

NOVEMBER 2022

KVANTITATIV RISKANALYS FÖR ASPEN STRAND

NOVEMBER 2022

KVANTITATIV RISKANALYS FÖR ASPEN STRAND

PROJEKTNR. DOKUMENTNR.
A083067 A083067/Documents/04/02/01/RAP001 – Riskanalys Aspen strand, Lerum

VERSION	UTGIVNINGSDATUM	BESKRIVNING	UTARBETAD	GRANSKAD	GODKÄND
1.0	2016-09-26	Slutrapport	Christoffer Käck Viktor Sturegård	Maria Bergh, Anne Tricoire	Gert Swenson
2.0	2016-10-21	Uppdaterad avseende lokalisering av pumpstation	Christoffer Käck	Göran Davidsson	Gert Swenson
3.0	2016-12-16	Uppdaterad avseende omfattning verksamhetsyta	Christoffer Käck	Göran Davidsson	Gert Swenson
4.0	2022-11-04	Uppdaterad avseende förändrad exploatering och uppdaterade trafiksiffror	Viktor Sturegård (Briab)	Christoffer Käck (Briab)	

Sammanfattning

Lerums kommun arbetar med att ta fram detaljplaner för nya bostäder, verksamheter och förskola vid Aspedalen och Aspevallen i Lerum. Området ligger i nära anslutning till Västra stambanan, pendeltågstationen Aspedalen och E20. Inom planområdet finns även ett fjärrvärmeverk samt en avloppspumpstation och i nära anslutning till området en bensinstation. Till följd av detta behöver utredningar avseende buller, vibrationer, risk¹ samt luftkvalitet tas fram som underlag i detaljplanarbetet.

Syftet med denna riskanalys är att undersöka om olycksriskerna med avseende på transporter av farligt gods på Västra stambanan och E20 samt närhet till närliggande bensinstation, fjärrvärmeverk och avloppspumpstation är acceptabla med den utformning och det användningsområde som föreslås. Genom en riskanalys kan möjliga olyckor identifieras och bedömas och skydd som minskar risknivån kan därmed rekommenderas.

Notera även att vissa skyddsåtgärder som föreslås anses uppfylla med den markanvändning som föreslås i kapitel 3.

Farligt gods

I Länsstyrelsens (2006) riskpolicy finns inga exakta avstånd för tillåten markanvändning utan zonerna (zon A, B och C) är glidande och beroende på plats specifika egenskaper och förhållanden. Parkeringshus, handel och kontor, vilket föreslås i detaljplanen, skall enligt Länsstyrelsens riktlinjer placeras i zon B eller C där zon A är zonen närmast transportled. Ytparkering kan placeras i zon A. Planerad ny bebyggelse uppfyller i princip Länsstyrelsens rekommendationer avseende zonindelning.

Planerad bebyggelse är som närmast belägen ca 30 meter från närmsta järnvägsspår (Västra stambanan). Till väg E20 (vägkant) är det som närmast ca 60 meter. Ett bebyggelsefritt område på minst 30 meter från farligt godsleder uppfylls således för ny bebyggelse.

Syftet med ett bebyggelsefritt område 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.

¹ med risk avses här risk med avseende på transporter av farligt gods på Västra stambanan och E20, risk med avseende på närhet till närliggande bensinstation, fjärrvärmeverk och avloppspumpstation.

- › 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.

Vid riskberäkningarna i denna rapport har den riskreducerande effekten av följande skyddsåtgärder studerats:

- › Ventilationsintag ska placeras högt upp och på motsatt sida farligt godsleder.
- › Alla fasader inklusive tak (fram till 50 meter ifrån Västra stambanan) utformas med ytskikt i obrännbart material.
- › Första radens byggnader (ej befintligt fjärrvärmeverk) fram till 50 meter från Västra stambanan skall utformas så att de kan motstå en gasmolnsexplosion (10 kg gasol) med sitt centrum på den del av Västra stambanan som ligger närmast byggnaden. Detta krav syftar till att byggnaden ska motstå dimensionerande last utan att utsättas för fortskridande ras.

Notera att ovanstående endast är variabler som har beaktats och inte nödvändigtvis utgör rekommenderade skyddsåtgärder.

Vid beräkningar har hänsyn tagits till den placering av bebyggelsen som anges i kapitel 3. Beräkningar av risknivå utgår från att en olycka inträffar vid/kring vägen/järnvägen, vilket förutsätter att området är utformat på ett sätt som motverkar att vätska rinner in på området.

Jämfört med DNV:s kriterier hamnar den samlade individrisken utomhus, utan hänsyn till studerade skyddsåtgärder, på en risknivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad nytta synpunkt 0-100 meter från närmsta spår (Västra stambanan). Jämfört med samma kriterier hamnar individrisken inomhus, utan hänsyn till studerade skyddsåtgärder på en risknivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad nytta synpunkt 0-50 meter från närmsta spår (Västra stambanan). När hänsyn tas till studerade skyddsåtgärder reduceras individrisken inomhus till en risknivå som bedöms vara tolerabel 25-50 meter från närmsta spår.

Jämfört med DNV:s kriterier hamnar den samlade samhällsrisk, utan hänsyn till studerade skyddsåtgärder, inom ALARP området. Detta innebär att skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnads/nytta-synpunkt.

Samhällsrisk reduceras med införande av skyddsåtgärder. En känslighetsberäkning har utförts där effekten av att den nya bebyggelse som planeras inom 30-50 meter från Västra stambanan konstrueras för att undvika fortskridande ras vid dimensionerande explosionslast tagits i beaktning. Effekten av att konstruera byggnader inom 30-50 meter från Västra stambanan för att klara en dimensionerande explosionslast är begränsad samtidigt som den skulle medföra stor påverkan på parkeringshusets möjliga utformning varför denna åtgärd inte bedöms rimlig ur kostnads/nytta-synpunkt.

Baserat på inventeringen och resultatet från beräkningar bedöms föreslagen exploatering med avseende på omfattning och geografisk placering i närheten av

studerade farligt godsleder möjlig utifrån DNV:s kriterier förutsatt att föreslagna skyddsåtgärder beaktas vid ny bebyggelse:

- › Ett bebyggelsefritt område motsvarande minst 30 meter mellan P-hus/verksamheter och Västra stambanan skall upprättas. Denna rekommendation uppfylls av föreslagen bebyggelse.
- › Bebyggelsefritt område skall ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Området kan dock användas för parkeringsplatser (ytparkering).
- › Bostäder skall ej placeras närmare än 60 meter från Västra stambanan². Denna rekommendation uppfylls av föreslagen bebyggelse.
- › Känslig verksamhet så som skola och förskola skall ej placeras inom 100 meter från Västra stambanan. Denna rekommendation uppfylls av föreslagen bebyggelse.
- › Barriär/skydd mellan studerat område och studerade farligt godsleder ska finnas som motverkar att vätska rinner in på området. Förslag på barriär kan vara: vall, dike, högre kant eller plank som är tätt i nedkant. Perrong på Aspedalens station bedöms utgöra skydd för delar av sträckan men komplettering rekommenderas öster och väster om perrongen.
- › Inom 100 meter från Västra stambanan skall utrymning bort från järnvägen vara möjlig.
- › Entréer inom 50 meter från Västra stambanan bör veta bort från studerade farligt godsleder. Den entré till parkeringshuset som ligger vid parkeringshusets sydvästra fasad bedöms dock vara tolerabel givet att dess syfte är att bilar ska kunna ta sig in i parkeringshuset och inte att personer ska nyttja denna entré.
- › Ventilationsintag skall placeras högt upp (5 meter över marken eller på tak) och på motsatt sida farligt godsleder för ny bebyggelse inom 100 meter från Västra stambanan.³
- › Alla fasader inklusive tak på ny bebyggelse (inom 50 meter ifrån Västra stambanan) skall utformas med ytskikt i obrännbart material motsvarande brandklass E30⁵. Fasad mellan parkeringshuset och verksamhetsdelen inom

² Notera att detta krav inte gäller för den östra fasaden på bostadsbyggnaden närmast väster om parkeringshuset som förlängts österut för att förbättra möjligheterna för planerat bullerplank varför byggnadens fasad som närmast hamnar ca 56 meter från Västra stambanan. Detta undantag från ovanstående rekommendation har bedömts vara acceptabelt givet den begränsade omfattningen samt dess betydelse för att möjliggöra för ett effektivare bullerplank.

³ Notera att ventilationskrav och fasadkrav motsvarande brandklass E30 inte gäller för de delar av parkeringshuset som används till parkering då det bedöms leda till allt för stora restriktioner avseende parkeringshusets utformning avseende ventilation. Vidare har de personer som antagits vistas vid parkeringshuset i beräkningarna antagits vistas utomhus och därmed inte tillskrivits någon riskreducerande effekt från dessa skyddsåtgärder i beräkningarna.

samma byggnad ska utföras i obrännbart material motsvarande brandklass E30 och eventuella fönster i denna fasad ska vara E30-klassade, men får vara öppningsbara, för att förhindra brandspridning.

Närhet till bensinstation

Boverkets riktlinjer gällande avstånd mellan bensinstation och bostäder uppfylls inte. Enligt riktlinjerna skall skyddsavståndet uppgå till 100 meter. Det bör dock noteras att Boverkets riktlinjer inte enbart tar hänsyn till direkta olyckseffekter utan även andra aspekter såsom buller, lukt och andra störningar. Dessa effekter ger som regel upphov till ett betydligt större påverkansområde än direkta olyckseffekter. Övriga studerade riktlinjer (MSBFS 2020:1, SÄIFS 2000:2 och MSB:s handbok *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer*) bedöms uppfyllt ur säkerhetssynpunkt då det minsta avståndet mellan bensinstationen och planerad ny bebyggelse är ca 25 meter (tomtgräns).

De avstånd som anses mest relevanta att beakta ur säkerhetssynpunkt är avståndet mellan butiken/servicebyggnaden (där brandfarlig vätska i lösa behållare förvaras) och planerad bostadsbebyggelse samt avståndet mellan lossningsplats för tankfordon och planerad bostadsbebyggelse. Dessa avstånd är ca 40 meter respektive ca 50 meter vilket medför att inga särskilda skyddsåtgärder anses behövas med avseende på risk till följd av närheten till befintlig bensinstation.

- › Ett bebyggelsefritt område motsvarande minst 25 meter mellan ny bebyggelse och bensinstation (fastighetsgräns) skall upprättas. Denna rekommendation uppfylls av föreslagen bebyggelse.
- › Bebyggelsefritt område skall ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Området kan dock användas för parkeringsplatser (ytparkering). Denna rekommendation uppfylls av föreslagen bebyggelse.
- › Inom 25-40 meter från bensinstationen (fastighetsgräns) skall entréer vetta bort från bensinstationen. Denna rekommendation uppfylls av föreslagen bebyggelse.
- › Inom 25-40 meter från bensinstationen (fastighetsgräns) skall utrymning bort från bensinstationen vara möjlig. Denna rekommendation uppfylls av föreslagen bebyggelse.
- › Fasadkrav för ny bebyggelse (fram till 40 meter från bensinstation, fastighetsgräns): Alla fasader inklusive tak som vetter mot bensinstationen skall utformas med ytskikt i obrännbart material motsvarande brandklass E30. Eventuella fönster ska vara E30-klassade men får vara öppningsbara. Denna rekommendation uppfylls av föreslagen bebyggelse då bebyggelse inte planeras 25-40 meter från bensinstationens fastighetsgräns.

Ovanstående rekommendationer gäller ej förskola eller andra känsliga verksamheter som ej bör placeras inom 40 meter från bensinstationen. Bostäder bedöms dock möjligt att placera 25-40 meter från bensinstationens fastighetsgräns givet att ovanstående skyddsåtgärder beaktas.

Närhet till fjärrvärmeverk

Boverkets riktlinjer gällande avstånd mellan energianläggningar, exempelvis ett fjärrvärmeverk och bostäder uppfylls inte. För ett fjärrvärmeverk som tillför mellan 10 och 50 MW är skyddsavståndet 200-400 meter. Det bör dock noteras att Boverkets riktlinjer inte enbart tar hänsyn till direkta olyckseffekter utan även andra aspekter såsom buller, lukt och andra störningar. Dessa effekter ger som regel upphov till ett betydligt större påverkansområde än direkta olyckseffekter.

I MSBFS 2009:7 anges ett minsta avstånd mellan mät och reglerstationer för naturgas och bostadsbebyggelse på 50 meter. Skriften medger dock ett minsta avstånd av 25 meter i förhållande till enstaka byggnad.

Den riskutredning som utförts med avseende på risken för dammexplosion i Aspedalens fjärrvärmeverk har inte ställt några krav på områden klassade som riskzon med avseende på ATEX-direktivet. Risken för att en dammexplosion inom anläggningen i Aspedalen skall påverka omgivningen bedöms därför som så liten att hänsyn inte behöver tas till denna vid planering av omkringliggande bostadsområden.

Sannolikheten för en flisbrand på Aspedalens fjärrvärmeverk bedöms vara låg. Detta då den flis som hanteras har hög fukthalt, ligger skyddade från vind i tippfickor och har en total omsättning över 2-3 dygn. Detsamma gäller sannolikheten för ett naturgasläckage.

Baserat på konsekvensberäkningarna samt de föreslagna avstånden i MSBFS 2009:7 rekommenderas ett minsta avstånd till ny bostadsbebyggelse på 50 meter. Detta uppfylls av planerad bebyggelse.

Vidare bedöms det, om önskvärt, möjligt att uppföra ett parkeringshus på ett minsta avstånd av 25 meter från fjärrvärmeverket. Detta då ett parkeringshus inte bedöms medföra stadigvarande vistelse. För att möjliggöra parkeringshuset rekommenderas dock skyddsåtgärder för att minska risken för brandspridning, se nedan:

- › Ett avstånd av minst 50 meter mellan Aspedalens fjärrvärmeverk och ny bostadsbebyggelse skall upprättas. Denna rekommendation uppfylls av föreslagen bebyggelse.
- › Ett avstånd av minst 25 meter mellan Aspedalens fjärrvärmeverk och eventuellt parkeringshus skall upprättas.
- › Alla fasader inom 50 meter från Aspedalens fjärrvärmeverk, som vetter mot fjärrvärmeverket (inklusive tak) skall vara täta och utformas med ytskikt i obrännbart material motsvarande brandklass E30 för att förhindra brandspridning.

Närhet till avloppspumpstation

Boverkets riktlinjer från skrift "Bättre plats för arbete" uppfylls inte. Enligt dessa riktlinjer bör skyddsavstånd till en pumpstation som betjänar >25 personer vara 50 meter. Det bör dock noteras att Boverkets riktlinjer inte enbart tar hänsyn till direkta olyckseffekter utan även andra aspekter såsom buller, lukt och andra störningar. Dessa effekter ger som regel upphov till ett betydligt större påverkansområde än direkta olyckseffekter. I denna riskanalys har förekomsten av

svavelväte ansetts vara den dimensionerande risken vid nybyggnation i närheten av en avloppspumpstation.

Enligt IPS:s riskacceptanskriterie för verkan av giftig gas för tredje man tolereras koncentrationer som högst är lika med ämnets ERPG-2 värde, vilket för svavelväte ligger på 30 ppm.

Pumpstationen är helt inbyggd och pumpgropen och pumparna ligger under marken en våning ner i byggnaden. Utöver detta så renas luften från pumpgropen med hjälp av ett aktivt kol-filter innan luften släpps ut till omgivningen. Eftersom svavelväte dessutom är en tung gas och ventilationen utomhus är god så bedöms sannolikheten för att det skall uppstå potentiellt farliga halter av svavelväte runt avloppspumpstationen som låg. Riskbidraget från svavelväte från avloppspumpstationen bedöms därför vara försumbart. Inga skyddsåtgärder bedöms nödvändiga för planerad bebyggelse avseende risker från avloppspumpstationen.

INNEHÅLL

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund och syfte	1
1.2	Omfattning - Avgränsning	1
2	Beskrivning av risk, kriterier, regler och riktlinjer	3
2.1	Risk	3
2.2	Riskacceptans	4
2.3	Kriterier avseende farligt gods	4
2.4	Regler och riktlinjer avseende bensinstationer	7
2.5	Regler och riktlinjer avseende fjärrvärmeverk	10
2.6	Regler och riktlinjer avseende avloppspumpstation	12
3	Förutsättningar	14
3.1	Beskrivning av området	14
3.2	Personintensitet	16
3.3	Närliggande verksamheter	16
4	Transporter med farligt gods	17
4.1	Faror vid olycka med farligt gods	17
4.2	Västra stambanan	19
4.3	Väg E20	21
5	Närliggande bensinstation	24
5.1	Faror vid olycka på bensinstation	25
6	Närliggande fjärrvärmeverk	28
6.1	Faror vid olycka på fjärrvärmeverk	29
7	Närliggande avloppspumpstation	31
7.1	Faror vid olycka på avloppspumpstation	31
8	Bedömning av risknivå	32
8.1	Bedömning av risknivå avseende farligt gods	32
8.2	Bedömning av risknivå avseende bensinstation	38
8.3	Bedömning av risknivå avseende fjärrvärmeverk	39

8.4	Bedömning av risknivå avseende avloppspumpstation	42
8.5	Diskussion kring skadade personer	42
9	Osäkerhets- och känslighetsdiskussion	45
10	Slutsats	46
10.1	Närhet till farligt godsleder	46
10.2	Närhet till bensinstation	47
10.3	Närhet till fjärrvärmeverk	48
10.4	Närhet till avloppspumpstation	49
11	Skyddsåtgärder	50
11.1	Skyddsåtgärder med avseende på farligt gods	50
11.2	Skyddsåtgärder med avseende på bensinstation	51
11.3	Skyddsåtgärder med avseende på fjärrvärmeverk	52
11.4	Skyddsåtgärder med avseende på avloppspumpstation	52
12	Referenser	53
Bilaga A - Beräkning av sannolikhet för olycka		57
A.1	Olycka med massexplodivt ämne	60
A.2	Olycka med brandfarlig gas (propan)	61
A.3	Olycka med giftig gas	63
A.4	Olycka med brandfarlig vätska bensin	64
A.5	Olycka med oxiderande ämne	65
A.6	Resultat av beräkningar	66
Bilaga B - Bedömning av konsekvenser		68
B.1	Konsekvenser för massexplodivt ämne (klass 1.1)	72
B.2	Konsekvenser för utsläpp av brandfarlig gas vid olycka	76
B.3	Konsekvenser vid utsläpp av giftig gas	80
B.4	Konsekvenser vid olycka med brandfarlig vara (klass 3)	82
B.5	Konsekvenser vid utsläpp av oxiderande ämne	85
Bilaga C - Indata för beräkningar		87
C.1	Indata farligt gods – Väg E20	87

Bilaga D - Känslighetsanalys	88
D.1. Analys	88
Bilaga E – Antaganden som gjorts vid uppskattning av personintensitet	92
Bilaga F – Möjliga säkerhetshöjande åtgärder	95
F.1 Dike	95
F.2 Vall	96
F.3 Mur/plank	97
F.4 Skyddsavstånd	98
F.5 Disposition av planområde	98
F.6 Disposition av byggnad	99
F.7 Placering av friskluftsintag	100
F.8 Förstärkning av stomme/fasad	101
F.9 Begränsning av fönsterarea	102
F.10 Ej öppningsbara fönster	103
F.11 Brandskyddad fasad	104

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Lerums kommun arbetar med att ta fram detaljplaner för nya bostäder, verksamheter och förskola vid Aspedalen och Aspevallen i Lerum. Området ligger i nära anslutning till Västra stambanan, pendeltågstationen Aspedalen och E20. Inom planområdet finns även ett fjärrvärmeverk samt en avloppspumpstation och i nära anslutning till området en bensinstation. Till följd av detta behöver utredningar avseende buller, vibrationer, risk⁴ samt luftkvalitet tas fram som underlag i detaljplanarbetet. Ursprunglig riskanalys togs fram av COWI under 2016. Sedan dess har flera förändringar skett i situationsplanen varför tidigare riskanalys har behövt uppdateras för att spegla den nu gällande situationsplanen och dagens förutsättningar. Uppdateringen av tidigare kvantitativ riskanalys har genomförts av Briab på uppdrag av COWI.

Syftet med denna riskanalys är att undersöka om olycksriskerna med avseende på transporter av farligt gods på Västra stambanan och E20 samt närhet till närliggande bensinstation, fjärrvärmeverk och avloppspumpstation är acceptabla med den utformning och det användningsområde som föreslås. Genom en riskanalys kan möjliga olyckor identifieras och bedömas och skydd som minskar risknivån kan därmed rekommenderas.

1.2 Omfattning - Avgränsning

Riskanalysen är genomförd med avseende på den verksamhet som planeras för området och som beskrivs i denna analys. Annat användningsområde med förändrad personintensitet kan påverka risknivån.

⁴ Med risk avses här risk med avseende på transporter av farligt gods på Västra stambanan och E20, risk med avseende på närhet till närliggande bensinstation, fjärrvärmeverk och avloppspumpstation.

Riskanalysen syftar till att utreda olycksrisker med avseende på närheten till farligt godsleder, bensinstation, fjärrvärmeverk och avloppspumpstation. Olycksrisker med avseende på transporter av farligt gods behandlas kvantitativt, övriga olycksrisker behandlas kvalitativt.

Övriga störningar från dessa riskkällor, exempelvis buller, luftföroreningar och vibrationer, utreds i separata rapporter. Brand i byggnader eller risker för miljön ingår inte. Belastningskrafter, detaljutformning och hållfasthetsberäkningar av eventuella säkerhetshöjande åtgärder ingår inte i utredningen.

2 Beskrivning av risk, kriterier, regler och riktlinjer

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

2.1 Risk

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

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

I denna analys behandlas sannolikheter som är så låga att de kan vara svåra att relatera till. 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 och kriterier som redovisas i Göteborgs översiktsplan.

2.3.1 DNV:s kriterier

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

Individriskkriterier

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

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

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

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

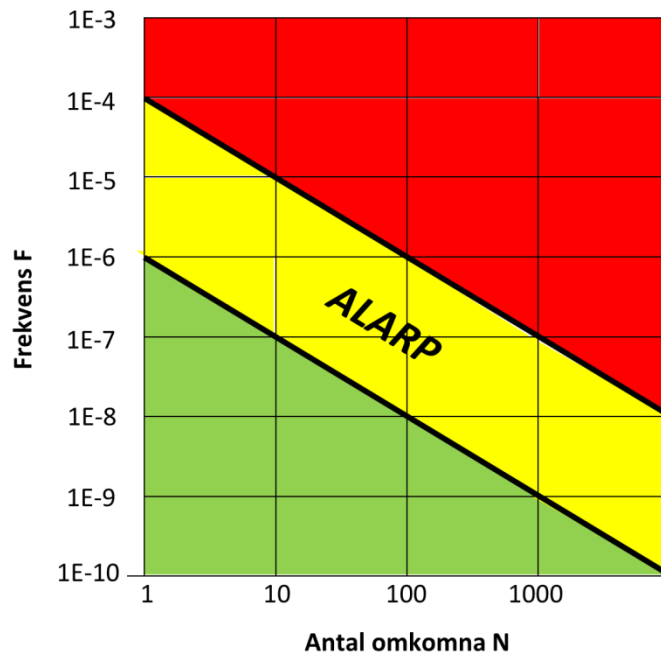
Samhällsriskkriterier

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

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

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

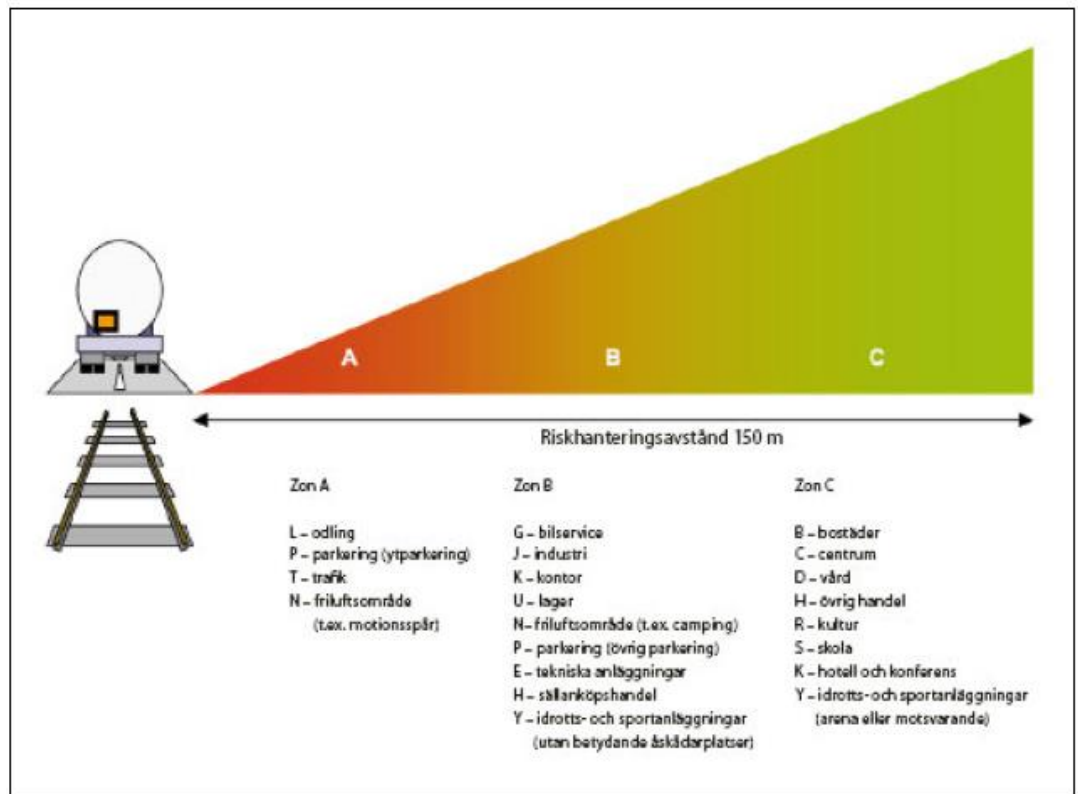
För risknivåer som ligger däremellan ska rimliga säkerhetshöjande åtgärder värderas ur kostnads-nytta synpunkt. Detta område kallas ALARP-området och representeras av gult område i figur 1.



Figur 1. Kriterium för samhällsrisk Värdering av risk (SRV,1997). Förklaring till värden på y-axel: $1E-3 = 0,001 = 1*10^{-3}$. 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. 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, hotell och konferens, se figur 2.



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

2.4 Regler och riktlinjer avseende bensinstationer

Regler och riktlinjer som bedöms relevanta och tillämpbara för aktuellt område är följande:

- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap 2015. *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer*. Handbok, Mars 2015.
- MSBFS 2020:1 – *Föreskrifter om hantering av brandfarlig gas och brandfarliga aerosoler*
- SÄIFS 2000:2 – Sprängämnesinspektionens föreskrifter om hantering av brandfarliga vätskor
- Boverket. *Bättre plats för arbete*, år 1995.

2.4.1 Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer

I MSB:s handbok *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer* sammanfattas föreskrifter och bestämmelser som är tillämpliga på en bensinstation. Här ges råd beträffande en bensinstations utformning samt minimiavstånd till omgivande bebyggelse, se tabell 1. Rekommenderade avstånd för bensinstationer enligt tabell 1, baseras på de risker som kan uppstå i samband med hantering av brandfarlig vara (effekter från brand och explosion). Avstånden i tabell 1 gäller ifall bensinstationen är utförd enligt de exempel som finns i handboken. Vi

förutsätter att befintlig bensinstation uppfyller de krav som ställs för en bensinstation enligt handboken.

Tabell 1. Rekommenderade skyddsavstånd i meter vid hantering av vätska klass 1 vid en bensinstation. Avstånden anges mellan olika objekt som förekommer vid bensinstationer, så som påfyllningsanslutning, mätarskåp, pejlförslutning och cisternavluftning till platser där människor vanligtvis vistas. Avstånden i tabellen kan minskas om betryggande säkerhet kan uppnås på annat sätt.

Objekt/Riskälla	Påfyllningsanslutning till cistern	Mätarskåp	Pejlförskruvning	Cisternavluftningens mynning
Plats där människor vanligen vistas (t.ex. bostad, kontor, gatukök, butik, servering, busshållplats), verksamheter och objekt med stor brandbelastning, verkstad eller annan lokal där gnistbildande verksamhet eller öppen eld förekommer.	25	18	6	12

2.4.2 MSBFS 2020:1

Det avstånd från en publik verksamhet som hanterar brandfarlig gas i lösa behållare (ex. gasol) som anges i MSBFS 2020:1 redovisas i tabell 2.

Tabell 2. Rekommenderade avstånd från publik verksamhet som hanterar brandfarlig gas i lösa behållare till olika skyddsobjekt enligt MSBFS 2020:1. Avstånden bestäms utifrån förvarad volym och närliggande bebyggelses egenskaper.

De lösa behållarnas totala volym (liter)	Avstånd mellan lösa behållare och						
	- byggnad i allmänhet, - brännbart material eller - brandfarlig verksamhet			stor mängd brännbart material		utrymningsväg från svårutrymda lokaler	
	meter			meter		meter	
	EI 30*	EI 60*		EI 60*		EI 60*	
0 - ≤250	3**	0	0	12	0	25***	0
>250 - ≤1200	3	3	0	12	0	25	0
>1200 - ≤4000	6	6	3	12	6	50	25
>4000 - ≤8000	12	12	6	25	12	100	50

* Brandteknisk avskiljning motsvarande

** Inget avstånd från byggnaden behövs:

- upp till 60 liter vid utomhusförvaring minst 3 meter från öppningar till lokalens publika delar, lokal som används av någon annan eller till nödutgångar. Ex. på öppningar är öppningsbara fönster, dörrar och ventilationsöppningar. Om flaskorna istället placeras i låst plåtskåp eller liknande är det tillräckligt med 1 meter till samma typer av öppningar
- vid tillfälliga arbeten t.ex. användning av gasolbrännare på restaurang, vid undervisning eller vid reparationsarbeten med svetsutrustning
- om de lösa behållarna inte är större än 1 liter och behållarnas totala volym inte överstiger 2 liter.

*** Kortare avstånd kan tillåtas, dock minst 3 meter, för gasoldrivna terrassvärmare och liknande utomhus.

2.4.3 SÄIFS 2000:2

De riktvärden som anges i SÄIFS 2000:2 avseende avstånd mellan olika skyddsobjekt och brandfarlig vätska i lösa behållare redovisas i tabell 3.

Tabell 3. Rekommenderade avstånd mellan olika skyddsobjekt och brandfarlig vätska i cistern eller lös behållare (V är volym i m^3 , $1 m^3=1000$ liter). Avstånden bestäms utifrån förvarad volym och närliggande bebyggelses egenskaper.

Kringliggande skyddsobjekt	Klass 1 och 2a			Klass 2b och 3		
	$V \leq 3$	$3 < V \leq 100$	$V > 100$	$V \leq 12$	$12 < V \leq 100$	$V > 100$
Byggnader av obrännbart material, icke brandfarlig verksamhet	9 m	12 m	25 m	6 m	9 m	12 m
Materiel med stor brandbelastning	12 m	25 m	50 m	9 m	12 m	25 m
Byggnad av brännbart material, brandfarlig verksamhet, A-byggnad	25 m	50 m	50 m	9 m	12 m	25 m
Svårutrymda lokaler, sjukhus, skolor m.m., annan verksamhet med farliga ämnen	25 m	50 m	100 m	12 m	25 m	50 m

2.4.4 Boverket. Bättre plats för arbete

Boverkets skrift "Bättre plats för arbete" gavs ut år 1995 med syfte att ge vägledning vid kommunal planering av arbetsområden. Hänsyn har tagits till miljö, hälsa och säkerhet. Skriften ses idag inte som gällande allmänna råd men presenteras här då den kan ge en första indikation om en fördjupad utredning avseende närheten mellan planerad bebyggelse och vissa av de närliggande verksamheterna bedöms nödvändig.

I Boverkets "Bättre plats för arbete" är de avstånd som anges ofta betydligt större än avstånd som anges i t.ex. övriga föreskrifter. Detta beror på att hänsyn inte bara tagits till direkta olyckseffekter utan även andra aspekter såsom buller, lukt och andra störningar. Dessa effekter ger som regel upphov till ett betydligt större påverkansområde än direkta olyckseffekter. Vid planering av knutpunkter för person- och godstransporter bl.a. bensinstationer anges nedanstående text:

Boverket – Bättre plats för arbetet

Knutpunkter för person- och godstransporter

Risker med hänsyn till miljö, hälsa och säkerhet

Med rubricerade avses bensinstationer, bussterminaler med permanent uppställning, garage för bussar, lastbilar eller taxibilar samt omlastningsstationer. Bussterminaler med tillfällig uppställning samt taxistationer behandlas som trafikanläggningar. Gemensamt för samtliga nämnda anläggningar är fordonstrafik som kan vara omfattande såväl tidigt som sent och även nattetid. Denna trafik ger avgasutsläpp och buller. Ljuset från bilstrålkastare kan också vara störande. Vid bensinstationer och bussterminaler sker ofta försäljning av livsmedel och fritidsartiklar. Gatukök och kiosker är också vanliga. Dessa

verksamheter genererar i sig också trafik. Vid tankning av fordon, som huvudsakligen sker vid bensinstationer, avgår lättflyktiga kolväten. Bränslepumpar finns också bl.a. vid bussgarage. Avloppsvatten från tvätthallar kan vara förorenat med olja, partiklar och kemikalier som ingår i bilvårdsmedel. Spill av drivmedel och oljor kan i vissa fall leda till förorening av mark. Detta är särskilt uttalat vid bensinstationer.

Möjligheter att begränsa utsläppen och att minska riskerna

Bullerstörningar kan motverkas genom åtgärder beträffande trafikföringen samt avskärmning med hjälp av byggnader, plank och rider av vegetation. Dessa åtgärder kan även ha effekt vad gäller störningar från bilstålkastare. Genom införande av gasåterföringssystem minskar miljöproblem i samband med påfyllning av bränslecisterner och vid tankning av fordon. Avloppsvatten bör behandlas slam- och oljeavskiljare. Ytterligare vattenrening kan bli aktuell i vissa fall och kanske generellt. Som exempel kan nämnas rening och recirkulation av tvättvatten i bilvårdsanläggningar.

Riktvärden för skyddsavstånd

Omlastningscentraler 500 m, Bensinstationer 100 meter, Bussterminaler (permanent uppställning) 200 m, Större garage 200 m.

I *Bättre plats för arbete* rekommenderas ett skyddsavstånd för bensinstationer på 100 meter mellan bensinstation och bostäder. De avstånd som anges här är ofta betydligt större än avstånd som anges i t.ex. föreskrifter om hantering av brandfarliga vätskor. Detta beror på att man i *Bättre plats för arbete* tagit hänsyn till flera aspekter som påverkar miljö och hälsa så som buller, lukt och andra störningar och inte bara till direkta olyckseffekter. För bensinstationer innefattar detta t.ex. störningar från trafik (buller, avgaser, strålkastarljus) dag- och nattetid. Enligt samma skrift kan åtgärder införas som begränsar negativa konsekvenser med bensinstationen. Exempelvis kan bullerplank och vegetation förbättra situationen både ur bullersynpunkt samt med avseende på störningar från bilstrålkastare.

2.5 Regler och riktlinjer avseende fjärrvärmeverk

Regler och riktlinjer som bedöms relevanta att beakta vid riskbedömningen listas nedan.

- › Boverket. *Bättre plats för arbete*, år 1995.
- › MSBFS 2009:7, Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om ledningssystem för naturgas.

2.5.1 Boverket. Bättre plats för arbete

Boverkets skrift "Bättre plats för arbete" gavs ut år 1995 med syfte att ge vägledning vid kommunal planering av arbetsområden. Hänsyn har tagits till miljö, hälsa och säkerhet. Skriften ses idag inte som gällande allmänna råd men presenteras här då den kan ge en första indikation om en fördjupad utredning avseende närheten mellan planerad bebyggelse och vissa av de närliggande verksamheterna bedöms nödvändig.

I Boverkets ”Bättre plats för arbete” är de avstånd som anges ofta betydligt större än avstånd som anges i t.ex. övriga föreskrifter. Detta beror på att hänsyn inte bara tagits till direkta olyckseffekter utan även andra aspekter såsom buller, lukt och andra störningar. Dessa effekter ger som regel upphov till ett betydligt större påverkansområde än direkta olyckseffekter. För energianläggningar, exempelvis ett fjärrvärmeverk, ges riktvärden för skyddsavstånd till bostäder beroende på tillförd effekt (MW) och vilken typ av bränsle som eldas. Dessa riktvärden presenteras i tabell 4.

Tabell 4. Riktvärden för skyddsavstånd till bostäder enligt rekommendationer från Boverket. Avstånden bestäms utifrån tillförd effekt och bränsletyp.

Tillförd effekt (MW)	Oljeeldad (m)	Fastbränsleeldad* (m)
250	300	700
100	200	500
50	100	400
10	50	200
1	50	-

*Om hanteringen av fastbränsle inte ger störningar t.ex. genom inbyggnad kan skyddsavståndet minskas i avsevärd mån.

2.5.2 MSBFS 2009:7, Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om ledningssystem för naturgas

Aspedalens fjärrvärmeverk omfattas inte av denna föreskrift då drift av ledningssystemet för naturgas i gasfas inte överstiger 4 bar övertryck. Föreskriften har ändå studerats och för att ge en uppfattning om lämpliga skyddsavstånd. Skyddsavstånden i denna föreskrift syftar även till att skydda ledningen från omgivningen. Vilka avstånd som anges i denna föreskrift ges i tabell 5.

Tabell 5. Avstånd mellan byggnad och naturgasledning i metalliskt material vid drift av ledningssystem för naturgas som överstiger 4 bar övertryck. Ledningar av olika tjocklek resulterar i olika rekommenderade avstånd.

Ledning	Avstånd (m)
Godstjocklek >12 mm	3
Godstjocklek >10 mm	8
Övriga fall	16

Vidare anger MSBFS 2009:7 följande:

"Mellan mät och reglerstation, mätstation, linjeventilstation eller rensdonsstation och vissa andra objekt gäller ett minsta tillåtna avstånd. Detta är:

- > 50 m i förhållande till grupp av bostadsbyggnader eller annan byggnad.
- > 50 m i förhållande till särskilt brandfarlig byggnad, brand eller explosionsfarlig industri

- › 25 m i förhållande till enstaka byggnad
- › 25 m i förhållande till trafikplats, väg med stark trafik, järnväg.

Minsta tillåtna avstånd räknas från stationens tillträdesskydd."

2.6 Regler och riktlinjer avseende avloppspumpstation

Regler och riktlinjer som bedöms relevanta att beakta vid riskbedömningen avloppspumpstationen listas nedan.

- › Boverket. *Bättre plats för arbete*, år 1995.
- › IPS. *Handledning av riskkriterier*, år 2012

2.6.1 Boverket. Bättre plats för arbete

Boverkets skrift "Bättre plats för arbete" gavs ut år 1995 med syfte att ge vägledning vid kommunal planering av arbetsområden. Hänsyn har tagits till miljö, hälsa och säkerhet. Skriften ses idag inte som gällande allmänna råd men presenteras här då den kan ge en första indikation om en fördjupad utredning avseende närheten mellan planerad bebyggelse och vissa av de närliggande verksamheterna bedöms nödvändig.

I Boverkets "Bättre plats för arbete" är de avstånd som anges ofta betydligt större än avstånd som anges i t.ex. övriga föreskrifter. Detta beror på att hänsyn inte bara tagits till direkta olyckseffekter utan även andra aspekter såsom buller, lukt och andra störningar. Dessa effekter ger som regel upphov till ett betydligt större påverkansområde än direkta olyckseffekter. För avloppsreningsverk anges att ett riktvärde för skyddsavstånd till en pumpstation som betjänar >25 personer bör vara 50 meter.

2.6.2 IPS. Handledning av riskkriterier

I skriften *Handledning av riskkriterier* från 2012 av Intresseföreningen för Processäkerhet (IPS) rekommenderas att för tredje man bör riskacceptanskriteriet för verkan av giftig gas vara en koncentration som är högst lika med ämnets ERPG-2 värde (IPS, 2012).

ERPG värden anger de teoretiska maxvärden för luftburna koncentrationer under vilka de flesta individer inte upplever någon påverkan efter en timmes exponering. Eftersom dessa värden baseras på genomsnittsindivider så kan utsatta grupper så som äldre, sjuka och barn påverkas vid lägre koncentrationer.

ERPG-2 utgör den maximala luftburna koncentrationen under vilken de flesta individer efter en timmes exponering inte erfarit eller utvecklat irreversibel skada

eller annan allvarlig hälsopåverkan som begränsar individens möjlighet att sätta sig i säkerhet. (NOAA, 2016)

3 Förutsättningar

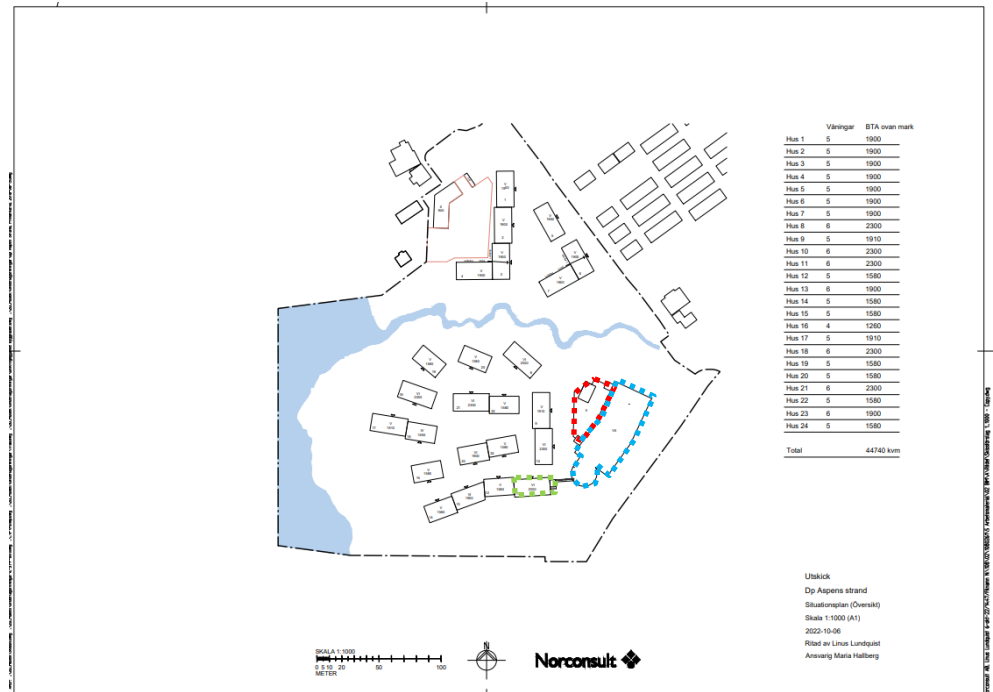
I detta kapitel beskrivs de grundläggande förutsättningarna för studien såsom, områdesbeskrivning och väg-/järnvägsförhållanden.

3.1 Beskrivning av området

Planområdet är beläget väster om Lerums centrum och består av två delområden, se gulmarkerat och rödmarkerat område i figur 3. Riskanalysen omfattar endast det ena delområdet (rödmarkerat område). Detaljplanens syfte är att skapa en bebyggelse med nya bostäder, verksamheter och förskola. I figur 4 presenteras aktuell situationsplan för studerat område. Totalt planeras 24 huskroppar med en våningshöjd mellan 4-6 meter för bostäder inom planområdena. Den totala mängden BTA för bostadsbebyggelse uppgår till 44740 m². Vidare planeras även upp till 7000 m² verksamheter och ett parkeringshus med 560 parkeringsplatser inom det rödmarkerade området.



Figur 3. Planområdets placering. Endast området markerat med rött hanteras i denna riskanalys.



Figur 4. Situationsplan för området. Röd markering anger verksamheter, och blå markering anger parkeringshus. Byggnader som ej har någon markering utgörs av bostäder. Grön markering anger den bostadsbyggnad som förlängts österut för att förbättra möjligheterna för planerat bullerplank.

Studerat område sträcker sig ca 300 meter längs med Västra stambanan och väg E20 vilka båda är transportleder för farligt gods. Västra stambanan vilken är placerad närmast området löper på en bank ovanför området. Aspedalens station ligger i höjd med området. Angränsande till planerad bebyggelse ligger även en befintlig bensinstation, avloppspumpstation och ett fjärrvärmeverk, se figur 3.

Minsta avstånd mellan planerad bebyggelse och närmsta järnvägsspår respektive vägkant anges i tabell 6.

Tabell 6. Minsta avstånd mellan planerad bebyggelse enligt planförslaget och närmsta järnvägsspår respektive vägkant, notera att avstånden är ungefärliga. Avstånden anges för de olika bebyggelsetyper som planeras inom planområdet.

	Västra stambanan minsta avstånd (m)	E20 minsta avstånd (m)
Verksamheter	60	90
Förskola	150	200
Bostäder	60*	100*
P-hus	30	60
Markparkering	10	40

*Bostadsbyggnaden närmast väster om parkeringshuset (grön markering i figur 4) har förlängts österut för att förbättra möjligheterna för planerat bullerplank. Detta har medfört att minsta avstånd till närmast belägna del av denna byggnad uppgår till ca 56 meter respektive 96 meter. Bortsett från detta undantag så uppgår avstånden mellan planerad bostadsbebyggelse och studerade farligt godsleder minst till värdena i tabell 6.

3.2 Personintensitet

Vid uppskattning av personintensitet har plankarta i figur 4 använts tillsammans med antaganden som presenteras i bilaga E. Personintensiteten för studerat område presenteras i tabell 7. Personintensiteten tar hänsyn till såväl ny som befintlig bebyggelse inom det studerade området. I tabellerna redovisas uppskattat antal personer inomhus och utomhus på olika avstånd ifrån Västra stambanan som är den godsled som ligger närmst planområdet. Det är dessa värden som ligger till grund för beräkningen av samhällsrisk med avseende på transporter av farligt gods i kapitel 8.1.2. uppskattningen av personintensiteten bedöms vara konservativ.

Tabell 7. Uppskattat antal personer som vistas inom studerat område på olika avstånd från Västra stambanan (närmaste farligt godsled). Personerna har delats in i olika avståndsintervall från Västra stambanan, tid på dygnet samt om de antagits vistas utomhus eller inomhus.

Avstånd Västra stambanan	Population dag (08-19)		Population kväll/natt (19-08)	
	Ute	Inne	Ute	Inne
0-25 m	0	0	0	0
25-50 m	12	80	8	0
50-100 m	29	229	11	249
100-150 m	32	127	7	686
150-200 m	27	106	8	748

3.3 Närliggande verksamheter

Utöver den närliggande bensinstationen (se kapitel 5), fjärrvärmeverket (se kapitel 6) och avloppspumpstationen (se kapitel 7) bedöms inga närliggande verksamheter utgöra någon risk för området.

4 Transporter med farligt gods

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och produkter, som har sådana egenskaper att de kan skada människor, miljö, egendom och annat gods. Farligt gods delas in i olika ADR-⁵ och RID-klasser⁶ 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 Faror vid olycka med farligt gods

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.

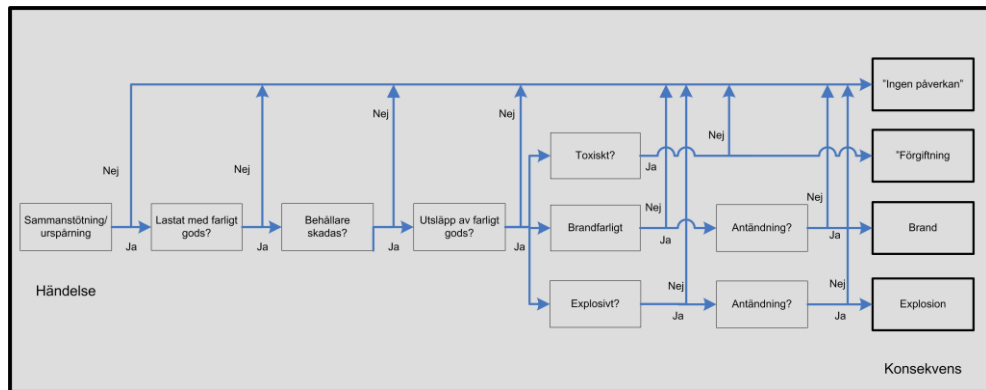
Ett utsläppt giftigt ämne sprids som vätska eller gas. Halten av det farliga ämnet avtar med avståndet till ämnet. För att en människa skall komma till skada måste dessa befinna sig inom det område där ämnet uppvisar en skadlig halt.

⁵ ADR=European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road

⁶ RID=Regulations Concerning the International Carriage of Dangerous goods by rail

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 7.



Figur 7. Schematiskt händelseförlopp vid farligt godsolycka.

I tabell 8 redovisas en sammanställning av huvudsakliga faror med olika kemikalier i de olika RID/ADR-klasserna. Tabellen anger även de riskavstånd som kan vara aktuella för en grov bedömning av allvarlig skadepåverkan på oskyddade människor (FOA, 1995).

Tabell 8. Generella faror med olika transportklasser av farligt gods. I tabellen anges de dominerande faror som kan uppstå i händelse av en olycka med olika transportklasser samt vilka riskavstånd dessa faror kan ge upphov till.

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

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

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

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

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

4.2 Västra stambanan

Västra stambanan går mellan Stockholm via Södertälje hamn och Hallsberg till Göteborg. Banan är dubbelspårig och snabbtågsanpassad. Västra stambanan är en av Sveriges hårdast trafikerade järnvägar och stora mängder farligt gods transporteras på spåren.

4.2.1 Farligt gods på Västra stambanan förbi området

Totalt passerar ca 350 tåg per dygn på denna del av Västra stambanan varav 90 tåg transporterar gods (Trafikverket, 2015). År 2011 bestod ca 50 stycken av tågen som passerar området transporter av farligt gods (Trafikverket, 2011a). Det finns inga restriktioner om när på dygnet som transporter av farligt god får ske men i praktiken sker flest transporter på tider då få persontåg trafikerar sträckan, dvs. tidig morgon/kväll och nätter.

Tidigare Statens Räddningsverk (SRV) har kartlagt transporter av farligt gods på järnvägar i Sverige. Den senaste kartläggningen genomfördes år 2006 vilket omfattade transporter under september månad år 2006. I kartläggningen presenteras mängden farligt gods som ett spann för varje studerad järnvägssträcka. Resultatet för aktuell del av Västra stambanan presenteras i tabell 9. Av alla transportklasser är det dessa som ger störst konsekvenser varför de har valts som dimensionerande i riskanalysen. Utöver dimensionerande klasser sker även transporter av RID-klass 4, 6, 8 och 9.

I tabell 9 har värden räknats om för att gälla ett år och resultatet redovisas i ton per år. Enligt kartläggning passerar totalt ca 600 000 ton farligt gods per år på den aktuella delen av Västra Stambanan. Trafikverket (2011b) har bekräftat att värden i tabell 9 representerade situation 2011 med undantag från transporter av klass 5.1 som har ökat förbi aktuellt område. Enligt Trafikverket skall spannet 110400 - 139200 (ton/år) användas för klass 5.1.

Tabell 9. I tabellen presenteras de spann (transporterade mängder) för olika farligt gods klasser som kartlagts för den specifika sträckan av Västra stambanan.

Farligt godsklass	SRV 2006 (ton/år)
1.1. Explosiva ämnen	600-780
2.1 Brandfarliga gaser	187200-249600
2.3 Giftiga gaser	0-8400
3 Brandfarliga vätskor	208800-313200
5 Oxiderande ämnen	27600-55200*
	110400 - 139200**

* Värde enligt SRV, 2006

** Värde enligt Trafikverket, vilket är det som används i beräkningar.

För denna analys kommer beräkningar att baseras på SRV:s kartläggning med justering för mängder inom klass 5.1. Maxvärden används för att inte underskatta antalet transporter med undantag från klass 5.1 där medelvärdet för angivet spann har använts.

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) skedde dock inga nämnvärda förändringar mellan 2006 och 2011 då mängden transporterat gods minskade under lågkonjunkturen (2009-2010) och inte hade kommit upp på de nivåer som rådde innan nedgången.

I tidigare version av riskanalysen användes år 2035 som prognosår med avseende på antalet transporter med farligt gods på Västra stambanan. I de förnyade beräkningar som genomförts har prognosåret utökats till 2040. Uppräkningen till år 2040 har baserats på prognosvärden för år 2040 för godstrafik på järnväg från Trafikverket (2020) och innebär en ökning med 1,55 % per år. Tidigare värden för 2035 har därmed räknats upp med 1,55 % per år för att erhålla värden för ett prognosår 2040.

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

- › 10 % av klass 1 produkterna utgör massexplosiva ämnen

- › En genomsnittlig vagnslast har i beräkningarna antagits vara 25 ton med undantag från vagnslaster av brandfarliga gaser som antas vara 60 ton.

Värden som redovisas i tabell 10 ligger till grund för beräkningarna av risknivån.

Tabell 10. Transporter av farligt gods per RID-klass på Västra stambanan. Värden är uppskattade utifrån uppgifter som erhållits från MSB (SRV:s kartläggning), Trafikverket samt Green Cargo. I tidigare version av riskanalysen räknades värdena upp för att gälla ett framtidsscenario år 2035. I de uppdaterade beräkningarna har värdena räknats upp ytterligare för att gälla ett framtidsscenario år 2040. Värdena är fördelade på olika RID-klasser.

RID-klass	Ämne (Exempel)	Uppskattat antal vagnar/år på järnvägsspåret intill planområdet år 2035	Uppskattat antal vagnar/år på järnvägsspåret intill planområdet år 2040
1.1 Explosiva ämnen	Dynamit	4	4
2.1 Brandfarliga gaser	Propan, Acetylen	5616	6065
2.3 Giftiga gaser	Svaveldioxid	454	490
3. Brandfarlig vätska (klass 1)	Bensin	16913	18265
5.1 Oxiderande ämnen	Väteperoxid	7549	8153

4.3 Väg E20

Väg E20 är en viktig förbindelse mellan Göteborg och Stockholm. Vägen ingår i det nationella stamvägnätet och har stor betydelse för både näringslivets transporter och för arbetspendlare.

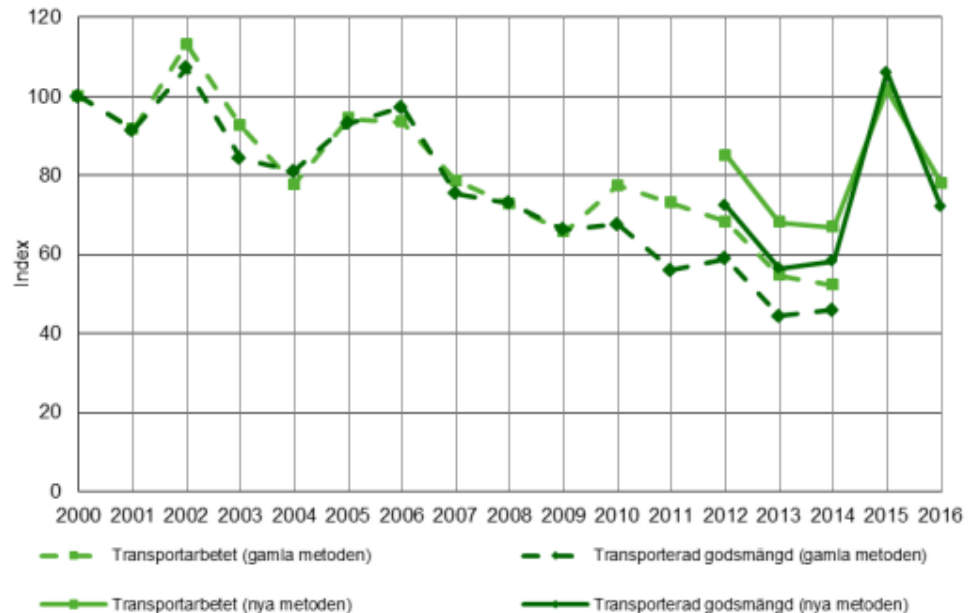
Väg E20 förbi Lerum är motorväg, vilket innebär planskilda korsningar och en mittremsa med vägräcke som åtskiljer köriktningarna. Sträckan har en skyltad hastighet på 100 km/h.

4.3.1 Farligt gods på väg E20

Tidigare Statens Räddningsverk (SRV) har kartlagt transporter av farligt gods på vägar i Sverige. Den senaste kartläggningen genomfördes år 2006 vilket omfattade transporter under september månad år 2006. I kartläggningen presenteras mängden farligt gods som ett spann för varje studerad vägsträckning. Beräkningarna av transporter av farligt gods utgår i den här rapporten från SRV:s kartläggning (SRV, 2006).

Lastbilsbranschen arbetar aktivt med ett flertal projekt som syftar till att minska volymerna av farligt gods på de svenska vägarna. År 2000 transporterades 15,4 miljoner ton farligt gods på landets vägar. Sedan dess har såväl transporterad godsmängd som transportarbete med denna typ av last uppvisat en minskande trend, se figur 8 (Trafikanalys, 2017). Den aktuella figuren har inte uppdaterats i

Trafikanalys underlag sedan 2017. År 2019 transporterades dock 9 miljoner ton farligt gods på landets vägar. Detta motsvarar en indexnivå av 58 på y-axeln i figur 8 vilket pekar på att den minskande trenden håller i sig.



Figur 8. År 2000 transporterades 15,4 miljoner ton farligt gods på landets vägar. Sedan dess har såväl transporterad godsmängd som transportarbete med denna typ av last uppvisat en minskande trend. I figuren visas trenden med år 2000 som bas.

I tidigare version av riskanalysen användes år 2035 som prognosår med avseende på antalet transporter med farligt gods på E20. I de förnyade beräkningar som genomförts har prognosåret utökats till 2040. Uppräkningen till år 2040 har baserats på prognosvärden för år 2040 för godstrafik på väg från Trafikverket (2020) och innebär en ökning med 1,65 % per år. Tidigare värden för 2035 har därmed räknats upp med 1,65 % per år för att erhålla värden för ett prognosår 2040.

Kartläggning år 2006 påvisade inga transporter av giftiga gaser på vägen förbi området. I denna riskanalys har ett värde på 16 transporter av giftiga gaser antagits vilket är 1 % av de brandfarliga gaserna som noterades, se tabell 11.

Värden i tabell 11 ligger till grund för sannolikhets- och konsekvensberäkningar och är hämtade från SRV 2006. Av alla transportklasser är det de som presenteras i tabell 11 som ger störst konsekvenser varför de har valts som dimensionerande händelser i riskanalysen. Utöver dimensionerande klasser sker även transporter av ADR-klass 4, 6, 8 och 9.

För beräkning av antalet transporter på väg E20 längs det studerade området görs följande antaganden:

- › 20 % av klass 1 produkterna transporteras i större lastbilar med max last på 16 ton medan 80 % av klass 1 produkterna transporteras i mindre bilar med last

<1 ton. För övriga kategorier av farligt gods antas fulla transporter vilket motsvarar ca 16 ton, se bilaga C.

- › 10 % av klass 1 varor antas utgöras av massexplosiva ämnen.

Tabell 11. Transporter av farligt gods per ADR-klass på väg E20 längs med studerat område (fordon/år) baserad på SRV:s kartläggning år 2006. I tidigare version av riskanalysen räknades värdena upp för att gälla ett framtidsscenario år 2035. I de uppdaterade beräkningarna har värdena räknats upp ytterligare för att gälla ett framtidsscenario år 2040. Värdena är fördelade på olika ADR-klasser.

ADR-klass	Uppskattat antal laster/år på vägen intill planområdet år 2035	Uppskattat antal laster/år på vägen intill planområdet år 2040
1.1 Massexplosiva ämnen – små	87	94
1.1 Massexplosiva ämnen- stora	1	1
2.1 Brandfarliga Gaser	1755	1905
2.3 Giftiga gaser	17*	19*
3. Brandfarlig vätska klass 1	32175	34918
5.1 Oxiderande ämnen	480	521

*Inga transporter av giftiga gaser rapporterades för denna del av väg E20. Då kartläggning endast gjorts för en månad och transporter av giftig gas kan förekomma har 1% av de brandfarliga ämnena använts som ett konservativt antagande.

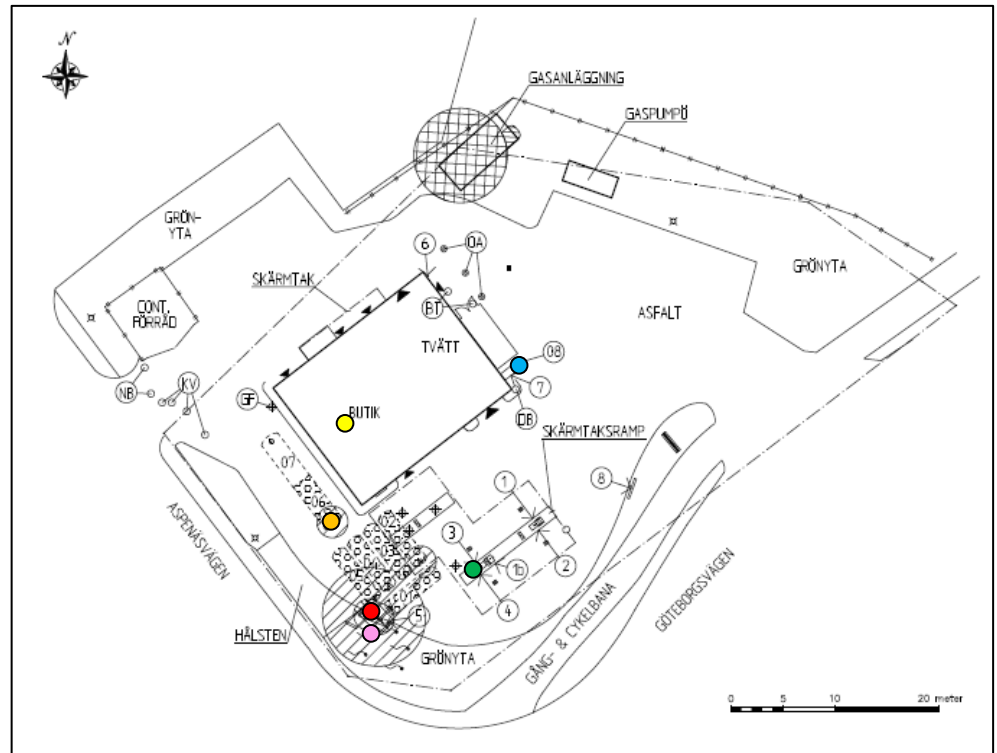
5 Närliggande bensinstation

Öster om studerat område ligger en befintlig bensinstation. Ny bostadsbebyggelse planeras som närmast ca 30 meter från bensinstationen (tomtgräns).

På stationen finns totalt sju cisterner som är placerade under mark, se figur 9. Cistern 1, 2, 3, 4 och 5 rymmer 10 000 liter bensin (95 OKT) vardera, cistern 6 rymmer 15 000 liter etanol (E85) och cistern 7 rymmer 15 000 liter diesel. Leverans av bensin, diesel och etanol sker normalt ca två gånger/vecka och storleken på dessa leveranser uppgår aldrig till mer än vad som ryms i cisternerna (St1, 2016). Gasol (ca 150 kg) förvaras i ett plåtskåp utomhus. På bensinstationen hanteras även ca 40 liter brandfarlig vara i lösa behållare vilka förvaras i butiken (Lundgren, 2016).

Placering av olika objekt inom bensinstationen framgår av figur 9 där de färgade prickarna indikerar följande:

- › Röd prick: Lossningsplats för tankfordon (tät centralpåfyllning)
- › Rosa prick: Avluftningsrörsmynning till cistern
- › Orange prick: Närmaste Pejlförskruvning
- › Grön prick: Närmaste mätarskåp
- › Blå prick: Förvaring av gasol
- › Gul prick: Närmaste plats (butik) där brandfarlig vara förvaras i lösa behållare finns.



Figur 9. Befintlig bensinstation intill planområdet. Notera att skalan är ungefärlig. (St1, 2016)

5.1 Faror vid olycka på bensinstation

Det finns olika typer av brandfarlig vätska, till exempel bensin, som har en flampunkt under 21°C och kan antändas vid normala utomhusförhållanden. Brandfarlig vätska, av typen dieselolja, har högre flampunkt och förväntas inte antändas vid lägre temperatur än 55°C.

En olycka som leder till utsläpp av brandfarlig vätska leder i många fall till en pölbrand (brinnande vätska på marken). Hur stor pölbranden blir beror på storleken på utsläppet och pölens utbredning. Beroende på utformning av området kring inträffad olycka kan vätskan antingen sprida sig eller så kan en utspridning begränsas av exempelvis ett dike. En pölbrand på 50 m² bedöms relevant att studera med avseende på placering av bensinstation i förhållande till planerade bostäder.

5.1.1 Strålningseffekter

Följande kapitel redovisar vilka strålningsnivåer som uppkommer vid en pölbrand (50 m²) på olika avstånd från pölbrandens centrum. Vidare redovisas vilka effekter på människa och brännbart material som uppkommer vid olika strålningsnivåer.

Effekten på människa och utrustning vid olika grader av värmestrålning har analyserats på flera håll och flera rekommendationer finns från räddningsverket (Hansson, 2000), boverket (Svensson, 2011), (Larsson, 2006) och flera internationella källor (Lees, 1996) och referenser däri samt (API, 2007). Dessa har

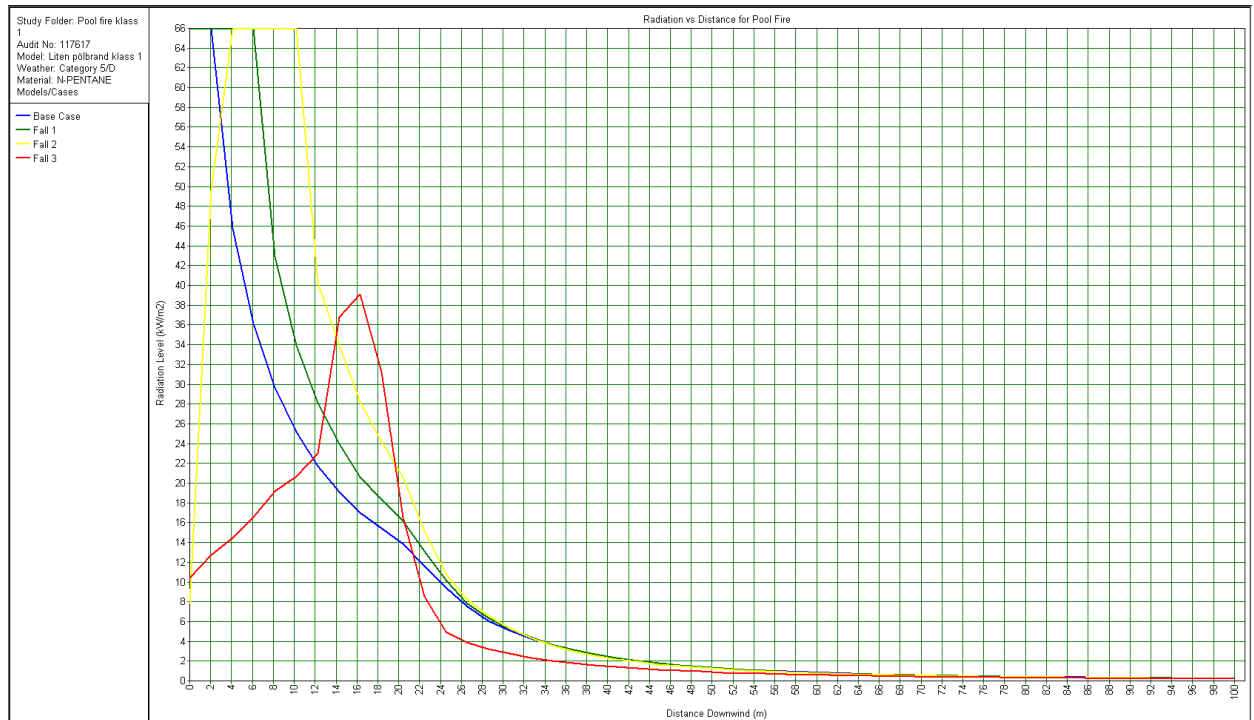
sammanställts tabell 12. Dessa strålningsnivåer kan jämföras med den strålning som normalt solsken avger vilket ligger i storleksordningen 0,6-0,7 kW/m². Långvarig strålning mot utrymmande personer får enligt Boverket inte överstiga nivåer om 2,5 kW/m². Kortvarig strålning får inte överstiga 10 kW/m².

Tabell 12. Effekter/symptom för människor och byggnader samt förutsättningar för Räddningstjänstens insats vid olika strålningsnivåer i händelse av en brand.

Strålning (kW/m ²)	Påverkan
1,6	Inga obehag även vid lång exponering
2,5-3	Designgräns till utrymmande personer utan skyddsutrustning.
4,7	Inga obehag 2-3 minuter med arbetskläder.
6,3	Inga obehag 30 sekunder med arbetskläder, tolerabel intensitet för flyende personal.
6-8	Lämplig lokalisering av insatspunkter för räddningstjänsten.
9,5	Maximal nivå för nödlägesinsats. Extra skyddsutrustning för personal krävs.
10	Kortvarig intensitet vid utrymning utan skyddsutrustning
12,5	Kylning bör sättas in. Visar skadeområdets utbredning. Trä antänds av pilotflamma och plast smälter. Buskage och markvegetation fattar eld.
13	Antändning av trä vid närvaro av en liten flamma
14-15	Vad en normal byggnad bör klara av.
18-20	Kabelisolering förstörs.
20	Kriterie för överantändning i ett rum
25	Trä självantänder.
37,5	Processutrustning och lagringscisterner skadas

Strålningsnivåer som funktion av avstånd redovisas i figur 10 för en pölbrand (bensin) på 50 m². I figur 8 kan det utläsas att en pölbrand (bensin) på 50 m² kommer att resultera i strålningsnivåer <10 kW/m² på ett avstånd 25 meter från pölbrandens centrum. Detta innebär att smärta uppstår efter ca 3 sekunders exponering men att trä inte antänds, se tabell 12.

Tidigare beräkningar har visat att en pölbrand på 200 m² inte förväntas ge allvarlig påverkan på längre avstånd än ca 40 meter ifrån olyckan, se bilaga B.4. En pölbrand i storleksordningen 200 m² är främst relevant att studera vid en olycka med farligt gods på väg. Den aktuella vägen mellan studerat område och bensinstationen är ingen utpekad led för farligt gods och förekomsten av transporter av petroleumprodukter är begränsad. Sannolikheten att en olycka på vägen inträffar är låg.

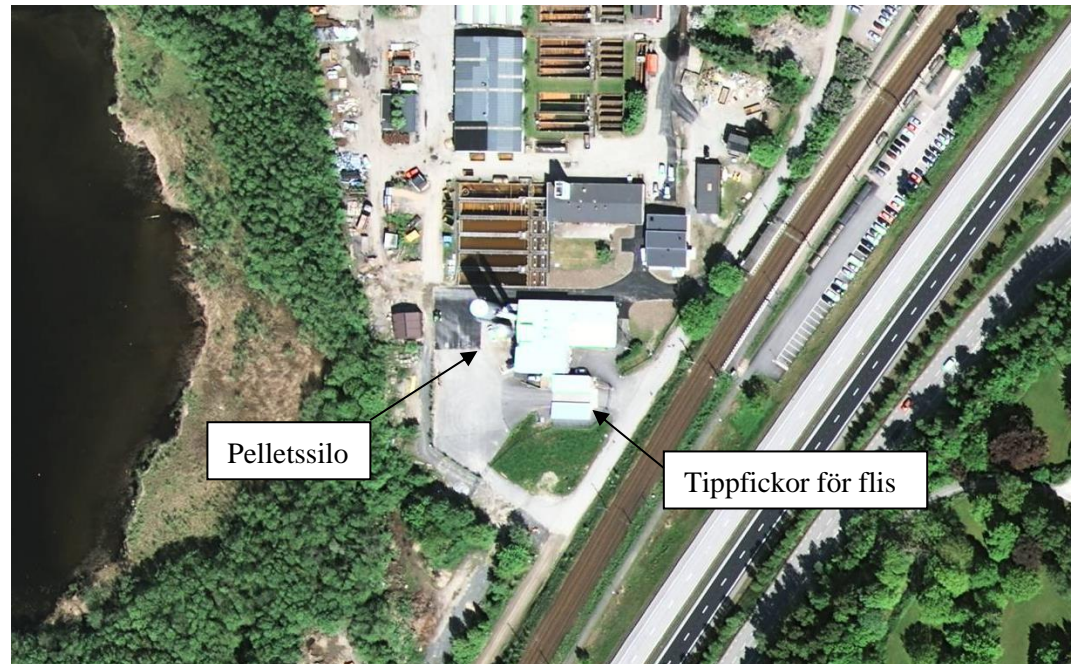


Figur 10. Strålningsnivå i kW/m^2 på olika höjd över mark som funktion av avstånd. Brandscenario; pölbrand 50 m^2 , bensin, vind 5 m/s . De olika fallen beskriver strålningen på olika höjd över marken (Base Case = 0 m , Fall 1 = 2 m , Fall 2 = 5 m och Fall 3 = 15 m). Not: Avstånd (x-axel) räknas från centrum av pöl

6 Närliggande fjärrvärmeverk

Aspedalens fjärrvärmeverk ligger intill/på det aktuella planområdet. Anläggningen byggdes 1997 och byggdes om 2005 och 2010. På anläggningen finns fyra pannor som tillsammans har en installerad effekt på 19,3 MW. Den årliga energiproduktionen uppgår till ca 30 GWh och sker till ca 90 % med biobränsle (träflis och träpellets) samt ca 10 % med vegetabilisk olja eller naturgas (Lerums Fjärrvärme, 2016). Biobränslet levereras via vägtransporter medan naturgasen erhålls från stamnätet för naturgas. Leveranstrycket överstiger inte 4 bar. Årligen förbrukas mellan 90 000 och 135 000 Nm³ naturgas vid anläggningen (Håkan Danielsson, 2016).

Pellets förvaras i en tät pelletssilo medan flisen förvaras i tippfickor med tak. Placering av pelletssilo och tippfickor framgår av figur 11. Pellets är torra och skruvas in i pannan med hjälp av täta transportskruvar. Flisen har en hög fukthalt (mellan 30-60% med medelfukthalt på 40%) och transporteras från tippfickorna till pannan på inkapslat transportband. Omsättningen av flis är hög och en total omsättning av levererad flis går på 2-3 dagar. (Håkan Danielsson, 2016)



Figur 11. Pellets förvaras i en tät silo medan flis förvaras i öppna tippfickor med tak.

6.1 Faror vid olycka på fjärrvärmeverk

Nedan beskrivs de möjliga skadehändelser med avseende på olycksrisker som bedöms kunna uppstå på Aspedalens fjärrvärmeverk. Notera att identifierade händelser är sådana som skulle kunna orsaka skada på tredje man.

6.1.1 Dammexplosion

En dammexplosion är en snabb förbränning av små fasta partiklar i luften och kan inträffa om koncentrationen av damm är tillräckligt hög och om det finns en antändningskälla. Exempel på tändkällor kan vara öppna flammor, heta ytor eller statisk elektricitet. Ofta, men inte uteslutande, sker dammexplosioner i slutna utrymmen.

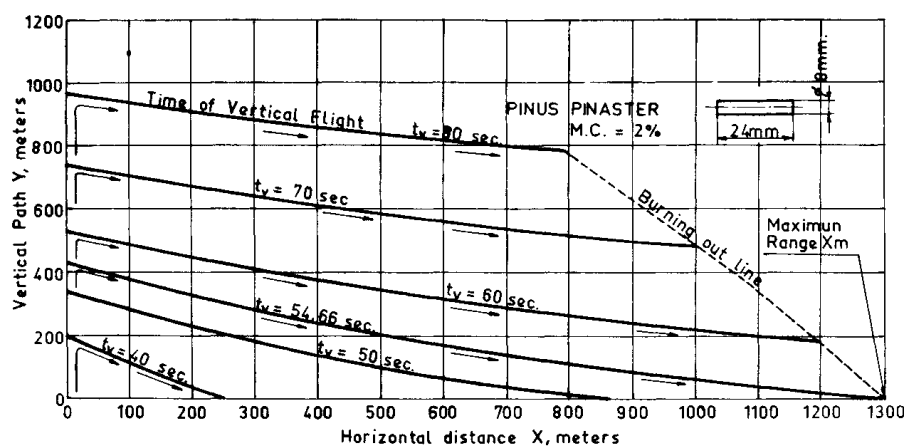
En tumregel är att damm med en partikelstorlek < 0.5 mm kan orsaka dammexplosioner. Generellt uppfyller det damm som kan uppstå vid hantering av pellets och flis detta kriterie.

6.1.2 Brand och explosion

En orsak till brand vid fjärrvärmeverket är brand i pellets/flis som exempelvis kan orsakas av självantändning. Orsakerna till självantändning handlar om vilken typ av flis som lagras, fukthalt, packningsgrad och innehåll av eventuellt annat material som kan initiera en brandutveckling. Som regel gäller att brandfarligheten ökar med andelen bark eller annat lättnedbrytbart organiskt material, som kan starta en stark uppvärmning av flisen, samt innehåll av eventuellt annat material (föroreningar). Därtill kan fukthalt och packningsgrad påverka uppvärmningsprocessen.

”Bränsleflis” kan bestå av en blandning av diverse trämaterial, ibland även med en del föroreningar, och kan därför i vissa situationer självantända. Flis av typen ”ren cellulosa” kommer däremot direkt från sågverken och är fri från bark och andra inslag, i det närmaste att likna vid ren ved, och uppvisar därför en i det närmaste obefintlig risk för självantändning. Risken för brand är även beroende på vilka former som hanteringen sker under och vilka rutiner som används.

Uppkomna bränder vid flislagring kan vara svårsläckta och kan innebära flygande gnistor som kan sprida sig relativt långt, se figur 12. U.S. Department of Agriculture Forest Service (Carlos et al, 1967) har tagit fram modeller hur man kan bedöma hur långt ett gnistregn kan flyga, se figur 10. På y-axeln anges hur högt den termiska uppdriften för partikeln, t_v anger hur länge partikeln kan flyga innan den är utbränd. Partikeln lyfter med den termiska uppdriften och slungas ut på olika nivåer som förbränns efter hand. På x-axeln anges hur långt partikeln kan förflytta sig innan den har brunnit ut. Partikel definieras i figuren som en stav som är 24 mm låg och 8 mm i diameter. Större partiklar flyger längre som glödande. Flisshantering innebär normalt mindre partiklar som inte flyger så långt. Notera att avstånden i figuren endast är ett exempel och att avstånden inte är direkt applicerbara på en eventuell flisbrand vid Aspedalens fjärrvärmeverk.



Figur 12. Exempel på flygbränders transport.

Studier utförda i Australien visar mycket stark korrelation mellan antändningsbarhet och bränslets fuktighetshalt (Ellis, 2012). Man visar där att även en så liten partikel som 110 mg kunde orsaka antändning. Vid vindhastigheten 0,5-1,0 m/s antändes alla testade bränslebäddar som hade en fuktighetshalt på 0% men endast en bränslebädd (tallbarr) vid en fuktighetshalt på 11%. Som jämförelse kan nämnas att fukthalten för cellulosaflis är cirka 50%.

En annan orsak till brand är ett naturgasläckage orsakat av skada på naturgasledning i Aspedalens fjärrvärmeverk. Ett naturgasläckage skulle även kunna resultera i en explosion.

För att en brand med pellets eller naturgas ska uppstå krävs en felfunktion i fjärrvärmeverkets process eller en olycka, detsamma gäller för en explosion med naturgas.

7 Närliggande avloppspumpstation

I den sydöstra delen av det studerade området ligger en befintlig avloppspumpstation. Stationen pumpar avloppsvatten från Lerum till Ryaverket i Göteborg via Ryatunneln. Som kortast är avståndet ca 10 meter från avloppspumpstationen till fjärrvärmeverket medan ny bostadsbebyggelse planeras på ett avstånd av ca 40 meter.

Pumpstationen är helt inbyggd och pumpgropen och pumparna ligger under marken en våning ner i byggnaden. Luft från pumpgropen renas med hjälp av ett aktivt kol-filter innan luften släpps ut till omgivningen.

7.1 Faror vid olycka på avloppspumpstation

Vid hantering av avloppsvatten förekommer sjukdomsframkallande mikroorganismer och en pumpstation kan även innebära störningar i form av buller och lukt. Denna typ av störningar har inte beaktats i denna rapport utan behandlas i separata underlagsrapporter till detaljplanen.

För en avloppspumpstation är också tänkbart att svavelväte skulle kunna ansamlas. Svavelväte är en färglös gas som redan vid låga koncentrationer doftar starkt av ruttna ägg men vid högre koncentrationer eller längre exponering kan luktsinnet dock förlamas med avseende på svavelväte. Eftersom gasen är tyngre än luft kan den ansamlas i lågt belägna utrymmen med bristfällig ventilerings. Svavelväte är en giftig gas vars ERPG-2 värde ligger på 30 ppm (parts per million) (CDC, 2016). Gasen är även brandfarlig och kan vid höga halter bilda en explosiv blandning med luft.

Risker med svavelväte bedöms i denna rapport vara den dimensionerande risken med avseende på avloppspumpstationen. Notera att identifierade riskkällor är sådana som skulle kunna orsaka skada på tredje man.

8 Bedömning av risknivå

I detta kapitel presenteras beräkning/bedömning av risknivån med avseende på

- › Transport av farligt gods
- › Närhet till bensinstation
- › Närhet till fjärrvärmeverk
- › Närhet till avloppspumpstation

8.1 Bedömning av risknivå avseende farligt gods

I detta kapitel presenteras beräknad risknivå med avseende på farligt gods. För beräknad risk redovisas först individrisken och därefter presenteras samhällsrisken. Platsen som antagits för en olycka är närmsta vägkant/spårräl. Vid riskberäkningarna i denna rapport har den riskreducerande effekten av följande skyddsåtgärder studerats:

- › Ventilationsintag ska placeras högt upp och på motsatt sida farligt godsleder.
- › Alla fasader inklusive tak (fram till 50 meter ifrån Västra stambanan) utformas med ytskikt i obrännbart material.

Notera att ovanstående endast är variabler som har beaktats och inte nödvändigtvis utgör rekommenderade skyddsåtgärder.

8.1.1 Individrisk för studerat område

Individrisken utan skyddsåtgärder för Västra stambanan respektive E20 presenteras i tabell 13 och 14. I tabell 15 och 16 redovisas den samlade individrisken (både Västra stambanan och E20) utan respektive med hänsyn till studerade skyddsåtgärder. Angivna avstånd i tabell 15 och 16 avser avstånd från närmsta spår (Västra stambanan). Röda siffror i tabellerna indikerar att risknivån är hög och ej acceptabel enligt individriskkriterier som DNV föreslagit, varför skyddsåtgärder skall införas vid exploatering inom denna zon. Enligt samma kriterier indikerar gula siffror i tabellen 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 13. Beräknad individrisk med avseende på Västra stambanan utan hänsyn till studerade skyddsåtgärder, för olika intervall längs med studerad sträcka. Angivna avstånd avser avstånd från närmsta spår (Västra stambanan). Individrisken presenteras både för en person som antas vistas utomhus och inomhus.

Avstånd (m)	Individrisk för personer på olika avstånd från Västra stambanan	
	Ute	Inne
0-25	6,47E-07	5,06E-07
25-50	2,52E-07	1,57E-07
50-100	9,71E-08	4,96E-08
100-150	2,18E-08	<1E-09
150-200	8,64E-09	<1E-09

Tabell 14. Beräknad individrisk med avseende på E20 utan hänsyn till studerade skyddsåtgärder, för olika intervall längs med studerad sträcka. Angivna avstånd avser avstånd från väggkant (E20). Individrisken presenteras både för en person som antas vistas utomhus och inomhus.

Avstånd (m)	Individrisk för personer på olika avstånd från E20	
	Ute	Inne
0-25	1,51E-05	1,22E-05
25-50	3,03E-06	1,54E-06
50-100	8,31E-08	5,23E-08
100-150	1,37E-08	<1E-09
150-200	6,47E-09	<1E-09

Tabell 15. Samlad individrisk med avseende på Västra stambanan samt väg E20, utan hänsyn till studerade skyddsåtgärder, för olika intervall längs med studerad sträcka. Angivna avstånd avser avstånd från närmsta spår (Västra stambanan). Individrisken presenteras både för en person som antas vistas utomhus och inomhus.

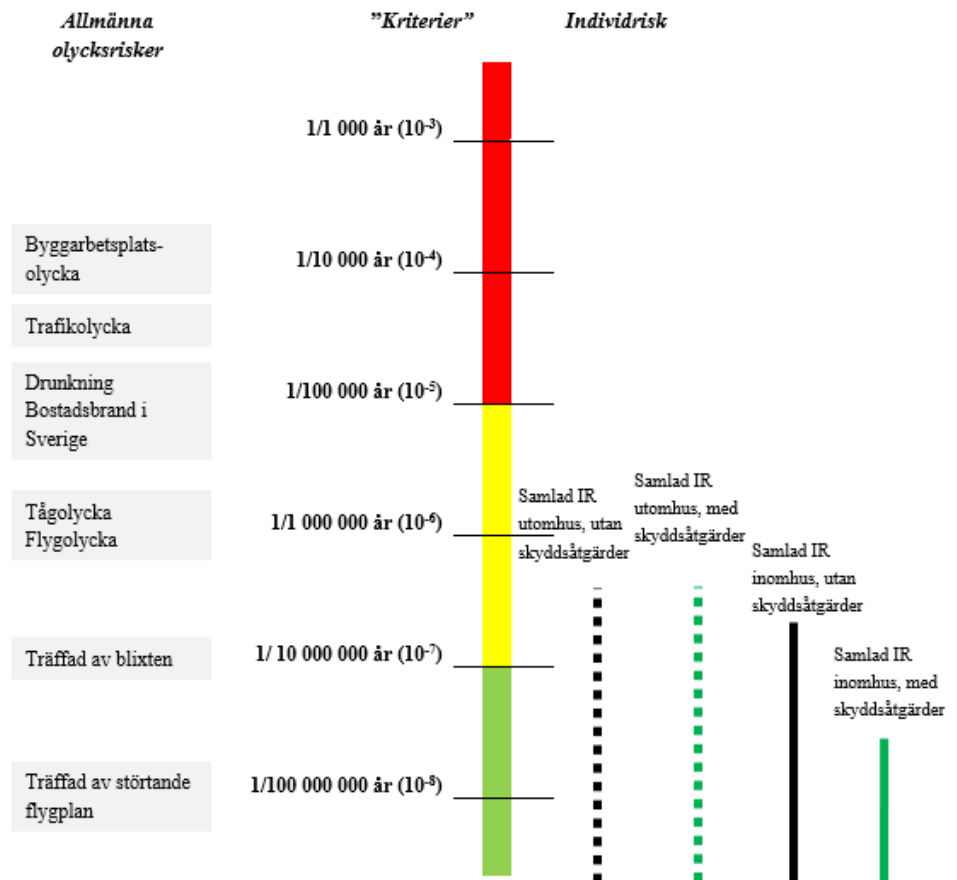
Avstånd	Individrisk för personer på olika avstånd från Västra stambanan	
(m)	Ute	Inne
0-25	3,68E-06	2,05E-06
25-50	3,35E-07	2,09E-07
50-100	1,11E-07	4,96E-08
100-150	2,83E-08	<1E-09
150-200	8,64E-09	<1E-09

Tabell 16. Samlad individrisk med avseende på Västra stambanan samt väg E20, med hänsyn till studerade skyddsåtgärder, för olika intervall längs med studerad sträcka. Angivna avstånd avser avstånd från närmsta spår (Västra stambanan). Individrisken presenteras både för en person som antas vistas utomhus och inomhus.

Avstånd	Individrisk för personer på olika avstånd från Västra stambanan	
(m)	Ute	Inne
0-25	3,68E-06	2,32E-07
25-50	3,35E-07	6,10E-08
50-100	1,11E-07	2,14E-08
100-150	2,83E-08	<1E-09
150-200	8,64E-09	<1E-09

Individrisken minskar med ökat avstånd ifrån farligt godsled och individrisken inomhus reduceras något när hänsyn tas till studerade skyddsåtgärder. Jämfört med DNV:s kriterier hamnar den samlade individrisken utomhus, utan hänsyn till studerade skyddsåtgärder, på en risknivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad nytta synpunkt 0-100 meter från närmsta spår (Västra stambanan). Jämfört med samma kriterier hamnar individrisken inomhus, utan hänsyn till studerade skyddsåtgärder på en risknivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad nytta synpunkt 0-50 meter från närmsta spår (Västra stambanan). När hänsyn tas till studerade skyddsåtgärder reduceras individrisken inomhus till en risknivå som bedöms vara tolerabel från 25 meter från närmsta spår på Västra stambanan.

I figur 13 jämförs individrisken, med respektive utan hänsyn till studerade skyddsåtgärder, för olika avstånd från olycksplatsen med andra risker som finns i samhället.



Figur 13. Samlad individrisknivå med avseende på Västra stambanan och väg E20 längs med studerade sträckor jämfört med några andra risker samt DNV:s individriskkriterier. IR=Individrisk. Streckade linjer avser det spann som individrisken utomhus ligger mellan på avståndet 0-200 meter ifrån Västra stambanan. Heldraget streck presenterar individrisken inomhus. Svarta streck representerar beräknad individrisk utan hänsyn till studerade skyddsåtgärder. Gröna streck representerar beräknad individrisk med hänsyn till studerade 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

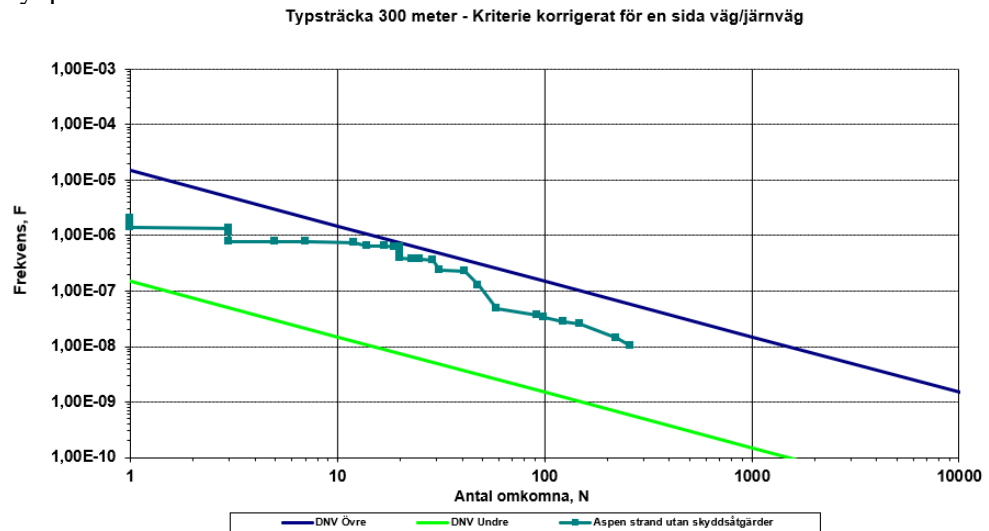
8.1.2 Samhällsrisk för aktuellt område

Vid beräkning av den samlade samhällsrisk har hänsyn tagits till både Västra stambanan och väg E20. Beräkningar av samhällsrisk baseras på den personintensitet som redovisas i kapitel 3.

I figur 14-15 presenteras den samlade samhällsrisk i FN-kurvor tillsammans med DNV:s kriterier. Ursprungligen gäller DNV:s kriterier ett område på 1 km (båda sidor av vägen/järnvägen). Vid beräkning har dessa kriterier justerats så att de gäller ett område på 300 meter vilket motsvarar dimensionerande sträcka för beräkningar för det studerade området. Det vill säga acceptanskriteriet för DNV har

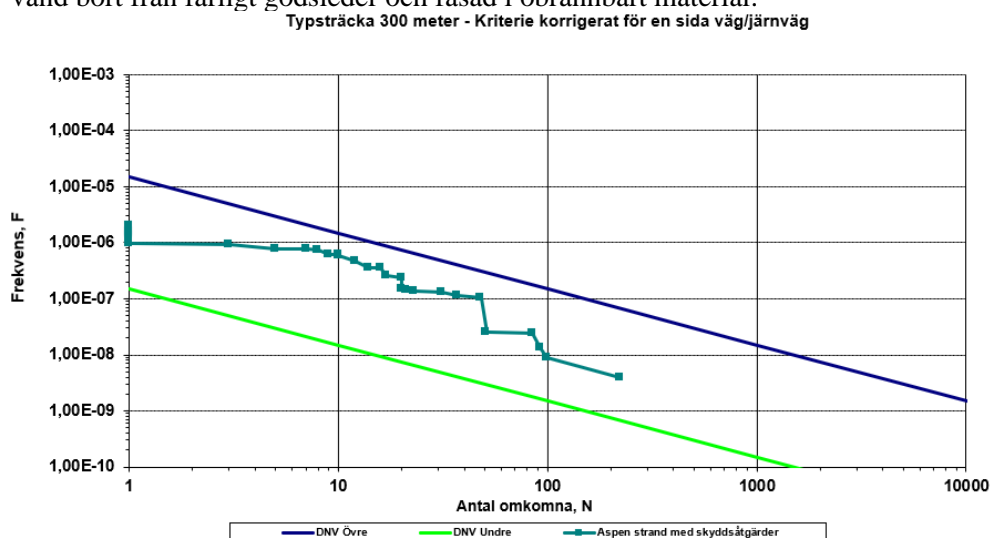
multipliserats med 0,15 (300 meter). Sannolikheten för att en olycka skall inträffa anpassas också för att gälla dimensionerande sträcka.

I figur 14 presenteras samhällsrisk, för ny bebyggelse samt nuvarande bebyggelse på området, utan studerade säkerhetshöjande åtgärder för någon del av bebyggelsen på området. Jämfört med DNV:s kriterier hamnar den samlade samhällsrisk, utan hänsyn till studerade skyddsåtgärder, inom ALARP området, se figur 14. Detta innebär att skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnads/nyttasynpunkt.



Figur 14. Samhällsrisk, utan skyddsåtgärder för det studerade området (punktad linje) i förhållande till föreslagna riskkriterier enligt DNV (grön och mörkblå linje. Kriterierna är justerade för att gälla 300 meter.

I figur 15 presenteras samhällsrisk med skyddsåtgärder för enbart ny bebyggelse. De skyddsåtgärder som kvantifierats i figur 15 är ventilation placerad högt och vänd bort från farligt godsleder och fasad i obrännbart material.



Figur 15. Samhällsrisk med skyddsåtgärder (ventilation placerad högt och vänd bort från farligt godsleder och fasad i obrännbart material) på enbart ny bebyggelse för det

studerade området (punktad linje) i förhållande till föreslagna riskkriterier enligt DNV (grön och mörkblå linje). Kriterierna är justerade för att gälla 300 meter.

Samhällsrisker reduceras med införande av skyddsåtgärder. När hänsyn tas till effekten av skyddsåtgärder hamnar den samlade samhällsrisker, fortfarande i ALARP området, se figur 15.

Beräkningar av samhällsrisker visar att de scenarion som drar upp samhällsrisker även efter beaktande av samhällsrisk primärt kan tillskrivas händelsen BLEVE.

En 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. 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. Att dimensionera byggnader för att motstå en BLEVE och därmed skydda personer inomhus bedöms inte rimligt med avseende på kostnad/nytta. Att skydda människor utomhus mot effekterna av en BLEVE bedöms inte heller rimligt.

Nedan beskrivs skyddsåtgärder som bedöms hjälpa i händelse av en BLEVE. Notera att dessa effekter inte har kvantifierats och inte ingått i beräkningar av individ- och samhällsrisker.

- › Ett bebyggelsefritt område som ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse närmast studerade farligt godsleder.
- › Att entréer inom 50 meter från Västra stambanan ej vetter mot studerade farligt godsleder.
- › Att utrymning bort från studerade farligt godsleder är möjlig inom 100 meter från Västra stambanan.

En känslighetsberäkning har utförts där effekten av att den nya bebyggelse som planeras inom 30-50 meter från Västra stambanan konstrueras för att undvika fortskridande ras vid dimensionerande explosionslast undersöks, se bilaga D.

8.2 Bedömning av risknivå avseende bensinstation

Ur ett säkerhetsperspektiv (olycksrisk med avseende på hanterade ämnen på bensinstationen) krävs ett minimiavstånd på 25 meter från lossningsplats för tankbilar till bostäder enligt de riktlinjer som tillämpas. Detsamma gäller för förvaring av brandfarlig vara i lösa behållare. Den byggnad som ligger närmast området och där brandfarlig vara i lösa behållare förvaras är butiken/servicebyggnaden, därför krävs ett minsta avstånd på 25 meter från butiken/servicebyggnaden. Enligt tabell 17 följer avstånden mellan planerad bebyggelse och olika objekt på bensinstationen riktlinjerna i MSB:s handbok *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer*. Därmed uppfylls avstånden i de relevanta riktlinjerna för den föreslagna placeringen av bostäder.

Tabell 17. Minsta avstånd i meter mellan olika objekt vid hantering av vätska klass 1 på en bensinstation mellan olika objekt som förekommer vid bensinstationer (så som påfyllningsanslutning, mätarskåp, pejlförslutning cisternavluftning) och planerad bebyggelse. I tabellen redovisas både krav samt uppmätta avstånd enligt plan. Notera att avstånden avseende planerad bebyggelse är ungefärliga.

Objekt/Riskälla	Påfyllningsanslutning till cistern	Mätarskåp	Pejlförskruvning	Cisternavluftningens mynning
Plats där människor vanligen vistas (t.ex. bostad, kontor, gatukök, butik, servering, busshållplats), verksamheter och objekt med stor brandbelastning, verkstad eller annan lokal där gnistbildande verksamhet eller öppen eld förekommer.	25	18	6	12
Planerad bebyggelse	50	55	45	50

En pölbrand på 50 m² bedöms som relevant att studera med avseende på planering av bebyggelse i förhållande till bensinstation. Baserat på beräkningar av strålningseffekter vid en pölbrand på 50 m² bedöms att ett minimiavstånd på 25 meter (från pölbrandens centrum) ger en tolerabel säkerhet för byggnaderna i sig och för människor som vistas i dessa (förutsatt att de utrymmer byggnaden vid brand). För en pölbrand på 200 m² bedöms ett minimiavstånd på 40 meter (från pölbrandens centrum) ge en tolerabel säkerhet. Den mest sannolika platsen för en pölbrand bedöms vara vid lossningsplats för fordon.

Eventuella övriga störningar från bensinstationens verksamhet har inte behandlats i denna riskutredning. Utgående från användningsområde för de delar av ny bebyggelse som ligger närmast bensinstationen bör en värdering göras om störningar i form av buller, bilstrålkastare och lukt kan anses vara tolerabla eller om avskärmande åtgärder behövs.

8.3 Bedömning av risknivå avseende fjärrvärmeverk

8.3.1 Dammexplosion

En riskutredning med avseende på risken för dammexplosion i Aspedalens fjärrvärmeverk har tidigare genomförts. Enligt uppgift har det i denna inte ställts några krav på områden klassade som riskzon med avseende på ATEX-direktivet. Detta då pellets hanteras i slutna system och flisen har en sådan fukthalt att damning i erforderliga koncentrationer för att skapa en dammexplosion inte uppkommer. (Håkan Danielsson, 2016)

Baserat på ovanstående bedöms risken för att en dammexplosion inom anläggningen i Aspedalen skall påverka omgivningen som så liten att hänsyn inte behöver tas till denna vid planering av omkringliggande bostadsområden.

8.3.2 Flisbrand

Sannolikheten för en flisbrand på Aspedalens fjärrvärmeverk bedöms vara låg. Detta då den flis som hanteras har hög fukthalt (medelfukthalt på 40%), ligger skyddade från vind i tippfickor och har en total omsättning över 2-3 dygn. Vidare så har hittills ingen bark förekommit i den flis som hanteras då man enbart eldat stamvedsflis.

Även om en brand skulle uppstå är sannolikheten för brandspridning till närliggande planerad bebyggelse ytterligare lägre. Vid riskutredningar avseende transporter av farligt gods är det brukligt att rekommendera fasad i obrännbart material om risk för olycka med farligt gods klass 3 (brandfarlig vara) föreligger på transportleden. Detta innebär en brand i lastbil eller järnvägsvagn lastad med exempelvis bensin eller acetone. I figur 8 kan det utläsas att en pölbrand (bensin) på 50 m² kommer att resultera i strålningsnivåer <10 kW/m² på ett avstånd 25 meter från pölbrandens centrum. Detta innebär att smärta uppstår efter ca 3 sekunders exponering men att trä inte antänds. För en 200 m² pölbrand är avståndet till samma gränsvärden ca 40 meter. Det bedöms som att värmeutvecklingen från en flisbrand inte är större än den från en brand i farligt godstransport med brandfarlig vara. Gnistspridning från branden kan ske på mycket långa avstånd men sannolikheten för antändning av ny bebyggelse bedöms vara låg.

8.3.3 Olycka med naturgas

Konsekvensberäkningar med avseende på läckage av naturgas har utförts i programvaran PHAST 7.11 från DNV GL. Det undersökta olycksscenario har antagits vara ett rörbrott på en naturgasledning med 4 bars tryck, vilket bedöms vara ett dimensionerande scenario. Antagna indata till beräkningarna presenteras i tabell 18. Intresseföreningen för Process säkerhet (IPS) rekommenderar de riskacceptanskriterier som presenteras i tabell 19 (IPS, 2012).

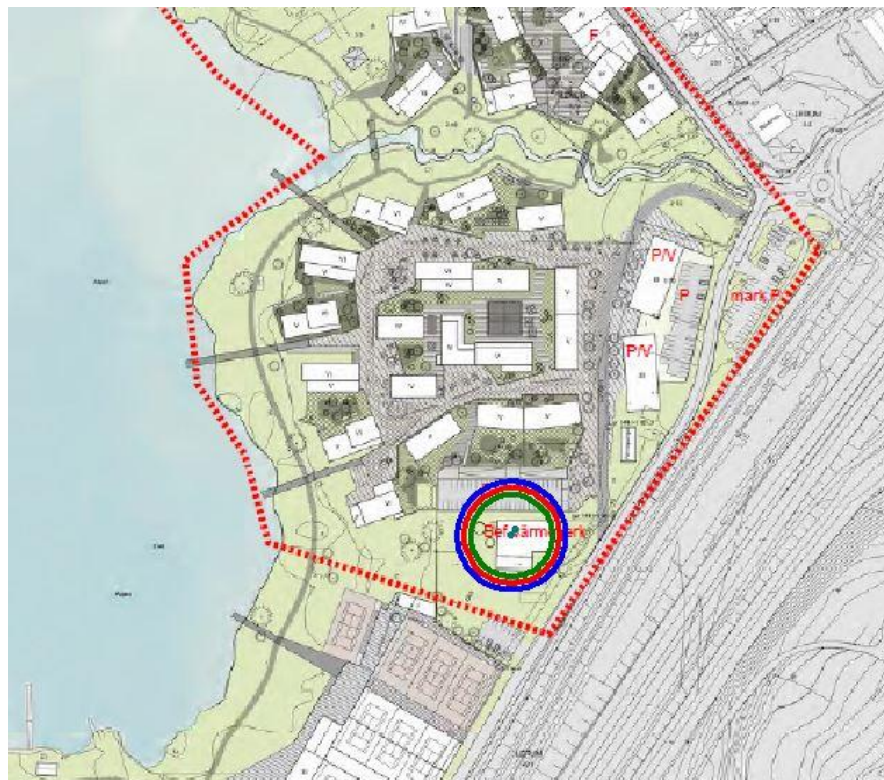
Tabell 18. Indata använd vid konsekvensberäkningar avseende utsläpp av naturgas. Parametrar består av valt ämne, rördiameter, tryck och väderförhållanden.

Parameter	Värde
Ämne	Metan
Rördiameter	60 mm
Tryck	4 bar
Väder	5/D

Tabell 19. De acceptanskriterier som används i konsekvensberäkningarna gällande utsläpp av naturgas. Acceptanskriterierna utgår från gränsvärden för personer och byggnader med avseende på värmestrålning och tryckverkan.

Skademekanism	Objekt	Gränsvärde
Värmestrålning	3:e person	3 kW/m ²
	Träbyggnader	6 kW/m ²
	Betong och stålkonstruktioner	15 kW/m ²
Tryckverkan	3:e person	6 kPa
	Byggnader	5 kPa

I figur 16 presenteras konsekvensområde i det fall en jetbrand skulle uppstå. Den gröna ringen anger det område inom vilket strålningsnivån uppgår till >15 kW/m² (avstånd 19 meter), den röda ringen anger det område inom vilket strålningsnivån uppgår till >6 kW/m² (avstånd 24 meter) medan den blåa ringen motsvarar det område inom vilket strålningsnivån uppgår till >3 kW/m² (avstånd 29 meter). Notera att figur 16 nedan är baserad på en tidigare situationsplan, men ändå inkluderats för att åskådliggöra konsekvensområdena av beräknade jetbränder.



Figur 16. Beräknat konsekvensområde från en jetbrand. Grön ring anger strålningsnivå $>15 \text{ kW/m}^2$, röd ring anger strålningsnivå $>6 \text{ kW/m}^2$, blå ring anger strålningsnivå $>3 \text{ kW/m}^2$. Notera att en tidigare situationsplan åskådliggörs i figuren.

I figur 17 presenteras konsekvensområde i det fall en gasmolnsexplosion skulle uppstå. Den lila ringen anger det område inom vilket övertrycket uppgår till $>5 \text{ kPa}$ (avstånd 29 meter). Notera att figur 17 nedan är baserad på en tidigare situationsplan, men ändå inkluderats för att åskådliggöra konsekvensområdet av beräknad gasmolnsexplosion.



Figur 17. Beräknat konsekvensområde från en gasmolnsexplosion. Den lila ringen anger det område inom vilket övertrycket uppgår till $>5 \text{ kPa}$. Notera att en tidigare situationsplan åskådliggörs i figuren.

Den beräknade konsekvensen bedöms vara konservativ då den inte tar hänsyn till att byggnaden begränsar konsekvensområdet för jetflammar eller gasmolnsexplosioner som sker inomhus.

Vidare har sannolikheten för en olycka med brandfarlig gas inte kvantifierats. Sannolikheten för att en olycka ska ske är beroende av anläggningens rutiner och tekniska säkerhetsåtgärder. Denna analys förutsätter att de rutiner och säkerhetssystem som är erforderliga för denna typ av verksamhet finns och att det därmed inte föreligger någon förhöjd olycksrisk för Aspedalens fjärrvärmeverk. Sannolikheten för att ett utsläpp med naturgas ska leda till eskalerande olycksscenarioer bedöms därför vara låg. Av de två undersökta scenarierna bedöms en jetbrand vara mer sannolikt än gasmolnsexplosion.

8.4 Bedömning av risknivå avseende avloppspumpstation

Den dimensionerande risken med avseende på avloppspumpstationen bedöms i denna riskanalys vara eventuell förekomst utav svavelväte, vilket är en giftig gas som även kan bilda en explosiv blandning med luft vid höga koncentrationer. Det är främst riskerna med avseende på svavelvätets toxiska egenskaper som studerats i denna riskanalys då dessa anses vara dimensionerande.

IPS anger i Handledning om riskkriterier att för verkan av giftig gas bör tredje man inte utsättas för koncentrationer som överstiger ämnets ERPG-2 värde vilket innebär exponering under en timmas tid. För svavelväte ligger ERPG-2-värdet på 30 ppm. ERPG-värden används huvudsakligen för kortvariga temporära utsläpp och inte för bakgrunds nivåer, vilket är mer relevant att studera för aktuellt område.

Pumpstationen är helt inbyggd och pumpgropen och pumparna ligger under marken en våning ner i byggnaden. Utöver detta så renas luften från pumpgropen med hjälp av ett aktivt kol-filter innan luften släpps ut till omgivningen. Eftersom svavelväte dessutom är en tung gas och ventilationen utomhus är god så bedöms sannolikheten för att det skall uppstå potentiellt farliga halter av svavelväte runt avloppspumpstationen som låg. Riskbidraget från svavelväte från avloppspumpstationen bedöms därför vara försumbart.

Eventuella övriga störningar från avloppspumpstationen, så som buller och lukt, har inte behandlats i denna riskutredning utan behandlas i separata underlagsrapporter till detaljplanen.

8.5 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 dödsfallsrisiker 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.

9 Osäkerhets- och känslighetsdiskussion

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

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

Exempel på områden som kan påverka resultatet är:

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

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

Den samlade bedömningen är att de redovisade resultaten avseende samhälls- och individrisk är 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. För ytterligare diskussion se bilaga D.

10 Slutsats

Syftet med riskanalysen är att undersöka om olycksriskerna avseende farligt gods samt närhet till bensinstation, fjärrvärmeverk och avloppspumpstation är acceptabla för studerat område. Genom en riskanalys kan möjliga olyckor identifieras och bedömas och eventuella skyddsåtgärder kan därmed rekommenderas.

10.1 Närhet till farligt godsleder

I Länsstyrelsens (2006) riskpolicy finns inga exakta avstånd för tillåten markanvändning utan zonerna (zon A, B och C) är glidande och beroende på platsspecifika egenskaper och förhållanden. Parkeringshus, handel och kontor, vilket föreslås i detaljplanen, skall enligt Länsstyrelsens riktlinjer placeras i zon B eller C där zon A är zonen närmast transportled. Ytparkering kan placeras i zon A. Planerad ny bebyggelse uppfyller i princip Länsstyrelsens rekommendationer avseende zonindelning.

Planerad bebyggelse är som närmast belägen ca 30 meter från närmsta järnvägsspår (Västra stambanan). Till väg E20 (vägkant) är det som närmast ca 60 meter. Ett bebyggelsefritt område på minst 30 meter från farligt godsleder uppfylls således för ny bebyggelse.

Syftet med ett bebyggelsefritt område 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.

Vid riskberäkningarna i denna rapport har den riskreducerande effekten av följande skyddsåtgärder studerats:

- › Ventilationsintag ska placeras högt upp och på motsatt sida farligt godsleder.
- › Alla fasader inklusive tak (fram till 50 meter ifrån Västra stambanan) utformas med ytskikt i obrännbart material.
- › Första radens byggnader (ej befintligt fjärrvärmeverk) fram till 50 meter från Västra stambanan skall utformas så att de kan motstå en gasmolnsexplosion (10 kg gasol) med sitt centrum på den del av Västra stambanan som ligger närmast byggnaden. Detta krav syftar till att byggnaden ska motstå dimensionerande last utan att utsättas för fortskridande ras.

Vid beräkningar har hänsyn tagits till den placering av bebyggelsen som anges i kapitel 3. Beräkningar av risknivån utgår från att en olycka inträffar vid/kring vägen/järnvägen, vilket förutsätter att området är utformat på ett sätt som motverkar att vätska rinner in på området.

Jämfört med DNV:s kriterier hamnar den samlade individrisken utomhus, utan hänsyn till studerade skyddsåtgärder, på en risknivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad nytta synpunkt 0-100 meter från närmsta spår (Västra stambanan). Jämfört med samma kriterier hamnar individrisken inomhus, utan hänsyn till studerade skyddsåtgärder på en risknivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad nytta synpunkt 0-50 meter från närmsta spår (Västra stambanan). När hänsyn tas till studerade skyddsåtgärder reduceras individrisken inomhus till en risknivå som bedöms vara tolerabel 25 meter från närmsta spår.

Jämfört med DNV:s kriterier hamnar den samlade samhällsrisken, utan hänsyn till studerade skyddsåtgärder, inom ALARP området. Detta innebär att skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnads/nytta-synpunkt.

Samhällsrisken reduceras med införande av skyddsåtgärder. En känslighetsberäkning har utförts där effekten av att den nya bebyggelse som planeras inom 30-50 meter från Västra stambanan konstrueras för att undvika fortskridande ras vid dimensionerande explosionslast tagits i beaktning. Effekten av att konstruera byggnader inom 30-50 meter från Västra stambanan för att klara en dimensionerande explosionslast är mycket liten varför denna åtgärd inte bedöms rimlig ur kostnads/nytta-synpunkt.

Baserat på inventeringen och resultatet från beräkningar bedöms föreslagen exploatering med avseende på omfattning och geografisk placering i närheten av studerade farligt godsleder möjlig utifrån DNV:s kriterier förutsatt att föreslagna skyddsåtgärder i kapitel 11.1 beaktas vid ny bebyggelse.

10.2 Närhet till bensinstation

Boverkets riktlinjer gällande avstånd mellan bensinstation och bostäder uppfylls inte. Enligt riktlinjerna skall skyddsavståndet uppgå till 100 meter. Det bör dock

noteras att Boverkets riktlinjer inte enbart tar hänsyn till direkta olyckseffekter utan även andra aspekter såsom buller, lukt och andra störningar. Dessa effekter ger som regel upphov till ett betydligt större påverkansområde än direkta olyckseffekter. Övriga studerade riktlinjer (MSBFS 2020:1, SÄIFS 2000:2 och MSB:s handbok *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer*) bedöms uppfylla ur säkerhetssynpunkt då det minsta avståndet mellan bensinstationen och planerad ny bebyggelse är 30 meter (tomtgräns).

De avstånd som anses mest relevanta att beakta ur säkerhetssynpunkt är avståndet mellan butiken/servicebyggnaden (där brandfarlig vätska i lösa behållare förvaras) och planerad bostadsbebyggelse samt avståndet mellan lossningsplats för tankfordon och planerad bostadsbebyggelse. Dessa avstånd är ca 40 meter respektive ca 55 meter vilket medför att inga särskilda skyddsåtgärder anses behövas med avseende på risk till följd av närheten till befintlig bensinstation.

10.3 Närhet till fjärrvärmeverk

Boverkets riktlinjer gällande avstånd mellan energianläggningar, exempelvis ett fjärrvärmeverk och bostäder uppfylls inte. För ett fjärrvärmeverk som tillför mellan 10 och 50 MW är skyddsavståndet 200-400 meter. Det bör dock noteras att Boverkets riktlinjer inte enbart tar hänsyn till direkta olyckseffekter utan även andra aspekter såsom buller, lukt och andra störningar. Dessa effekter ger som regel upphov till ett betydligt större påverkansområde än direkta olyckseffekter.

I MSBFS 2009:7 anges ett minsta avstånd mellan mät och reglerstationer för naturgas och bostadsbebyggelse på 50 meter. Skriften medger dock ett minsta avstånd av 25 meter i förhållande till enstaka byggnad.

Den riskutredning som utförts med avseende på risken för dammexplosion i Aspedalens fjärrvärmeverk har inte ställt några krav på områden klassade som riskzon med avseende på ATEX-direktivet. Risken för att en dammexplosion inom anläggningen i Aspedalen skall påverka omgivningen bedöms därför som så liten att hänsyn inte behöver tas till denna vid planering av omkringliggande bostadsområden.

Sannolikheten för en flisbrand på Aspedalens fjärrvärmeverk bedöms vara låg. Detta då den flis som hanteras har hög fukthalt, ligger skyddade från vind i tippfickor och har en total omsättning över 2-3 dygn. Detsamma gäller sannolikheten för ett naturgasläckage.

Baserat på konsekvensberäkningarna samt de föreslagna avstånden i MSBFS 2009:7 rekommenderas ett minsta avstånd till ny bostadsbebyggelse på 50 meter. Detta uppfylls av planerad bebyggelse.

Vidare bedöms det, om önskvärt, möjligt att uppföra ett parkeringshus på ett minsta avstånd av 25 meter från fjärrvärmeverket. Detta då ett parkeringshus inte bedöms medföra stadigvarande vistelse. För att möjliggöra parkeringshuset rekommenderas dock skyddsåtgärder för att minska risken för brandspridning, se avsnitt 11.3.

10.4 Närhet till avloppspumpstation

Boverkets riktlinjer från skrift "Bättre plats för arbete" uppfylls inte. Enligt dessa riktlinjer bör skyddsavstånd till en pumpstation som betjänar >25 personer vara 50 meter. Det bör dock noteras att Boverkets riktlinjer inte enbart tar hänsyn till direkta olyckseffekter utan även andra aspekter såsom buller, lukt och andra störningar. Dessa effekter ger som regel upphov till ett betydligt större påverkansområde än direkta olyckseffekter. I denna riskanalys har förekomsten av svavelväte ansetts vara den dimensionerande risken vid nybyggnation i närheten av en avloppspumpstation.

Enligt IPS:s riskacceptanskriterie för verkan av giftig gas för tredje man tolereras koncentrationer som högst är lika med ämnets ERPG-2 värde, vilket för svavelväte ligger på 30 ppm vid exponering under en timmas tid.

Pumpstationen är helt inbyggd och pumpgropen och pumparna ligger under marken en våning ner i byggnaden. Utöver detta så renas luften från pumpgropen med hjälp av ett aktivt kol-filter innan luften släpps ut till omgivningen. Eftersom svavelväte dessutom är en tung gas och ventilationen utomhus är god så bedöms sannolikheten för att det skall uppstå potentiellt farliga halter av svavelväte runt avloppspumpsstationen som låg. Vidare har svavelväte ej rapporterats i närliggande brunnar i området. Riskbidraget från svavelväte från avloppspumpstationen bedöms därför vara försumbart.

11 Skyddsåtgärder

I detta kapitel presenteras rekommenderade skyddsåtgärder för ny bebyggelse inom det studerade området. Inga ytterligare skyddsåtgärder, med avseende på farligt godstransporter på studerade transportleder, närliggande bensinstation, fjärrvärmeverk och avloppspumpstation anses nödvändiga att lyfta in i detaljplanen. Notera att detta enbart gäller vid den markanvändning och det minsta avstånd som anges i kapitel 3. Notera även att vissa skyddsåtgärder som föreslås anses uppfyllda med den markanvändning som föreslås i kapitel 3.

11.1 Skyddsåtgärder med avseende på farligt gods

- › Ett bebyggelsefritt område motsvarande minst 30 meter mellan P-hus/verksamheter och Västra stambanan skall upprättas. Denna rekommendation uppfylls av föreslagen bebyggelse.
- › Bebyggelsefritt område skall ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Området kan dock användas för parkeringsplatser (ytparkering).
- › Bostäder skall ej placeras närmare än 60 meter från Västra stambanan⁷. Denna rekommendation uppfylls av föreslagen bebyggelse.
- › Känslig verksamhet så som skola och förskola skall ej placeras inom 100 meter från Västra stambanan. Denna rekommendation uppfylls av föreslagen bebyggelse.
- › Barriär/skydd mellan studerat område och studerade farligt godsleder ska finnas som motverkar att vätska rinner in på området. Förslag på barriär kan

⁷ Notera att detta krav inte gäller för den östra fasaden på bostadsbyggnaden närmast väster om parkeringshuset som förlängts österut för att förbättra möjligheterna för planerat bullerplank varför byggnadens fasad som närmast hamnar ca 56 meter från Västra stambanan. Detta undantag från ovanstående rekommendation har bedömts vara acceptabelt givet den begränsade omfattningen samt dess betydelse för att möjliggöra för ett effektivare bullerplank.

vara: vall, dike, högre kant eller plank som är tätt i nedkant. Perrong på Aspedalens station bedöms utgöra skydd för delar av sträckan men komplettering rekommenderas öster och väster om perrongen.

- › Inom 100 meter från Västra stambanan skall utrymning bort från järnvägen vara möjlig.
- › Entréer inom 50 meter från Västra stambanan bör vetta bort från studerade farligt godsleder. Den entré till parkeringshuset som ligger vid parkeringshusets sydvästra fasad bedöms dock vara tolerabel givet att dess syfte är att bilar ska kunna ta sig in i parkeringshuset och inte att personer ska nyttja denna entré.
- › Ventilationsintag skall placeras högt upp (5 meter över marken eller på tak) och på motsatt sida farligt godsleder för ny bebyggelse inom 100 meter från Västra stambanan.⁸
- › Alla fasader inklusive tak på ny bebyggelse (inom 50 meter ifrån Västra stambanan) skall utformas med ytskikt i obrännbart material motsvarande brandklass E30⁵. Fasad mellan parkeringshuset och verksamhetsdelen inom samma byggnad ska utföras i obrännbart material motsvarande brandklass E30 och eventuella fönster i denna fasad ska vara E30-klassade, men får vara öppningsbara, för att förhindra brandspridning.

11.2 Skyddsåtgärder med avseende på bensinstation

- › Ett bebyggelsefritt område motsvarande minst 25 meter mellan ny bebyggelse och bensinstation (fastighetsgräns) skall upprättas. Denna rekommendation uppfylls av föreslagen bebyggelse.
- › Bebyggelsefritt område skall ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Området kan dock användas för parkeringsplatser (ytparkering). Denna rekommendation uppfylls av föreslagen bebyggelse.
- › Inom 25-40 meter från bensinstationen (fastighetsgräns) skall entréer vetta bort från bensinstationen. Denna rekommendation uppfylls av föreslagen bebyggelse.
- › Inom 25-40 meter från bensinstationen (fastighetsgräns) skall utrymning bort från bensinstationen vara möjlig. Denna rekommendation uppfylls av föreslagen bebyggelse.
- › Fasadkrav för ny bebyggelse (fram till 40 meter från bensinstation, fastighetsgräns): Alla fasader inklusive tak som vetter mot bensinstationen skall utformas med ytskikt i obrännbart material motsvarande brandklass E30.

⁸ Notera att ventilationskrav och fasadkrav motsvarande brandklass E30 inte gäller för de delar av parkeringshuset som används till parkering då det bedöms leda till allt för stora restriktioner avseende parkeringshusets utformning avseende ventilation. Vidare har de personer som antagits vistas vid parkeringshuset i beräkningarna antagits vistas utomhus och därmed inte tillskrivits någon riskreducerande effekt från dessa skyddsåtgärder i beräkningarna.

Eventuella fönster ska vara E30-klassade men får vara öppningsbara. Denna rekommendation uppfylls av föreslagen bebyggelse då bebyggelse inte planeras 25-40 meter från bensinstationens fastighetsgräns.

Ovanstående rekommendationer gäller ej förskola eller andra känsliga verksamheter som ej bör placeras inom 40 meter från bensinstationen. Bostäder bedöms dock möjligt att placera 25-40 meter från bensinstationens fastighetsgräns givet att ovanstående skyddsåtgärder beaktas.

11.3 Skyddsåtgärder med avseende på fjärrvärmeverk

- › Ett avstånd av minst 50 meter mellan Aspedalens fjärrvärmeverk och ny bostadsbebyggelse skall upprättas.
- › Ett avstånd av minst 25 meter mellan Aspedalens fjärrvärmeverk och parkeringshus skall upprättas.
- › Alla fasader inom 50 meter från Aspedalens fjärrvärmeverk, som vetter mot fjärrvärmeverket (inklusive tak) skall vara täta och utformas med ytskikt i obrännbart material motsvarande brandklass E30 för att förhindra brandspridning.

11.4 Skyddsåtgärder med avseende på avloppspumpstation

Inga skyddsåtgärder anses nödvändiga för planerad bebyggelse avseende risker från avloppspumpstationen då riskbidraget anses försumbart.

12 Referenser

API. (2007). *API 525, Pressure-relieving and Depressuring Systems*. American Petroleum Institute.

Boverket (1995), *Bättre plats för arbete. Planering av arbetsområden med hänsyn till miljö, hälsa och säkerhet*. Allmänna råd 1995:5

Carlos et al (1967), Transport and combustion of firebrands, Carlos Sanches Tarifa, Maj 1967

CDC (2016), Centers for Disease Control and Prevention. Hämtad 2016-06-16, URL: <http://www.cdc.gov/niosh/idlh/7783064.html>

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

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

Ellis (2012), A review of empirical studies of fireband behaviour, Peter F.M. Ellis, 2012

Erdsjö och Lindberg (2008), *Persontäthet vid utrymningsberäkningar – Köpcentrums persontätheter*, Lunds Universitet, Report: 5258

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

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

Halland län (2011), Riskanalys av farligt gods i Hallands län, Löpnummer: 2011:19, ISBN/ISSN-nr: 1101-1084

Hansson, I. (2000). *Brandskydd i oljedepå, rekommendation*. Räddningsverket

Larsson, A. (2006). *BFS 2006:12; Boverkets föreskrifter om ändring i verkets byggregler (1993:57) – föreskrifter och allmänna råd*. Boverket

Lees, F. (1996). *Loss Prevention in the Process Industries, 2:nd edition (och referenser däri)*. Butterworth Heinemann

Lundgren (2016), Telefonsamtal med Pernilla Lundgren ansvarig på Serviceknuten i Lerum, 2016-05-12

Håkan Danielsson (2016), Telefonsamtal med Håkan Danielsson på Lerums Fjärrvärme 2016-05-19

IPS (2012), Handledning om riskkriterier, Liane Haeffler och Ivan Mares, Intresseföreningen för processsäkerhet, 2012

Lerums kommun (2016), <http://www.lerumfjarrvarme.se>, åtkomst 2016-05-25

Länsstyrelsen i Hallands län (2011a), Riskanalys av farligt gods i Hallands Län. Meddelande 2011:19 (Bilaga C2, Sid. C7)

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

MSBFS 2020:1, *Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om hantering av brandfarlig gas och brandfarliga aerosoler, Utkom från trycket den 20 mars 2020*.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (2015). *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer. Handbok*, Mars 2015. ISBN: 978-91-7383-545-9

NOAA (2016), National Oceanic and Atmospheric Administration's (NOAA) Office of Response and Restoration (OR&R). Hämtad 2016-06-16, URL: <http://response.restoration.noaa.gov/oil-and-chemical-spills/chemical-spills/resources/emergency-response-planning-guidelines-erpgs.html>

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

Räddningsverket (2006), *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner – Vägledningsrapport 2006*

SCB (2018), *Hushållens boende 2017*, URL: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/hushallens-ekonomi/inkomster-och-inkomstfordelning/hushallens-boende/pong/statistiknyhet/hushallens-boende/>, hämtad: 2018-06-18

SCB (2012), *Bostads- och byggnadsstatistisk årsbok 2012*

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

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

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

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

St1 (2016), Telefonsamtal och mailkontakt med Fredrik Holmqvist, St1.

Svensson, Y. (2011). *BFS 2011:27; Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd*. Boverket.

SÄIFS 2000:2, *Sprängämnesinspektionens föreskrifter (SÄIFS 2000:2) om hantering av brandfarliga vätskor*, Utkom från trycket den 3 juli 2000

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

Trafikanalys (2017), *Trafikanalys Lastbilstrafik 2016 - Statistik 2017:14*, 2017-05-16

Trafikanalys (2015), *Lastbilstrafik 2014, statistik 2015:21*, URL: http://trafa.se/PageDocuments/Lastbilstrafik_2014.pdf

Trafikverket (2011a), *Skriftliga/muntliga uppgifter beträffande godståg på sträckan Alingsås- Lerum, Per Stenerås*, Trafikverket

Trafikverket (2011b), *Skriftliga uppgifter från Roar Hermo 2011-03-16/2011-04-01*, Trafikverket

Trafikverket (2015), *Email från Alexander Hellervik, Långsiktig planerare 7 Trafikanalytiker*, 2015-03-05

Trafikverket (2020), *Prognos för godstransporter 2040 - Trafikverkets Basprognoser 2020*, 2020-06-15

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

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

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

Bilaga A - Beräkning av sannolikhet för olycka

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

Frekvens för vägolycka med farligt gods

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

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

För att beräkna olycksfrekvens utifrån nationell statistik används följande värden:

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

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

Frekvens för järnvägsolycka

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

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

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

Exempel på orsaker till urspårning är rälsbrott, solkurva, spårlägesfel, fordsonsfel, 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. Denna studie behandlar inte växlings- och rangeringsverksamhet.

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 sammanstötningensfrekvenser 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).

Skalning av olycksfrekvenser

För riskberäkning används resonemang och värden enligt det som beskrivs i detta kapitel. Frekvensen justeras genom att multiplicera med 0,2. Detta görs för att ett skadeutfall bedöms påverka en begränsad sträcka. Undantag är för punktering av tank för giftig gas som multipliceras med 0,4 då området som kan påverkas av den händelsen är större.

Frekvens för olycksscenarier

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

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

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

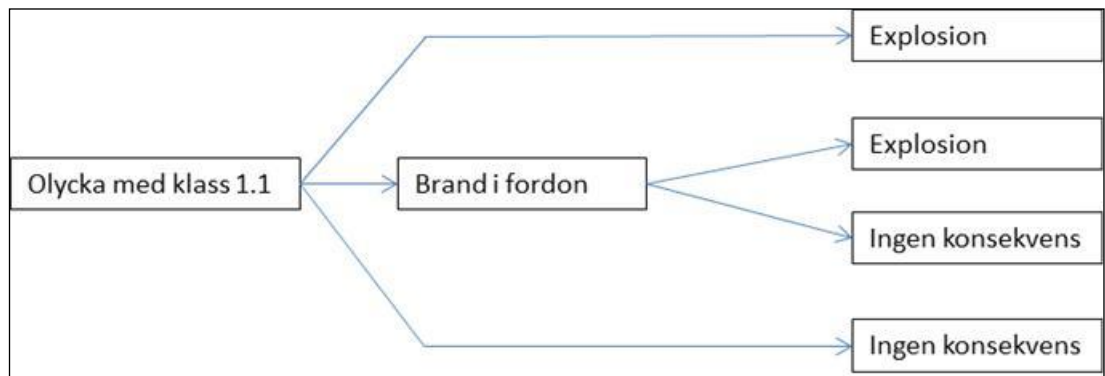
Vid beräkning av samhällsrisk reduceras konsekvensområdet i motsvarande omfattning.

A.1 Olycka med massexplösivt ämne

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

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

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



Figur A.1. Händelseförlopp vid olycka med massexplösiva ämnen.

Vägolycka

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

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

Sannolikheten för explosion kan därmed beskrivas enligt följande:

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

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

Järnvägsolycka

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

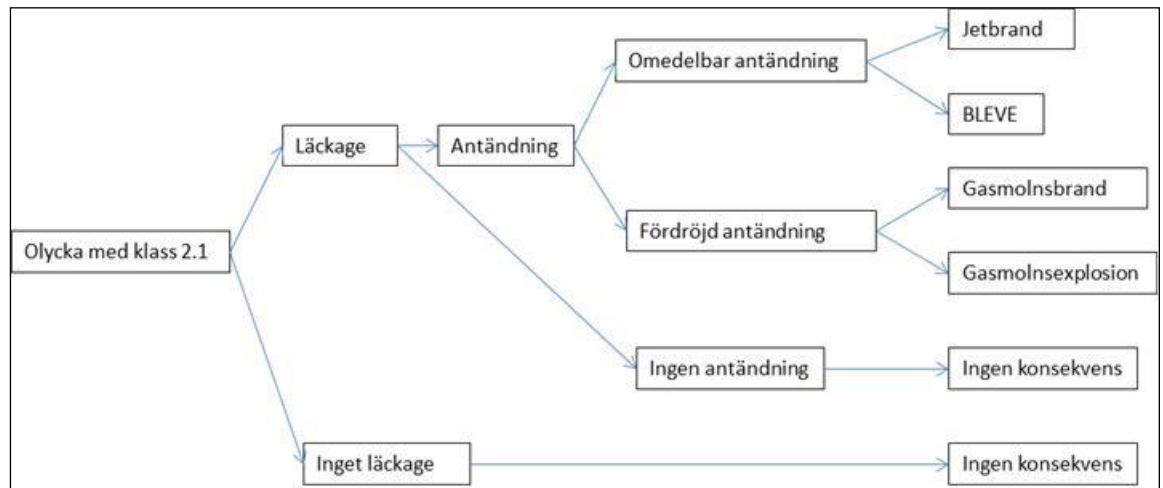
Sannolikheten för olycka med massexplösivt ämne är beräknad i Göteborgs översiktsplan för farligt gods (1999) och innefattar både, kollision, ursparning och

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:

$$4.8 \cdot 10^{-8} / 2 * N_{\text{klass1.1}}$$

A.2 Olycka med brandfarlig gas (propan)

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



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

Ett läckage av brandfarlig gas kan resultera i följande scenario:

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

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

- › Ingen antändning: 30 %
- › Jetbrand: 19 %
- › BLEVE: 1 %

- › UVCE (Unconfined Vapour Cloud Explosion eller gasmolnsexplosion): 50 %

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

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

Vägolycka

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.

Järnvägsolycka

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.

Följande frekvenser erhålls för möjliga scenarier:

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

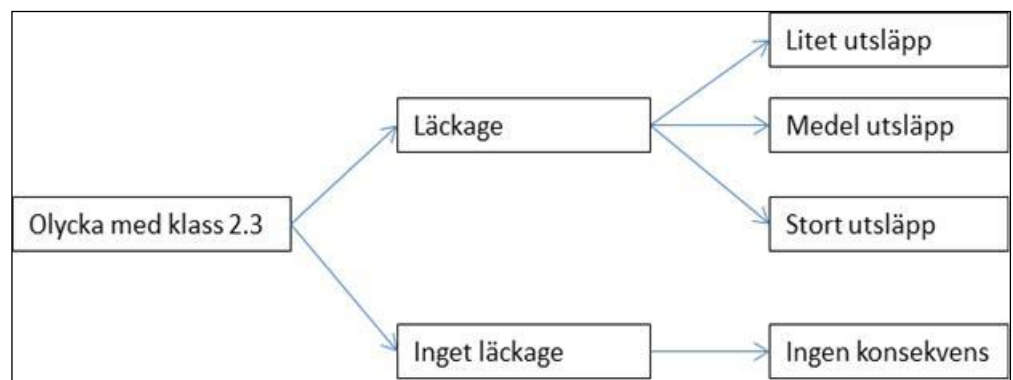
Då utfallet av en BLEVE ofta sker med en fördröjning görs här antagandet att i 50 % av fallen kommer området hinnas utrymmas innan en BLEVE inträffar.

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

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

A.3 Olycka med giftig gas

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



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

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

- > Litet utsläpp (packningsläckage)
- > Medelstort utsläpp (rörbrott)

- › Stort utsläpp (stort hål på tank/punktering av tank)

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

Vägolycka

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

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

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

Järnvägsolycka

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).

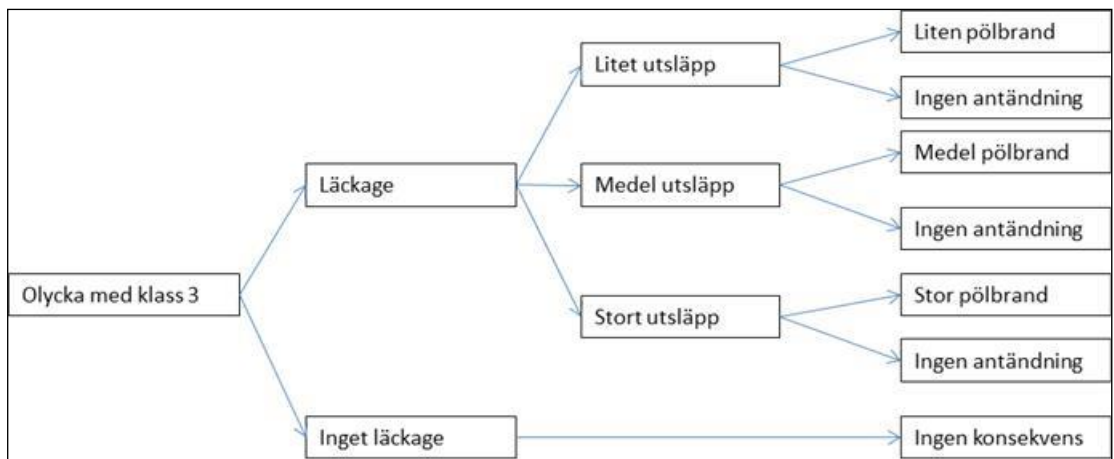
Antalet vagnar med giftig gas fås från tabell i huvudrapport och sannolikheten kan beskrivas enligt följande:

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

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

A.4 Olycka med brandfarlig vätska bensin

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



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

Ett utsläpp som inte antänds har främst en påverkan på miljön, skadliga konsekvenser för människor uppstår om vätskan antänds och bildar en pölbrand

(brinnande vätska på marken). Hur stor pölbranden blir beror på storleken på utsläppet och pölens utbredning.

Följande pölbrandsscenario kan sättas upp:

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

Antagandet görs att enbart brandfarlig vara klass 1 t.ex. bensin kan medföra personskada och utgöra risk för området. Enligt petroleuminstitutet är andelen bensin ca 40 % av totala petroleumprodukterna varför mängden klass 1 produkter antas utgöra 40 % av den totala mängden transporterad brandfarlig vara.

Vägolycka

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)

Järnvägsolycka

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

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

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

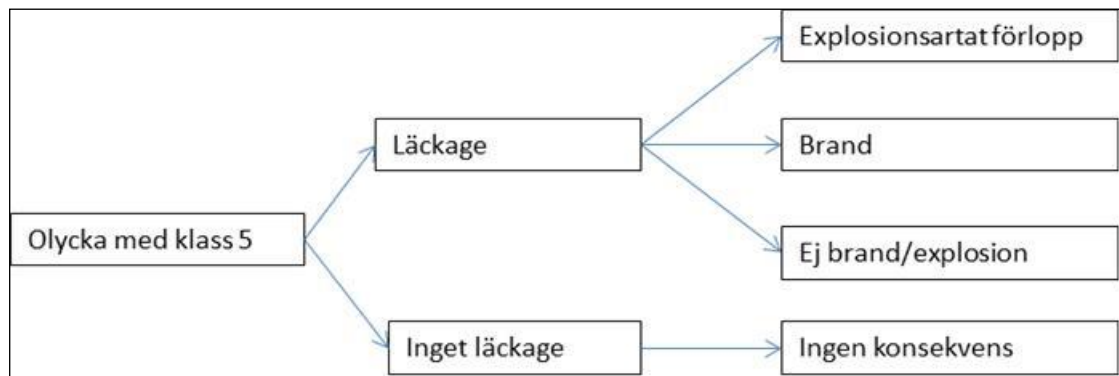
$$\text{Mellan läckage: } (6 \cdot 10^{-8} \cdot 0,17 + 6,7 \cdot 10^{-7} \cdot 0,12) \cdot 0.2 \cdot 0.05 \cdot N_{\text{klass } 3}$$

$$\text{Stort läckage: } (6 \cdot 10^{-8} \cdot 0,17 + 6,7 \cdot 10^{-7} \cdot 0,12) \cdot 0.1 \cdot 0.05 \cdot N_{\text{klass } 3}$$

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.

Vägolycka

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:

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

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

Järnvägsolycka

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:

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

A.6 Resultat av beräkningar

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

Tabell A.1. Beräknad sannolikhet för respektive olyckshändelse med farligt gods på Västra stambanan.

Händelse	Sannolikhet (per år)
Olycka med klass 1.1 – Masseexplosion (stor)	0,00E+00
Olycka med klass 2.1 – Jetbrand	2,88E-08
Olycka med klass 2.1 – Gasbrand	2,98E-07
Olycka med klass 2.1 – Gasmolnsexplosion	6,27E-07
Olycka med klass 2.1 – BLEVE	1,57E-07
Olycka med klass 2.3 – Utsläpp av giftig gas (rörbrott)	7,83E-09
Olycka med klass 2.3 – Utsläpp av giftig gas (punktering)	6,12E-08
Olycka med klass 3.1 – Brandfarlig vätska (medel utsläpp)	1,53E-06
Olycka med klass 3.1 – Brandfarlig vätska (stort utsläpp)	7,66E-07
Olycka med klass 5 – Explosion	2,26E-08

Tabell A.3. Beräknad sannolikhet för respektive Olyckshändelse med farligt gods på väg E20.

Händelse	Sannolikhet (per år)
Olycka med klass 1.1 – masseexplosion (liten)	1,31E-07
Olycka med klass 1.1 – masseexplosion (stor)	1,63E-09
Olycka med klass 2.1- Jetbrand	4,00E-07
Olycka med klass 2.1- Gasbrand	8,42E-07
Olycka med klass 2.1- Gasmolnsexplosion	2,11E-07
Olycka med klass 2.1- BLEVE	1,05E-08
Olycka med klass 2.3- utsläpp av giftig gas (rörbrott)	1,04E-08
Olycka med klass 2.3- utsläpp av giftig gas (punktering)	1,04E-08
Olycka med klass 3.1 -brandfarlig vätska (medel utsläpp)	3,86E-05
Olycka med klass 3.1 -brandfarlig vätska (stort utsläpp)	3,86E-05
Olycka med klass 5 -explosion	8,64E-08

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 godsklasser och möjliga olyckskonsekvenser för respektive klass.

ADR-/RID- Klass	Möjliga konsekvenser i händelse av olycka	Kommentarer
1 Explosiva ämnen	Övertryck som kan skada/rasera byggnader, ge upphov till splitter och skada på människor	Massexplosiva ämnen kan ge effekter på flera tiotal- upp till något hundratal meter beroende på tillgänglig mängd.
2 Brännbar gas	Jetflamma – värmestrålning Brännbart gasmoln – gasmolnsbrand 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).

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 de personer som antas befinna 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 asterisk (*) är baserad på GÖP, värde markerat med dubbla*

asterisker (**) 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	Rörbrott	1/0,95	0,9/0,5	0,5/0,1	0,01/0	0/0
Kondenserad giftig gas	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.

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.

- › Fasadkrav för ny bebyggelse (som vetter mot Västra Stambanan inom 0-50 meter från Västra Stambanan): 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 skall placeras högt upp och på motsatt sida farligt godsleder för ny bebyggelse inom 100 meter från Västra stambanan. Ventilations-åtgärder för bebyggelsen inom planområdet förväntas sänka andel omkomna inomhus med 90% gällande scenarier med giftiga gaser. (WSP, 2015b)
- › Skyddsåtgärd: Första radens byggnader (ej befintligt fjärrvärmeverk) fram till 50 meter från Västra stambanan skall utformas så att de kan motstå en gasmolnsexplosion (10 kg gasol) med sitt centrum på den del av Västra

stambanan som ligger närmast byggnaden. Detta krav syftar till att byggnaden ska motstå dimensionerande last utan att utsättas för fortskridande ras.

B.1 Konsekvenser för massexplodivt ämne (klass 1.1)

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

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

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

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

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

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

Tabell B.3. Maximala infallande tryck som byggnader av olika material klarar.

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

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

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

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

Beräkningsmetodik

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

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

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

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

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

Konsekvenser för massexplodivt ämne

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

För varje avståndsintervall ges två uppgifter på andel omkomna:

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

Vid lägre tryck än 180 kPa antas att personer som vistas utomhus kommer att överleva. Skador kan dock förkoma 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 en olycka med olika explosionstryck.

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

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

Tabell B.6. Antagen andel omkomna av personer som befinner sig utomhus respektive inomhus på olika avståndintervaller från en eventuell olycka med stora mängder transporterad vara fördelat på antal ton explosiv vara.

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

Tabell B.7. Antagen andel omkomna av personer som befinner sig utomhus respektive inomhus på olika avståndintervaller från en eventuell olycka med små mängder transporterad vara fördelat på antal kilo explosiv vara.

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

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

För jämförelse till beräkningar finns de tabeller som Göteborgs översiktsplan utgår ifrån. Tabell B.8 visar andel omkomna på olika avstånd vid olycka på väg med massexplosivt ämne för personer utomhus eller inomhus baseras på Göteborgs översiktsplan (1999).

Tabell B.8. Antagen andel omkomna vid olycka med massexplosivt ämne på väg (15 ton) på olika avstånd från vägen.

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

B.2 Konsekvenser för utsläpp av brandfarlig gas vid olycka

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

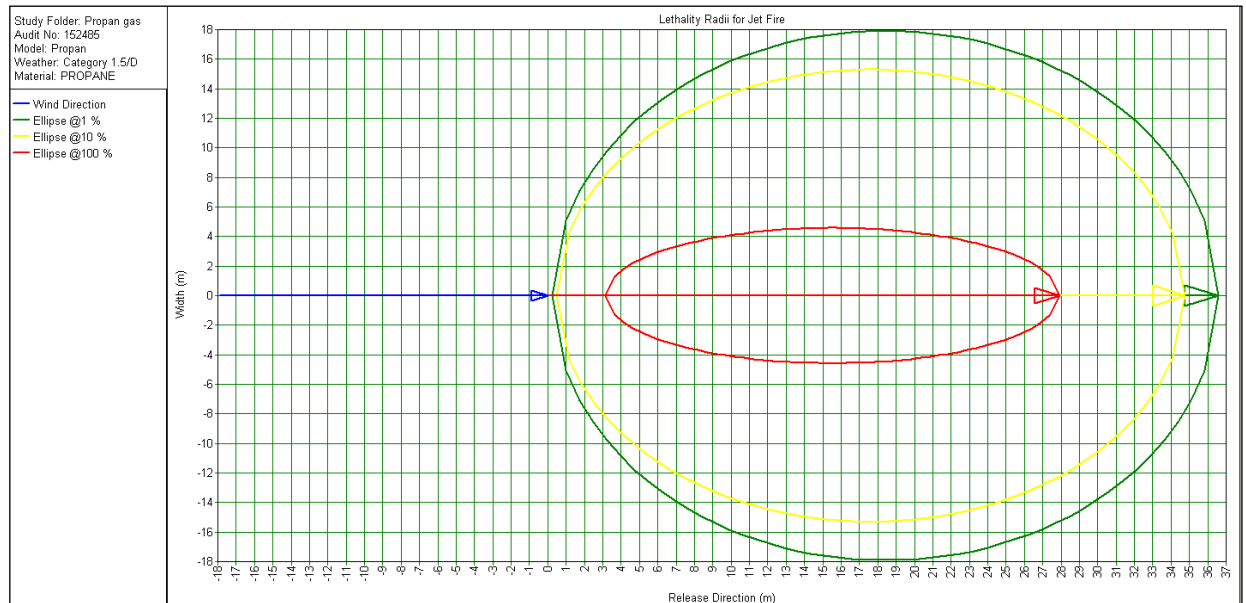
- › Omedelbar antändning som ger upphov till jetbrand.
- › Uppvärmning av tank eller tankhaveri som leder till BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion).
- › Fördröjd antändning som ger upphov till en gasmolnsbrand.
- › Fördröjd antändning som ger upphov till en gasmolnsexplosion.

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

Jetbrand

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

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



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

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

BLEVE

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

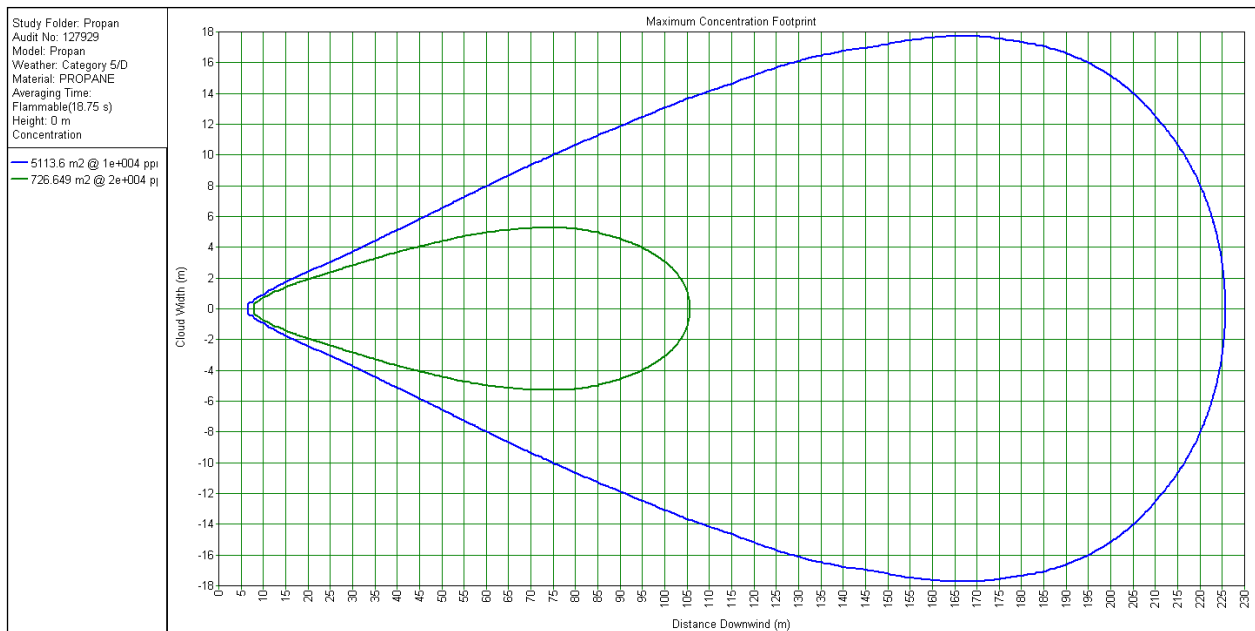
Storleken på eldklotet beror framförallt på tankens innehåll. En tank på 20 ton ger upphov till ett eldklot på 60-75 meters radie (TNO, 2005).

Personer som befinner sig inom eldklotet eller som utsätts för en strålningsnivå över 35 kW/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. Spridning av molnet påverkas av vindriktningen, en korrigering av sannolikhet görs därmed med en faktor 1/3. I figur nedan redovisas ett utsläpp av propan, 50 mm hål, utsläpp i vätskefas vid 5 m/s.



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

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

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

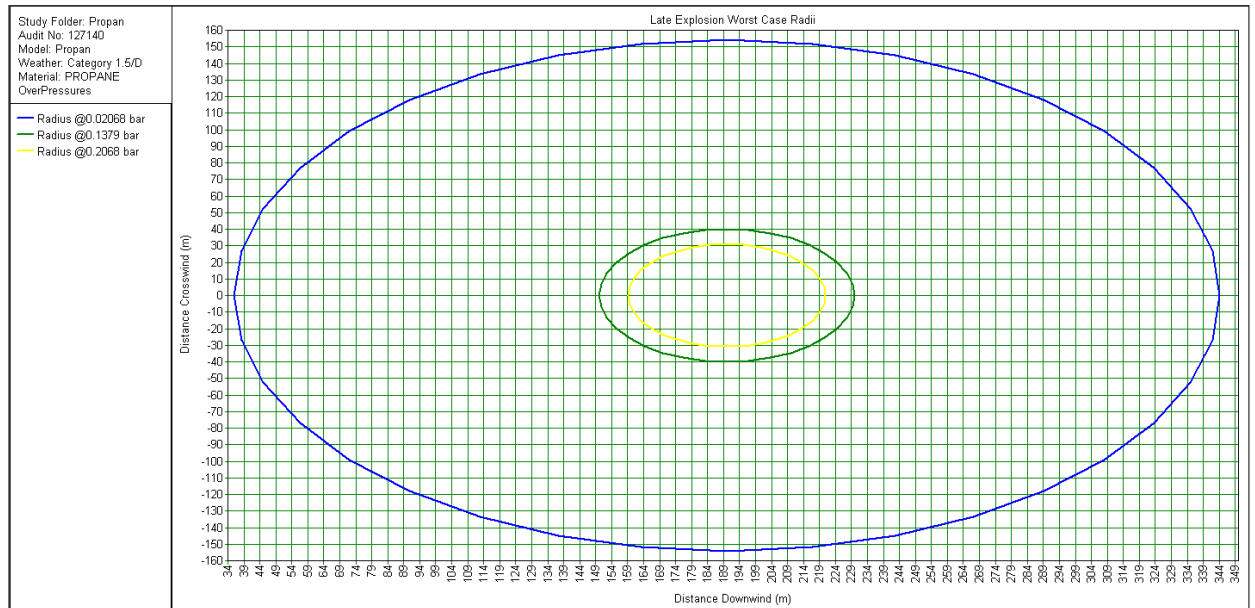
Personer som vistas inom brandmolnet antas omkomma, detta gäller även om personer som befinner sig i byggnader som helt omsluts av molnet. Personer som vistas utanför molnet kan antas överleva. Konsekvensen för personer utomhus är vid gasbrand förutom dödsfall även 1:a till 3:e gradens brännskador. Omkomna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

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. 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.

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. Explosionsövertryck 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 uttryckta i bar övertryck från explosionscentrum vid utsläpp i vätskefas eller gasfas.

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

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

B.3 Konsekvenser vid utsläpp av giftig gas

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

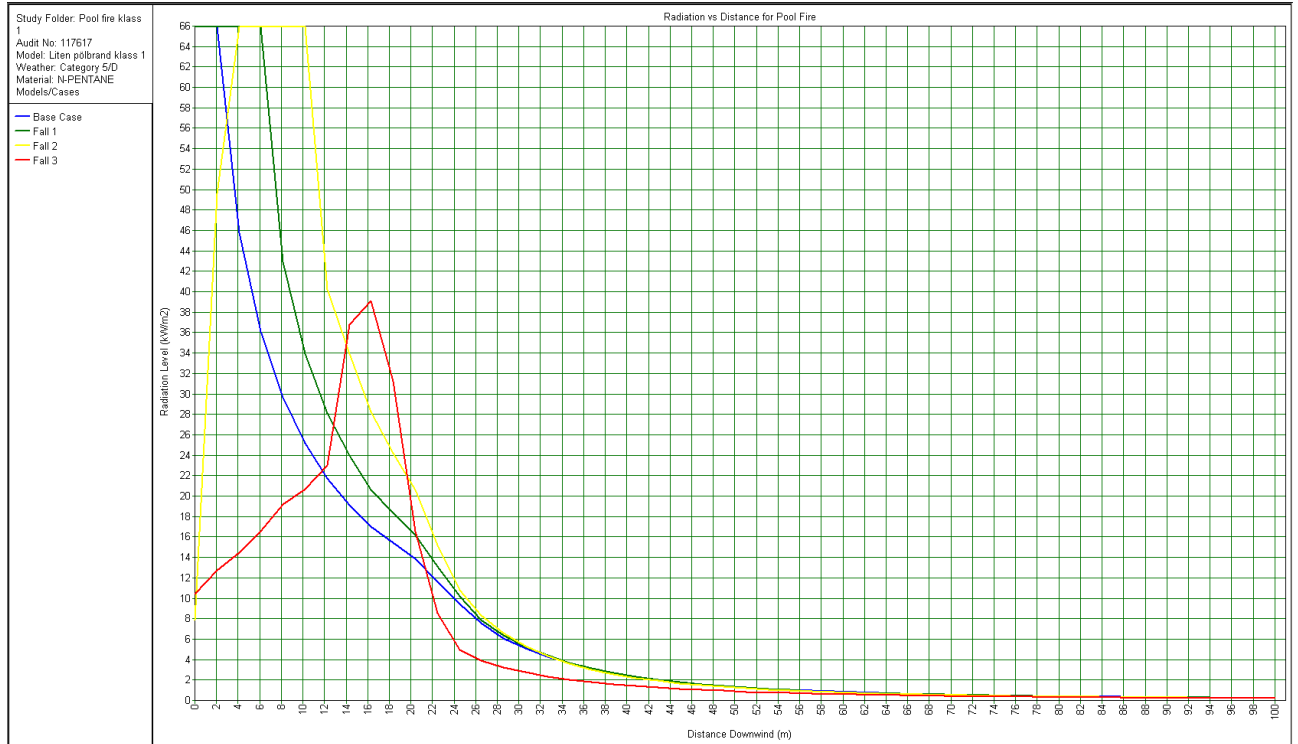
En tankbilsolycka som leder till utsläpp av brandfarlig vätska kan antändas och resultera i en pölbrand (brinnande vätska på marken). Beroende på utformning av området kring vägen kan vätskan antingen sprida sig närmre byggnader eller så kan en utspridning begränsas av exempelvis ett dike.

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

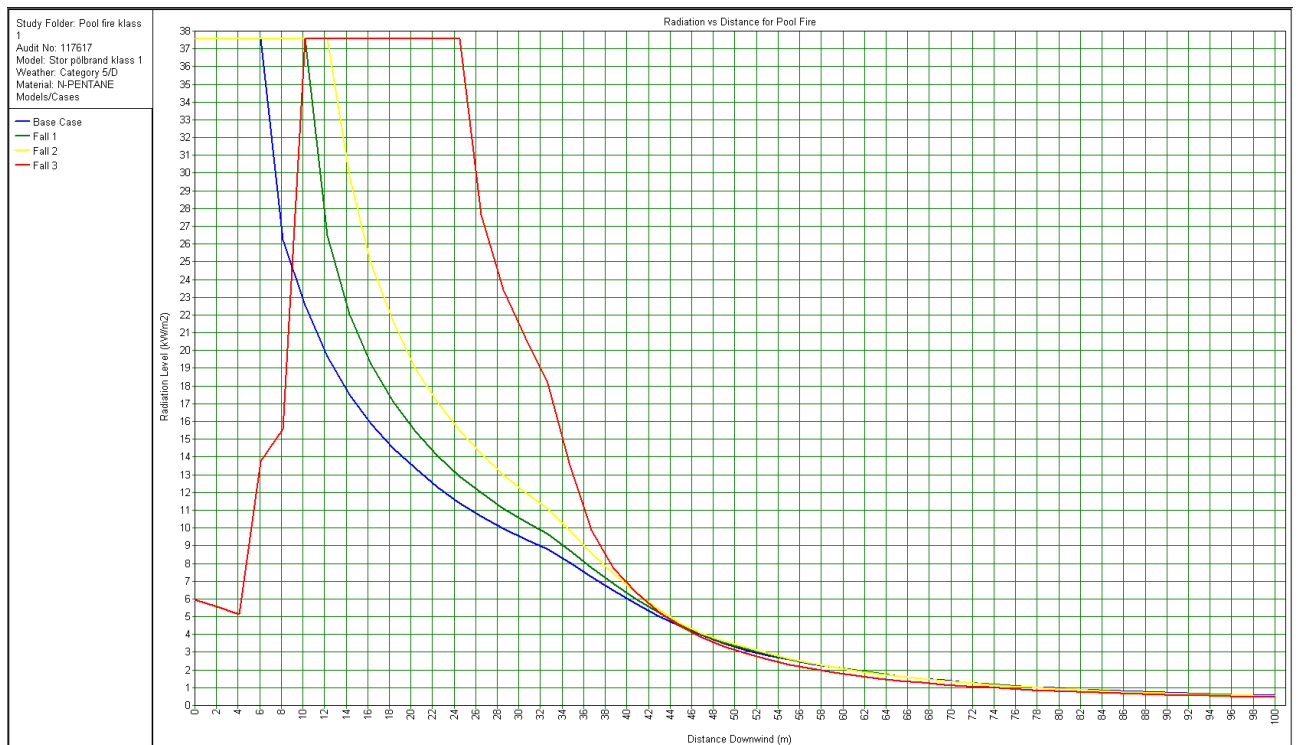
Ett utsläpp som inte antänds har främst en påverkan på miljön, skadliga konsekvenser för människor uppstår om vätskan antänds och bildar en pölbrand (brinnande vätska på marken). Hur stor pölbranden blir beror på storleken på utsläppet och pölens utbredning. Följande scenario har definierats:

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

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



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



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

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

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

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 för människor vid olika strålningsnivåer.

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

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

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

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

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

Tabell B.15. Gränsvärden för byggnader vid olika strålningsnivåer.

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

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

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

B.5 Konsekvenser vid utsläpp av oxiderande ämne

Till klass 5 hör oxiderande ämnen (klass 5.1) och organiska peroxider (klass 5.2) som vid upphettning, kontakt med organiska ämnen (t.ex. 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.

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 avståndintervaller från en eventuell olycka med klass 5.1 produkter som resulterar i explosion motsvarande 200 kg. För bakgrund till bedömning hänvisas till kapitel om massexplosiva ämnen.

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

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

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

Bilaga C - Indata för beräkningar

I följande kapitel sammanställs indata gällande farligt gods.

C.1 Indata farligt gods – Väg E20

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

Genomsnittlig last

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

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

Detta ger en medellast av ca 16 ton.

Andel farligt godstrafik av tung trafik

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

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

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

Bilaga D - Känslighetsanalys

D.1. Analys

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

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

Exempel på områden som kan påverka resultatet är:

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

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

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

Farligt gods:

Mängder/ämnen som transporteras kan variera. I beräkningar antas att transporter ökar med 20 % för att representera ett framtidsscenario (år 2030). Det finns inga prognoser som bekräftar en ökning av godstransporterna varför ytterligare känslighetsanalys inte genomförts.

En detaljerad riskbedömning för fördjupad översiktsplan har tidigare tagits fram (koncepthandling) där trafikprognoser redovisats för väg-/tåg-trafik. För att beräkna antalet farligt godstransporter från dessa uppgifter behöver ett antal antaganden göras vilket innebär osäkerheter. Istället för att utgå ifrån dessa uppgifter har COWI istället kontaktat Trafikverket och erhållit uppgifter gällande transporterat farligt gods på studerade järnvägssträckor. Dessa uppgifter har sedan räknats upp enligt ovan. Gällande transporter av farligt gods på väg har COWI utgått ifrån tidigare riskutredningar för närliggande områden (COWI, 2011; ÅF, 2012, ÅF, 2013 COWI, 2013, COWI, 2014).

Olycksfrekvens:

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

Beräkningar för vägtransporter bygger på att enbart brandfarlig vara klass 1, t.ex. bensin, kan medföra personskador och utgöra en risk för området. Enligt petroleuminstitutet är andel bensin 40 % av den totala andelen petroleumprodukter. Av den totala mängden transportad brandfarlig vätska antas därmed klass 1 utgöra 40 %. För vägtransporter kan detta antagande diskuteras eftersom en och samma transport kan innehålla olika produkter. För det aktuella fallet där avståndet till väg E20 är mer än 50 meter även för befintlig bebyggelse har detta antagande dock inte en betydande påverkan på resultatet.

För järnvägstransporter har beräkningarna utgått från information från Trafikverket gällande brandfarlig vätska (Trafikverket, 2015).

Konsekvenser:

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

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

Metod för beräkning av risk:

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

Indelning i analysområde

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

Antagen placering av ”olyckscentrum”

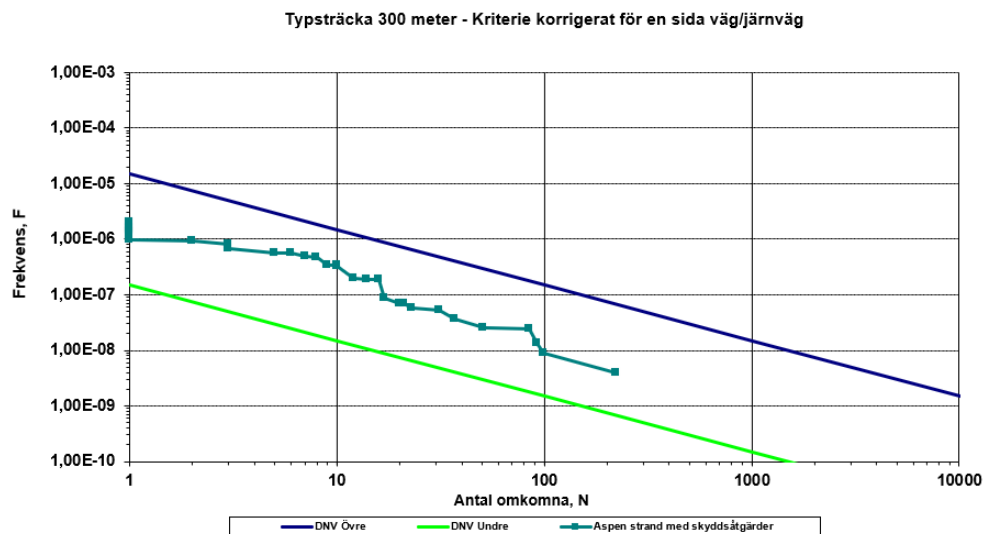
Vid beräkning av samhälls- och individrisk har olyckan antagits inträffa på den ur risksynpunkt värsta punkten, d.v.s. mitt framför det studerade området.

Scenarieutveckling

Förutom inledande olycksfrekvenser 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.

Känslighetsanalys avseende skydd mot explosioner:

En känslighetsanalys avseende effekten av skydd mot gasmolnsexplosioner (10 kg gasol) med sitt centrum vid närmsta spårräl på Västra stambanan för de byggnader som ligger inom 30-50 meter från Västra stambanan har utförts. Denna skyddsåtgärd syftar till att byggnaden ska motstå dimensionerande last utan att utsättas för fortskridande ras. Beräknad risknivå i figur D.1 skall jämföras med figur 15.



Figur D.1. Samhällsrisk med skyddsåtgärder (ventilation placerad högt och vänd från farligt godsleder samt fasad i obrännbart material) på enbart ny bebyggelse för det

studerade området (punktad linje) i förhållande till föreslagna riskkriterier enligt DNV (grön och mörkblå linje). Kriterierna är justerade för att gälla 300 meter.

Samhällsrisker reduceras något i den vänstra delen av FN-kurvan. Det innebär alltså att effekterna av olyckor där ett fåtal individer sannolikt omkommer (<10 individer) reduceras något.

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 samhällsrisker samt att det skulle medföra stora begränsningar för parkeringshusets utformning.

Bilaga E – Antaganden som gjorts vid uppskattning av personintensitet

Generella antaganden

- › Dag ansätts till 11 h.
Kommentar: Antagandet bedöms som ett rimlig antagande för denna riskbedömning.
- › Natt ansätts till 13 h.
Kommentar: Antagandet bedöms som ett rimlig antagande för denna riskbedömning.

Parkeringshus

- › Totalt antal parkeringsplatser 560 st.
- › Antal personer per bil: 2
Kommentar: Antagandet bedöms som ett rimlig antagande för denna riskbedömning.
- › Antal bilar per p-plats i parkeringshus under dag: 2
Kommentar: Antagandet bedöms som ett rimlig antagande för denna riskbedömning.
- › Antal bilar per p-plats under natten, handel: 2
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för den här riskbedömningen.
- › Tid som spenderas på parkeringen: 10 minuter/person
Kommentar: Antagandet innebär att varje person som parkerar befinner sig totalt 10 minuter på parkeringen (5 minuter när de anländer och 5 minuter när de lämnar). Antagandet bedöms som rimligt i den här riskbedömningen.
- › Beläggingsgrad dag: 100 %
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för den här riskbedömningen.

Bostäder

- › Total BTA bostäder: 44740 m²
- › Antal personer per BTA: 0,04
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning. Samma antagande återfinns i Länsstyrelsen i Hallands län (2011). Enligt SCB (2018) bor det i genomsnitt 2,2 personer/hushåll i Sverige, detta skulle då enligt antagandet ovan motsvara en genomsnittlig storlek per bostad á 55 m² vilket bedöms rimligt för denna detaljplan.
- › Andel personer hemma dag: 0,2
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.

- › Andel personer ute dag (av de som är hemma): 0,2
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för den här riskbedömningen.
- › Andel personer inne dag (av de som är hemma): 0,8
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.
- › Andel personer hemma natt: 0,95
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.
- › Andel personer ute natt (av de som är hemma): 0,01
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.
- › Andel personer inne natt (av de som är hemma): 0,99
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.

Handel/Verksamheter

- › Total BTA handel/verksamheter: 7000 m²
- › Antal personer per BTA: 0,04
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning. Antagandet är gjort specifikt för denna riskbedömning med utgångspunkt i 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): 0,05
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.
- › Andel personer inne dagtid (av de som handlar): 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 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.

Befintligt fjärrvärmeverk

- › Fjärrvärmeverket är normalt obemannat men tillsyn sker dagligen. Vid tillsyn är som mest 2 personer närvarande.

- › Antalet personer som vistas i fjärrvärmeverket antas vara 2 personer under dagtid. Kvälls-/nattetid antas inga personer vistas vid fjärrvärmeverket

Bilaga F – Möjliga säkerhetshöjande åtgärder

COWIs genomgång av möjliga säkerhetshöjande åtgärder utgår framförallt ifrån den skrift som Räddningsverket (idag MSB) gavs ut år 2006, *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner – Vägledningsrapport 2006*. Notera att de åtgärder som rekommenderas i den här riskutredningen presenteras i kapitel 11.

F.1 Dike

Åtgärden innebär att ett dike anordnas för att samla upp utsläpp eller dagvatten. Diket anordnas vanligen i anslutning till vägar och järnvägar, men kan även finnas i åkermark och runt industrier. Genom att diket samlar upp utsläppta vätskor har åtgärden effekt även mot pölbränder.

Säkerhetspåverkan

- › Åtgärden reducerar även konsekvensen av ett vätskeutsläpp som kan ge en pölbrand, då pölens utbredning koncentreras till diket.
- › Åtgärden är till viss del oberoende av insats från räddningstjänsten. Vid stora utsläpp kan räddningstjänstens insats i form av pumpning av vätska dock vara nödvändig
- › Åtgärden har hög tillförlitlighet och ett mycket lågt behov av kontroll och nyinvesteringar. Åtgärden kan kräva underhåll i form av rensning av diken, då de lätt växer igen.

Andra aspekter

- › Åtgärden kan innebära en merkostnad.
- › Åtgärden innebär små begränsningar vid utformning av detaljplaneområdet. Osäkerheten ligger i omfattningen av exempelvis den utflytande volymen.

Kommentarer

- › Generellt lämplig som säkerhetsåtgärd för att minska utbredning av vätskeutsläpp och reducera storleken på de pölbränder som kan uppkomma.
- › Generellt lämplig att reglera med detaljplan främst inom allmän plats.

F.2 Vall

Åtgärden innebär att jordmassor placeras så att en vall bildas som en fysisk barriär mellan ett risk- och skyddsobjekt.

Säkerhetspåverkan

- › Vall innebär en fysisk barriär som kan förhindra fordon, bränder eller vatten att passera. Vallen leder till ”mjukare” kollision, och förhindrar påkörning av byggnad/personer vid en eventuell avåkning. Detta gäller både väg och järnväg. Vallen tjänar även som en avgränsning vid eventuella utsläpp av vätskor och därmed begränsas både storlek och bildandet av pölar. Detta innebär begränsade bränder. I händelse av olycka nära marken med utsläpp som sprids i luften kan i vissa fall koncentrationerna förväntas minska till cirka hälften på andra sidan vallen.
- › Åtgärden kan minska konsekvenser vid fordonsolyckor.
- › Utsläpp till följd av avåkning blir relativt enkla att ta hand om, brand-spridning från eventuella pölbränder kan sannolikt förhindras.
- › Åtgärden kan skydda mot tryckvåg vid explosion.
- › Åtgärden kräver ingen skötsel för att den säkerhetshöjande effekten ska bestå.
- › Kan ge räddningstjänsten problem med tillgängligheten till t.ex. spårområde.
- › Hög tillförlitlighet. Väl genomförd är det sannolikt att åtgärden finns kvar och fungerar över en längre tidsperiod.

Andra aspekter

- › Priset för en vall kan vara ca 5 000-20 000 kr/löpmeter beroende på tillgänglighet av massor.
- › Yta måste avsättas till vallen. Vallen påverkar landskapsbilden.
- › Åtgärden har även andra effekter, t.ex. bullerdämpande och insynsskyddande.
- › Åtgärden kan kombineras med plantering för att förhindra att den används på olämpligt sätt som t.ex. pulkabacke.
- › Ansvar: få inblandade aktörer.

Kommentarer

- › Åtgärden är generellt sett lämplig som säkerhetsåtgärd eftersom vallens utformning är enkel att beskriva. Vallens höjd och utbredning bör anges för att säkerställa effekterna.
- › Generellt sett lämplig att reglera med detaljplan främst inom allmän plats.
- › Om åtgärden införs längs väg eller järnväg bör det beaktas vem som får ansvar för uppförande och underhåll.
- › Åtgärden innebär i praktiken alltid ett skyddsavstånd.

F.3 Mur/plank

Åtgärden innebär att en tät konstruktion uppförs som barriär mellan risk- och skyddsobjekt. Nedan beskrivs åtgärden med utgångspunkt från en mur/ett plank, cirka två meter hög. Åtgärden kan minska sannolikheten för fordonsolyckor. Den kan lindra konsekvenserna vid översvämning (försvarar utbredning av vätskor) och explosioner (absorberar splitter på låg höjd). Minskar exponeringen för strålning från bränder och utsläpp i luften.

Säkerhetspåverkan

- › I huvudsak passiv och tillförlitlig åtgärd.
- › Åtgärden kan vara lämplig som skydd vid t.ex. förhöjd risk för pölbrand.
- › Mur/plank ska utformas så att den inte lockar till klättring, balansgång eller annan lek för barn.
- › Kan behöva stöttnings- och förstärkt grundläggning för att fungera vid översvämning/hindra vätska att ta sig förbi barriären.
- › Kan reducera exponeringen till följd av olycka t.ex. tryckvåg.

Andra aspekter

- › Mur kan kosta mellan ca 1 000 och 3 000 kr per m². En två meter hög mur kostar då ca 2 000-6 000 kr/löpmeter. Bullerplank kan kosta mellan ca 1 000 och 3 000 kr per löpmeter (cirka två meter högt).
- › Vid placering på allmän plats utgör muren en begränsning av framkomligheten för allmänheten.
- › Bullerdämpande och kan hindra sikt beroende på utformning.
- › Få inblandade aktörer.

Kommentarer

- › Generellt lämplig som säkerhetsåtgärd.
- › Generellt lämplig att reglera med detaljplan dels då plankets/murens utformning och utbredning är enkel att beskriva.

F.4 Skyddsavstånd

Åtgärden innebär att skyddsobjekt inte får placeras inom ett visst avstånd från en riskkälla. En separering av riskkälla och skyddsobjekt erhålls. Detta innebär att sannolikheten för att en olycka ska leda till skada i händelse av brand, explosion eller utsläpp av giftiga ämnen reduceras. Inom ett skyddsavstånd kan mindre störningskänsliga verksamheter finnas. Se avsnitt F.5 *Disposition av planområde* i denna bilaga.

Säkerhetspåverkan

- › Passiv åtgärd, fungerar oberoende av andra åtgärder.
- › Underlättar räddningstjänstens insats; är tydlig, skapar plats för räddningsarbete.
- › Hög tillförlitlighet. Viss sannolikhet finns att marken börjar användas till något den inte var avsedd för, men inte varaktigt eller omfattande som t.ex. bebyggelse.
- › Åtgärder reducerar konsekvensen kraftigt vid korta skyddsavstånd, men effekten avtar med avståndet.

Andra aspekter

- › Markpriset i exploateringsområden varierar mellan några hundra till tusentals kr/m². Vid förtätningar i redan exploaterade områden kan markpriset vara högt.
- › Begränsar användning av markområden vilket kan skapa ”döda ytor” som i stor skala leder till en utglesning av samhällen.
- › Åtgärden leder också till reduktion av t.ex. buller och luftföroreningar.

F.5 Disposition av planområde

Åtgärden innebär att bestämma hur marken som omfattas av detaljplanen får användas och bebyggas. Dispositionen berör användning av mark och byggnader, placering av byggnader, planteringar, grönområden, gång- och cykelvägar, parkeringar, etc. Åtgärden är egentligen ingen ”egen” säkerhetsåtgärd utan en kombination av enskilda åtgärder som t.ex. användning av mark och skyddsavstånd. Åtgärden kan även innebära att mindre störningskänslig

verksamhet placeras som en skärm framför ett skyddsobjekt, exempelvis kontorshus framför bostäder. Åtgärden karakteriseras av att genom god planering och ett väl disponerat område uppnås skyddseffekter utan att det medför några direkta kostnader eller begränsningar. Åtgärden kan skydda mot flertalet olyckor såsom explosion, brand, utsläpp till luft och trafikolyckor.

Säkerhetspåverkan

- › Effektiviteten av åtgärden är relaterad till vilka enskilda delåtgärder som disponeringen av planområdet innebär.
- › Byggnadernas användning och begränsning av byggnadsarean medverkar indirekt till hur många människor som kommer att vistas i området och påverkar därmed den maximala konsekvensen av en olycka.

Andra aspekter

- › Under förutsättning att planeringsfriheten är stor är kostnaden för åtgärderna låg.
- › Begränsar handlingsfriheten vid utformning av planområdet, exempelvis genom att en mindre del av området tillåts bebyggas, vilket i sin tur kan påverka hur lönsamt projektet blir för exploatören (exempelvis hur många bostäder som kan byggas och därefter säljas/hyras ut).
- › Åtgärden kan generellt användas när stor planeringsfrihet råder inom detaljplaneområdet.

Kommentarer

- › Generellt lämplig som säkerhetsåtgärd eftersom den innebär god planering och medför ett naturligt skydd mot flera olyckor.
- › Åtgärden är lämplig att reglera med detaljplan, då precisering av användning av mark och byggnader, utformning och placering av byggnader och utformning av allmän plats och tomter är vanliga bestämmelser.

F.6 Disposition av byggnad

Åtgärden innebär hur lokaler inom en byggnad disponeras för att uppnå ett skydd mot olyckor. Det handlar t.ex. om placering av samlingslokaler och utrymningsvägar. Även balkonger räknas hit, trots att de ofta ligger utanför själva byggnaden. Disposition inom byggnad skyddar genom att styra hur många personer som exponeras och/eller möjliggöra säker utrymning efter en olycka.

Säkerhetspåverkan

- › Rätt använd, frigör åtgärden resurser för räddningstjänsten då skadefallet minskar och utrymning görs möjlig.
- › Åtgärden har hög tillförlitlighet, men kan "glömmas" bort vid ändring av byggnad. Inget behov av underhåll.
- › Åtgärden reducerar konsekvensen av olika typer av bränder då exempelvis utrymning möjliggörs till säker sida.
- › Skadefallet vid explosioner minskar om samlingslokaler inte placeras intill exponerad fasad.

Andra aspekter

- › Åtgärden innebär ofta ingen direkt kostnad.
- › Stor begränsning av en byggnads användning om lokalerna inte kan disponeras fritt.
- › Minskar möjlighet till optimalt/flexibelt utnyttjande av lokaler.

Kommentarer

- › Generellt lämplig som säkerhetsåtgärd i de fall det handlar om möjlighet till säker utrymning.
- › Generellt lämplig att reglera med detaljplan.

F.7 Placering av friskluftsintag

Åtgärden innebär att friskluftsintag placeras på oexponerad sida, vanligtvis bort från riskkällan och högt upp. Syftet med åtgärden är att, vid utsläpp, minska den mängd gas som kommer in i byggnaden via ventilationssystemet.

Säkerhetspåverkan

- › Åtgärden minskar konsekvensen av utsläpp av brandgaser och andra giftiga gaser genom att gasens inträngning i byggnaden minskar.
- › Åtgärden minskar sannolikheten för explosion i en byggnad vid utsläpp av brandfarlig gas utomhus.
- › Det kan bildas högre gaskoncentrationer i lä för vinden på den ej exponerade sidan.
- › Effekten minskar om det finns öppningar, såsom fönster och dörrar, på den exponerade fasaden.

- › Underhållsbehovet är lågt och åtgärden förväntas fungera väl över tiden.

Andra aspekter

- › Kostnaden är generellt sett låg under förutsättning att ventilationssystemets utformning inte begränsas i övrigt.
- › Möjlighet ur ventilationssynpunkt till optimal placering av ventilationskanaler och fläktrum kan minska.
- › Kan även ge skydd mot kontinuerlig exponering av luftföroreningar orsakade av fordon om byggnaden är placerad i omedelbar närhet av väg.
- › Många inblandade aktörer, i olika skeden.
- › Fläktar på ”oexponerad sida” kan komma i konflikt med ”tyst sida” avseendebuller.

F.8 Förstärkning av stomme/fasad

Åtgärden innebär att byggnad, eller del av byggnad, utförs med fasad och stomme som ska kunna motstå tryckökningar motsvarande exempelvis viss explosion. Utförandet ska ge skydd mot fortskridande ras och stå emot påkörning (fordon mot byggnad).

Säkerhetspåverkan

- › Åtgärden är konsekvensreducerande. Vid tryck mindre än designtrycket är sannolikheten för fortskridande ras av byggnaden liten.
- › Åtgärden har genomsnittlig tillförlitlighet.
- › Mycket låga krav på kontroll.
- › Effektiviteten bedöms som genomsnittlig. Den kommer att minska sannolikheten för större byggnadsras med riktigt stora konsekvenser och risk till ytterligare olyckor.
- › Åtgärden är oberoende av insats från räddningstjänsten.

Andra aspekter

- › Tyngre konstruktion av stomme och fasad.
- › Dyrare utförande.
- › Skador kan trots åtgärden uppkomma på människor till följd av tryckstegring och splitter.

Kommentarer

- › Kan vara lämplig som säkerhetsåtgärd beroende på dimensionering av fasaden.
- › Generellt lämplig att reglera med detaljplan i de fall förutsättningarna är väl kända.

F.9 Begränsning av fönsterarea

Åtgärden innebär att fönsterarean (inklusive så kallad öppningskomplettering, t.ex. dörr, port, glasparti) i en fasad begränsas, t.ex. till 15 procent av fasadarean. Även fasad helt utan fönster/öppningar ingår.

Säkerhetspåverkan

- › Med färre öppningar minskas den svagaste konstruktionsdelen i fasad. Åtgärden är konsekvensreducerande.
- › Vid explosioner minskas exponeringen för såväl splitter som tryckvåg och föremål. Åtgärden är därför verksam såväl utanför som inuti byggnaden.
- › Vid utsläpp som sprids i luften förväntas det diffusa inläckaget i byggnader minska.
- › Effektiviteten bedöms som mycket låg. Mindre antal eller storlek på fönster utesluter inte öppna fönster som kan medföra att föroreningar tränger in, och skyddet mot explosioner innebär enbart en minskad sannolikhet för direkt påverkan av splitter eller föremål i eller utanför byggnaden.
- › Tillförlitligheten bedöms som hög. Åtgärden är oberoende av räddningstjänsten.

Andra aspekter

- › Begränsning av fönsterarea på en fasad kan innebära fler fönster på en annan fasad.
- › Åtgärden innebär begränsningar som kan ge sämre planlösningar då del av byggnad inte har dagsljus eller ett begränsat dagsljus och därmed sämre inomhusmiljö. Exempelvis kan det vara svårt att skapa genomgående lägenheter.
- › Tät fasad reducerar buller bättre än fasad med fönster.

Kommentarer

- › Kan vara tveksam som säkerhetsåtgärd, beroende på att effektiviteten bedöms som mycket låg.

- › Åtgärden kan komma i konflikt med önskemål om byggnadens yttre gestaltning.
- › Åtgärden bör införas som en funktionsbaserad bestämmelse eftersom fasad, fönster och ventilation ska fungera ihop.

F.10 Ej öppningsbara fönster

Åtgärden innebär att fasad förses med icke öppningsbara fönster, dvs. att fönster utformas som fasta partier.

Säkerhetspåverkan

- › Åtgärden är verksam mot föroreningar som sprids i luft. Inläckaget i byggnaden förväntas minska, vilket medför lägre exponering och minskade konsekvenser.
- › Effektiviteten bedöms som låg i jämförelsen med öppningsbara fönster. Det är inte realistiskt att göra alla fönster i en byggnad icke öppningsbara, utan bara för en fasad eller två. Effektiviteten beror på skillnaden i inläckage i byggnad beroende på vindhastighet, vindriktning och, framför allt, hur byggnaden påverkar strömningen och eventuellt skapar turbulens.
- › Åtgärden har ganska hög tillförlitlighet. Viss sannolikhet finns att skyddet försämras om åtgärden ”glöms bort”, t.ex. vid renoveringar (byte av fönsterpartier, fasadåtgärder etc.).

Andra aspekter

- › Inga kostnader beräknas tillkomma för projektering eller utförande avseende själva fönsterkostnaden.
- › Åtgärden medför stora begränsningar vad det gäller fönsterputsning framförallt i bostäder, men även i exempelvis kontor.
- › Om fönsterputsning ska vara möjlig måste fönster som öppnas med nyckel/verktyg jämföras med icke öppningsbara fönster för att kunna användas i bostäder. Åtgärdens tillförlitlighet blir då mycket lägre.
- › Åtgärden ses som begränsande utifrån perspektivet att personer gärna vill kunna öppna fönster för vädring och för att kunna kalla på hjälp i en nödsituation.
- › Åtgärden minskar exponeringsrisker mellan t.ex. kontor/bostäder och brandfarliga eller explosiva varor.

Kommentarer

- › Eventuellt lämplig som säkerhetsåtgärd, beroende på att effektiviteten bedöms som mycket låg. Ansvarsfrågan är otydlig och begränsningen är relativt stor.
- › Åtgärden bör införas som en funktionsbaserad bestämmelse eftersom fasad, fönster och ventilation ska fungera ihop.

F.11 Brandskyddad fasad

Åtgärden innebär att fasad, inklusive fönster, utförs i brandteknisk klass exempelvis EI 30 samt att krav ställs på byggnadens svårantändlighet. EI 30 innebär att fasaden är utformad på sådant sätt att brandspridning inte ska ske genom väggen inom 30 minuter om det inte brinner mycket intensivt på utsidan av väggen. EI 30 är dock ingen garanti för att fasaden inte antänds och att brandspridning därmed sker till exempelvis vinden. Av denna orsak kan krav på lägst brandteknisk klass i vissa fall behöva kompletteras med krav på svårantändlighet om andra material i fasadbeklädnader än murverk eller betong godtas. En fasad i obrännbart material, utan ventilationsöppningar, varken i fasad eller takfot, försedd med EI 30 klassade fönster, som inte kan öppnas utan särskilda verktyg, uppfyller normalt de krav som behöver ställas vad gäller brandskydd och brandmotstånd hos en fasad.

Säkerhetspåverkan

- › Passiv åtgärd, fungerar oberoende av räddningstjänstens eller annans åtgärder.
- › Hög tillförlitlighet. Viss sannolikhet finns att skyddet försämras om åtgärden ”glöms bort”, t.ex. vid reoveringar (byte av fönsterpartier, fasadåtgärder, ventilationsförändringar etc.).
- › Åtgärden minskar risken för, eller fördröjer, brandspridning till och vidare in i en byggnad vid brand utanför.
- › Åtgärden reducerar inträngning av giftiga gaser, brandrök, damm och aerosoler eftersom brandklassade fönster endast tillåts vara öppningsbara med nyckel eller specialverktyg. Exponering kan dock ske genom andra fönster eller via ventilationssystemet.

Andra aspekter

- › Kostnaden för brandklassade fönster är ca 5 000 kr/m².
- › Vissa begränsningar av utformningen av en byggnad.
- › Fönsterputsning försvåras (fördyras).

- › I bostäder eller kontor bör vid denna typ av lösning beaktas att de klassade fönstren inte betraktas som utrymningsvägar. Utrymning måste i stället ske via fönster åt annat håll eller via särskilda trapphus.

Kommentarer

- › Generellt lämplig att reglera med detaljplan. Åtgärden bör införas som en funktionsbaserad bestämmelse eftersom fasad, fönster och ventilation ska fungera ihop.