

SEPTEMBER 2016
JM

JONSEREDS FABRIKER, SAMLAD RISKUTREDNING

RISKUTREDNING AVSEENDE FARLIGT GODS PÅ JÄRNVÄG SAMT SÄKERHET VID VATTEN



COWI

SEPTEMBER 2016
JM

ADRESS COWI AB
Skärgårdsgatan 1
Box 12076
402 41 Göteborg

TEL 010 850 10 00

FAX 010 850 10 10

WWW cowi.se

JONSEREDS FABRIKER, SAMLAD RISKUTREDNING

RISKUTREDNING AVSEENDE FARLIGT GODS PÅ JÄRNVÄG SAMT SÄKERHET VID
VATTEN

PROJEKTNR.

A084658

DOKUMENTNR.

1.0

VERSION

2

1

UTGIVNINGSDATUM

2016-09-02

2016-05-18

BESKRIVNING

Uppdaterad med ny exploatering

Riskutredning

UTARBETAD

Veronica Lindblom

Veronica Lindblom

GRANSKAD

Christoffer Käck

Christoffer Käck

GODKÄND

Gert Swenson

Gert Swenson

Sammanfattning

I samband med framtagande av detaljplan för Jonseredes Fabriker som framförallt innebär att skapa nya byggrätter för bostäder skall hänsyn tas till transporter av farligt gods på Västra stambanan. JM AB har, i samråd med Hantverkslokaler, givit COWI AB i uppdrag att utföra en riskanalys avseende dessa transporter. COWI AB har även fått i uppdrag att utföra en riskanalys för Boende vid vatten med ett barnperspektiv.

Riskanalys olycksrisker avseende farligt gods på järnväg

Syftet med riskanalysen är undersöka om olycksriskerna avseende farligt gods är acceptabla med den utformning och det användningsområde som föreslås. Genom en riskanalys kan möjliga olyckor identifieras och bedömas och eventuella skydd som minskar risknivån kan därmed rekommenderas.

De transporter som förväntas förekomma på järnvägen och som bedöms kunna påverka riskbilden är explosiva ämnen, brandfarliga, giftiga eller kemiskt instabila gaser och brandfarliga vätskor samt oxiderande ämnen.

Detaljplanen består av ett antal delområden som alla har olika förutsättningar avseende exempelvis placering och exploateringsgrad. Förutom bostäder planeras här även för en förskola, parkeringsplatser, samt lokal för handel. I dagsläget finns kontor och logistikverksamhet i befintliga lokaler. Beräkningar och bedömningar utgår ifrån ett framtidsscenario med nya bostäder och maxutnyttjande av fabrikslokaler.

Jämfört med acceptanskriterier som diskuteras i denna rapport hamnar samhällsriskerna på nivåer där skyddsåtgärder skall vidtagas ifall det är kostnadsmässigt rimligt. Även individrisken ligger på nivåer där skyddsåtgärder skall värderas/diskuteras. Individrisken minskar med ökat avstånd ifrån järnvägen. På avstånd större än 100 meter bedöms individrisken (utomhus) vara låg. Individrisken inomhus bedöms vara låg redan på ca 50 meters avstånd ifrån järnvägen.

Utifrån beräkningar, kriterier och platsspecifika förhållanden görs följande bedömningar för respektive område.

Slutsats/förslag på skyddsåtgärder

Gamla Fabriken

Området skyddas av att järnvägen går in i tunnel. Mellan öppet spår och närmsta tillbyggnad är det ca 60 meter. Att använda området för bostäder i den omfattning som planeras bedöms vara möjligt. Följande skydd bör dock beaktas:

- › På första radens hus (mot järnvägen i norr) skall inga balkonger finnas som vetter mot järnvägen.
- › Värdera lämplig placering för luftintag med avseende på giftig gas. Friskluftintag bör inte finnas på fasad som vetter mot järnvägen.

Garngården

Planering av ytparkering och P-hus följer generellt de riktlinjer som tillämpas då ytparkering hamnar på ca 25 meter och P-huset hamnar på längre avstånd än 30 meter ifrån järnvägen.

Placering av bostäder följer varken Länsstyrelsens eller Göteborgs kriterier. Bostäder hamnar som närmast ca 40 meter ifrån spår men avståndet ökar till ca 60 meter i den andra delen av byggnaden. Utifrån beräknad risknivå är det möjligt att genomföra etableringen om skyddsåtgärder införs. I detta fall anser vi att följande skydd bör införas.

P-huset:

- › Fasader mot järnvägen skall utformas i obrännbart material.

Bostäder:

- › Fasad mot järnvägen skall vara i obrännbart material. Alla delar av byggnaden som hamnar inom 40 meter ifrån närmsta spår skall vara i obrännbart material och fönster (med alla ingående komponenter) ska vara motsvarande klass E 30. För att klassning formellt skall uppfyllas kan dessa fönster ej vara öppningsbara. Vår uppfattning är dock att det är möjligt att tillåta öppningsbara fönster (möjlighet till vädring) då vår bedömning är att dessa fönster mest troligt kommer vara stängda med tanke på bullersituationen.
- › Det skall finnas minst en utrymningsväg som inte vetter mot järnvägen.
- › Balkonger och uteplatser ska ej finnas på sida som vetter mot järnvägen.
- › Värdera lämplig placering för luftintag med avseende på giftig gas. Friskluftsintag bör inte finnas på fasad som vetter mot järnvägen.

Tegelholmen

Placeringar av bostäder följer generellt riktlinjer som tillämpas och nya byggnader hamnar som närmast ca 80 meter ifrån järnvägen.

- › Värdera lämplig placering för luftintag med avseende på giftig gas. Friskluftintag bör inte finnas på fasad som vetter mot järnvägen (gäller alla nya bostäder inom 150 meter från järnvägen).

Torget

Placeringar av bostäder följer riktlinjer som tillämpas för bostäder och handel. Inga krav på skydd bedöms vara motiverat.

RisikanalyS Säkerhets vid vatten

Syftet med risikanalyS är att undersöka olycksriskerna avseende risken att falla i vattnet med den utformning och det användningsområde som föreslås. Genom en risikanalyS kan möjliga olyckor identifieras och bedömas och skydd som minskar risknivån kan därmed rekommenderas. Riskutredningen har delats in tre delområden utifrån områdenas riskkaraktär. Den största risken för hela området är strömmande vatten med branta kaj- eller strandkanter.

Slutsatser/förslag på skyddsåtgärder

Vattnet i kraftverkskanalen utgör en särskild fara och hela området runt kraftverkskanalen behöver inhägnas med hög barnsäkerhet. Stängsel bör utformas i enlighet med de mått som är satta av Boverket samt livräddningsutrustning och vägar upp ur vattnet.

Vid Sävån är riskerna störst med strömt vatten och höga och tvära kajkanter utan möjlighet att ta sig upp. Åtgärder ska genomföras för vattensäkerhet med ett särskilt på barnperspektiv. Kajkanten och de planerade broarna behöver inhägnas med hög barnsäkerhet. Stängsel bör utformas i enlighet med de mått som är satta av Boverket, livräddningsutrustning samt vägar upp ur vattnet

De planerade områdena Snickarudden och Tegelholmen är belägna i anslutning till Sävåns naturliga strandkant. I de planerade områdena bedöms behov av Livräddningsutrustning i form av livbojar, hakar eller stegar finnas. Vid mycket branta partier bör räcken sättas upp och eventuell väg upp ur vattnet anordnas för att undvika drunknings vid olycksfall där.

INNEHÅLL

Sammanfattning	4
1 Inledning	11
1.1 Bakgrund och syfte	11
1.2 Omfattning - Avgränsning	11
2 Risk, lagar och kriterier	13
2.1 Allmänt	13
2.2 Kriterier avseende farligt gods	14
2.3 Individrisk	15
2.4 Samhällsrisk	15
2.5 Lagkrav och riktlinjer avseende vattensäkerhet	17
3 Förutsättningar	19
3.1 Beskrivning av området (beräkningscase)	19
3.2 Nuvarande exploateringsförslag	20
3.3 Personintensitet	22
3.4 Närliggande verksamheter	24
4 Trafik och transporter med farligt gods	25
4.1 Västra stambanan	25
4.2 Farligt gods förbi området	25
5 Bedömning av sannolikhet och konsekvens för olycka vid transport av farligt gods	28
5.1 Faror vid olycka med farligt gods	28
5.2 Farligt godsolycka	29
5.3 Olycka med massexplosivt ämne (klass 1.1)	30
5.4 Olycka med kondenserad brandfarlig gas (klass 2.1)	31

5.5	Olycka med kondenserad giftig gas (klass 2.3)	32
5.6	Olycka med brandfarlig vätska (klass 3)	33
5.7	Olycka med oxiderande ämne (klass 5)	34
5.8	Beräkning av sannolikhet för identifierade olyckshändelser	34
5.9	Konsekvenser av identifierade händelser	34
6	Riskbedömning farligt gods	36
6.1	Individrisk för aktuellt område	36
6.2	Samhällsrisk för aktuellt område	38
6.3	Diskussion kring resultat	40
6.4	Diskussion kring skadade personer	40
6.5	Osäkerhets- och känslighetsdiskussion	42
7	Riskbedömning avseende säkerhet vid vatten	44
7.1	Kraftverkskanalen	44
7.2	Kajområden	45
7.3	Säveån – naturlig vattenlinje	45
8	Skyddsåtgärder och slutsats	46
8.1	Farligt gods	46
8.2	Säkerhet vid vatten	48
9	Referenser	51
	Bilaga A - Beräkning av sannolikhet för olycka	53
	Bilaga A - Beräkning av sannolikhet för olycka	54
A.1	Olycka med massexplosivt ämne - järnväg	55
A.2	Olycka med brandfarlig gas (propan) – järnväg-	56
A.3	Olycka med giftig gas	58
A.4	Olycka med brandfarlig vätska bensin- järnväg	58
A.5	Olycka med oxiderande ämne - järnväg	59
	Bilaga B - Bedömning av konsekvenser	62
	Bilaga B - Bedömning av konsekvenser	63
B.1	Konsekvenser för massexplosivt ämne (klass 1.1)	66
B.2	Konsekvenser för utsläpp av brandfarlig gas vid olycka	70
B.3	Konsekvenser vid utsläpp av giftig gas	73
B.4	Konsekvenser vid olycka med brandfarlig vara (klass 3)	76
B.5	Konsekvenser vid utsläpp av oxiderande ämne	79

Bilaga C –Indata för beräkningar	80
Bilaga C Indata för beräkningar	81
C.1 Indata personintensitet	81
Bilaga D- Känslighetsanalys	83
Bilaga D Känslighetsanalys	84
D.1.1 Analys	84

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Hantverkslokaler och JM AB håller på att ta fram en detaljplan för Jonsereds Fabriker som framförallt innebär att skapa ca 300-350 nya byggrätter för bostäder. Området ligger intill Västra stambanan där stora mängder av farligt gods transporteras varför en riskanalys har efterfrågats. JM AB har, i samråd med Hantverkslokaler, givit COWI AB i uppdrag att utföra denna riskanalys. På grund av närheten till Säveån har även en riskanalys för boende vid vatten med ett barnperspektiv utförts.

Syftet med riskanalysen är att undersöka om olycksriskerna avseende farligt gods och att fall i vattnet kan bli 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 omfattar identifiering av skadehändelser samt beskrivning av mängder och typer av farligt gods som bedöms transporteras på järnvägen förbi området. Baserat på detta genomförs, dels en kvalitativ bedömning av risker för skadehändelser, dels en sannolikhets- och konsekvensberäkning för olyckor med farligt gods. Riskanalysen utmynnar i en värdering av risknivån för de personer som kommer att vistas inomhus och utomhus på området.

Riskerna redovisas både som individ- och samhällsrisk.

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

De risker som behandlas i rapporten har sitt ursprung i eventuella olyckor som kan inträffa på Västra stambanan. Brand i byggnader eller risker för miljön ingår inte.

De risker avseende närheten till vatten som behandlas i rapporten har sitt ursprung i eventuella olyckor som kan inträffa vid boende vid vatten utifrån människors vistelse vid bostäder och i närområdet vid Sävveån. Friluftaktiviteter så som paddling eller skridskoaktiviteter är inte medtagna i bedömningen.

2 Risk, lagar och kriterier

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

2.1 Allmänt

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.

Som nämnts tidigare kan en risk beskrivas som produkten av sannolikhet (händelsefrekvens) och konsekvens.

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

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

Samhället accepterar hantering av farliga ämnen. Användning av olika kemiska varor innebär också transporter av dessa mellan olika platser. Idag är de flesta konsekvenser kända som orsakas av utsläpp av farliga ämnen. 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.

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.

2.2 Kriterier avseende farligt gods

Det finns inget nationellt framtaget kriterie för riskvärdering och riskpolicy i Sverige men vissa publicerade dokument och kriterier används generellt i samband med riskanalyser. Här refereras till några av dessa.

- › 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.

- › Enligt Göteborgs översiktsplan medges bostäder fram till 80 meter ifrån järnvägen och bebyggelsefritt område skall upprättas 30 meter på ömse sidor av leder med farligt gods. Enligt Länsstyrelsen i Stockholms län skall det bebyggelsefria område vara minst 25 meter. I Göteborgs översiktsplan fördjupad för farligt gods finns även förslag på kriterier för samhällsrisk för bostäder och arbetsplatser.
- › I *Värdering av risk* (SRV, 1997) har Det Norske Veritas (DNV) gett förslag till individ- och samhällsrisikkriterier.

I denna analys kommer beräknad individ- och samhällsrisk jämföras med kriterier som föreslås av DNV. Jämförelse görs också mot kriterier som tagits fram för bostäder i Göteborg.

2.3 Individrisk

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 individrisikkriterier (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.

2.4 Samhällsrisk

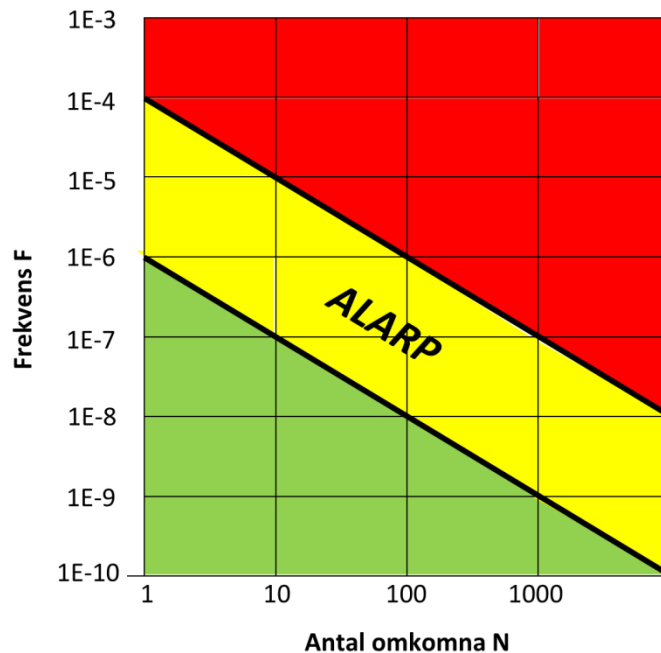
Samhällsrisk är den risk som en eller flera människor (vilka som helst) utsätts för. Samhällsrisken presenteras i F/N diagram där (F) är den summerade olycksfrekvensen för alla händelser som leder till ett visst antal omkomna (N). Generellt är det färre händelser (olyckor) som leder till att många omkommer 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:

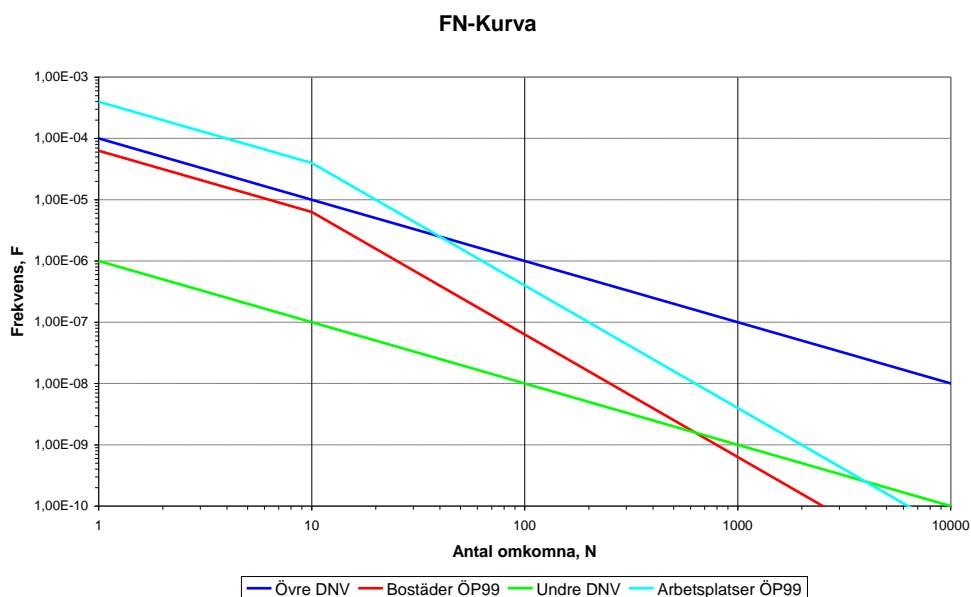
- > En gräns för tolerabel risk. Risknivåer över denna nivå tolereras inte (presenteras som rött område i figuren 1).
- > En gräns för område där risker kan anses som små. Vid risknivåer under denna nivå behöver ytterligare säkerhetshöjande åtgärder inte värderas (representerar grönt område i figur 1)

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



Figur 1. Kriterium för samhällsrisk Värdering av risk (SRV, 1997) Förklaring till värden på y-axel: $1E-3 = 0,001 = 1 \cdot 10^{-3}$

I figur 2 presenteras ett FN- diagram med DNV's kriterier samt kriterier för arbetsplatser och bostäder som tillämpas i Göteborg och kommer ifrån Göteborgs översiktsplan fördjupad för farligt gods.



Figur 2. FN-kurva med föreslagna riskkriterier enligt Göteborgs översiktsplan och DNV. DNV's förslag (grön och blå linje) visar två nivåer, mellan dessa nivåer anses att skyddsåtgärder bör diskuteras. Från Göteborg översiktsplan fördjupad för farligt gods kommer de andra två kriterierna som beskriver kriterier för arbetsplatser och bostäder (röd och turkos linje). DNV's kriterier gäller en sträcka på 1 km medan Göteborgs kriterier gäller en sträcka på 2 km.

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

2.5 Lagkrav och riktlinjer avseende vattensäkerhet

Det finns flera olika lagar och allmänna råd som är framtagna för att reglera ansvarsfrågan kring vattensäkerhet, öka vattensäkerheten och förebygga olycksfall vid vatten. Dessa lagar vänder sig bland annat till den enskilde, kommunen och anläggningsägare. Nedan citeras delar av *Lag om skydd mot olyckor (2003:778)* samt *Statens räddningsverks allmänna råd och kommentarer om utrustning för vattenlivräddning vid hamnar, kajer, badplatser och liknande vattennära anläggningar (SRVFS 2007:5)*.

Lag (2003:778) om skydd mot olyckor: I denna uppges att ägare eller nyttjandehavare till byggnader eller andra anläggningar i skälig omfattning ska hålla utrustning för att rädda liv.

SRVFS 2007:5 Statens räddningsverks allmänna råd och kommentarer om utrustning för vattenlivräddning vid hamnar, kajer, badplatser och liknande vattennära anläggningar.

För anläggningsägare gäller att utrustning för vattenlivräddning bör finnas vid kajer, kanaler och andra vattendrag i tätorter där det är vanligt att människor är nära vattnet. Livräddningsutrustning bör även finnas vid badplatser och hamnar.

Där det finns behov av utrustning för vattenlivräddning bör det finnas livboj. Fasta kajstegar eller trappor bör finnas och det är svårt att komma upp ur vattnet på annat sätt. Vid höga kajkanter, där det är svårt att nå en nödställd från land eller där det är djupt vatten direkt vid land eller brygga bör det även finnas livräddningsshake och livräddningsstege. Räddningsbåt/flotte bör finnas på särskilt riskutsatta platser.

Utrustning för vattenlivräddning bör placeras där risken för olyckor är speciellt stor eller där många människor kan förväntas uppehålla sig. Utrustning bör sättas upp väl synligt och nära vattnet. I tätorter och i hamnar bör utrustning för vattenlivräddning placeras med högst 200 meters mellanrum. På badplatser bör utrustning placeras med högst 100 meteters mellanrum. Fasta kajstegar bör placeras med högst 50 meters mellanrum.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) gav 2013 ut skriften **Guide till ökad vattensäkerhet – för kommuner och andra anläggningsägare**. Skriften ger bland annat bakgrund och fakta om drunkningsolyckor, handledning i anläggningssäkerhet och specifikationer för skydd för ökad vattensäkerhet.

3 Förutsättningar

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

3.1 Beskrivning av området (beräkningscase)

Nedanstående beskrivning utgör det exploateringsförslag som låg till grund för den första versionen av denna rapport och på vilket riskberäkningarna är utförda. Endast namnen på delområdena är uppdaterade i detta avsnitt. Skillnad mellan detta case (beräknings case) och nuvarande exploateringsförslag presenteras i avsnitt 2.1.1 nedan.

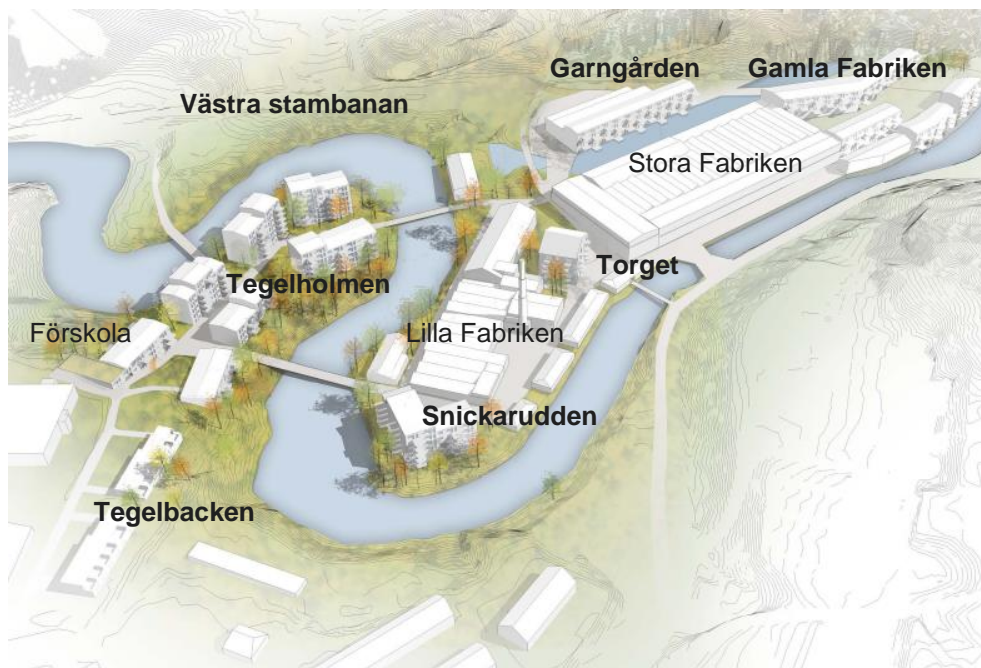
Ny bebyggelse med främst bostäder men även förskola, parkeringsplatser/parkeringshus samt handel planeras kring Jonsereds fabriker i Jonsered. Norr om området löper Västra stambanan och Sävveån slingrar sig genom befintlig och ny bebyggelse, se figur 3. På grund av de topografiska förutsättningarna med Sävveån och befintliga fabrikslokaler består området av delområden vilket har benämningen: Gamla fabriken, Kanalen, Torget, Tegelholmen, Tegelbacken och Snickarudden.

De planerade områdena är på olika sätt belägna vid vatten.

Följande bebyggelse planeras:

- › 329-382 lägenheter med en total BTA på 38475 m.
- › 280 p-platser varav 233 i p-hus och ett 50-tal som ytparkering.
- › Förskola för 2-3 avdelningar (20 personer per avdelning).

I dagsläget används befintliga lokaler främst för kontorsverksamhet samt lager. Även i ett framtidsscenario är det denna användning som planeras för befintliga byggnader. I stora fabriken arbetar idag ca 200 personer men under början av år 2013 blir siffran ca 280 personer. Den lilla fabriken och snickerilokalen står i dagsläget tomma. I dag finns 250 parkeringsplatser på området.



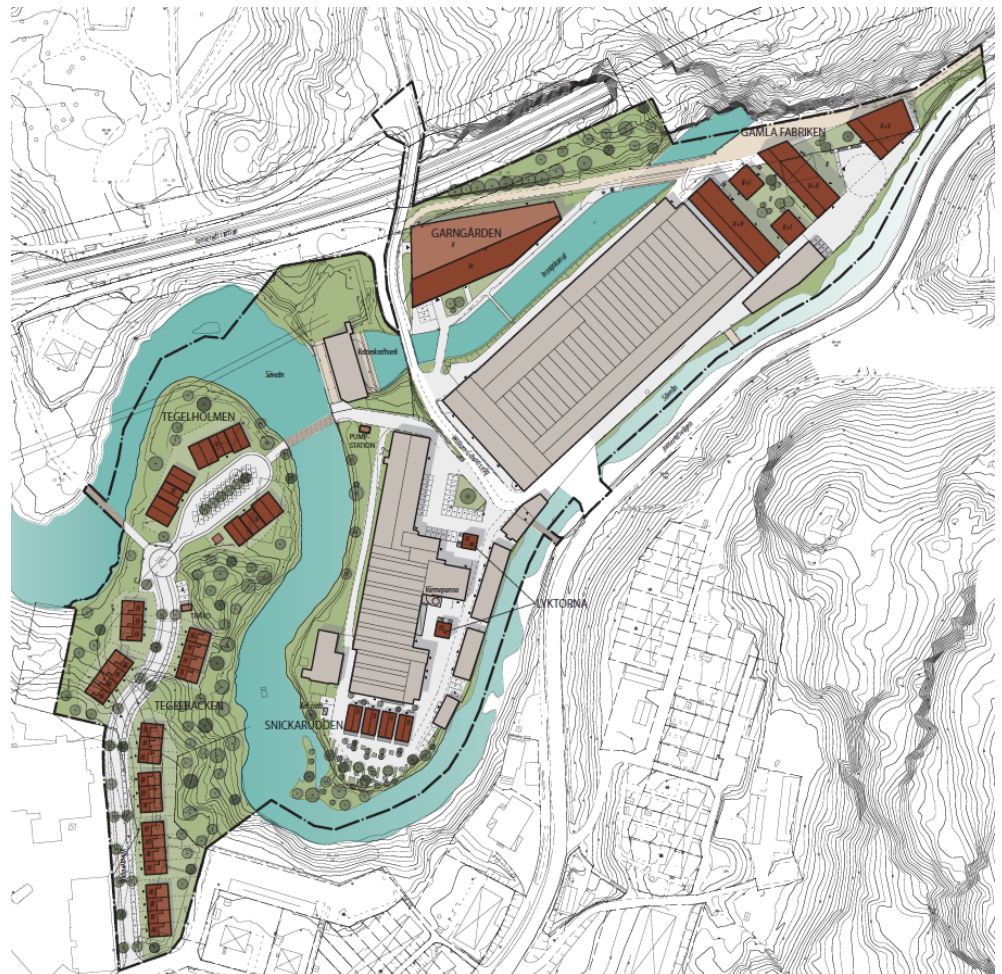
Figur 3. VY1 (2012), Illustrativ skiss över området. Bostäder planeras i alla områden. Vid Kanalen planeras även för ytparkering och P-hus och det är i byggnad på Torget där handel planeras.

Området omfattas av Riksintresse för kulturmiljövård samt Riksintresse för naturvård. Området kring Sävveån omfattas även av Natura 2000. Detta innebär att vid planering av området ska särskild hänsyn tas till de specifika förutsättningar som finns i området det kan också påverka förutsättningar för fasta livräddningsinstallationer

Då området är intressant ur kulturmiljövård och har en speciell naturmiljö är det ett populärt utflyktsmål med många människor som rör sig i området.

3.2 Nuvarande exploateringsförslag

Nuvarande exploateringsförslag presenteras i figur 4.



Figur 4. Nuvarande exploateringsförslag.

Området Garngården hade i tidigare planförslag 30 lägenheter i fyra bostadsvåningar med en garagevåning i bottenplan. Bostadshuset hade en placering parallellt med kraftverkskanalen. Detta medförde att bostadshuset som närmast låg 35 meter från järnvägen och att avståndet ökade till 60 meter i andra änden av huset. P-huset, i bottenplan, följde i princip de riktlinjer som tillämpas då ytparkeringen hamnade på ca 25 meter och P-huset hamnade på längre avstånd än 30 meter från järnvägen.

Nuvarande planförslag har ca 50 lägenheter i fyra bostadsvåningar med en garagevåning (P-hus) i bottenplan med ca 40 parkeringsplatser. I det nya förslaget har bostadshuset fått en placering parallellt med järnvägen på ett avstånd av 40 meter från järnvägen. P-huset, i bottenplan, har en placering på ett avstånd av 35 meter från järnvägen. P-huset följer liksom tidigare samma riktlinjer då ytparkeringen hamnar på ca 25 meter och P-huset hamnar på längre avstånd än 30 meter från järnvägen.

Det nya planförslaget innebär även att det totala antalet bostäder minskas från de ca 350 som låg till grund för beräkningscasen till ca 200. Den planerade förskolan är inte aktuell i det nuvarande exploateringsförslaget.

Antal bostäder i de olika områdena nuvarande exploateringsförslag 2016:

- › Garngården: 50 lägenheter
- › Tegelholmen: 33 lägenheter
- › Tegelbacken: 25 radhus
- › Snickarudden: 4 villor
- › Gamla Fabriken: 83 lägenheter

För att skapa fler parkeringsmöjligheter totalt för området har ett förslag tagits fram där ytparkeringen för Garngården bebyggs med ett enklare P-däck i 1 våning. Det vill säga parkering i markplan och parkering på ett övre plan. Tidigare skiss visade att det fanns plats för ca 90 p-platser på marken. Ramp och pelare innebär att det uppskattningsvis blir ca 80 p-platser per plan. Således totalt ca 160 p-plats i det nya förslaget.

3.3 Personintensitet

För att uppskatta personintensiteten för området har analysen utgått ifrån erhållna uppgifter från exploatören och situationsplanen (2012) samt från fastighetsägaren av befintliga lokaler. Personintensiteten används när samhällsrisker skall beräknas.

Lägenheter:

Varje lägenhet bebos av 2 personer och 30 % av dem är hemma på dagtid och 90 % är hemma på kvällar. 20 % av de som är hemma vistas utomhus (under dag och kväll). Nattetid antas 90 % av de boende på området vara hemma och befinner sig då inomhus.

Förskola:

Förskolan består av två avdelningar med totalt ca 20 barn per avdelning. Förskolan antas ha öppet mellan halv 7 på morgonen till halv 7 på kvällen och alla barn antas befinna sig utomhus 50 % av tiden (sprint över dagen). Hälften av barnen är där tidig morgon och kväll.

Parkeringsplatser:

Parkeringsplatser används av boende och de som jobbar på området. Personer som arbetar på området förväntas befinna sig utomhus ca 10 minuter varje dag. Personer i parkeringshus behandlas som om de är utomhus.

Befintliga verksamheter:

Bedömningar för antalet personer i befintliga lokaler utgår ifrån uppgifter som erhållits från fastighetsägaren (2012). Beräkningar utgår ifrån ett framtidsscenario när alla lokaler är uthyrd och att det är dagtidsarbete med främst kontorsverksamhet som bedrivs i dessa.:

- › Stora fabriken: 400 personer
- › Lilla fabriken: 200 personer

Personer som jobbar på området antas befinna sig utomhus ca 10 minuter per dag.

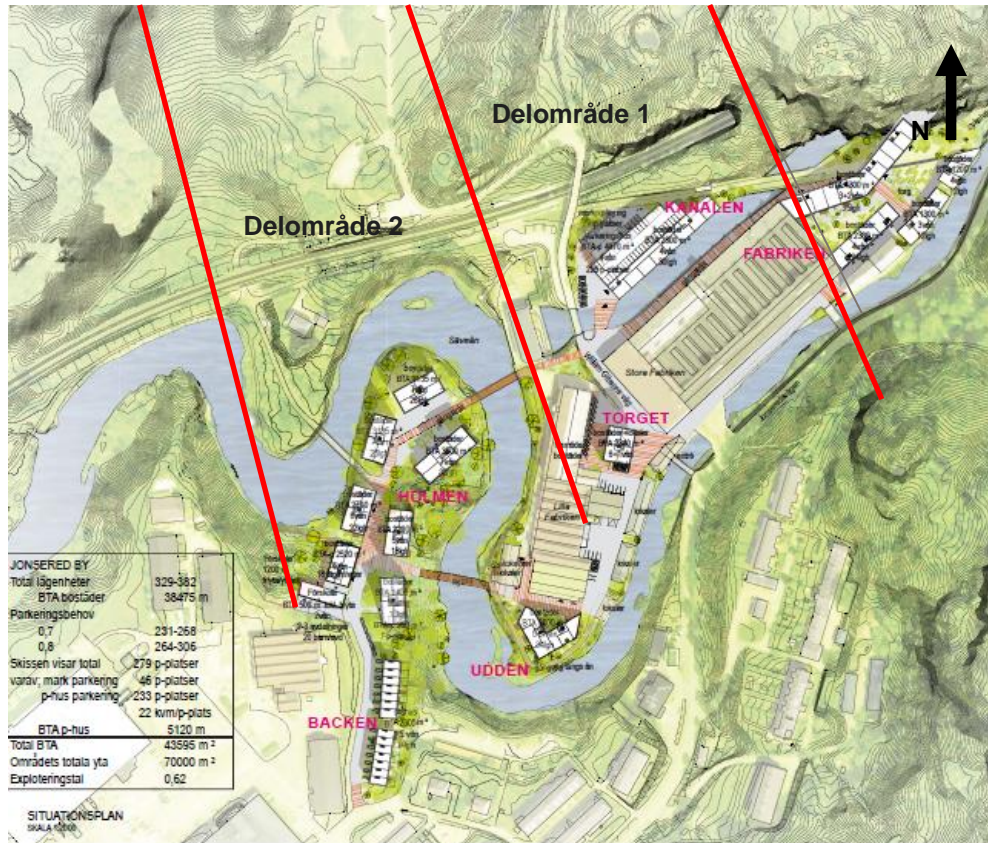
3.3.1 Analysområden och sammanställning av personintensitet

Utifrån ovan uppgifter och antaganden har personintensitet för två dimensionerande sträckor inom området sammanställts vilket redovisas i tabeller i bilaga C. I tabellerna redovisas uppskattat antal personer inomhus och utomhus på olika avstånd ifrån Västra stambanan och det är dessa värden som ligger till grund för beräkningar. För indelning av delområde se figur 5.

Delområde 1 innefattar bostäder och parkering vid Kanalen och Torget. I dessa beräkningar ingår även personer som arbetar i stora fabriken. För Torget antas främst bostäder men handel i det undre våningsplanet. Närmsta del av bostadshuset i kvarteret Kanalen ligger ca 35 meter ifrån järnvägsspår.

Delområde 2 innefattar bostäder och förskola på Telgelholmen samt Udden. I dessa beräkningar ingår även personer som arbetar i lilla fabriken. Närmsta del av bostadshuset i kvarteret Tegelholmen ligger ca 80 meter ifrån järnvägsspår.

Delområde 1 är det område där flest personer drabbas på kortast avstånd vid en eventuell olycka varför detta område kan bedömas vara dimensionerande. Beräkningar genomförs även för delområde 2 då det här finns störst antal bostäder som kan drabbas av en olycka på järnvägen. För bostäder tillämpas ett strängare kriterier varför kontrollberäkning även görs för detta delområde.



Figur 5. Situationsplan Jonsered's fabriker (2012) samt indelning av delområden för beräkning av samhällsrisk (delområde 1 samt delområde 2 båda motsvarande ca 200 meter).

3.4 Närliggande verksamheter

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

4 Trafik och transporter med farligt gods

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och produkter, som har sådana egenskaper att de kan skada människor, miljö, egendom och annat gods. Farligt gods på järnväg delas in i olika RID-klasser¹ beroende på vilken typ av fara som ämnet kan ge upphov till. RID är en internationell överenskommelse avseende regler för transporter av farligt gods i Europa.

4.1 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 Farligt gods förbi området

Totalt passerar ca 310 tåg per dygn på denna del av Västra stambanan (Trafikverket, 2011a) varav ca 50 st består av transporter av farligt gods. 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 god 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 1 nedan. 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.

¹ RID=Regulations Concerning the International Carriage of Dangerous goods by rail

I tabellen har värden räknats om för att gälla ett år och resultatet redovisas i ton per år. Enligt kartläggning passerar totalt ca 600000 ton farligt gods per år på den aktuella delen av Västra Stambanan.

Tabell 1. I tabellen presenteras de spann (transporterade mängder) som kartlagts för den specifika sträckan.

Farligt godsklass	SRV 2006 (ton/år)
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*

*Not: Värde enligt trafikverket, vilket är det som används i beräkningar.

Mängder och ämnen som transporteras på järnvägen styrs efter vad kunder efterfrågar och är därmed inte konstanta. Enligt Green Cargo (2011) (som är en av de största aktörerna beträffande transporter av farligt gods) har dock inga nämnvärda förändringar skett sedan 2006 då mängden transporterat gods minskade under lågkonjunkturen (2009-2010) och inte riktigt har kommit upp på de nivåer som rådde innan nedgången.

Även Trafikverket (2011b) bekräftar att värden i tabell 2 kan representera dagens situation 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.

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.

Enligt MSB (tidigare Räddningsverket) finns det ingen enskild prognos för transport för farligt gods. I denna rapport utgår beräkningar från 15 % högre transportvärden jämfört mot dagens värden, detta för att representera ett framtidsscenario år 2025.

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

- › 10 % av klass 1 produkterna utgör massexplosiva ämnen
- › 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 transporterad brandfarlig vätska antas därmed klass 1 utgöra 40 %.

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

Tabell 2. Transporter av farligt gods per RID-klass på järnvägen. Värden är uppskattade utifrån uppgifter som erhållits från MSB (SRV's kartläggning), Trafikverket samt Green Cargo. Värden är uppräknade för att gälla år 2025.

RID-klass	Ämne (Exempel)	Uppskattat antal vagnar/år på järnvägsspåret intill planområdet år 2025
1 Explosiva ämnen	Dynamit	34
2.1 Brandfarliga gaser	Propan, Acetylen	4790
2.3 Giftiga gaser	Svaveldioxid	390
3. Brandfarlig vätska (klass 1)	Bensin	14407 (5760)
5.1 Oxiderande ämnen	Väteperoxid	6403

Värden som redovisas i tabell 2 kommer att ligga till grund för kommande sannolikhets- och konsekvensberäkningar.

5 Bedömning av sannolikhet och konsekvens för olycka vid transport av farligt gods

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

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

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

5.1 Faror vid olycka med farligt gods

Nedan redovisas en sammanställning av huvudsakliga faror med olika kemikalier i de olika RID-klasserna (tabell 3). Tabellen anger även de riskavstånd som kan vara aktuella för en grov bedömning av allvarlig skadepåverkan på oskyddade människor (FOA, 1995).

Tabell 3. Generella faror med olika transportklasser av farligt gods

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

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

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

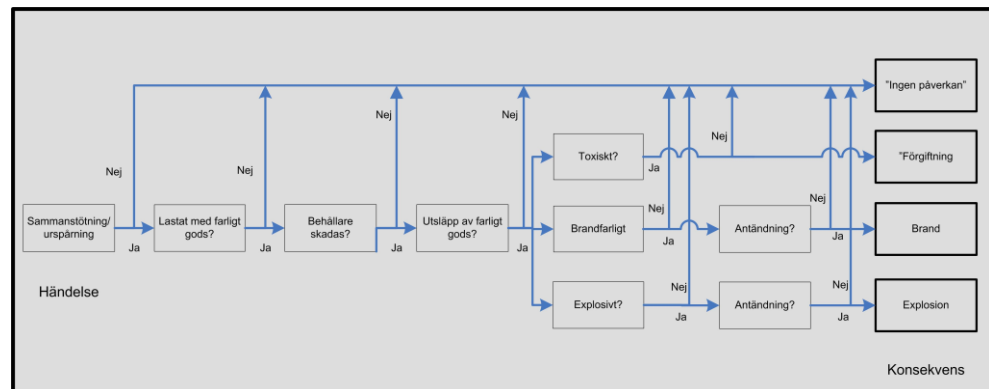
5.2 Farligt godsolycka

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

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

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

Riskområdets storlek beror på typ av ämnen och händelse som är dimensionerande. Detta beskrivs schematiskt i figur 6.



Figur 6. Schematiskt händelseförlopp vid farligt godsolycka.

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

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

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

Dödsfall och skador kan inträffa i och med att byggnader rasar, eller från splitter och flygande material. Även nyare betongbyggnader med väl sammanhållen stomme kan raseras på ett avstånd av ett par hundra meter från

explosionscentrum. Skador på människor inomhus är troliga, liksom dödsfall, både vid olyckor med små och stora transporter. Skador på grund av splitter och flygande material kan förekomma på ett område mellan några 10-tals meter upp till 1 km beroende på storleken på explosionen, var den inträffar och i vilken typ av område/bebyggelse som olyckan inträffar.

Gränsen för dödliga skador går vid 180 kPa. I tabell 4 sammanställs rimliga tryck för vad byggnader klarar av. Tabell 5 redogör för olika trycks påverkan på människokroppen.

Tabell 4. *Maximala infallande tryck för material och byggnader*

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

Tabell 5. *Skador på människan vid olika infallande tryck*

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

5.4 Olycka med kondenserad brandfarlig gas (klass 2.1)

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

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

Jetbrand

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

Gasmolnsbrand

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

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

Gasmolnsexplosion

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

BLEVE

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

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

5.5 Olycka med kondenserad giftig gas (klass 2.3)

Exempel på kondenserad giftig gas är svaveldioxid, ammoniak och klor som alla är giftiga vid inandning och som redan vid låga koncentrationer kan ge svåra skador och i värsta fall leda till dödsfall. Gasen transporteras under tryck i vätskeform och

vid utströmning till luft förångas vätskan fort och övergår i gasform. Generellt är gaserna tyngre än luft vid själva utsläppet varför spridning av gasen primärt sker längs marken.

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

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

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

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

5.6 Olycka med brandfarlig vätska (klass 3)

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

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

Beroende på storleken på en pölbrand kan påverkansområdet variera. Beräkningar har visat att en stor pölbrand (300 m²) inte förväntas ha längre påverkansområde på byggnader och personer inomhus än max 50 meter. Konsekvensen för personer utomhus är vid en brand förutom dödsfall även 1:a till 3:e gradens brännskador. Brännskador i olika grader kan förväntas på längre avstånd än 50 meter. Hur hög värmestrålning en person klarar av utan att erhålla skador beror

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

5.7 Olycka med oxiderande ämne (klass 5)

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

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

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

5.8 Beräkning av sannolikhet för identifierade olyckshändelser

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

5.9 Konsekvenser av identifierade händelser

Bedömning av konsekvenser i denna analys baseras på andelen omkomna personer vid en olyckshändelse med transport av farligt gods.

Konsekvensbedömningen baseras på Göteborgs kommuns översiktsplan (1999), VTI rapport 387:4 (1994), konsekvensberäkningar i Effekt plus och PHAST (DNV, 2010) samt simuleringar i programmet Bfk (Beräkningsmodeller för kemikalieexponering) (RIB, 2012). Utförlig beskrivning av konsekvenser redovisas i

bilaga B.Riskb

6 Riskbedömning farligt gods

6.1 Individrisk för aktuellt område

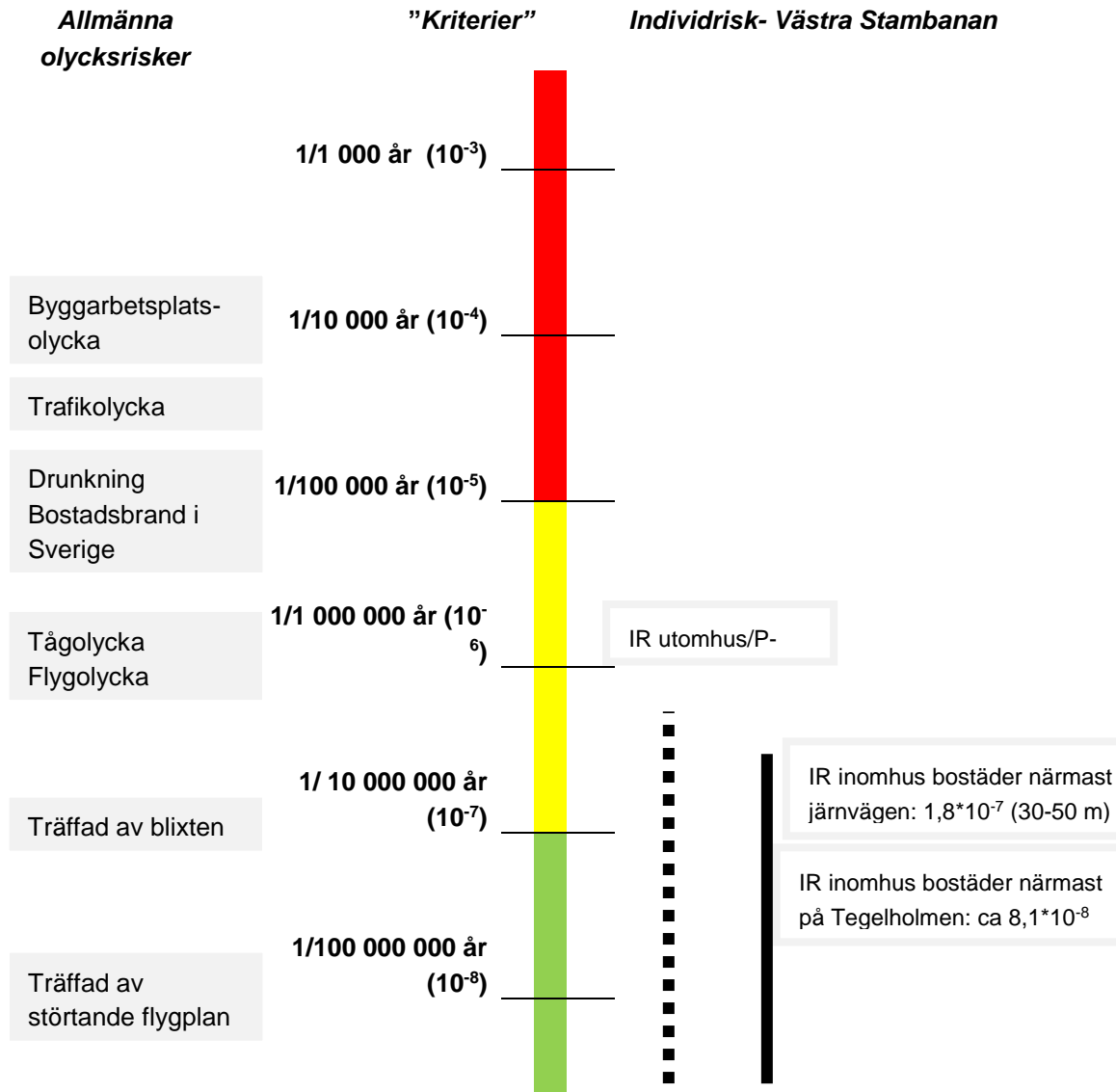
I tabell 6 redovisas individrisken vid olika avstånd från järnvägen baserad på identifierade olyckshändelser.

Gula siffror i tabellen indikerar att risknivån ligger inom det område där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad nytta synpunkt och gröna siffror indikerar en risknivå som ligger under den nivå som anses som låg och där behov av ytterligare skyddsåtgärder ej anses föreligga.

Tabell 6. Beräknad individrisk för olika intervall längs med järnvägen.

Avstånd (m)	Individrisk för personer på olika avstånd från järnvägen	
	Ute	Inne
0-30	$7,7 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$
30-50	$3,8 \cdot 10^{-7}$	$1,8 \cdot 10^{-7}$
51-100	$1,7 \cdot 10^{-7}$	$8,1 \cdot 10^{-8}$
101-150	$1,2 \cdot 10^{-8}$	$2,2 \cdot 10^{-9}$
151-200	$4,6 \cdot 10^{-9}$	$< 1 \cdot 10^{-10}$

I figur 7 jämförs individrisken för olika avstånd från olycksplatsen med andra risker som finns i samhället.

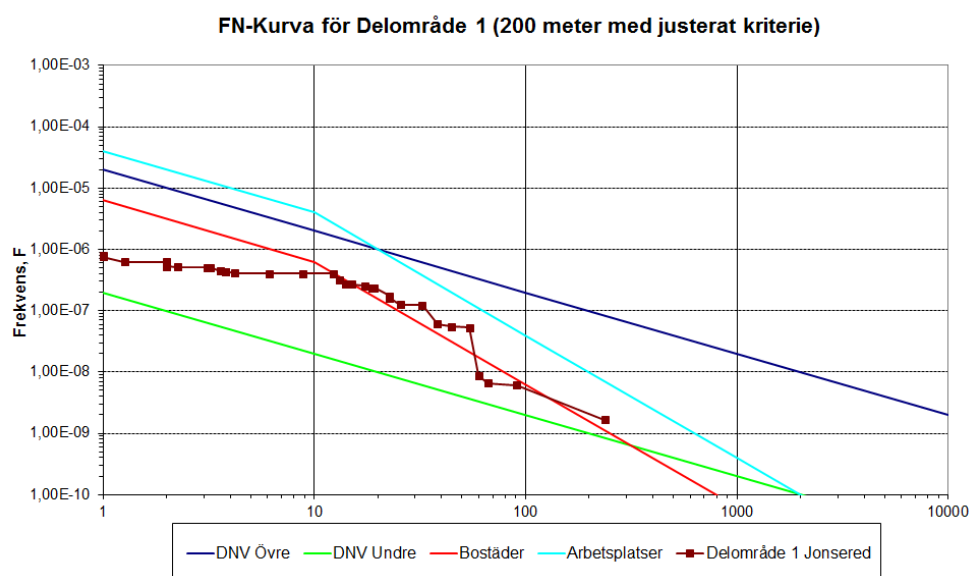


Figur 7. Individrisknivå längs med aktuell sträcka jämfört med några andra risker samt DNV's individriskkriterier. IR=Individrisk. Streckade linjer avser det spann som individrisken utomhus ligger mellan på avståndet 0-200 meter ifrån järnvägen. Svart linje representerar individrisken inomhus. I figur redovisas den högsta individrisken (i byggnad närmast järnvägen) för respektive studerat delområde. Rött område indikerar en nivå som ej anses acceptabel och skyddsåtgärder krävs/skall införas. Gult område indikerar en risknivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad nytta synpunkt. Grönt område indikerar en risknivå som anses som låg och skyddsåtgärder anses ej nödvändiga.

6.2 Samhällsrisk för aktuellt område

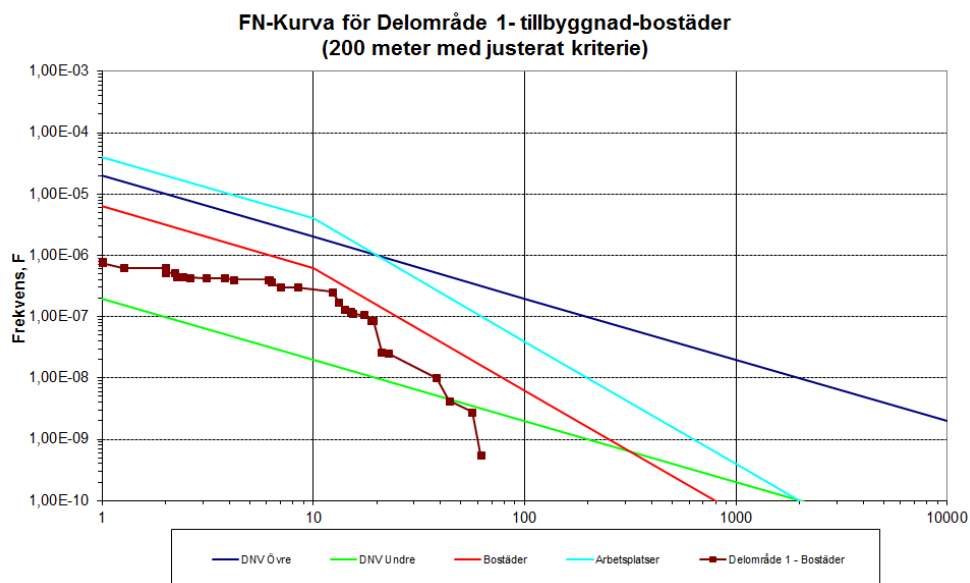
Ursprungligen gäller DNV's kriterier ett område på en kilometer medan Göteborgs kriterier baseras på ett typområde på 2 km (båda sidor av järnvägen). Kriterier, i figur 8-10, har därför justerats så att de gäller ett område på 200 meter, vilket motsvarar de delsträckor som studeras i denna riskanalys. Det vill säga acceptanskriteriet för DNV har multiplicerats med 0,2 och Göteborgskriterier har multiplicerats med 0,1. Sannolikheten för att en olycka skall inträffa anpassas också för att gälla 200 meter för olyckor med begränsat konsekvensområde (max 200 m) och 400 meter för giftig gas.

6.2.1 Samhällsrisk för Jonsereds fabriker – delområde 1



Figur 8. Samhällsrisk för "ny och befintlig bebyggelse" (linje med punkter) i förhållande till föreslagna riskkriterier enligt DNV (grön och blå linje) samt Göteborgs översiktsplan. Kriterier justerade för att gälla 200 meter.

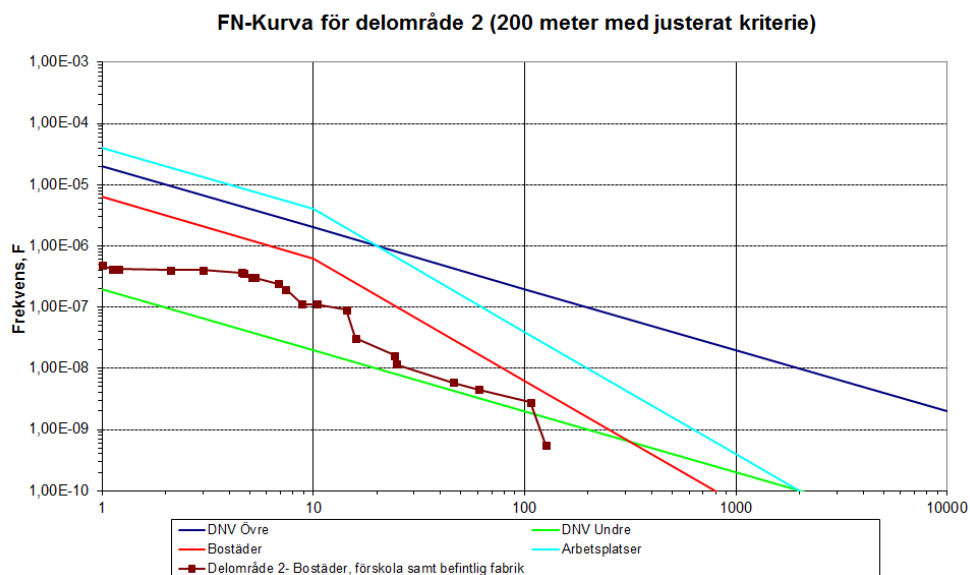
Samhällskurvan ligger till viss del över kriterier för bostäder men under kriterier för arbetsplatser. För att få en uppfattning om vad det är som påverkar att samhällskurvan hamnar över kriterier för bostäder görs en separat beräkning för de nya bostäderna (samt handel). Denna beräkning presenteras i figur 9.



Figur 9. Samhällsrisk för "nya bostäder samt handel inom delområde 1" (linje med punkter) i förhållande till föreslagna riskkriterier enligt DNV (grön och blå linje) samt Göteborgs översiktsplan. Kriterier justerade för att gälla 200 meter.

Bidraget av bostäder hamnar under kriterier för bostäder.

6.2.2 Samhällsrisk för Jonsereds fabriker – delområde 2



Figur 10. Samhällsrisk för delområde 2 (linje med punkter) i förhållande till föreslagna riskkriterier enligt DNV (grön och blå linje) samt Göteborgs översiktsplan. Kriterier justerade för att gälla 200 meter.

Samhällskurvan hamnar under kriterier för bostäder men inom DNV's kriterie som säger att skyddsåtgärder skall införas ifall det är kostnadsmässigt möjligt.

6.3 Diskussion kring resultat

Individrisk: Jämfört med de acceptanskriterier som diskuteras i denna rapport ligger individrisken på nivåer där skyddsåtgärder skall värderas/diskuteras. Individrisken minskar dock med ökat avstånd ifrån järnvägen. På avstånd större än 100 meter bedöms individrisken (utomhus) vara låg. Individrisken inomhus bedöms vara låg redan på ca 50 meters avstånd ifrån järnvägen.

Samhällsrisk: För tillbyggnader av bostäder hamnar samhällsriskerna under de riskkriterier för bostäder som Göteborg tillämpar. För delområde 1 hamnar samhällsriskerna under kriterier för arbetsplatser men över kriterier för bostäder. Enligt beräkningar är det personer som arbetar i stora fabriken (i ett framtidsscenario) som bidrar till att kurvan hamnar över bostadskriteriet. Den beräknade samhällskurvan för delområde 1 bör kunna ligga mellan bostads- och arbetskriteriet då den representerar en mix av både boende och arbetande. Samhällsriskerna bedöms vara acceptabel för området i ett framtidsscenario med bostäder och ca 400 anställda i stora fabriken. Jämfört med DNV's kriterier hamnar samhällsriskerna för området inom zonen där skyddsåtgärder skall vidtagas ifall det är kostnadsmässigt rimligt.

Beräkningar jämför mot kriterier som anpassats till 200 meter för två delsträckor (delområde 1 och delområde 2). Delområde 1 representerar det område där flest personer kan drabbas av en olycka på kortast avstånd. Delområde 2 representerar en delstrecka där flest bostäder finns samlade och skall främst jämföras mot kriteriet för bostäder.

Beräkningar visar att samhällsriskerna för delområde 1 och delområde 2 är acceptabla var för sig vilket innebär att samhällsriskerna för det totala området även är acceptabel.

De förändringar som skett i planförslaget (jmf. beräknings case med nuvarande exploateringsförslag i Kapitel 2) bedöms inte signifikant påverkat risknivån för området som helhet. Detta då större delen av bostadshuset samt P-huset ligger på samma avstånd från järnvägen som i tidigare förslag. Avståndet mellan bostadshuset och järnvägen har även ökat från 35 till 40 meter i nuvarande exploateringsförslag. De beräkningar som utförts för beräkningscasen bedöms därför vara giltiga även för nuvarande exploateringsförslag. Förutsatt att de skyddsåtgärder som rekommenderas införs bedöms risknivån vara tolerabel även för denna exploatering.

6.4 Diskussion kring skadade personer

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Det bör också påpekas att även om det kan vara önskvärt att beakta skador på ett mer konkret sätt än vad som normalt görs i kvantitativa riskanalyser så finns det en koppling mellan antalet dödsfall och antalet skador, även om denna relation är

olika för olika olyckstyper. Genom att kontrollera risk för dödsfall utövas därmed även, om än indirekt, kontroll över risk för skador.

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

Olycka med brandfarlig vara

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

Olycka med brandfarlig gas

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

Olycka med giftig gas

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

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

6.5 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 befolkningens mängd)
- › Olycksstatistik
- › Konsekvenser (brand, explosion, giftig gas, väderlek, topografi)
- › Metod för beräkning av risk

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

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.

7 Riskbedömning avseende säkerhet vid vatten

I denna riskbedömning har området delats in i tre olika områden. Områdena är uppdelade efter de typer av miljö de representerar. Kraftverkskanalen, Kajområden och Säveån.

7.1 Kraftverkskanalen

Kraftverkskanalen är vattenområdet mellan det gamla fabriksområdet och det planlagda området Garngården. Kraftverkskanalen leder vatten från sjön Aspen (i en kanal parallell med Säveån) förbi Jonseredes Fabriker till ett äldre vattenkraftverk. Kanalen är omgärdad av bebyggelse och stensatta kajer. Allt vattnet strömmar mot vattenkraftverket och dess turbiner.

Det planerade området Garngården är placerat längst med kraftverkskanalen med en körbar gång- och cykelväg längst närmast kanalen. Gång- och cykelvägen skall kunna användas för att framföra fordon för skötsel av vattenkraftverket men även fungera för promenader och kommunikation av allmänheten samt de boende i området. Vid bostadshuset kommer en halvprivat gård anläggas för de boendes rekreation och umgänge.

Längs med de äldre fabrikerna på motsatta sida Garngården planeras ett gångstråk med möjlighet att ta sig runt kraftverkskanalen. Området är en unik kulturmiljö och man kan förvänta sig att människor, både boende och besökande kommer att röra sig här.

Då vattnet i kraftverkskanalen utgör en särskild fara med vattenkraftverket, vattendjup, samt höga och tvära kajkanter måste särskilda åtgärder genomföras för att förebygga olycksfall förknippat med vattensäkerhet. Säkerhetsåtgärderna bör även utföras med särskilt fokus på barnperspektiv då barn är särskilt utsatta vid olycksfall kopplat till vatten.

7.2 Kajområden

Områden längs med befintliga kajer utmed Sävveåns sträckning förbi de gamla fabrikerna är tänkta att användas som förbindelsestråk mellan torget och bostäder norr om Gamla fabriken. Det planeras även en bror över Sävveån i området.

Längs med denna sträckning finns en stensatt kaj mot Sävveån. Området är en unik kulturmiljö och man kan förvänta sig att människor, både boende och besökande kommer att röra sig här.

Då vattnet i Sävveån är strömt och kajen är byggd med höga och tvära kajkanter måste särskilda åtgärder genomföras för att förebygga olycksfall förknippat med vattensäkerhet. Säkerhetsåtgärderna bör även utföras med särskilt fokus på barnperspektiv då barn är särskilt utsatta vid olycksfall kopplat till vatten.

7.3 Sävveån – naturlig vattenlinje

De planerade områdena Snickarudden och Tegelholmen är belägna i anslutning till Sävveån. Bostäderna med tillkommande tomter och gårdar kommer placeras så att det inte blir någon fysisk kontakt i form av kaj eller bryggor mot Sävveån och dess unika naturmiljö. I anslutning till Sävveån ska finnas möjlighet för boende och besökande att röra sig och fiska längs med ån. Ett naturligt vattendrag med närheten till bebyggelse.

I områden med naturliga vattendrag bör man undvika att installera omfattande säkerhetsåtgärder. Men i miljöer med tätortsnära vattendrag där många människor rör sig både barn och vuxna skall livräddningsutrustning i skälig omfattning finnas.

8 Skyddsåtgärder och slutsats

8.1 Farligt gods

Syftet med riskanalysen är att undersöka om olycksriskerna avseende farligt gods är acceptabla för området med det förslag på exploatering som planeras.

I Länsstyrelsernas riktlinjer för riskhanteringsprocessen anges inga exakta avstånd för tillåten markanvändning i samband med transporter av farligt gods, utan zonen är glidande och beroende på platsspecifika egenskaper och förhållanden. Enligt Göteborgs översiktsplan medges bostäder 80 meter ifrån järnvägen och bebyggelsefritt området 0-30 meter ifrån järnvägen.

Syftet med ett bebyggelsefritt område är:

- › 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.

De lokala förhållandena är positiva. Det föreligger ingen risk för mekanisk påverkan då Sävån avskiljer den ena delen av området och utformningen med vall, perrong samt tunnel utgör barriär för det övriga området. Detta leder även till att vätska ej kan rinna in på området vid en eventuell olycka.

Jämfört med kriterier från Det Norske Veritas (DNV) hamnar samhällsriskerna på nivåer där skyddsåtgärder skall vidtagas ifall det är kostnadsmässigt rimligt. Jämfört med kriterier som används i Göteborg hamnar samhällsrisknivån för bostäder under den gräns som anses acceptabel för bostäder och under kriterier som är acceptabla för arbetsplatser (se diskussion kring resultat i kapitel 6).

De förändringar som skett i planförslaget (jmf. beräknings case med nuvarande exploateringsförslag i kapitel 3) bedöms inte signifikant påverkat risknivån för området som helhet. Detta då större delen av bostadshuset samt P-huset ligger på samma avstånd från järnvägen som i tidigare förslag. Det kortaste avståndet mellan bostadshuset och järnvägen har även ökat från 35 till 40 meter i nuvarande exploateringsförslag. De beräkningar som utförts för beräknings caset bedöms därför vara giltiga även för nuvarande exploateringsförslag. Förutsatt att de skyddsåtgärder som rekommenderas införs bedöms risknivån vara tolerabel även för denna exploatering.

Väljer en exploatör/kommun att göra avsteg från uppsatta kriterier skall en utredning/bedömning visa på att en acceptabel risknivå kan uppnås med exempelvis införda skyddsåtgärder.

Skyddsåtgärder för denna typ av etablering har i syfte att:

- › Reducera/motverka strålningseffekter
- › Reducera/motverka effekten av giftig gas
- › Begränsa antalet människor som kan bli utsatta för en viss olycksfrekvens/begränsa antalet exponerade människor.

Utifrån beräkningar, kriterier och platsspecifika förhållanden görs följande bedömningar för området.

8.1.1 Gamla fabriken

Området skyddas av att järnvägen går in i tunnel. Mellan öppet spår och närmsta tillbyggnad är det ca 60 meter.

Att använda området för bostäder i den omfattning som planeras bedöms vara möjligt. Följande skydd bör dock beaktas:

- › På första radens hus (mot järnvägen i norr) skall inga balkonger finnas som vetter mot järnvägen.
- › Värdera lämplig placering för luftintag med avseende på giftig gas. Friskluftintag bör inte finnas på fasad som vetter mot järnvägen.

8.1.2 Garngården

Planering av ytparkering och P-hus följer generellt de riktlinjer som tillämpas då ytparkering hamnar på ca 25 meter och P-huset hamnar på längre avstånd än 30 meter ifrån järnvägen.

Placering av bostäder följer varken Länsstyrelsens eller Göteborgs kriterier. Bostäder hamnar som närmast ca 40 meter ifrån spår men avståndet ökar till ca 60 meter i den andra delen av byggnaden. Utifrån beräknad risknivå bedöms det

möjligt att genomföra etableringen om skyddsåtgärder införs. I detta fall anser vi att följande skydd bör införas.

P-huset:

- › Fasader mot järnvägen skall utformas i obrännbart material.

Bostäder:

- › Fasad mot järnvägen skall vara i obrännbart material. Alla delar av byggnaden som hamnar inom 40 meter ifrån närmsta spår skall vara i obrännbart material och fönster (med alla ingående komponenter) ska vara motsvarande klass E 30. För att klassning formellt skall uppfyllas kan dessa fönster ej vara öppningsbara. Vår uppfattning är dock att det är möjligt att tillåta öppningsbara fönster (möjlighet till vädring) då vår bedömning är att dessa fönster mest troligt kommer vara stängda med tanke på bullersituationen.
- › Det skall finnas minst en utrymningsväg som inte vetter mot järnvägen.
- › Balkonger och uteplatser ska ej finnas på sida som vetter mot järnvägen.
- › Värdera lämplig placering för luftintag med avseende på giftig gas. Friskluftintag bör inte finnas på fasad som vetter mot järnvägen.

8.1.3 Tegelholmen

Placeringar av bostäder följer generellt riktlinjer som tillämpas och nya byggnader hamnar som närmast ca 80 meter ifrån järnvägen.

- › Värdera lämplig placering för luftintag med avseende på giftig gas. Friskluftintag bör inte finnas på fasad som vetter mot järnvägen (gäller alla nya bostäder inom 150 meter från järnvägen).

8.1.4 Torget

Placeringar av bostäder följer riktlinjer som tillämpas för bostäder och handel.

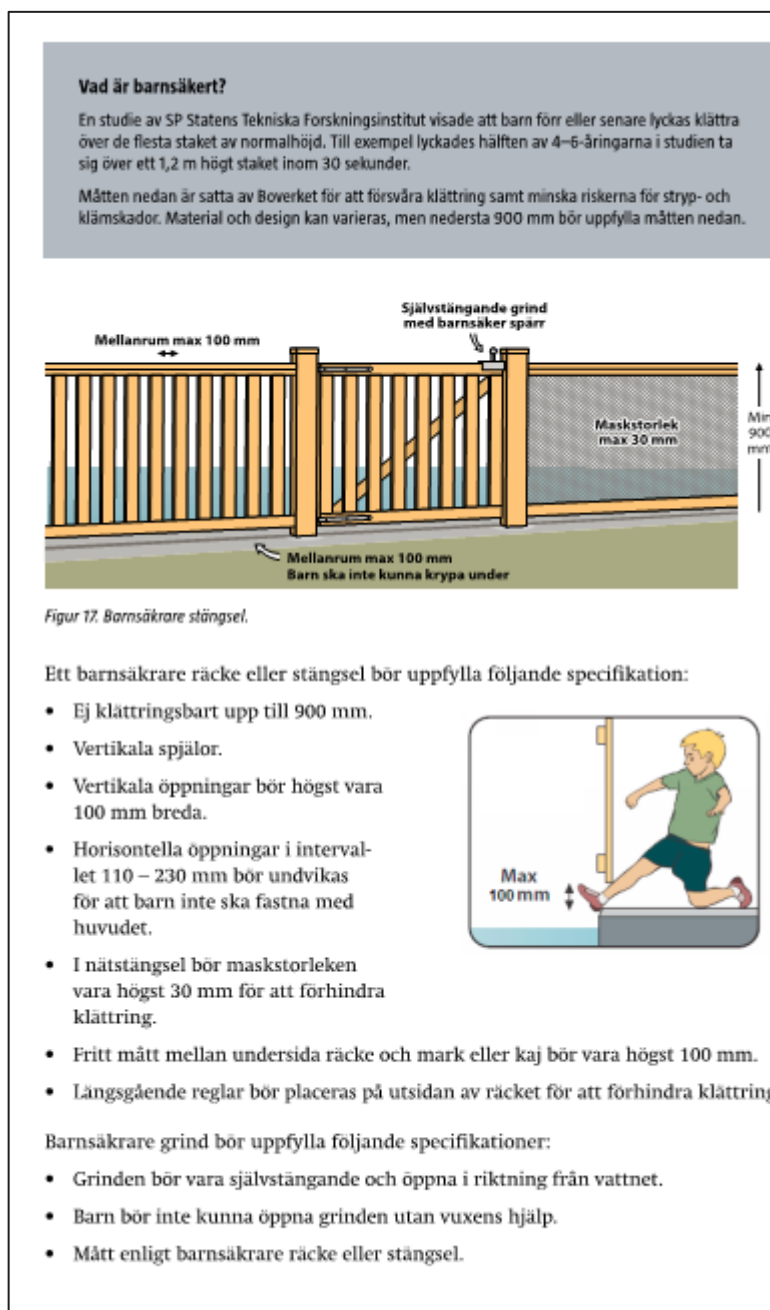
Inga krav på skydd bedöms vara motiverat.

8.2 Säkerhet vid vatten

Trots att det finns flera källor till risker med avseende på närhet till vatten vid området bedöms föreslagen exploatering acceptabel givet att de rekommenderade skyddsåtgärderna införs.

8.2.1 Kraftverkskanalen

Hela området runt kraftverkskanalen behöver inhägnas med hög barnsäkerhet. Stängsel bör utformas i enlighet med de mått som är satta av Boverket², se figur 11, för att försvåra klättring samt minska riskerna för stryp- och klämskador. Livräddningsutrustning (t.ex. livboj och livräddningshake) samt vägar upp ur vattnet (t.ex. stegar) skall finnas placerade med jämna mellanrum väl utmärkta.



Figur 11. Förslag på utformning av barnsäkert räcke hämtat från skriften *Guide till ökad vattensäkerhet – för kommuner och andra anläggningsägare*.

² Guide till ökad vattensäkerhet för kommuner och andra anläggningsägare kap. 8.5. MSB 2013.

8.2.2 Kajområden

Kajkanten och de planerade broarna behöver inhägnas med hög barnsäkerhet.

Stängsel bör utformas i enlighet med de mått som är satta av Boverket³ för att försvåra klättring samt minska riskerna för stryp- och klämskador.

Livräddningsutrustning (t.ex livboj och livräddningshake) samt vägar upp ur vattnet (t.ex. stegar) skall finnas placerade med jämna mellanrum väl utmärkta.

8.2.3 Säveån – naturlig vattenlinje

I de planerade områdena bedöms behov av Livräddningsutrustning i form av livbojar, hakar eller stegar finnas. Vid mycket branta partier bör räcken sättas upp och eventuell väg upp ur vattnet anordnas för att undvika drunkning vid olycksfall.

³ Guide till ökad vattensäkerhet för kommuner och andra anläggningsägare kap. 8.5. MSB 2013.

9 Referenser

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*

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

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

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

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

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

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

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

Hantverkslokaler (2012), Muntliga information (från Jonatan Larsson) om verksamheten och antal personer i dagsläget och i ett framtidsscenario.

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

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

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

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

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

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

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

VY1 (2012), *VY1 över Jonsereds fabriker (2011-11-01)*, Kanozi Arkitekter, Hantverkslokaler/JM

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

Partille kommun: *Bostadsbyggnads program*

Partille kommun *Jonsereds fabrikers utveckling*

Partille kommun: *Jonsereds strömmar*

Länsstyrelsen i Västra Götaland: *Jonsereds strömmar*

Lag (2003:778) om skydd mot olyckor:

SRVFS 2007:5 *Statens räddningsverks allmänna råd och kommentarer om utrustning för vattenlivräddning vid hamnar, kajer, badplatser och liknande vattennära anläggningar.*

Plan och bygg lag (2010:900)

MSB, 2013: *Guide till ökad vattensäkerhet – för kommuner och andra anläggningsägare.*

Bilaga A - Beräkning av sannolikhet för olycka

Bilaga A - Beräkning av sannolikhet för olycka

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

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 sammanstötningsfrekvenser för

svensk järnvägstrafik. Skillnaderna i resultat mellan de olika studierna är som regel små.

Följande frekvenser används i denna studie:

Urspåring: $6,7 \cdot 10^{-7}$ 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 urspåring ger det dominerande bidraget. Använt värde är något konservativt jämfört med Fredén (2001) som för ett normaltåg ger en urspåringsfrekvens 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 urspåring påverkar 3,5 av dessa (d.v.s. en andel av 0,12) samt att en sammanstötning påverkar 5 vagnar (d.v.s. en andel av 0,17). Denna ansats är gemensam för VTI (1994) och Fredén (2001).

För riskberäkning används resonemang och värden enligt det som beskrivs i detta kapitel. Frekvensen justeras genom att multiplicera med 0,2. 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.

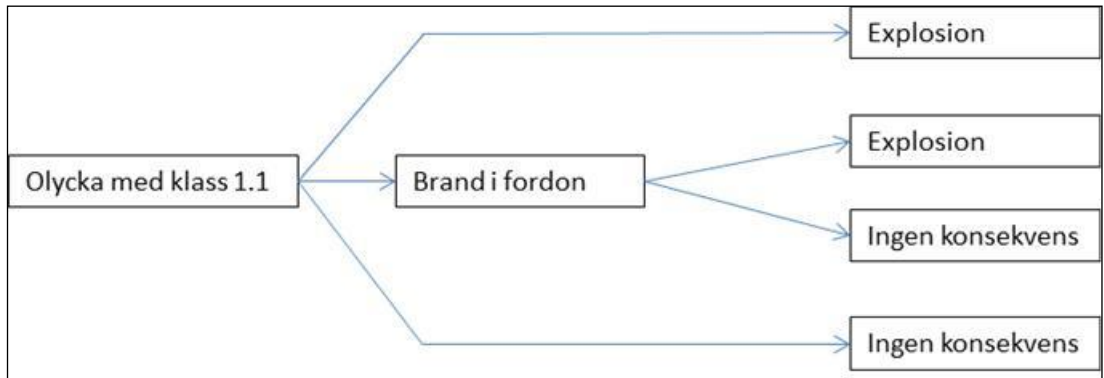
Vissa olyckshändelser som beskrivs, t.ex. explosioner kan antas påverka omgivningen likformigt oavsett riktning, medan andra händelser, t.ex. påverkan av giftig gas framförallt sker i vindriktningen och då påverkar en begränsad sektor av omgivningen. Vid beräkning av individrisk ska därför sannolikheten 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 massexplodivt ämne - järnväg

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



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

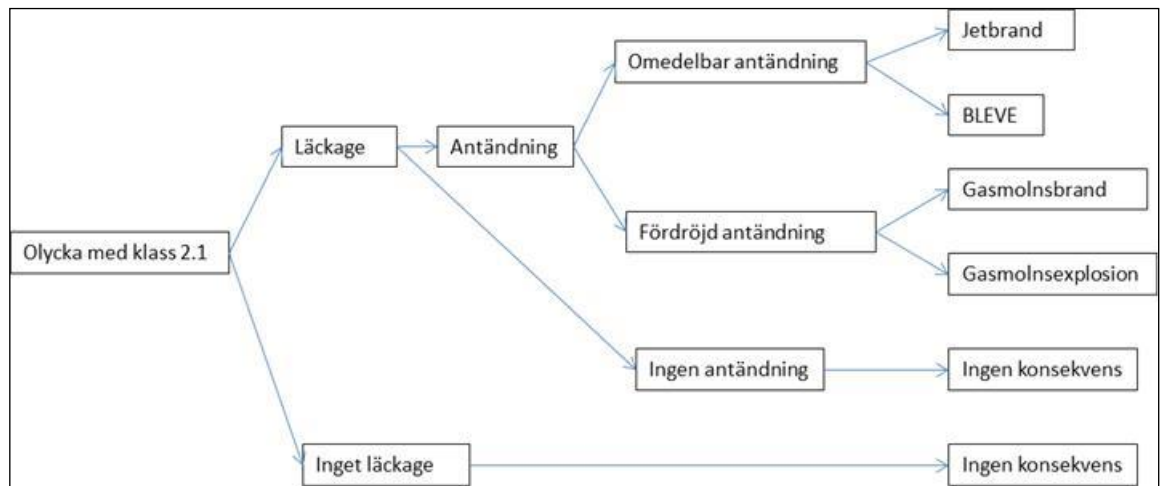
Vid en olycka bedöms att 1 % av fallen leder till explosion av lasten.

Sannolikheten för olycka med massexplosivt ämne är beräknad i Göteborgs översiktsplan för farligt gods (1999) och innefattar både, kollision, urspårning och brand i vagn. Den totala sannolikheten för massexplosion är beräknad till $4.8 \cdot 10^{-8}$ för 2 km typbebyggelse. Sannolikheten beskrivs här för 1 km och kan därmed beskrivas enligt följande:

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

A.2 Olycka med brandfarlig gas (propan) – järnväg-

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



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 (Boling Liquid Expandning Vapour Explosion) inträffa.
- Vid en fördröjd antändning kan ett gasmoln bildas som vid antändning ger upphov till en gasmolnsbrand.
- En antändning av ett gasmoln kan ge upphov till en gasmolnsexplosion.

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

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

Dessa värden bedöms rimliga med tillägget att kategorin UVCE bör delas upp i två scenarier, enligt figur A.1. Ett scenario med gasmolnsbrand utan övertryck och ett med övertryck. En fördelning av 80/20 mellan dessa scenarion tillämpas baserat på TNO (2005).

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

Läckage av propan

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

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

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

Gasmolnsbrand

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

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

Gasmolnsexplosion

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

Olycka * Läckage * antal transporter med brandfarlig gas * andel gasmolnsexplosion.

BLEVE

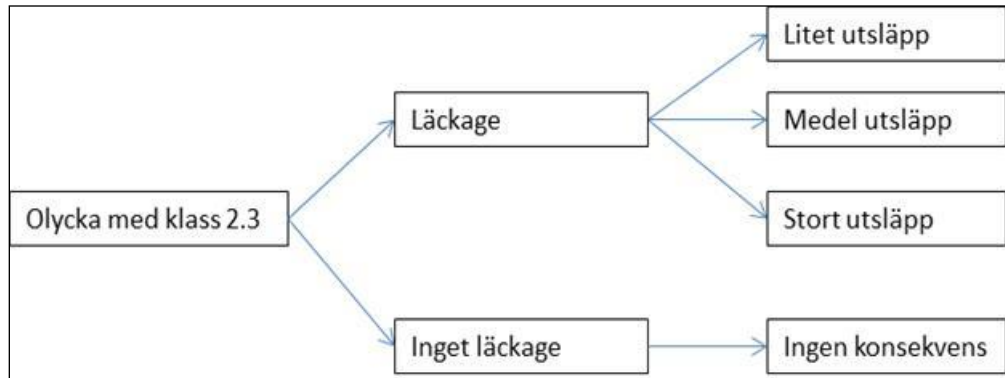
Då utfallet av en BLEVE ofta sker med en fördröjning görs här antagandet att i 50 % av fallen kommer området hinnas utrymmas innan en BLEVE inträffar.

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

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

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.

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).

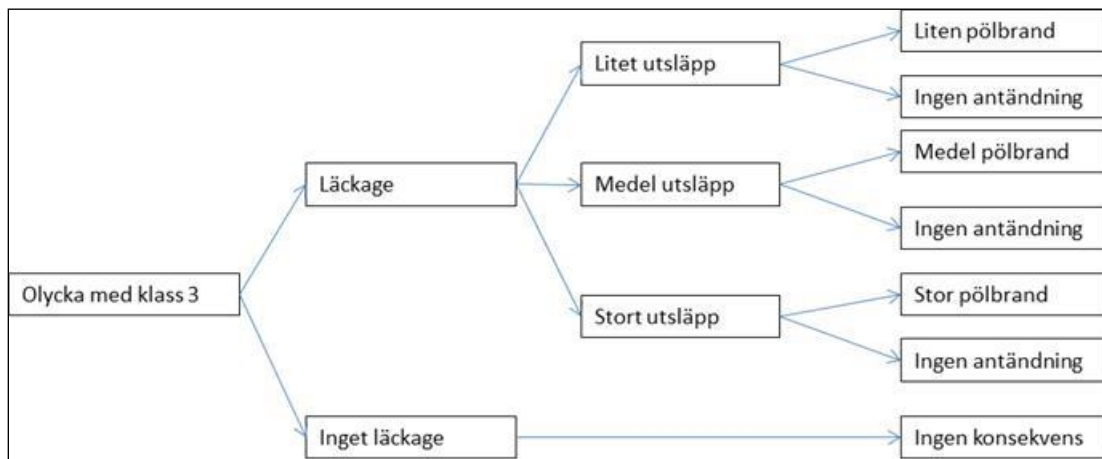
Antalet vagnar med giftig gas fås från tabell i huvudrapport och sannolikheten kan beskrivas enligt följande:

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

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

A.4 Olycka med brandfarlig vätska bensin-järnväg

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.

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

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

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

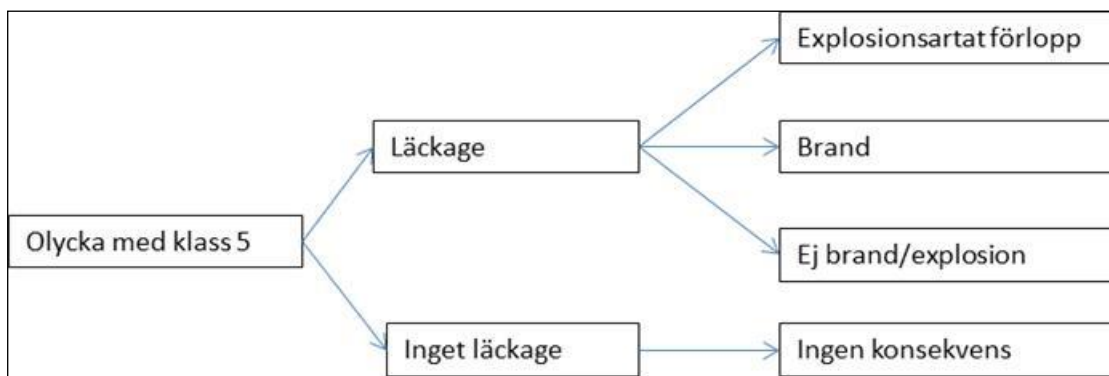
Mellan läckage: $(6 \cdot 10^{-8} \cdot 0,17 + 6,7 \cdot 10^{-7} \cdot 0,12) \cdot 0,2 \cdot 0,05 \cdot N_{\text{klass3}}$

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

A.5 Olycka med oxiderande ämne - järnväg

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.

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:

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

Resultat av beräkningar

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

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

Bilaga B - Bedömning av konsekvenser

Bilaga B - Bedömning av konsekvenser

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

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

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

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

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).

	BLEVE	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
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 avståndintervall ges två uppgifter på andel omkomna:

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

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

Tabell B.2. *Andel omkomna av personer som befinner sig utomhus respektive inomhus inom olika avståndintervall från en eventuell olycka på järnväg. Värderna i denna tabell är grundvärden från beräkningar vilket är de som används om inget annat anges.*

Ämnesklass	Olycksscenario	0-25 m	26-50 m	51-100 m	101-150 m	151-200 m
Klass 1.1 Massexplсивt	Liten explosion (200 kg)	1/0,15	0/0,05	0/0,01	0/0	0/0
	Stor explosion (6 ton)	1/0,3	1/0,3	0,5/0,15	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	1/1	1/0,5	0,5/0
Klass 2.3 Kondenserad giftig gas	Rörbrott	1/0,95 (0,5)	0,9/0,5 (0,25)	0,5/0,1 (0,05)	0,01/0	0/0
	Punktering	1/1 (0,5)	1/1 (0,5)	1/0,5 (0,25)	0,6/0	0,2/0
Klass 3 Brandfarlig	Liten pölbrand	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
	Medelstor pölbrand	0,5/0,1	0/0	0/0	0/0	0/0

vätska	(50 m ²)					
	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

Värden inom parentes () på kondenserad giftig gas redovisar andel som används i beräkningar om ventilation placeras på tak. Nya beräkningar för resultat efter införda skyddsåtgärder genomförs ej då samhällskurvan ligger inom acceptabel nivå.

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

B.1 Konsekvenser för massexplodivt ämne (klass 1.1)

Bedömning av konsekvenser/Olyckseffekter

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

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

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

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

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

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

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

Beräkningsmetodik

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

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

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

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

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

Konsekvenser för massexplodivt ämne

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

För varje avståndsintervall ges två uppgifter på andel omkomna:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Stora Transporter	2 ton		6 ton		16 ton	
	Ute	Inne	Ute	Inne	Ute	Inne
Andelen omkomna						

0-25 m	1	0,3	1	0,3	1	0,3
25-50m	1	0,15	1	0,3	1	0,3
50-75 m	0	0,15	1	0,15	1	0,15
75-100 m	0	0,01	0	0,15	1	0,15
100-250 m	0	0,01	0	0,01	0	0,05

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

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

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

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

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

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

B.2 Konsekvenser för utsläpp av brandfarlig gas vid olycka

I följande figurer redovisas andel oskyddade människor omkomna för utsläpp av brandfarlig kondenserad gas vid en olycka.

Följande scenario med antändning av brandfarlig gas analyseras:

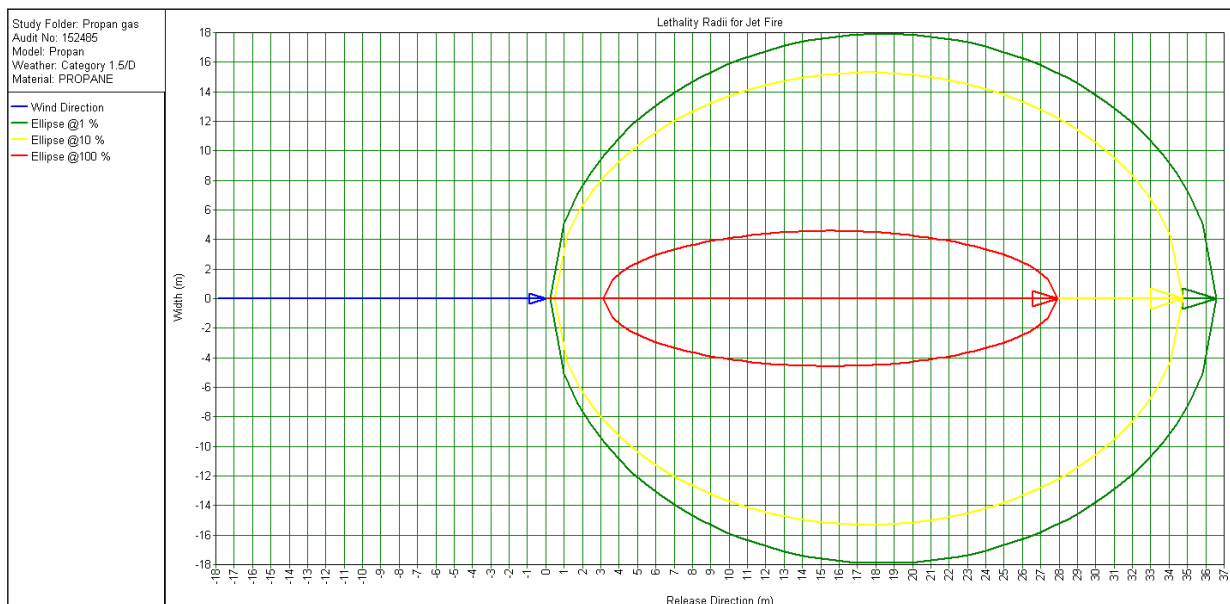
- › Omedelbar antändning som ger upphov till jetbrand.
- › Uppvärmning av tank eller tankhaveri som leder till BLEVE (Boling Liquid Expandning Vapour Explosion).
- › Fördröjd antändning som ger upphov till en gasmolnsbrand.
- › Fördröjd antändning som ger upphov till en gasmolnsexplosion.

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

Jetbrand

Omfattningen och effekten av en jetbrand bestäms av om ämnet strömmar ut i gasfas eller vätskefas, om en fri jetstråle kan utvecklas samt av riktningen på denna. I flammans riktning och i närhet av utsläppet kommer strålningsnivåerna att vara mycket höga, över 40 kW/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.

BLEVE

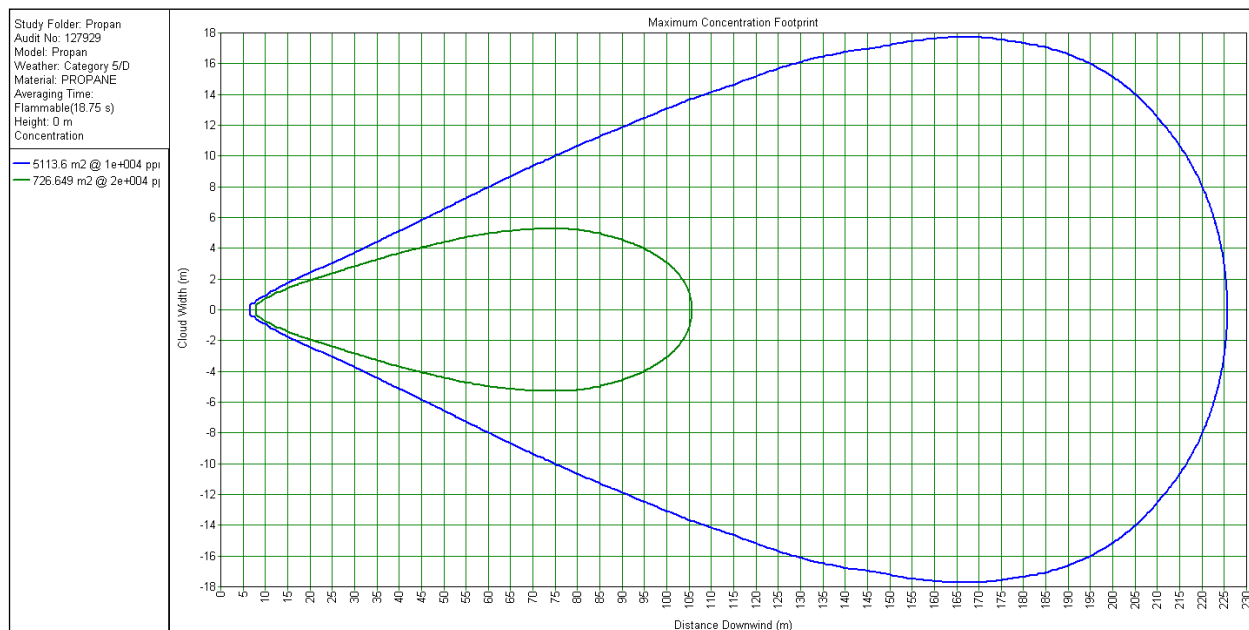
Vid en BLEVE bildas ett eldklot som ger upphov till värmestrålning och tryckeffekter. Storleken på eldklotet beror framförallt på tankens innehåll. En tank på 20 ton ger upphov till ett eldklot på 60-75 meters radie (TNO, 2005).

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

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

Gasmolnsbrand

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



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

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

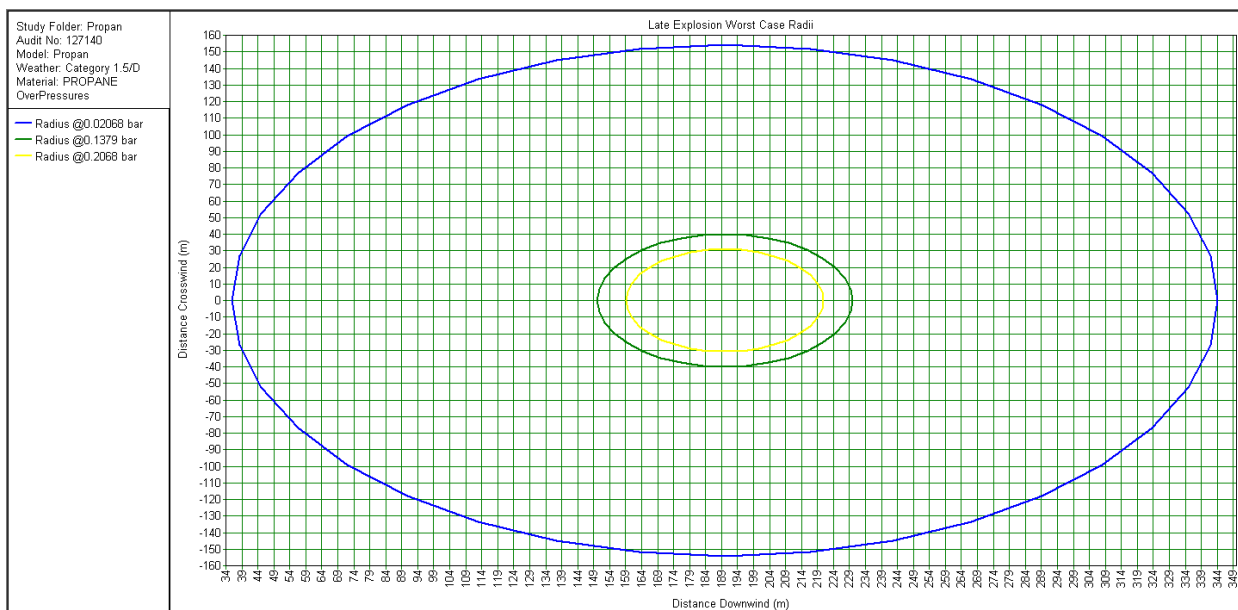
Vid en antändning kommer moln inom LEL gränsen att forma ett brinnande gasmoln. Område för gasmolnsbrand sätts här till samma som LEL (TNO, 2005). I vissa sammanhang används 1/2 LEL som gräns för brandmoln.

Personer som vistas inom brandmolnet antas omkomma, detta gäller även om personer som befinner sig i byggnader som helt omsluts av molnet. Personer som vistas utanför molnet kan antas överleva.

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

Gasmolnexplosion

Ett fritt gasmoln som antänds ger som regel upphov till en gasmolnsbrand utan signifikant övertryck (TNO, 2005), vilket behandlats ovan. En explosion kan dock inte helt uteslutas. Figur B.3 visar explosionövertryck på olika avstånd från ett maximalt stort gasmoln, vid ett 50 mm hål och utsläpp i vätskefas.



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

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

Tabell B.9. Trycknivåer från explosionscentrum.

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

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

B.3 Konsekvenser vid utsläpp av giftig gas

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

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

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

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

För beräkning av konsekvenser i samband med utsläpp av giftig gas har beräkningsprogrammet Bfk använts (RIB, 2012). Beräkningarna resulterar i koncentration av den utsläppta gasen på olika avstånd, i höjded 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 lindrigt skadade förekomma.

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

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

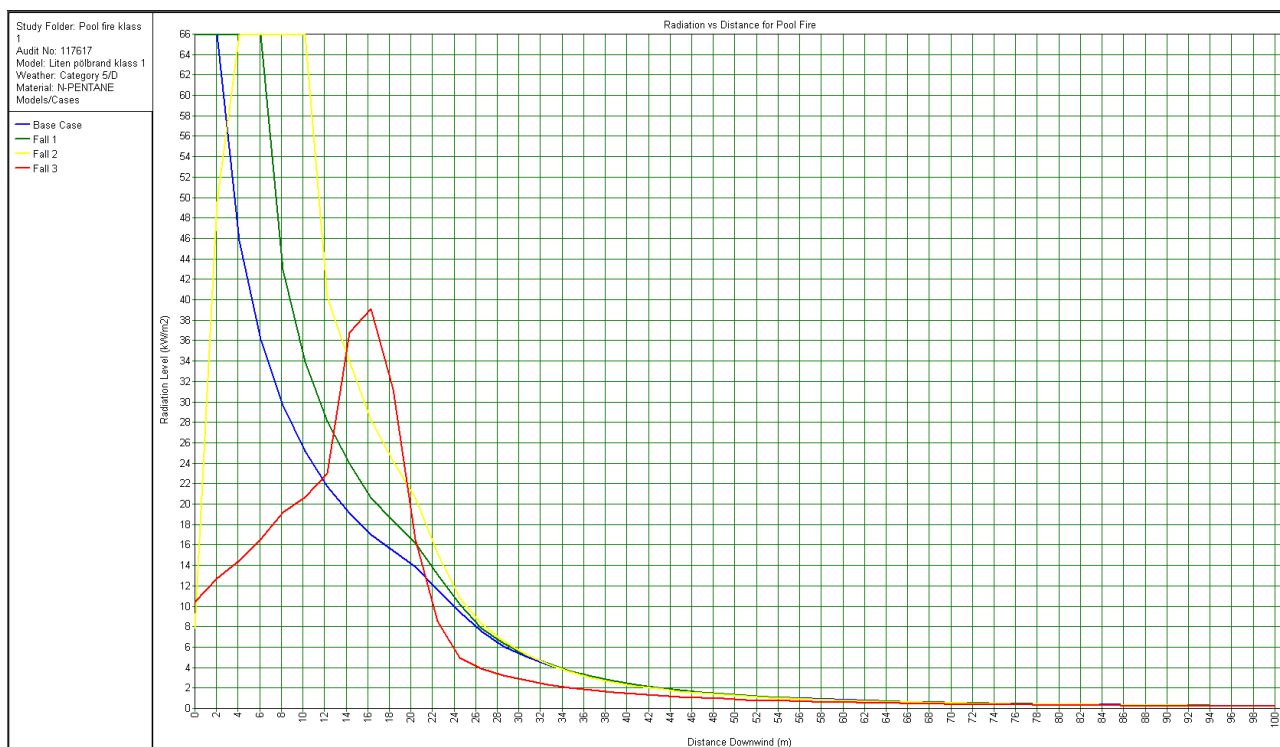
~150	0/26	100/0
------	------	-------

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

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

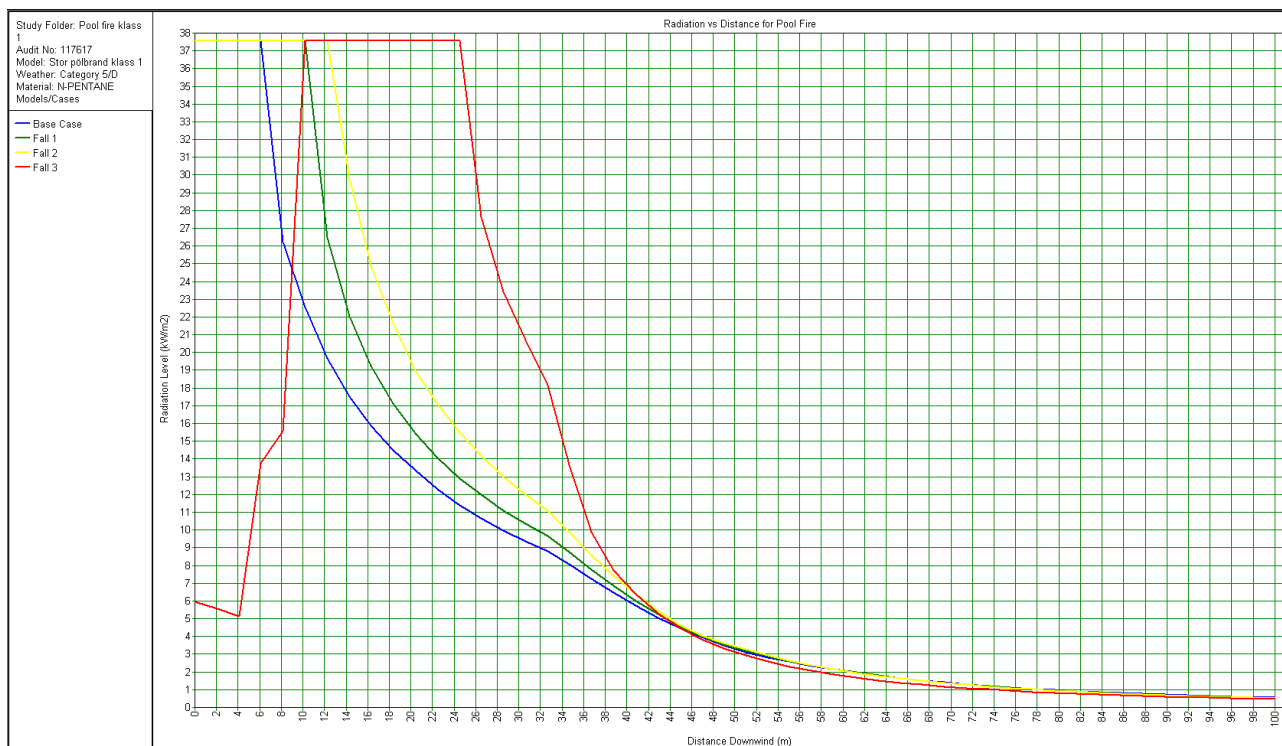
- › Litet utsläpp: Bedöms inte ha någon påverkan på omgivningen
- › Medel utsläpp: Antas resultera i pölbrand på 50 m²
- › Stort utsläpp: Antas resultera i pölbrand på 200 m²

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, bensen, 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 nedan.

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

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

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

Tabell B.14 Effekter/symptom vid olika strålningsnivåer.

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

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

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

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

Tabell B.15. Gränsvärden beträffande strålning.

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

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

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

B.5 Konsekvenser vid utsläpp av oxiderande ämne

Oxiderande ämne kan tillsammans med organiska ämnen bli explosivt. Maximalt kan en explosiv blandning motsvarande ca 3 ton erhållas vid en olycka och konsekvenserna är lika de som uppstår vid olycka med massexplosiva ämnen.

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

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

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

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

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

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

Bilaga C – Indata för beräkningar

Bilaga C Indata för beräkningar

C.1 Indata personintensitet

I följande kapitel sammanställs indata för personintensitet för respektive delområde.

C.2.1 Delområde 1: Kanalen, Fabriken, Torget

Nedan presenteras indata för beräkningar avseende personintensitet.

Tabell 1. Personantal för delområde 1

Avstånd Västra stambanan	Ute dag	Inne dag	Ute kväll	Inne kväll	Ute natt	Inne natt
0-30	2	-	2	-	-	-
30-50	5	6	3	16	1	18
50-100	2	150	6	30	1	36
100-150	1	140	1	0	-	7
150-200	3	17	10	51	1	45

I beräkningar motsvarar population "dag" 9 timmar då personer som är hemma dagtid, de som jobbar i fabriken samt de som finns i handeln finns på området. "Kväll" motsvarar 3 timmar när personer som är hemma nattetid är hemma samtidigt som vissa av dem befinner sig utomhus samt högre "tryck i handelslokaler". Natt motsvarar 12 timmar när personer befinner sig hemma i sina lägenheter. Ett par människor ha lagts på i beräkningar som bedöms vistas i omedelbar närhet av järnvägen. Antalet personer i stora och lilla fabriken multipliceras med 0,7. Detta anses motsvara en normal personförekomst under en arbetsdag.

C.2.1 Delområde 2: Tegelholmen inkl förskolan och Snickarudden inkl lilla fabriken.

Tabell 2. Personantal för delområde 2

Avstånd Västra stambanan	Ute dag	Inne dag	Ute kväll	Inne kväll	Ute natt	Inne natt
0-30	1	-	-	-	-	-
30-50	1	-	-	-	-	-
50-100	3	12	10	36	1	46
100-150	8	30	23	94	1	117
150-200	42	131	20	150	-	90

I beräkningar motsvarar population "dag" 9 timmar då personer som är hemma dagtid, de som jobbar i fabriken samt de som befinner sig på förskolan finns på området. "Kväll" motsvarar 3 timmar när förskolan är öppen, personer som är hemma nattetid är hemma samtidigt som vissa av dem befinner sig utomhus. Natt motsvarar 12 timmar när personer befinner sig hemma i sina lägenheter.

Ett par människor ha lagts på i beräkningar som bedöms vistas i omedelbar närhet av järnvägen.

Bilaga D- Känslighetsanalys

Bilaga D Känslighetsanalys

D.1.1 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

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. Både Green Cargo som är den största aktören beträffande farligt gods samt trafikverket har bedömt att använda värden är tillämpbara.

I beräkningar antas att transporter ökar med 15 % för att representera ett framtidsscenario. Det finns inga prognoser som bekräftar en ökning av godstransporterna varför ytterligare känslighetsanalys inte genomförts.

Omgivning:

Hur många personer som befinner sig på området kan ha stor påverkan på resultatet för samhällsrisk. Störst påverkan har antaganden om människor som befinner sig utomhus nära spårområdet. Tågplattformen och gångbanan gör så att människor vistas i området närmast järnvägen, dock är dessa personer ej främst kopplade till bostäder och ny bebyggelse. För området Kanalen förväntas människor inte uppehålla sig utomhus inom 0-50 meter ifrån järnvägen. Parkeringsplatser används för boende och för de som arbetar på området. Dessa lämnar och hämtar sina bilar vilket gör att de befinner sig på p-platsen under en kort tid.

Vid beräkningar används ett framtidsscenario där 600 personer jobbar i lilla och stora fabriken. I dagsläget jobbar ca 200 personer i dessa lokaler.

Bedömningen är att uppskattningar om personintensiteten är robust och ger utrymme för utveckling av området.

Olycksfrekvens:

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

Beräkningar 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 transporterad brandfarlig vätska antas därmed klass 1 utgöra 40 %.

Detta påverkar främst individrisken närmast järnvägen 0-50 meter ifrån olyckshändelsen. Detta då dimensionerande pölbrand har ett påverkansområde upp till max 50 meter. Vid beräkningar där alla petroleumprodukter ingår i beräkningar hamnar individrisken utomhus på $4.3 \cdot 10^{-7}$ (30 meter ifrån järnvägen). Samhällsriskens påverkas mycket lite då det inte antas befinna sig så mycket personer i området 0-50 meter ifrån järnvägen.

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 farligtgoodsolycka 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.

En känslighetsberäkning där andelen omkomna räknas upp med en antagen ökning på 20 % för alla skadehändelser där andelen omkomna varit mellan 0,05 och 0,9 har genomförts. Denna simulering visar på en något högre samhällsrisk men som fortfarande ligger inom acceptabel nivå i förhållande till de kriterier som tillämpas.

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

Området har delats in i två delområden om 200 meter vardera. Vid beräkning av olycksfrekvenser har antagits att en olycka ska inträffa inom detta område för att påverka det aktuella delområdet. För händelser med stora konsekvensavstånd, t ex olycka med giftig gas, har frekvensfaktorn multiplicerats upp för att ta hänsyn till att delområdet 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 delområdet.

Scenarieutveckling

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

