till flera 100 meter ifrån olyckan.

5.5 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.

5.6 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 m²) 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.

5.7 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.

5.8 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, platsspecifika egenskaper så som vindhastighet, sannolikhet för antändning, olycksfrekvens etc. Beräkningar av sannolikheten redovisas i bilaga A.

5.9 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.

6 Bedömning av risknivå

I detta kapitel presenteras beräknad risknivå. För beräknad risk redovisas först individrisken och därefter presenteras samhällsrisk. Risknivå presenteras både utan och med rekommenderade kvantifierade skyddsåtgärder.

Av de rekommenderade skyddsåtgärderna är det endast brandklassad fasad, ventilation placerad högt och vänd från leden samt att första radens bebyggelse utförs tät som kvantifierats, dvs. som ger utslag i den beräknade risknivån. Övriga skyddsåtgärder bedöms ha en positiv inverkan på risknivån, men har inte tillskrivits en kvantitativ riskreducerande effekt.

6.1 Individrisk för studerat område

I tabell 11 och tabell 12 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 tabellerna 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 tabellerna 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.

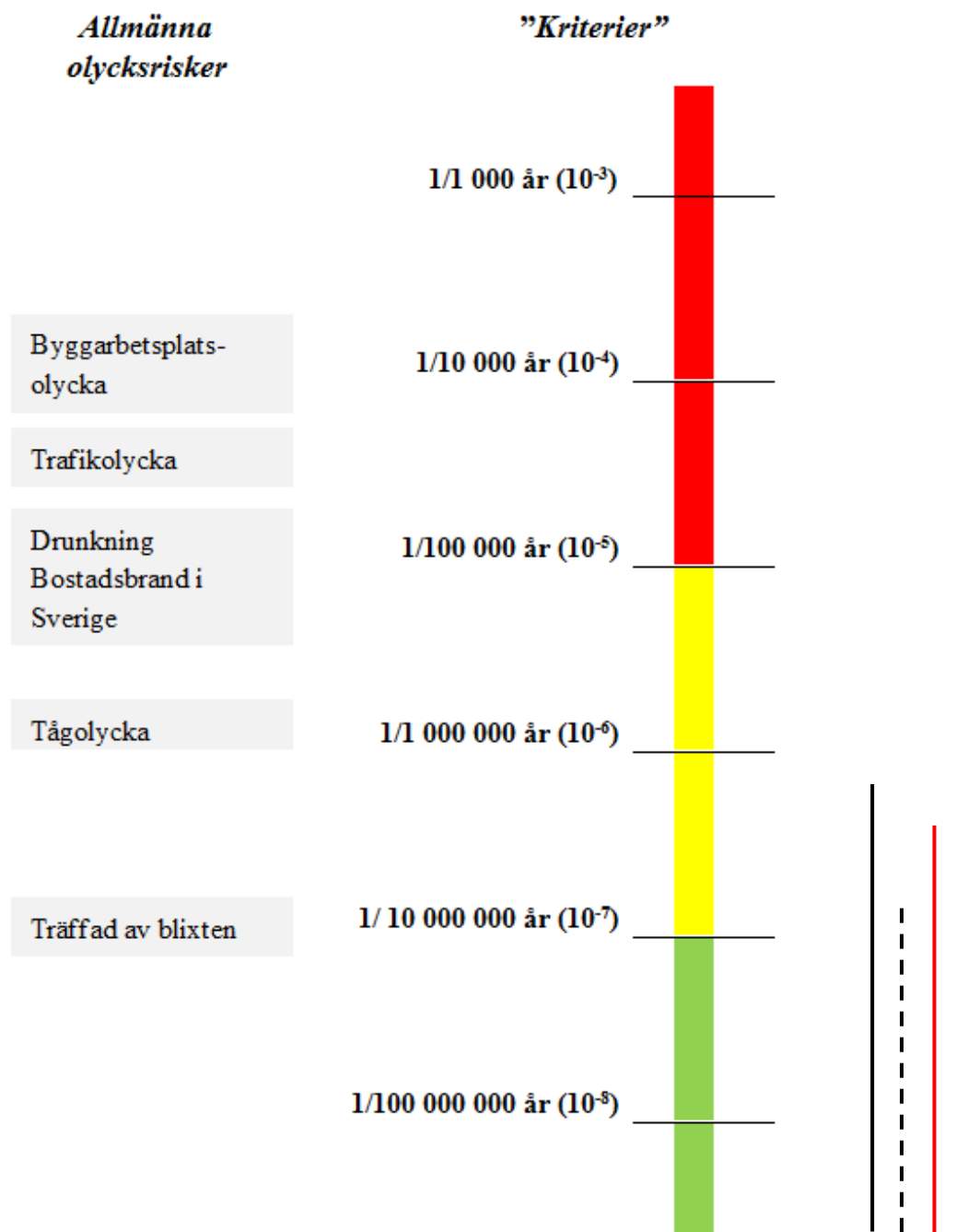
Tabell 11. Samlad individrisk längs med studerad sträcka med avseende på Lundbyleden, Hamnbanan och Kville bangård utan hänsyn tagits till rekommenderade skyddsåtgärder. Avståndsintervallen avser avstånd från väggkant (Lundbyleden)

Avstånd	Individrisk för personer på olika avstånd från studerad sträcka	
(m)	Ute	Inne
0-25	7,36E-07	5,15E-07
25-50	1,56E-07	6,06E-08
50-100	<1,0E-10	<1,0E-10
100-150	<1,0E-10	<1,0E-10
150-200	<1,0E-10	<1,0E-10

Tabell 12. 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	Individrisk för personer på olika avstånd från studerad sträcka	
(m)	Ute	Inne
0-25	1,23E-07	<1,0E-10
25-50	5,81E-08	<1,0E-10
50-100	<1,0E-10	<1,0E-10
100-150	<1,0E-10	<1,0E-10
150-200	<1,0E-10	<1,0E-10

I figur 10 jämförs den samlade individrisken för platsen med andra risker som finns i samhället. Risknivån i figur 16 visar risken på ett avstånd av 0 meter från Lundbyleden då närmsta ny bebyggelse planeras inom 0-25 meter från Lundbyleden.

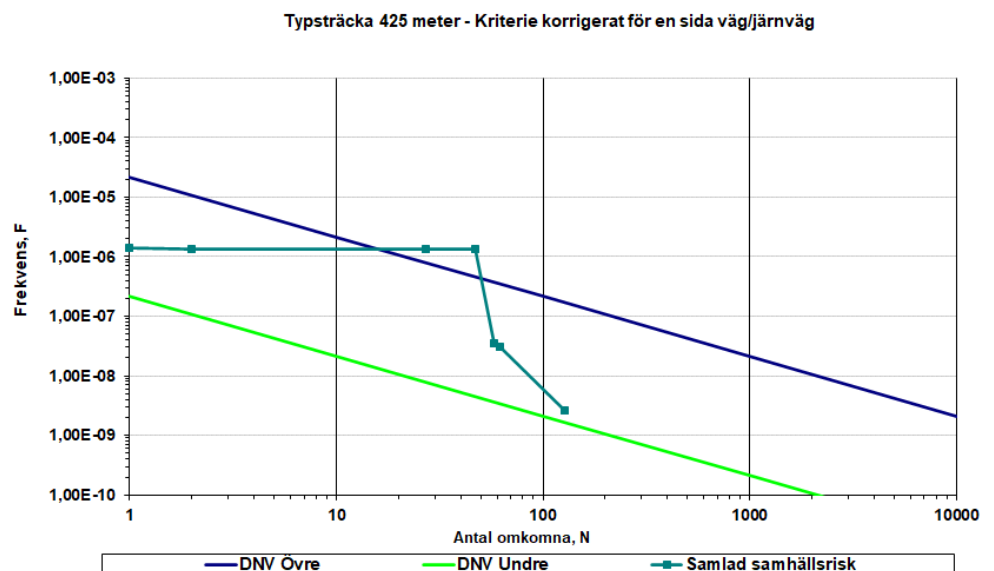


Figur 10. Individrisknivå för några andra risker samt DNV:s individriskkriterier. Svart linje= Samlad individrisk utomhus, röd linje=Samlad individrisk inomhus. Heldragen linje= ingen hänsyn till rekommenderade/införda skyddsåtgärder. Streckad linje=hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder. Rött område 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.

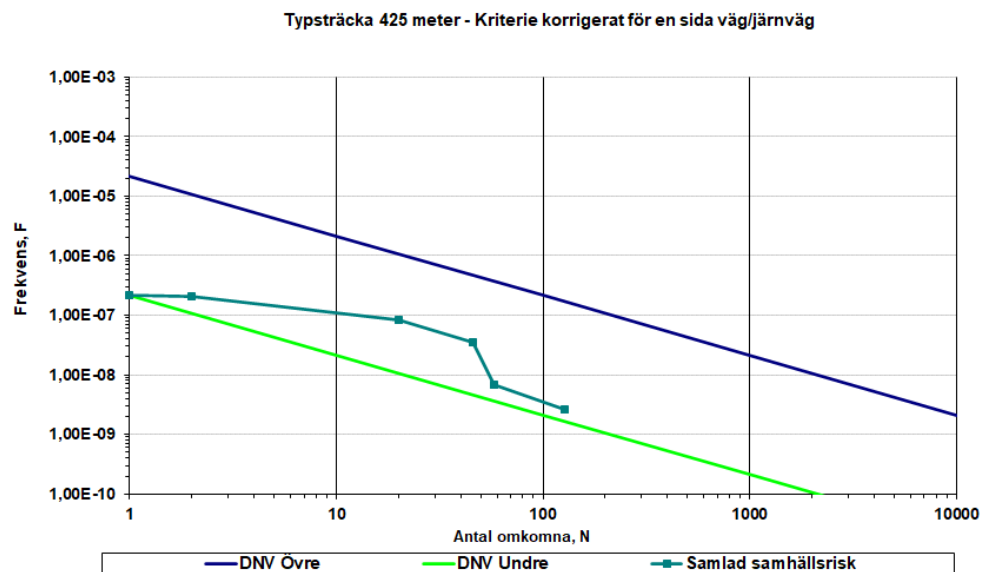
6.2 Samhällsrisk

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 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 425 meter vilket motsvarar dimensionerande sträcka för beräkningar för det studerade området. Det vill säga acceptanskriteriet för DNV har multiplicerats med 0,225 och kriterier från GÖP har multiplicerats med 0,1125. Beräkningarna av samhällsrisk redovisas i bilaga A.

I figur 11 presenteras den samlade samhällsrisk för ny bebyggelse med avseende på Lundbyleden, Hamnbanan och Kville bangård, utan studerade skyddsåtgärder. I figur 12 presenteras den samlade samhällsrisk med hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder (se kapitel 8 för rekommenderade skyddsåtgärder).

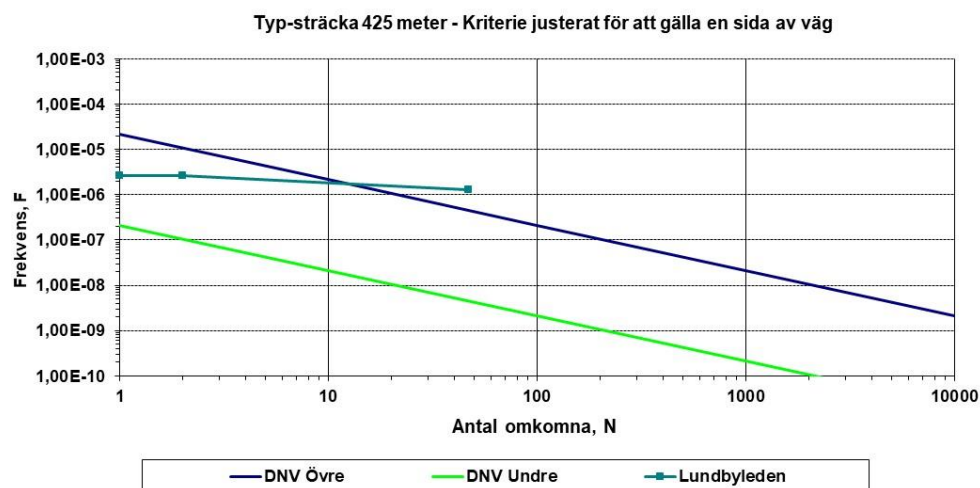


Figur 11. Samlad samhällsrisk, utan hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder, för det studerade området (punktad linje) i förhållande till föreslagna riskkriterier enligt DNV (grön och mörkblå linje). Kriterierna är justerade för att gälla 425 meter.

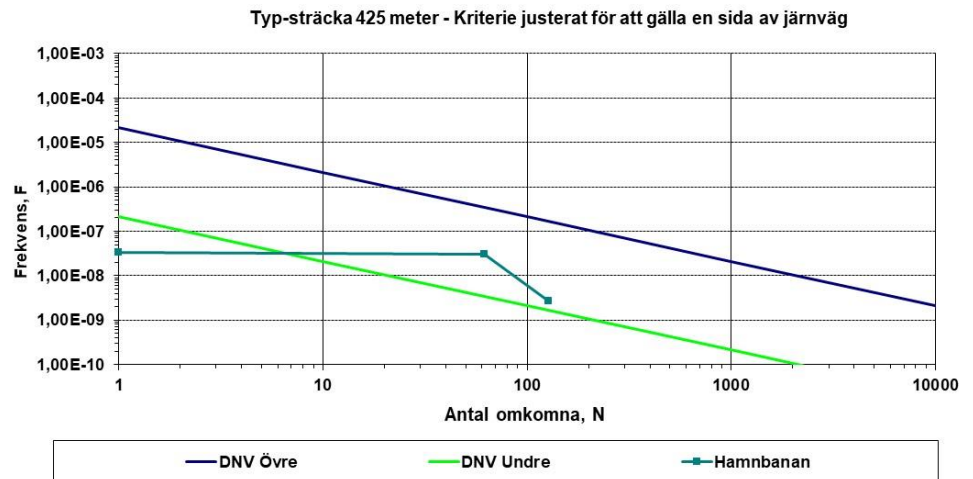


Figur 12. Samlad samhällsrisk, med hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder, för det studerade området (punktad linje) i förhållande till föreslagna riskkriterier enligt DNV (grön och mörkblå linje). Kriterierna är justerade för att gälla 425 meter.

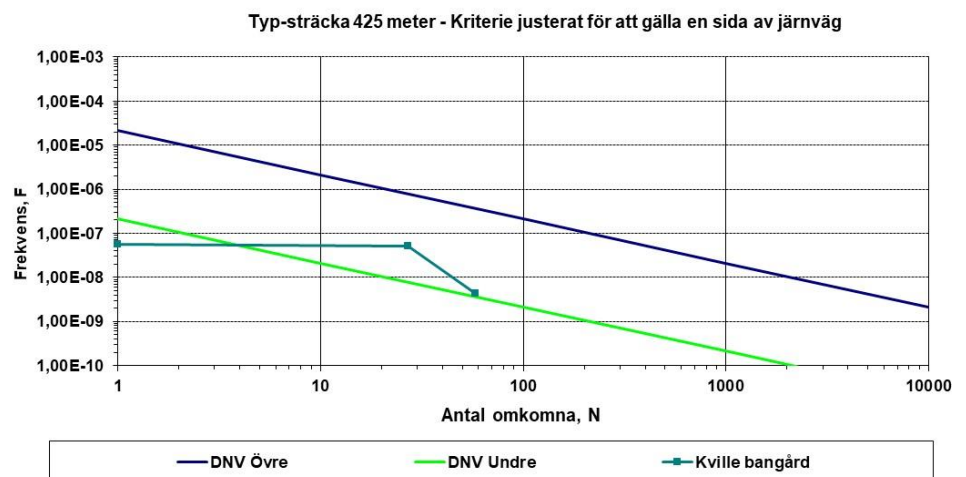
I figur 13-15 presenteras samhällsriskerna för ny bebyggelse med avseende på Lundbyleden, Hamnbanan respektive Kville bangård för sig, utan hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder.



Figur 13. Samhällsriskerna 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). Kriterierna är justerade för att gälla 425 meter.

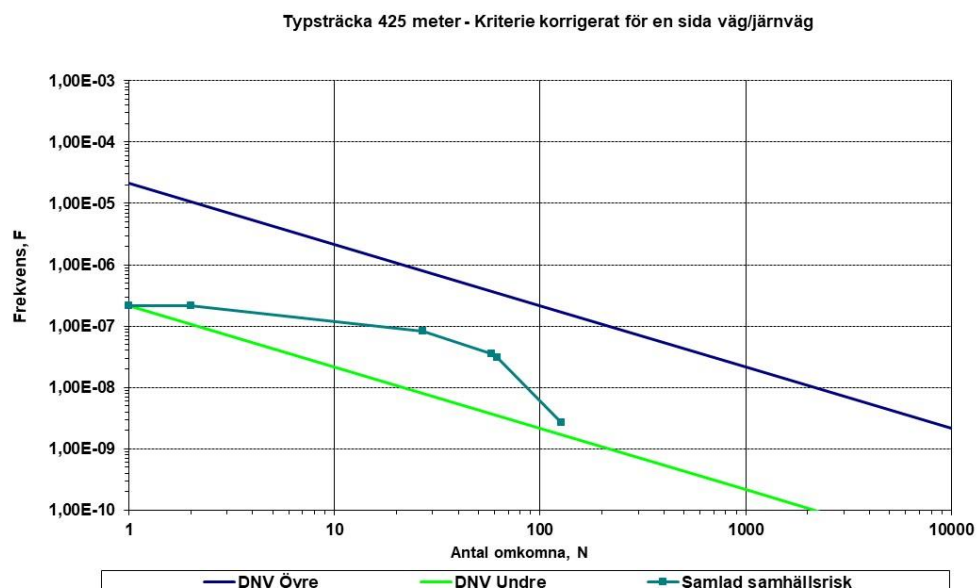


Figur 14. Samhällsrisk enbart map Hamnbanan, utan hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder, för det studerade området (punktad linje) i förhållande till föreslagna riskkriterier enligt DNV (grön och mörkblå linje). Kriterierna är justerade för att gälla 425 meter.



Figur 15. 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). Kriterierna är justerade för att gälla 425 meter.

I figur 16 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 8 för rekommenderade skyddsåtgärder).



Figur 16. 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). Kriterierna är justerade för att gälla 425 meter.

6.3 Diskussion kring resultat

6.3.1 Individrisk

Individrisken minskar med ökat avstånd ifrån farligt godsled och individrisken reduceras något när hänsyn tas till studerade skyddsåtgärder.

Jämfört med DNV:s kriterier hamnar den samlade individrisken inomhus respektive utomhus, utan hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder, på en nivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad nytta synpunkt 0-25 meter respektive 0-50 meter från Lundbyleden. På större avstånd hamnar den samlade individrisken 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 individrisken utomhus 0-25 meter från Lundbyleden hamnar på en nivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad nytta synpunkt. Den samlade individrisken inomhus för samtliga avstånd från Lundbyleden samt utomhus på större avstånd än 25 meter från Lundbyleden hamnar på en nivå som anses som låg och där behov av ytterligare skyddsåtgärder ej anses föreligga.

6.3.2 Samhällsrisk

Jämfört med DNV:s kriterier hamnar den samlade samhällsrisk på oacceptabla nivåer när hänsyn ej tas till rekommenderade kvantifierade skyddsåtgärder.

Samhällsriskerna reduceras när hänsyn tas till rekommenderade skyddsåtgärder. När detta görs hamnar den samlade samhällsriskerna under DNV:s övre kriterie, men över DNV:s undre kriterie. Detta innebär att ytterligare skyddsåtgärder skall vidtagas ifall det är kostnadsmässigt rimligt enligt DNV:s kriterie.

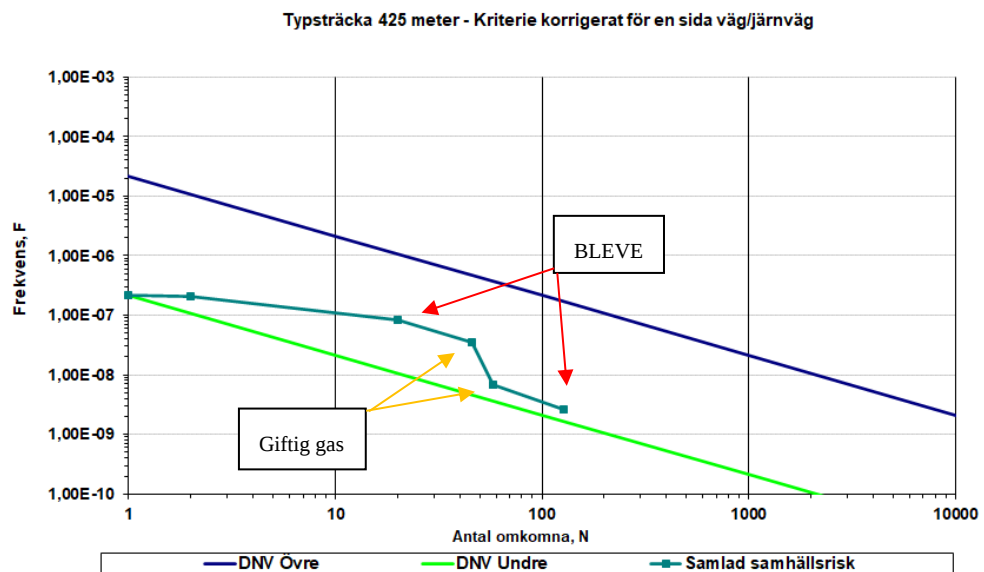
När samhällsriskerna för respektive farligt godsled studeras separat kan det konstateras att en olycka med klass 3 på Lundbyleden bidrar till en hög samlad samhällsrisk (när kvantifierade skyddsåtgärder ej beaktas).

När samhällsriskerna beräknas endast med hänsyn till skydd som skyddar mot olycka med klass 3 erhålles en något högre risknivå jämfört med när även övriga riskreducerande åtgärder beaktas, jämför Figur 12 med Figur 16. Den något högre risknivån beror på att skydd mot giftig gas inte beaktas varken för personer inomhus eller utomhus.

Utifrån skillnaden i risknivå kan det konstateras att övriga kvantifierade riskreducerande åtgärder för den aktuella planen endast bidrar till en marginell sänkning av samhällsriskerna. Anledningen till detta är att den mest betydande riskreducerande åtgärden med avseende på Hamnbanan och Kville bangård är det avstånd som finns mellan dessa leder och planerad bebyggelse. Endast kvarter 56 ligger helt eller inom 150 meter från Hamnbanan respektive Kville bangård. Notera att riskreducerande åtgärder för att hantera giftig gas, trots bedömt marginell effekt, ändå rekommenderas för planerad bebyggelse då de bedöms vara förhållandevis enkla åtgärder att implementera, se resonemang i avsnitt 6.3.2.1 nedan.

6.3.2.1 Diskussion kring kostnad-/nytta

Beräkningar av samhällsriskerna visar på ett fåtal kvarvarande olycksscenarioer som bidrar till risknivån för planområdet även när riskreducerande åtgärder beaktas. De främsta bidragande faktorerna till detta är BLEVE och stora utsläpp av giftig gas, se figur 17 nedan.



Figur 17. Samhällsrisk för hela det studerade planområdet efter etablering i enlighet med beskrivningar i kapitel 3 med avseende på **samtliga studerade leder, med** hänsyn till riskreducerande åtgärder

En BLEVE är en speciell händelse som kan inträffa om en tank med kondenserad brandfarlig gas utsätts för yttre brand under en längre tid. Trycket i tanken stiger och på grund av den inneslutna mängdens expansion kan tanken rämna. 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.

Tryckeffekterna bedöms vara betydligt större än den dimensionerande explosionslasten av en explosion med 10 kg gasol man vanligtvis använt vid samhällsplanering längsmed farligt godsleder i Göteborg. Då BLEVE är en mycket osannolik händelse med ett utdraget förlopp som skulle kräva omfattande konstruktionsåtgärder för att motverka bedöms det inte rimligt att dimensionera byggnader för att motstå en BLEVE och därmed skydda personer med avseende på kostnad/nytta.

Att skydda människor utomhus mot effekterna av en BLEVE bedöms inte heller praktiskt möjligt/rimligt. Det primära skyddet i händelse av en BLEVE är utrymning av närområdet.

Nedan beskrivs skyddsåtgärder som rekommenderas för aktuell plan och som bedöms reducera konsekvensen i händelse av en BLEVE. Notera att dessa effekter inte har kvantifierats och därmed inte beaktats i beräkningar av individ- och samhällsrisk.

- Ett bebyggelsefritt område som ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse närmast studerade farligt godsleder. Det bebyggelsefria området kan användas för ytparkering, lokalväg, GC-bana, promenadstråk eller grönområden.

- › Utrymning bort från stoderade farligt godsleder är möjlig inom 150 meter från Lundbyleden.

Utöver BLEVE är det utsläpp av giftig gas som utgör det största bidraget till den kvarvarande risken för området efter det att rekommenderade riskreducerande åtgärder beaktats. De skyddsåtgärder som rekommenderats bedöms redan vara relativt långtgående när det gäller att minska risken med avseende på utsläpp av giftig gas för personer som vistas inomhus:

- › Ventilationsintag skall inom 150 meter från Lundbyleden placeras högt upp och på motsatt sida farligt godsleder samt att för bemannade verksamhetstyper, så som till exempel kontoren, där personal kan antas ha god kännedom om lokalen bör friskluftsintag vara centralt avstängningsbara.

Detta krav brukar avståndsmässigt utgå från den närmsta farligt godsled där giftig gas faktiskt transporteras, dvs. i detta fall Hamnbanan och Kville bangård. Då Länsstyrelsen i sitt yttrande särskilt efterfrågat att detta krav skärps för att ta höjd för hypotetiska framtida transporter på Lundbyleden, utgår kravet (avstånd) för aktuell detaljplan istället från Lundbyleden. Detta bedöms vara en mycket konservativ ansats, se avsnitt 4.3.

En del av den kvarvarande risken med avseende på olyckor med giftig gas utgörs av de teoretiska personer som kan antas komma att vistas utomhus inom planområdet eller vid planerat resecentrum. Utöver de rekommendationer som ovan även nämns som kostnadseffektiva för att skydda mot BLEVE, dvs. utrymning bort från leden och att inte uppmuntra till stadigvarande vistelse i det bebyggelsefria området, rekommenderas därför även att:

- › Bebyggelsen närmast leden uppförs som tät skärmande bebyggelse för att i möjligaste mån hindra giftig gas från att spridas in på planområdet. Kvarter 56 inom DP 2 samt planerad bebyggelsestruktur inom DP 4 bedöms gemensamt uppfylla krav om tät buffrande bebyggelse.

Då den riskreducerande effekten av detta skydd enligt beräkningarna är relativt begränsad med avseende på endast tillkommande personer i DP 2, jämför figur 12 och figur 16, bedöms det inte rimligt att vidta alternativa åtgärder för att förhindra gasspridning i den händelse att DP 4 uppförs i ett senare skede eller inte alls.

Denna bedömning att styrks även kvalitativt av det faktum att merparten av bebyggelsen inom planområdet (DP2) ligger utanför uppmärksamhetsavståndet med avseende på farligt gods, dvs. på ett avstånd längre än 150 meter, från Hamnbanan och Kville bangård där giftig gas kan förväntas transporteras i större omfattning. Endast kvarter 56 ligger helt eller delvis inom 150 meter från nämnda eder. Skulle inte kvarter 56 ingå i DP 2 skulle Hamnbanan och Kville bangård överhuvudtaget inte beaktas ur risksynpunkt för området.

Om/när planerad DP 4 uppförs kan antalet personer som vistas utomhus i området förväntas öka. Bebyggelsen i DP 4 och DP 2 bedöms då komma att utgöra en barriär mot giftig gas.

Inga ytterligare skyddsåtgärder bedöms vara kostnads-nyttomässigt rimliga med avseende på planerad bebyggelse då det skulle medföra alltför stora funktionella begränsningar för den bebyggelse som detaljplanen syftar till att uppföra.

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

7 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.

8 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.

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 som närmast ca 15 meter från Lundbyleden vilket medför att ett bebyggelsefritt område 0-30 meter från Lundbyleden inte uppfylls. Det bebyggelsefria området mellan Hamnbanan och 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 kontor planeras ca 15 meter från Lundbyleden medan bostäder planeras som minst ca 80-85 meter från Lundbyleden. Ny bebyggelse följer riktlinjerna avseende närheten till järnväg där farligt gods transporteras då bebyggelse planeras på mer än 100 meter från Hamnbanan respektive Kville bangård.

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. Enligt dessa riktlinjer bör kontor placeras som närmast i zon B. Planerad bebyggelse bedöms i följa dessa riktlinjer med avseende på Hamnbanan och Kville bangård. Planerad bebyggelse bedöms inte följa riktlinjerna med avseende på närheten till Lundbyleden.

Jämfört med DNV:s kriterier hamnar den samlade individrisken inomhus respektive utomhus, utan hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder, på en nivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad nytta synpunkt 0-25 meter respektive 0-50 meter från Lundbyleden. När hänsyn tas till rekommenderade skyddsåtgärder reduceras risknivån inomhus samt utomhus till en nivå där endast den samlade

individriska utomhus 0-25 meter från Lundbyleden hamnar på en nivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad nytta synpunkt. På övriga avstånd hamnar den samlade individriska på en nivå som anses som låg och där behov av ytterligare skyddsåtgärder ej anses föreligga.

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. När hänsyn tas till rekommenderade skyddsåtgärder hamnar den samlade samhällsriska under DNV:s övre kriterie och över DNV:s undre kriterie. Detta innebär att ytterligare skyddsåtgärder skall vidtagas ifall det är kostnadsmässigt rimligt enligt DNV:s kriterier.

Effekten av de riskreducerande åtgärder som föreslagits har studerats och det kan konstateras att det är riskreducerande åtgärder som skyddar mot en olycka med klass 3 som har störst påverkan på samhällsriska i detta fall. Anledningen till detta är delvis att det främst går klass 3 produkter på Lundbyleden som ligger närmast och på ett relativt kort avstånd från planerad bebyggelse. Vidare är en anledning till detta att den mest betydande riskreducerande åtgärden med avseende på Hamnbanan och Kville bangård är det befintliga avstånd som finns mellan dessa leder och planerad bebyggelse.

De riskreducerande åtgärder som föreslagits skyddar dock inte uteslutande mot olyckor med klass 3 utan det har bedömts som rimligt ur kostnad-nytta-synpunkt att även föreslå åtgärder som bidrar till en riskreducering med avseende på olyckor med andra ämnesklasser. Anledningen till detta är delvis att samhällsriska befinner sig i ALARP och de åtgärder som rekommenderas bedöms vara rimliga med avseende på kostnad/nytta.

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.

8.1 Skyddsåtgärder

Som poängterats tidigare bör det noteras att det inte finns några stora målpunkter för farligt gods i närområdet kring Lundbyleden till vilka Lundbyleden bedöms vara en naturlig transportväg. Vidare råder det förbud mot transport av farligt gods genom Lundbytunneln. Detta innebär att Lundbyleden i princip utgör en återvändsgränd med avseende på transporter med farligt gods. Det bedöms därför inte transporteras några större mängder farligt gods på Lundbyleden i dagsläget och den inventering avseende farligt godstransporter som genomförts för Lundbyleden bedöms vara mycket konservativ. En ökning av antalet transporter på Lundbyleden bedöms inte heller vara att förvänta i framtiden.

I sitt yttrande nämner dock Länsstyrelsen att målet med planförslaget ska vara att bygga ett robust samhälle över tid. Ett antal skyddsåtgärder har därför givits en striktare kravbild än vad Lundbyledens beräknade och bedömda verkliga risknivå motiverar. Exempel på åtgärder som skärpts är omfattning av ventilationsåtgärd (dvs. del av bebyggelsen för vilken det rekommenderas att ventilationen är placerad högt och vänd från leden) samt möjlighet att utrymma bort från farligt godsled.

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. Notera att på-/avfart inte bedöms utgöra del av Lundbyleden med avseende på transporter av farligt gods. Om avstånd istället mäts från väggkant inkl. på- och avfarter är det bebyggelsefria området istället 0-10 meter. Bebyggelsefritt område skall ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Det bebyggelsefria området kan exempelvis användas för ytparkering, lokalväg samt GC-bana.
- › Barriär/skydd med tät nederkant och som förhindrar mekanisk konflikt mellan avåkande fordon och byggnad samt motverkar att vätska kan rinna in på området ska finnas längs Lundbyleden på den sträcka där Lundbyleden passerar kvarter 56 samt ytterligare 20 meter i Lundbyledens sträckning åt båda håll förbi kvarter 56 (dvs. 20 meter + längden av kvarter 56 längsmed Lundbyleden + 20 meter). Denna sträcka bedöms tillräcklig för att skydda kvarter 56 från mekanisk konflikt samt reducera risken med avseende på vätska som rinner ned från Lundbyleden, givet storleken på de pölbränder som förväntas i händelse av en olycka med en farligt godstransport. Övriga kvarter inom planområdet är placerade på ett sådant avstånd från Lundbyleden att dessa inte bedöms påverkas varken från ett avåkande fordon från Lundbyleden eller eventuell påverkan från vätska som kan rinna av från Lundbyleden. Olika skydd kan vara aktuella beroende på naturliga barriärer i form av höjdskillnader. Avsikten är att skydda mot avåkande fordon och inrinnande vätska. 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 den aktuella sträckan.
- › Entréer/varuintag skall inte placeras på fasader som vetter direkt mot Lundbyleden 0-50 meter från Lundbyleden. Kravet gäller för fasad närmast Lundbyleden (entréer på innergårdar är möjliga)

- › Inom 150 meter från Lundbyleden skall utrymning bort från Lundbyleden vara möjlig.
- › Ny bostadsbebyggelse skall ej placeras i kvarter 56.
- › Ny bebyggelse av offentlig karaktär så som skola, kulturhus, etc. skall ej placeras inom 100 meter från Lundbyleden. Kravet gäller ej bostäder, 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 (såväl utskjutande som indragna) skall ej uppföras på fasad som vetter mot Lundbyleden. Kravet gäller för fasad närmast Lundbyleden, dvs. endast för kvarter 56 (balkonger på innergårdar är möjliga)
- › 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 Lundbyleden.
- › Bebyggelsen närmast leden uppförs som tät, buffrande bebyggelse för att hindra giftig gas från att spridas in på planområdet. 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%. Kvarter 56 inom DP 2 samt planerad bebyggelsestruktur inom DP 4 bedöms gemensamt uppfylla krav om tät, buffrande bebyggelse. Då den riskreducerande effekten av detta skydd enligt riskberäkningarna är relativt begränsat med avseende på endast DP 2, bedöms det inte rimligt att vidta alternativa åtgärder i den händelse att DP 4 uppförs i ett senare skede eller inte alls.

Notera att angivna avstånd i ovan listade skyddsåtgärder avser avstånd från närmsta vägkant/spår om inget annat anges, se figur nedan.



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.

9 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 (2016), Riskanalys för detaljplan för Backaplan

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 (2020), *Länsstyrelsens i Västra Götalands län lokala trafikföreskrifter om transport av farligt gods i Göteborgs kommun (14 TFS 2020:123)*

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

Norconsult (2021), *Norconsult AB på uppdrag av stadsbyggnadskontoret, Göteborgs Stad, "Översiktsplan för Göteborg - Vägledning för hantering av risker vid anläggningar och transporterleder med farligt gods,"* Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs Stad, Göteborg, December 2021.

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), *Anläggningsspecifika krav Järnväg Hamnbanan Göteborg bd 603 Etapp Kville och Eriksberg-Pölsebo-Skandiahammen, Diariern: 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 olycksscenarier 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 godsskyltade fordon varit inblandade. Vid en jämförelse mellan olika metoder och källor har bedömningen gjorts att 40 olyckor per år är ett lämpligt värde att använda för beräkningar med nationella värden (Länsstyrelsen i Hallands län, 2011a).

För att beräkna olycksfrekvens utifrån nationell statistik används följande värden:

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

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

Frekvens för järnvägsolycka

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

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

När det gäller risker för farligt gods är de viktigaste olyckstyperna urspåring och sammanstötning. Utsläpp av farligt gods kan uppkomma om behållare skadas i samband med urspåring 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, spårlägesfel, 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 sammanstötning-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 olycksscenarioer

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 reducering 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 reducering 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

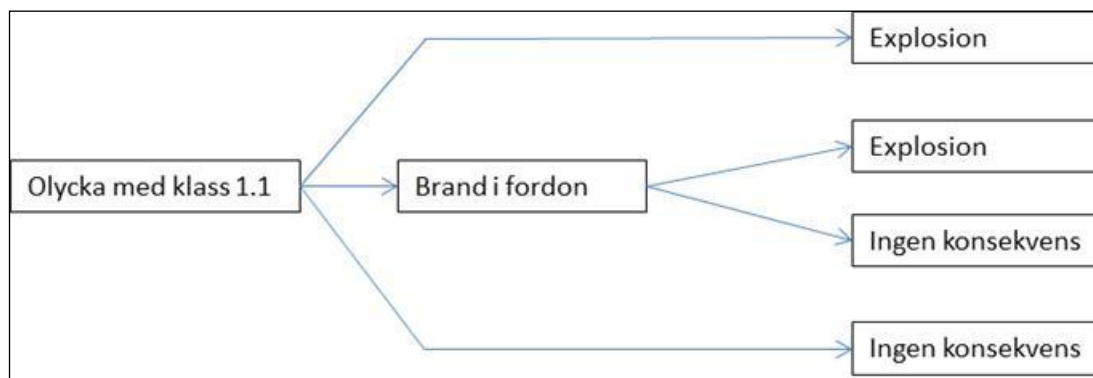
För riskberäkning används resonemang och värden enligt det som beskrivs i detta kapitel. Frekvensen för respektive skadehändelse justeras för att ta hänsyn till storleken på konsekvensområdet för den specifika skadehändelsen. Konsekvensområdet för respektive skadehändelse redovisas i Bilaga B.

A.1 Olycka med massexplсивt 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 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.

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.

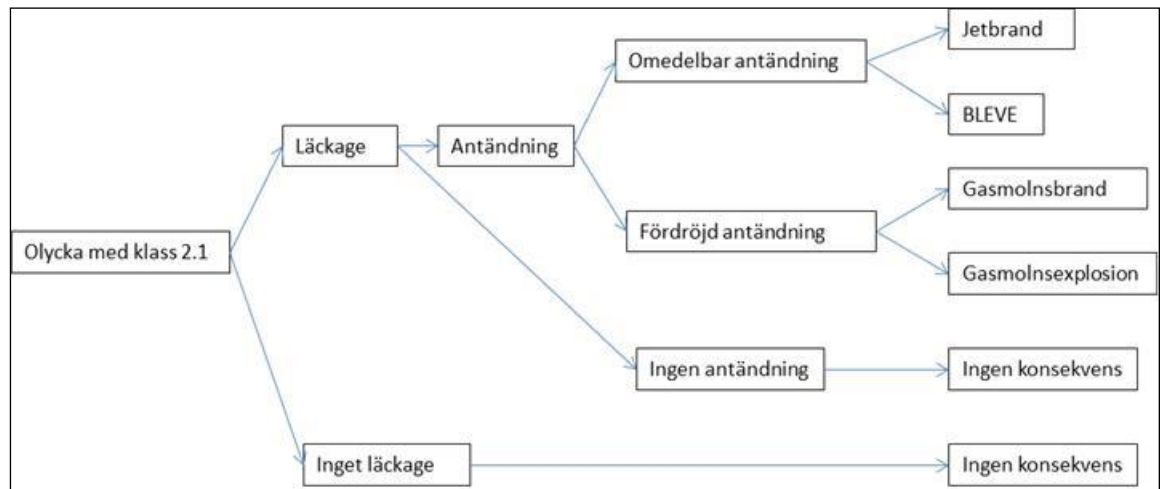
Sannolikheten beskrivs här för rangerad vagn och kan därmed beskrivas enligt följande:

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

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 gasmolnsexplosion.

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

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

Dessa värden bedöms rimliga med tillägget att kategorin UVCE bör delas upp i två scenarier, enligt figur A.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

$$0,93 \cdot 10^{-7} \cdot 0,01 \cdot N_{\text{klass2.1}} \cdot 0,19$$

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

$$3 \cdot 10^{-5} \cdot 0,01 \cdot 0,01 \cdot N_{\text{klass2.1}} \cdot 0,19$$

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

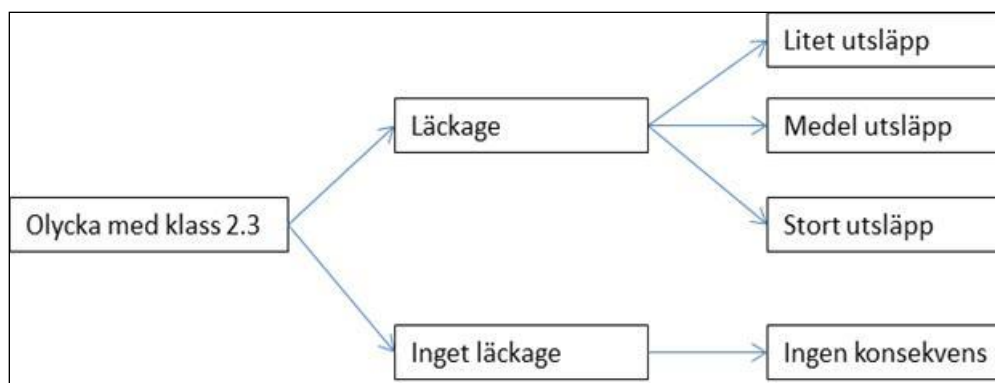
Då utfallet av en BLEVE ofta sker med en fördröjning görs här antagandet att i 50 % av fallen kommer området hinnas utrymmas innan en BLEVE inträffar.

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

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:

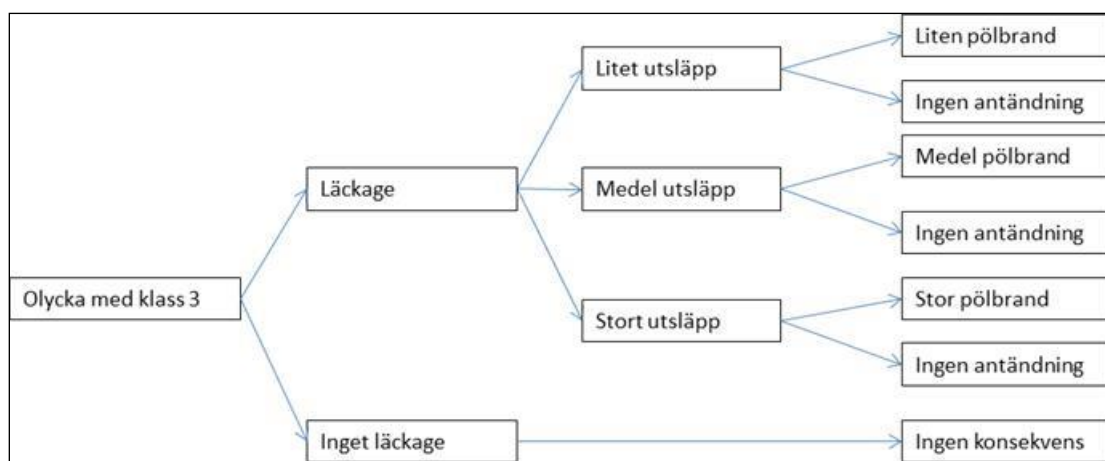
Förväntat antal olyckor per rangerad vagn skattas till $3 \cdot 10^{-5}$. (Fredén, 2001) Vid beräkning för bangård reduceras risken att en olycka leder till respektive scenario med en faktor 0,01 p.g.a. låg hastighet (tjockväggig tank). Sannolikheten kan beskrivas enligt följande:

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

Olycka per rangerad vagn*Läckage*reducering för låg hastighet*antal transporter med giftig gas*andel scenario (medel/stort)

A.4 Olycka med brandfarlig vätska bensen

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.

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

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:

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

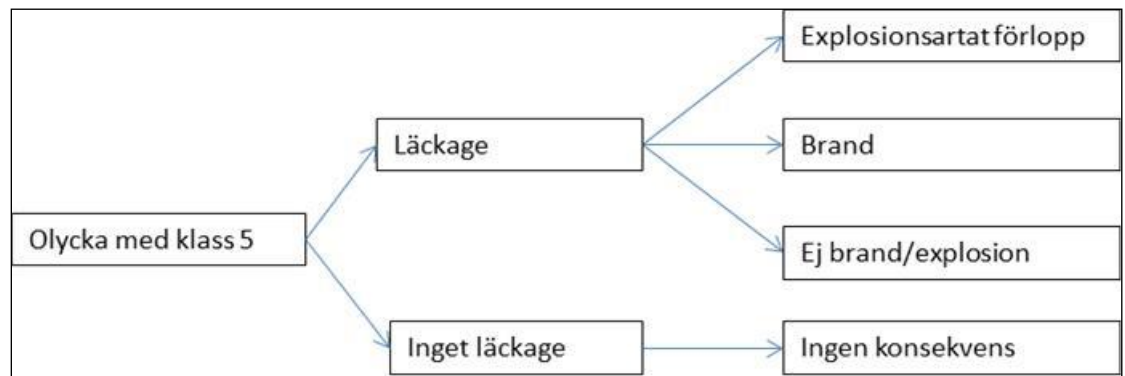
Stort läckage: $3 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1 \cdot 0,05 \cdot 0,1 \cdot N_{\text{klass3}}$

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 100 meter från Lundbyleden. Ventilations-åtgärder 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 ytterligare resonemang i bilaga C.

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 tiotal- 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 ¹ . 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 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

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

RID- Klass	Möjliga konsekvenser i händelse av olycka	Kommentarer
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 Massexplosivt	Liten explosion (200 kg)	1/0,15	0/0,05	0/0,01	0/0	0/0
	Stor explosion (6 ton)	1/0,25*	1/0,1*	0,5/0,05*	0/0	0/0
Klass 2.1 Kondenserad Brandfarlig gas	Jetbrand	1/1	0,2/0,1	0/0	0/0	0/0
	Gasbrand	1/1	0,75/0,4	0,5/0,3	0/0	0/0
	Gasmolnsexplosion	1/1	0,5/0,5	0,1/0,1	0/0	0/0
	BLEVE	1/1	1/1	1/0,25**	1/0	0,5/0
Klass 2.3 Kondenserad giftig gas	Rörbrott	1/0,95	0,9/0,5	0,5/0,1	0,01/0	0/0
	Punktering	1/1	1/1	1/0,5	0,6/0	0,2/0
Klass 3 Brandfarlig vätska	Liten pölbrand	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
	Medelstor pölbrand (50 m ²)	0,5/0,1	0/0	0/0	0/0	0/0
	Stor pölbrand (200 m ²)	0,8/0,8	0,2/0,1	0/0	0/0	0/0
Klass 5 Oxiderande ämne	Explosion	1/0,15	1/0,05	0/0,01	0/0	0/0

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 massexplosivt 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
$P_s \geq 180 \text{ kPa}$	0,3	0,15	0,05
$180 \text{ kPa} > P_s \geq 69 \text{ kPa}$	0,05	0,05	0,05
$69 \text{ kPa} > P_s \geq 21 \text{ kPa}$	0,01	0,01	0,01
$21 \text{ kPa} > P_s \geq 9 \text{ kPa}$	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	
Andelen omkomna	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	
Andelen omkomna	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:

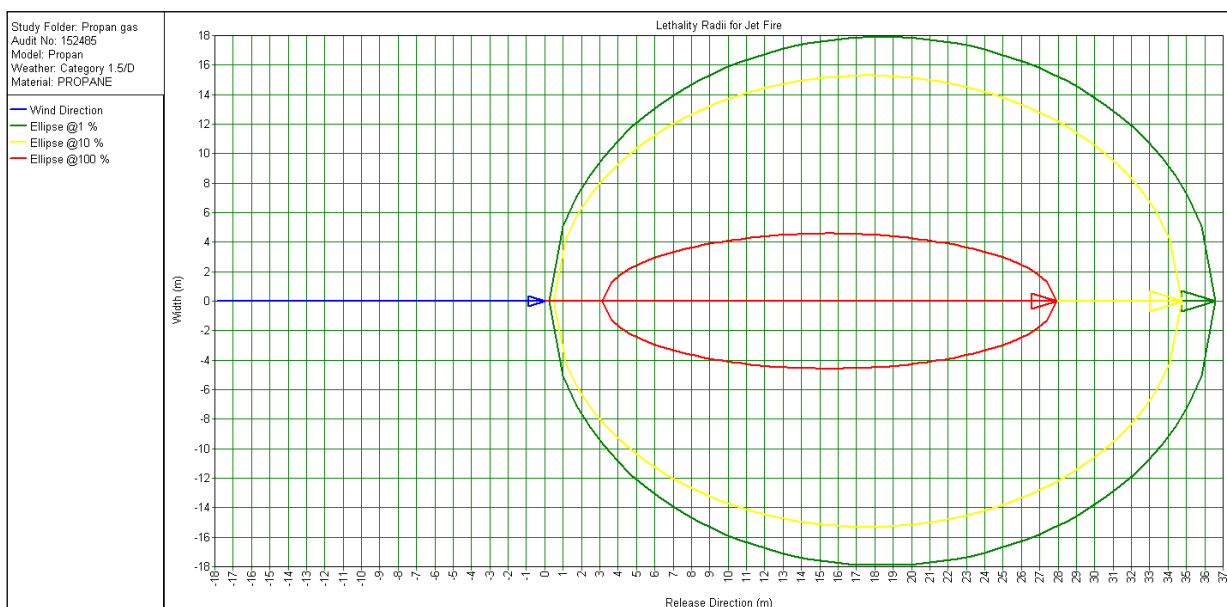
- › Omedelbar antändning som ger upphov till jetbrand.

- › Uppvärmning av tank eller tankhaveri som leder till BLEVE (Boling Liquid Expandning Vapour Explosion).
- › Fördrojd antändning som ger upphov till en gasmolnsbrand.
- › Fördrojd 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^2 . 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

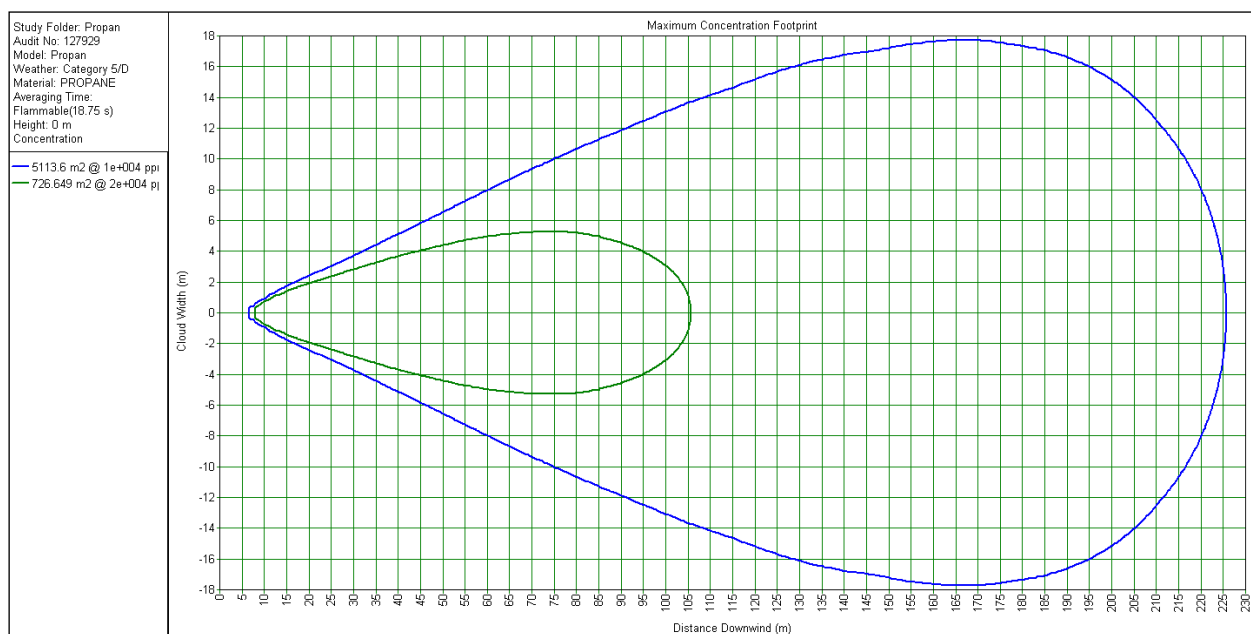
Vid en BLEVE bildas ett eldklot som ger upphov till värmestrålning och tryckeffekter. Storleken på eldklotet beror framförallt på tankens innehåll. En tank på 20 ton ger upphov till ett eldklot på 60-75 meters radie (TNO, 2005).

Personer som befinner sig inom eldklotet eller som utsätts för en strålningsnivå över 35 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.

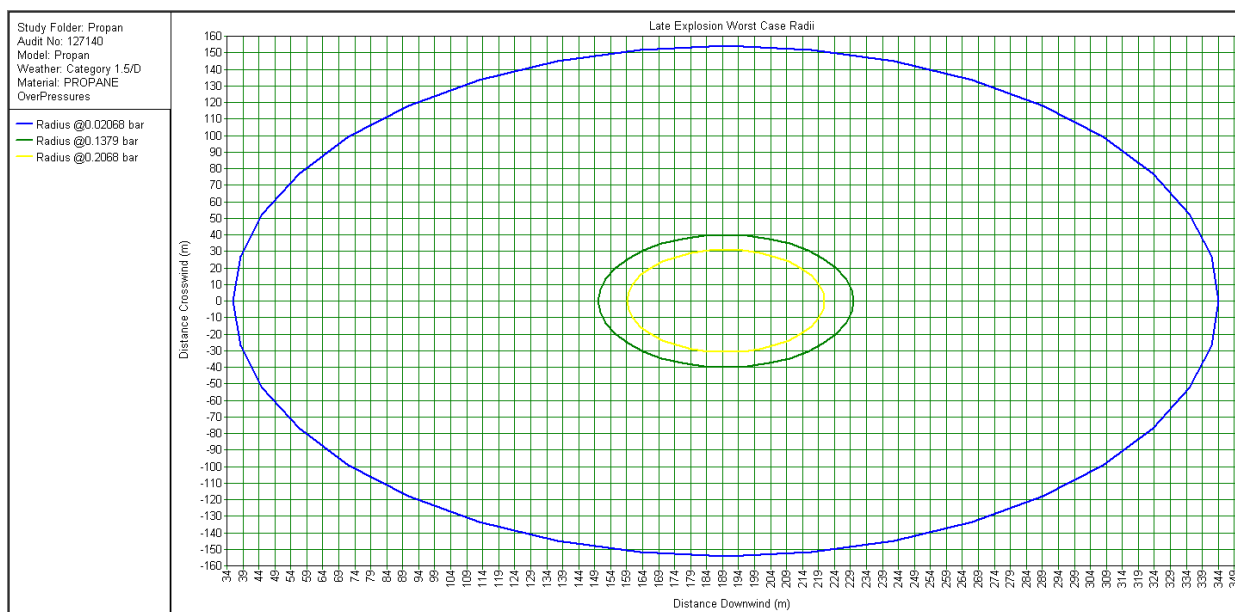
Vid en antändning kommer moln inom LEL gränsen att forma ett brinnande gasmoln. Område för gasmolnsbrand sätts här till samma som LEL (TNO, 2005). I vissa sammanhang används 1/2 LEL som gräns för brandmoln.

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 ₃	3 luftväxlingar NH ₃
~11	100/0	0/25
~23	60/39	96/4
~36	5/64	76/24
~48	0/21	36/60
~75	0/0	2/55
~88	0/0	0/32

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

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

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

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

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

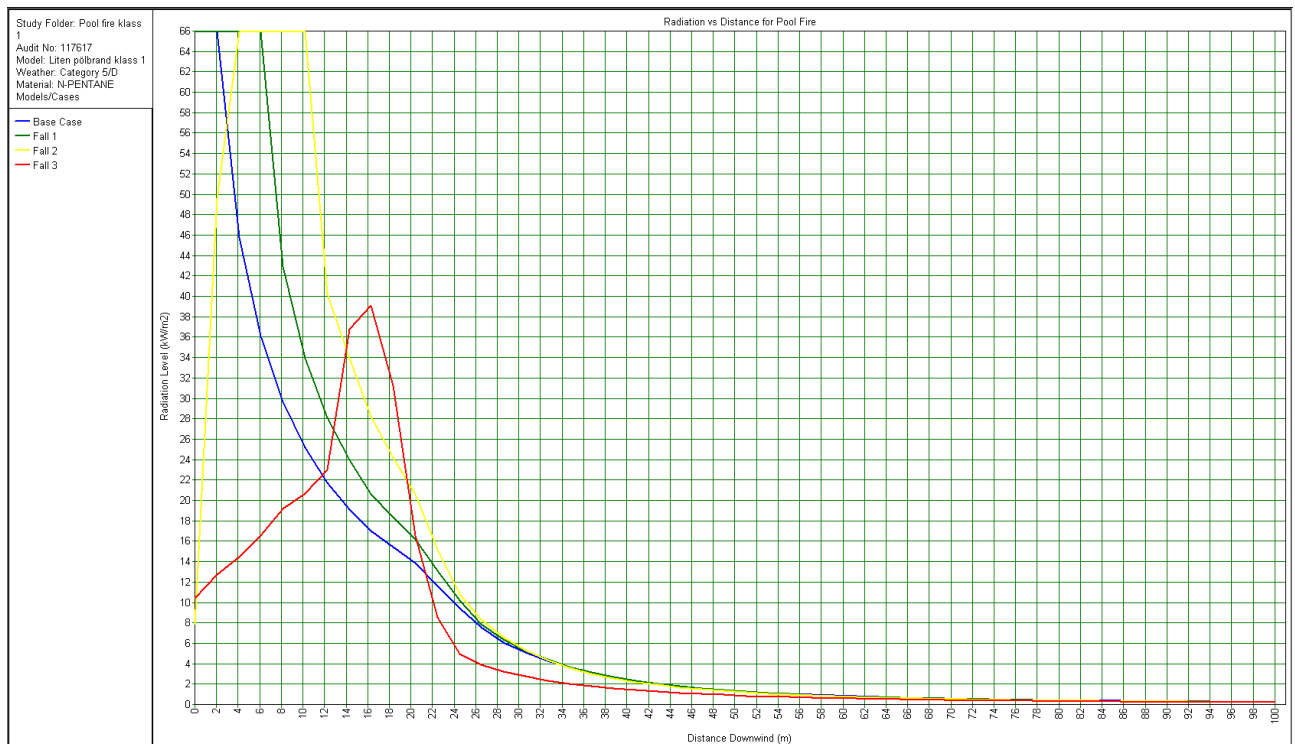
Avstånd (meter)	Andel omkomna/svårt skadade utomhus (%)	
	Medelstort utsläpp	Stort utsläpp
~6	100/0	100/0
~36-40	100/0	100/0
~50	91/9	100/0
~70	62/8	100/0
~100	11/72	100/0
~130	1/26	100/0
~150	0/26	100/0

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

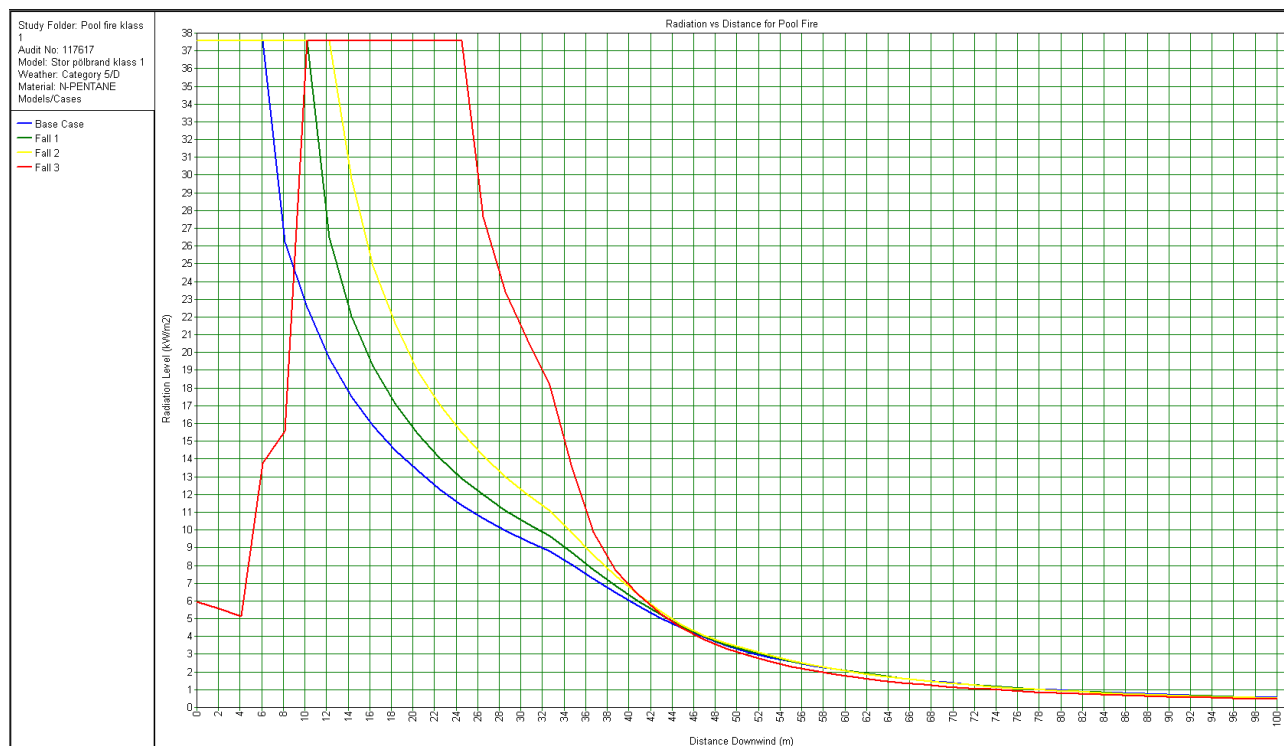
Ett utsläpp som inte antänds har främst en påverkan på miljön, skadliga konsekvenser för människor uppstår om vätskan antänds och bildar en pölbrand (brinnande vätska på marken). Hur stor pölbranden blir beror på storleken på utsläppet och pölens utbredning. Följande scenario har definierats:

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

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



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



Figur B.5. Strålningsnivå i kW/m² på olika höjd över mark som funktion av avstånd. Brandscenario; pölbrand 200 m², bensen, 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/m²) på marknivå respektive 15 meters höjd för brandarea 50 respektive 200 m².

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

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

Tabell B.14 Effekter/symptom vid olika strålningsnivåer.

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

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

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

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

Tabell B.15. Gränsvärden beträffande strålning.

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

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

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

B.5 Konsekvenser vid utsläpp av oxiderande ämne

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. Notera att bilagan är direkt hämtad från den tidigare riskutredning som genomförts för Backaplan 2016. (COWI, 2016)

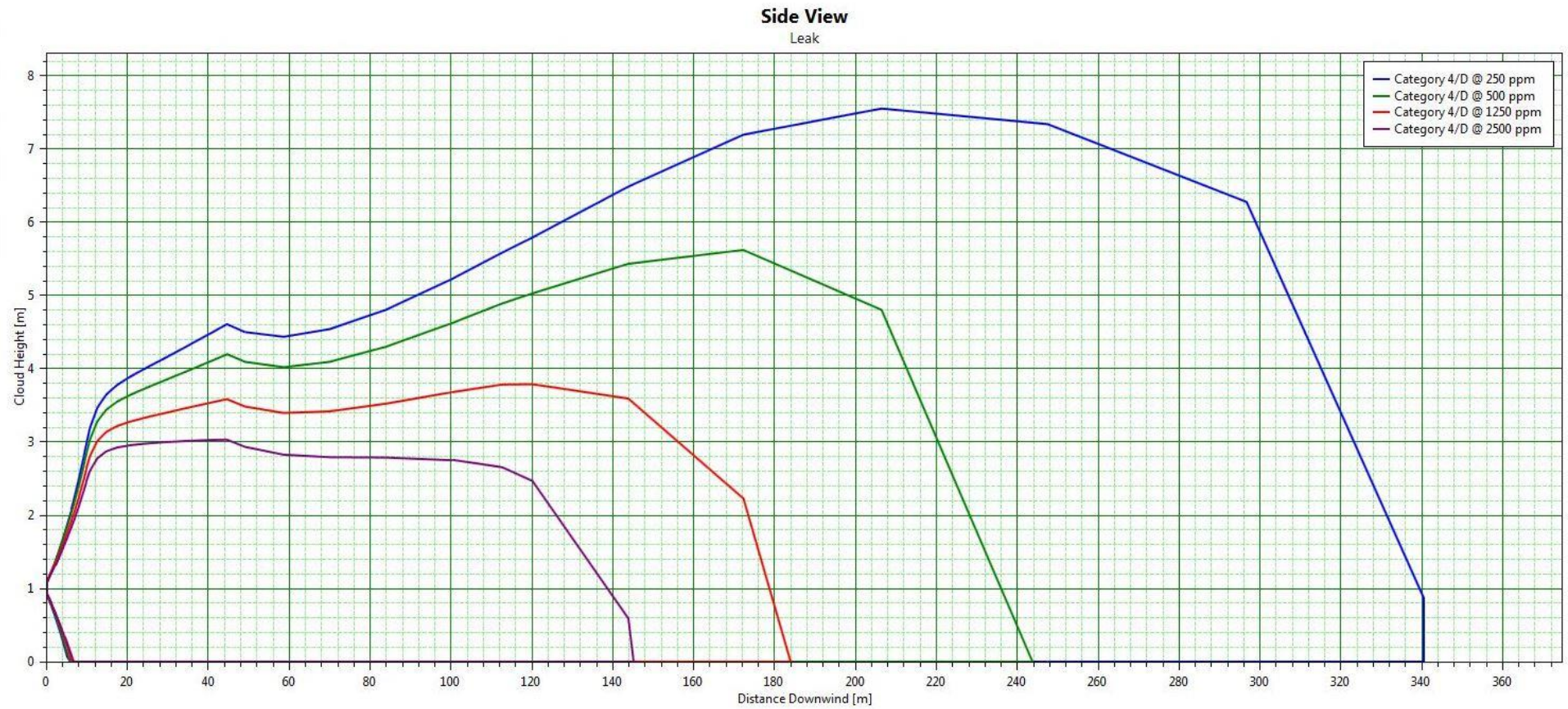
C.1. Indata vid beräkningar

Vid spridningsberäkningar (utomhus) avseende utsläpp av giftig gas (klor) har gränsvärde för dödliga skador (LC50, värde för människa exponerad via inhalation under 30 minuter) 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).

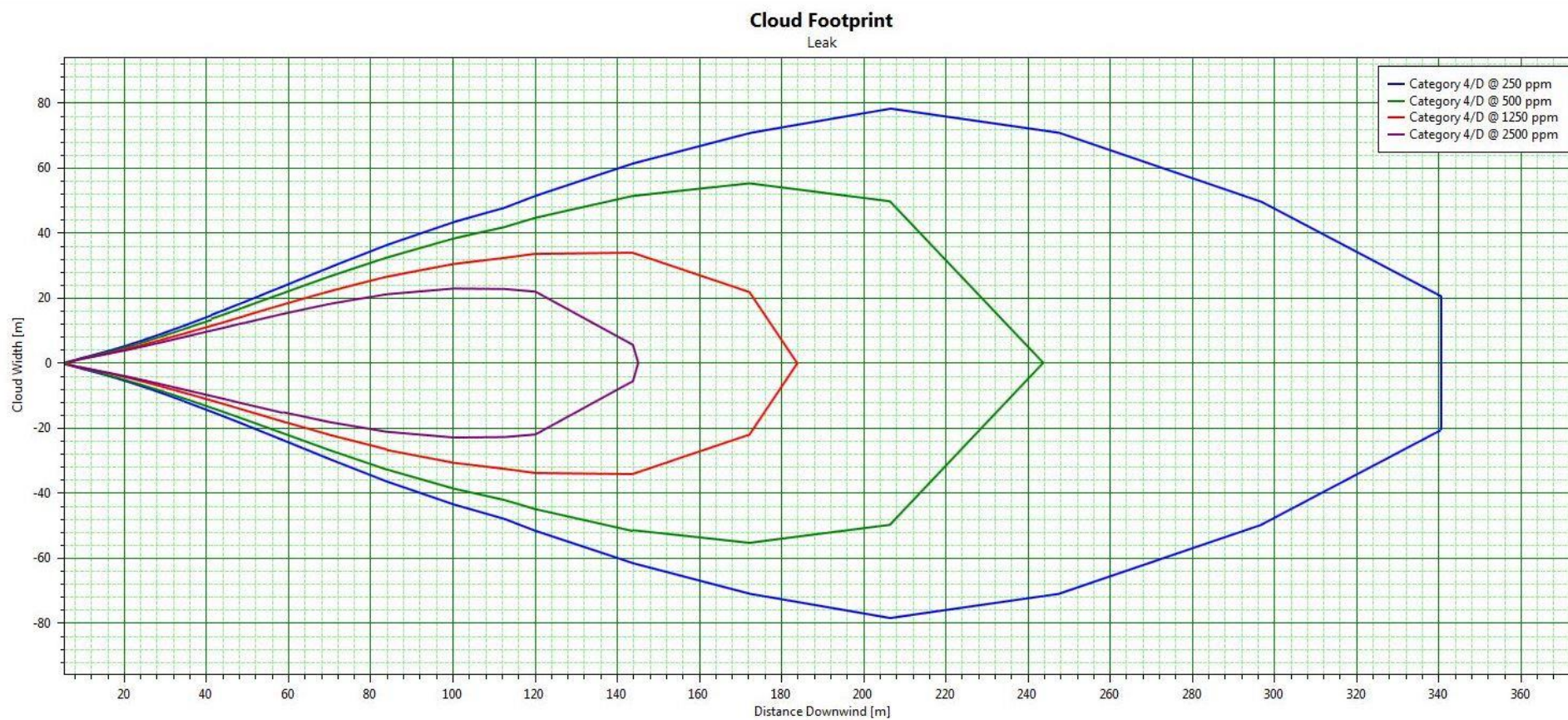
C.2 Spridning av klorgas

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.



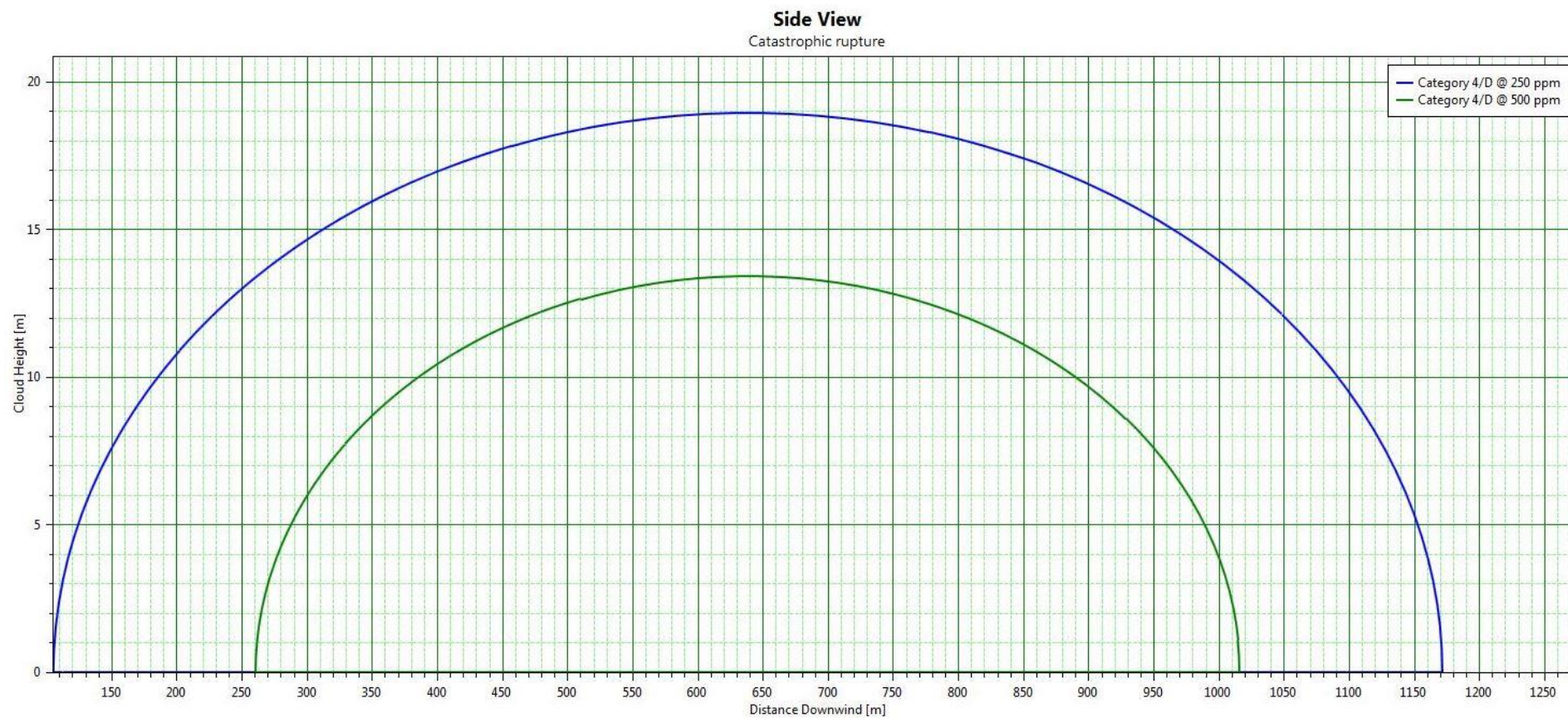
Figur C.1. Spridning vid medelstort utsläpp av klor sett från sidan.



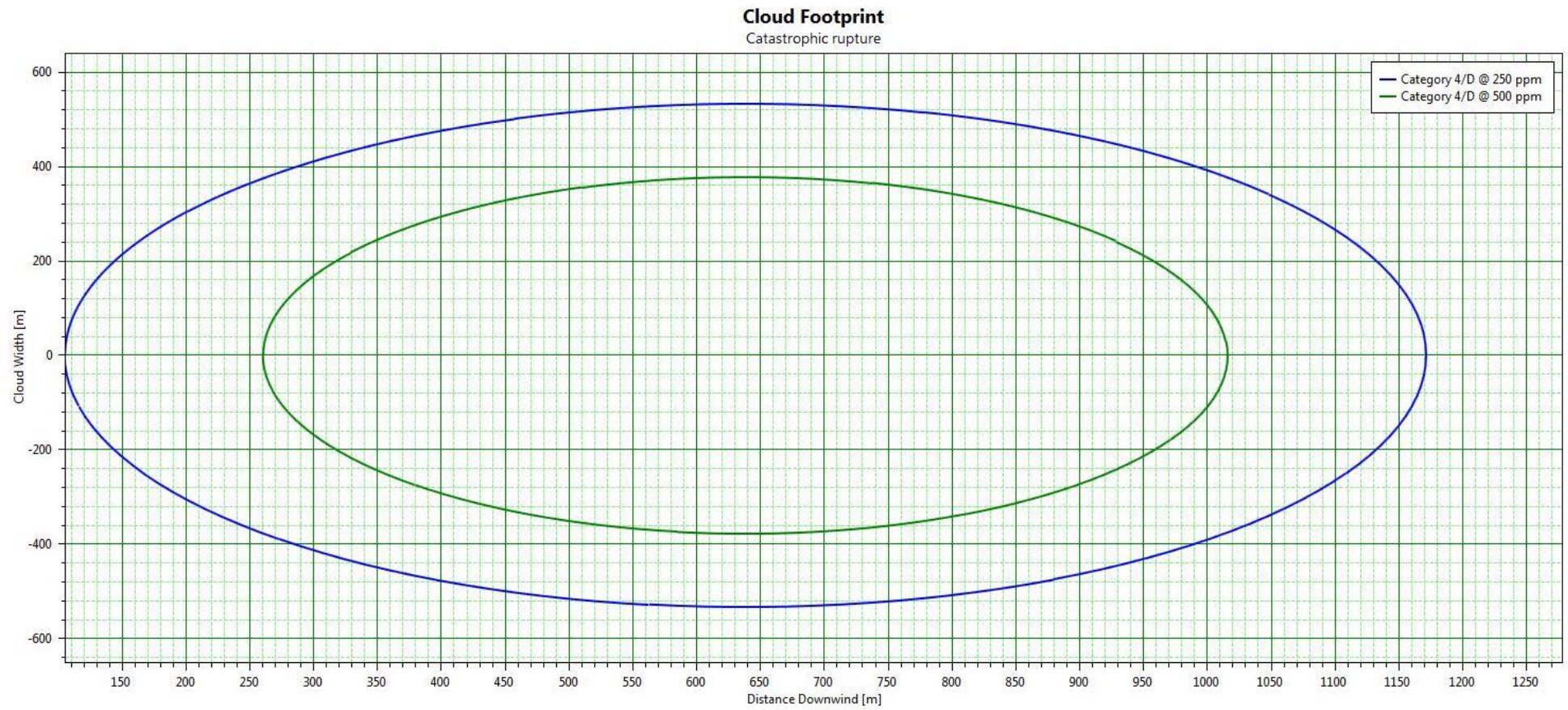
Figur C.2. Spridning vid medelstort utsläpp av klor sett ovanifrån.

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). Notera att analysen är direkt tagen ut den riskutredning som genomfördes för Backaplan 2016. (COWI, 2016)

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 krondiameter på minst 5 meter och ridån bör vara minst två trädader 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 glaspazier 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 "Porslinsfabriken". (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)

Bilaga D - Känslighetsbedömningar

Risikanalys 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

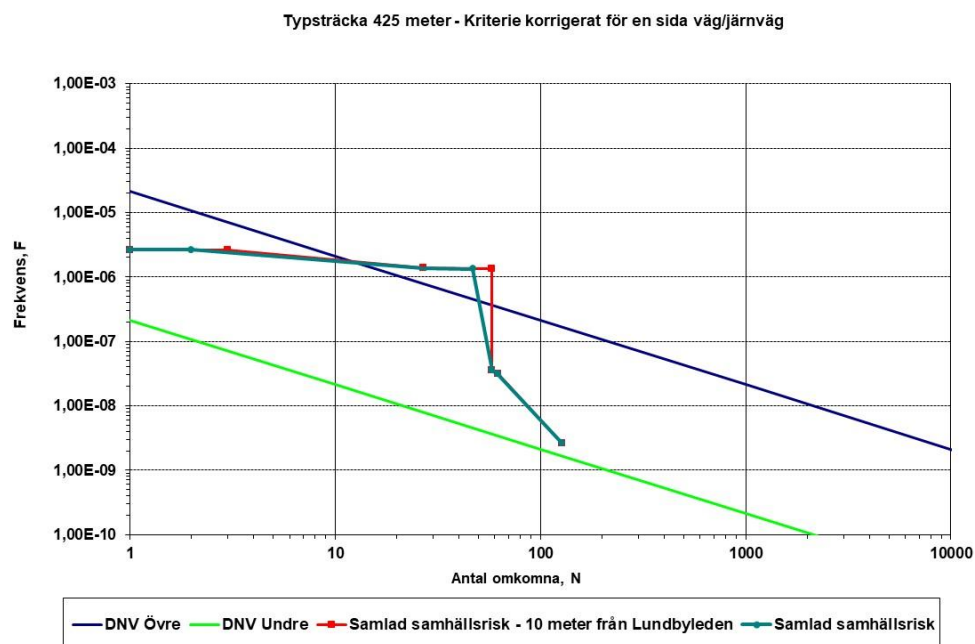
Genom att genomföra olika simuleringar och variera valda parametrar och situationer kan man få en bild om vad som mest påverkar resultatet.

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

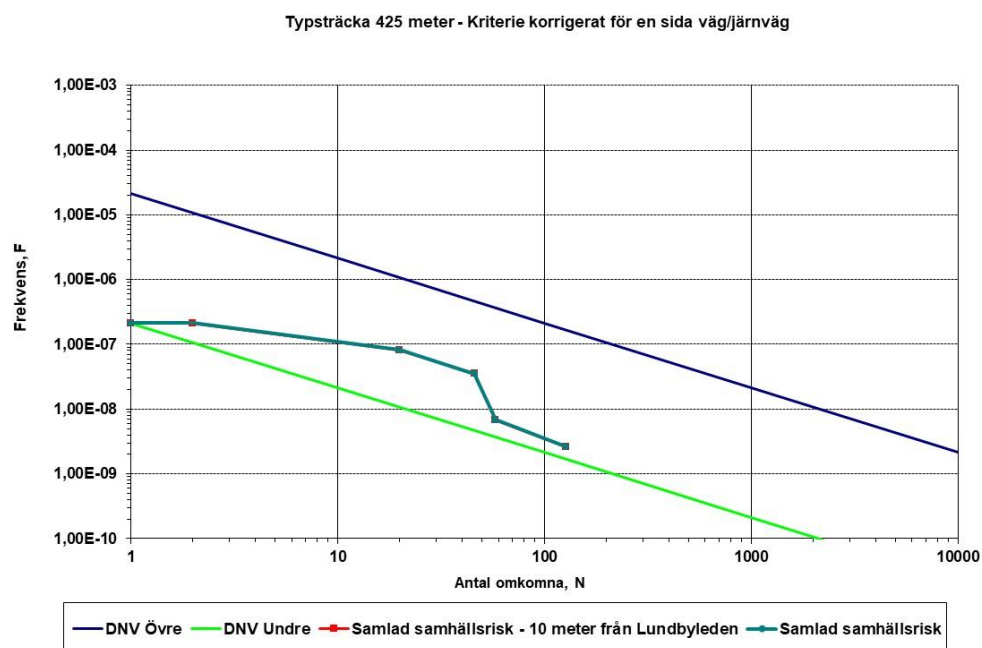
Avstånd till Lundbyleden

Beroende på om man inkluderar på- och avfarter så är avståndet från närmsta bebyggelse till Lundbyleden 10 meter (vägkant inkl. på- och avfarter) eller 15 meter (körbana på vilken farligt gods transporteras). Beräkningarna i denna rapport har utgått från avstånd till det körfält där farligt gods transporteras, dvs. 15 meter.

I Figur D.1 och D.2 nedan presenteras en känslighetsanalys där risknivån utan respektive skydd redovisas förutsatt att allt farligt gods på Lundbyleden hade transporterats 10 meter från närmsta bebyggelse, dvs. på på- och avfarter.



Figur D.1. Känslighetsanalys avseende avstånd till farligt godstransporter när skydd ej beaktas. Röd linje representerar risknivån om allt farligt gods på Lundbyleden transporteras på på- och avfarter, dvs. på ett avstånd av 10 meter från närmsta bebyggelse.



Figur D.2. Känslighetsanalys avseende avstånd till farligt godstransporter när rekommenderade skyddsåtgärder beaktas. Röd linje representerar risknivån om allt farligt gods på Lundbyleden transporteras på på- och avfarter, dvs. på ett avstånd av 10 meter från närmsta bebyggelse.

Skillnaden i risknivå är marginell när skydd inte beaktas. När skydd beaktas är risknivån samma oavsett om avståndet är 10 eller 15 meter. Detta då

rekommenderade skyddsåtgärder mot de olycksscenario som kan uppkomma på Lundbyleden och påverkas av den begränsade skillnaden i avstånd (10 eller 15 meter), dvs. brandklassad fasad, bedöms ge ett mycket gott skydd med avseende på att förhindra dödsfall.

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 Lundbyleden 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 personintensitet 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 425 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.
- › Scenarieutveckling: förutom inledande olycksfrekvenser så påverkas resultatet av de scenarieutvecklingar som antagits. Möjliga händelseutvecklingar och sannolikheter för dessa redovisas i Bilaga A och Bilaga B samt har diskuterats under ”Konsekvenser” ovan.

Effekt av explosionsskydd:

Effekten av explosionsskydd studerades i den riskutredning som utfördes för Backaplan 2016 (COWI, 2016). Då konstaterades följande vilket bedöms stämma även för denna riskutredning utifrån likheterna i planerad bebyggelse:

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).

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 samhällsrisk,
 - › påverkan på samhällsrisk sker i den delen av FN-kurvan där samhällsrisk redan ligger på en nivå under kriteriet för både kontor och bostäder i GÖP
 - › personintensiteten 0-100 meter från Hamnbanan är låg.

Bilaga E – Personintensitet

Generella antaganden

- › Dag ansätts till 12 h.
Kommentar: Antagandet bedöms bidra till en konservativ riskbedömning då detta innebär att kontor och handel antas vara befolkade under 12 h vilket är en överskattning då en arbetsdag normalt är 8 h och många butiker har normalt öppet ca 10 h/dag.
- › Natt ansätts till 12 h.
Kommentar: Antagandet bedöms som ett rimlig antagande för denna riskbedömning.

Parkering/Hållplatser (kollektivtrafik)/Resecentra

- › Vid uppskattning av antal personer som vistas utomhus för övrig bebyggelse har hänsyn tagits till att en del av dessa kommer att vistas utomhus, exempelvis på parkering eller hållplats för att ta sig till/från exempelvis bostad, handel eller kontor.
- › Det är antaget att resecentrumet resulterar i ytterligare 50 personer som är ”genomresande” dagtid och 10 personer nattetid. Med ”genomresande” avses personer som inte är på väg till/från studerat område utan som endast befinner sig vid resecentrumet för att byta buss/spårvagn för att sedan resa vidare. Övriga som visas på resecentrumet har inkluderats i den personintensitet som uppskattats för övrig bebyggelse inom området. Samtliga ”genomresande” har antagits vistas utomhus.

Bostäder

Antal personer per BTA: 0,04 (= 1 person per 25m²)

Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning, om möjligt något konservativt. Samma antagande återfinns i GÖP (1999). Sett till statistik avseende personer per hushåll i Sverige är antagandet något konservativt. I Sverige bor det i genomsnitt 2,2 personer/hushåll. Flest personer/hushåll bor det i ägt småhus, 2,7 personer. I flerbostadshus är genomsnittet 1,9 personer/hushåll. Att det bor fler personer per hushåll i småhus beror till stor del på att småhus i genomsnitt är större än andra bostäder. Det genomsnittliga antalet boende skiljer sig åt i hyresrätt och bostadsrätt. I flerbostadshus bor det i genomsnitt 2,0 personer per hushåll i hyresrätt och 1,8 personer per hushåll i bostadsrätt. I småhus är det istället hushållen i bostadsrätt som är något större med 2,4 personer per hushåll mot 2,3 personer i hyresrätt. Antal personer/hushåll för lägenheter i flerbostadshus varierar ofta beroende på antal rum i lägenheten, i tabell E.1 presenteras genomsnittligt antal personer/hushåll utifrån antalet rum och kök i flerbostadshus under år 2017. (SCB, 2018)

Tabell E.1. *Genomsnittligt antal personer/hushåll utifrån antalet rum och kök i flerbostadshus under år 2017. (SCB, 2018)*

Lägenhetstyp	Bostadsrätt	Hyresrätt
1 rum och kokvrå/kokskåp	1,2	1,3
1 rum och kök	1,3	1,3
2 rum och kök	1,5	1,5
3 rum och kök	2,0	2,4
4 rum och kök	2,5	3,3
5 rum och kök	2,8	3,7
6 eller fler rum och kök	2,9	3,6
Samtliga	1,8	2,0

- › Andel personer hemma dag: 0,3
 Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.
- › Andel personer ute dag (av de som är hemma): 0,05
 Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för den här riskbedömningen då det endast tar hänsyn till de boende som är ute och exempelvis promenerar inom det studerade området. Om personerna handlar eller liknande inom området räknas de exempelvis in under *Handel*.
- › Andel personer inne dag (av de som är hemma): 0,95
 Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.
- › Andel personer hemma natt: 0,9
 Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.
- › Andel personer ute natt (av de som är hemma): 0,005
 Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.
- › Andel personer inne natt (av de som är hemma): 0,995
 Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.

Kontor

- › Antal personer per BTA: 0,04
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning. Värdet är hämtat ur *Risikanalys av farligt gods i Hallands län* (2014) som är granskad av såväl Räddningstjänsten som Länsstyrelsen i Hallands län samt publicerad av Länsstyrelsen i Hallands län. Ansatt värde stämmer även väl överens med vad Arbetsmiljöverket förespråkar. I Arbetsmiljöverkets PM *Hur trångt får det vara?* från 2006 står följande:

"För hela lokalytan kan man vid överslagsberäkning av ytbehovet räkna ca 25 m² per arbetsplats totalt, inkl. andra utrymmen för arbetet som mötesrum, samtalsrum, arkiv och förråd, och inkl. biutrymmen som entré, trappor och korridorer, kapprum, matrum, städrum och toaletter, men exkl. hissar, trappor, ytterväggar, pelare mm."

I GÖP (1999) ansätts 30 m²/arbetsplats för kontor. Det finns exempel på mindre kontorsplatser dock anses det värde som ansatts här rimligt för denna riskbedömning i förhållande till planerad bebyggelse samt de övriga värden som ansatts avseende kontor, exempelvis beläggingsgrad.

- › Andel personer dag (beläggning): 1
Kommentar: Antagandet bedöms som konservativt för denna riskbedömning. Anledningen till detta är att vissa arbetar hemma, har möten på annan plats samt sjukfrånvaro.
- › Andel personer ute dag (av de som är på kontoret): 0,05
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.
- › Andel personer inne dagtid (av de som är på kontoret): 0,95
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.
- › Andel personer natt: 0
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.
- › Andel personer ute natt (av de som är på kontoret): 0
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.
- › Andel personer inne natt (av de som är på kontoret): 0
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.

Handel

- › Antal personer per BTA: 0,04
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning. Antagandet är gjort specifikt för denna riskbedömning med utgångspunkt i de illustrationer som presenteras i Bilaga G samt den information som presenteras avseende köpcentrums persontätheter i *Persontäthet vid*

utrymningsberäkningar – Köpcentrums persontätheter (Erdsjö och Lindberg, 2008).

- › Andel personer dagtid (beläggning): 1
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning tillsammans med antagandet avseende *Antal personer per BTA*.
- › Andel personer ute dagtid (av de som handlar): 0,2
Kommentar: Antagandet bedöms som konservativt för denna riskbedömning, Antagandet avser personer som tar sig till/från handel.
- › Andel personer inne dagtid (av de som handlar): 0,8
Kommentar: Antagandet bedöms som konservativt för denna riskbedömning.
- › Andel personer natt: 0
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.
- › Andel personer ute natt (av de som handlar): 0
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.
- › Andel personer inne natt (av de som handlar): 0
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.

Förskola

Antal personer per BTA: 0,04 personer/m²

Kommentar: Antagandet bedöms som konservativt för denna riskbedömning. Anledningen till kan ses som något konservativt är delvis att det utgår ifrån en BTA på 25 m²/barn och i den programhandling som finns för Backaplan har 35 m²/barn angivits för förskola.

- › Andel personer dagtid (beläggning): 1
Kommentar: Antagandet bedöms som konservativt, för denna riskbedömning. Anledningen till att det kan ses som något konservativt är pga att förskoleverksamheten normalt har sommaruppehåll en månad per år samt att det är vanligt, speciellt under vissa perioder, att flera barn är hemma pga sjukdom alternativt att de går färre timmar på förskolan då de har en förälder som är föräldraledig med ett syskon. Antagandet om beläggning har inte tagit någon hänsyn till dessa faktorer varför det möjligen kan ses som konservativt.
- › Andel personer ute dagtid (av de som är på skolan): 0,2
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.
- › Andel personer inne dagtid (av de som är på skolan): 0,8
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.
- › Andel personer natt: 0
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.

- › Andel personer ute natt (av de som är på skolan): 0
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.
- › Andel personer inne natt (av de som är på skolan): 0
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.