

SEPTEMBER 2015

ÖVERSIKTLIG RISKUTREDNING FÖR DELOMRÅDET SKEPPSBRON, SÖDER OM MUNKSJÖN, JÖNKÖPING



ADRESS COWI AB
Skärgårdsgatan 1
Box 12076
402 41 Göteborg
Sverige

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

SEPTEMBER 2014

ÖVERSIKTLIG RISKUTREDNING FÖR DELOMRÅDET SKEPPSBRON, SÖDER OM MUNKSJÖN, JÖNKÖPING

PROJEKTNR.	A072864
DOKUMENTNR	A072864/3/RAP001-Riskutredning
VERSION	1.0
UTGIVNINGSDATUM	2015-09-15
UTARBETAD	Markus Glenting, Maria Bergh, Christoffer Käck
GRANSKAD	Göran Davidsson
GODKÄND	Gert Swenson

Sammanfattning

Området söder om Munksjön i Jönköping är aktuellt för omvandling från industriområde till en förtätad stadskärna med blandad bebyggelse för bostäder, kontor, butiker, restauranger etc. Byggnationen inom området genererar bostäder för ca 2300 personer, 900 nya arbetsplatser och 40 000 m² kommersiella ytor. Södra Munksjön Utvecklings AB har begärt att Stadsbyggnadskontoret ska detaljplanelägga delområdet Skeppsbron som en första etapp för bolagets totala uppdrag.

Delområdet angränsar till befintlig järnväg där både persontåg, gods och farligt gods transporteras. Delområdet ligger även inom uppmärksamhetsavstånd (definierade av Miljöförvaltningen och Räddningstjänsten) från vissa verksamheter. I detaljplaneprocessen för de olika etapperna behöver därför risker och miljöstörningar från dessa bedömas. Södra Munksjön Utvecklings AB har beställt denna övergripande riskbedömning av COWI AB som ska belysa de risker som finns med att detaljplanelägga en blandstad inom delområdet Skeppsbron. Med risker avses här risker som kan medföra att 3:e man omkommer, övriga risker med exempelvis buller och lukt förutsätts behandlas separat i en annan utredning.

Riskutredningen bedömer att följande verksamheter/transportleder utgör en riskkälla¹ där skyddsåtgärder behöver beaktas:

- › Järnväg (den sträcka som löper mellan Jordbrovägen och Herkulesvägen)
- › Industrispår
- › Rangerbangård
- › Lokal väg där transporter av farligt gods förekommer
- › Bensinstation
- › Simsholmens reningsverk, Jönköpings Energi (Biogas)

¹ med avseende på risken för 3:e man att omkomma till följd av en olycka vid verksamheten/farligt gods olycka.

Den typ av exploatering som beskrivs i kapitel 3 bedöms möjlig förutsatt att föreslagna skyddsåtgärder beaktas i fortsatt arbete. Föreslagna skyddsåtgärder för respektive riskkälla har definierats som skall eller bör, notera att det endast är de som är formulerade som skall-krav som COWI bedömer som nödvändiga att lyfta in i detaljplanen för att nå en acceptabel risknivå. Bör-rekommendationer är sådana rekommendationer som ytterligare reducerar risknivån. Se kapitel 10.3-10.4.

Det bör noteras att om antalet transporter på lokal väg kan minskas, exempelvis genom att transporter från St1:s depå och Simsholmens reningsverk väljer alternativ transportväg, bedöms risknivån reduceras till en sådan nivå att inga skyddsåtgärder map vägen bedöms som skall-krav utan endast som bör-rekommendation.

Skyddsavstånd (bebyggelsefri zon) inklusive avstånd där rekommenderade skyddsåtgärder krävs presenteras i en karta i figur 26. Kartan har även levererats i dgw-format till beställaren.

INNEHÅLL

Sammanfattning	I
1 Inledning	1
1.1 Bakgrund och syfte	1
1.2 Omfattning - Avgränsning	1
1.3 Definitioner	2
2 Beskrivning av risk, kriterier, regler och riktlinjer	4
2.1 Risk	4
2.2 Riskacceptans	5
2.3 Kriterier avseende farligt gods	5
2.4 Relevanta regler och riktlinjer för bensinstationer	11
2.1 Relevanta regler och riktlinjer för verksamheter som hanterar brandfarlig vara	13
3 Förutsättningar	16
3.1 Beskrivning av området	16
3.2 Sammanställning av personintensitet	21
4 Omgivningspåverkande verksamheter	23
4.1 Bensinstationer	25
4.2 Simsholmens reningsverk samt Jönköping Energi, Biogas	28
4.3 Kem & Gas	28
4.4 Jönköpings Energi, Hetvattencentralen	29
4.5 Hurtigs åkeri	29
4.6 SUEZ (SITA)	29
4.7 Tunabergs taxi	30
4.8 Jaktia	30

4.9	Kaross & lackeringsteknik	30
4.10	Haralds bilriktning	30
4.11	Rinaldo bilservice	31
4.12	AD bildelar	31
4.13	Viadukten biltvätt	31
4.14	Tryckkopia och Proffskopia	31
5	Trafik och transporter med farligt gods	32
5.1	Lokala transporter på väg	32
5.2	Transporter på järnväg	35
6	Bedömning av sannolikhet och konsekvens för olycka vid transport av farligt gods	39
6.1	Faror vid olycka med farligt gods	39
6.2	Farligt godsolycka	40
6.3	Olycka med massexplosivt ämne (klass 1.1)	41
6.4	Olycka med kondenserad brandfarlig gas (klass 2.1)	42
6.5	Olycka med kondenserad giftig gas (klass 2.3)	43
6.6	Olycka med brandfarlig vätska (klass 3)	44
6.7	Olycka med oxiderande ämne (klass 5)	44
6.8	Beräkning av sannolikhet för identifierade olyckshändelser	45
6.9	Konsekvenser av identifierade händelser	45
7	Olycka med petroleumprodukter	46
8	Olycka med brandfarlig gas	49
8.1	Resultat från tidigare konsekvensberäkningar	50
9	Bedömning av risknivå	52
9.1	Farligt gods på järnvägen	52
9.2	Risk för mekanisk konflikt	54
9.3	Farligt gods på industrispåret	55
9.4	Farligt gods på väg	55
9.5	Omgivningspåverkande verksamheter	56
9.6	Framtida höghastighetsbana	65
9.7	Osäkerhets- och känslighetsdiskussion	66
10	Diskussion och slutsats	67
10.1	Farligt gods och bensinstationer	67
10.2	Övriga omgivningspåverkande verksamheter	68
10.3	Slutsats och skyddsåtgärder	69
10.4	Skyddsavstånd	72

11	Referenser	1
	Bilaga A - Beräkning av sannolikhet för olycka	4
A.1	Olycka med massexplosivt ämne	6
A.2	Olycka med brandfarlig gas (propan)	6
A.3	Olycka med giftig gas	8
A.4	Olycka med brandfarlig vätska bensin	9
A.5	Olycka med oxiderande ämne	10
A.6	Resultat av beräkningar	11
	Bilaga B - Bedömning av konsekvenser	12
B.1	Konsekvenser för massexplosivt ämne (klass 1.1)	15
B.2	Konsekvenser för utsläpp av brandfarlig gas vid olycka	19
B.3	Konsekvenser vid utsläpp av giftig gas	23
B.4	Konsekvenser vid olycka med brandfarlig vara (klass 3)	25
B.5	Konsekvenser vid utsläpp av oxiderande ämne	28
	Bilaga C - Känslighetsanalys	30
	Bilaga D – Mekanisk konflikt	35
	Bilaga E – Illustrationer	37

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Området söder om Munksjön i Jönköping är aktuellt för omvandling från industriområde till en förtätad stadskärna med blandad bebyggelse för bostäder, kontor, butiker, restauranger etc. Byggnationen inom området genererar bostäder för ca 2300 personer, 900 nya arbetsplatser och 40 000 m² kommersiella ytor. Södra Munksjön Utvecklings AB har begärt att Stadsbyggnadskontoret ska detaljplanelägga delområdet Skeppsbron som en första etapp för bolagets totala uppdrag.

Delområdet angränsar till befintlig järnväg där både persontåg, gods och farligt gods transporteras. Delområdet ligger även inom uppmärksamhetsavstånd (definierade av Miljöförvaltningen och Räddningstjänsten) från vissa verksamheter. I detaljplaneprocessen för de olika etapperna behöver därför risker och miljöstörningar från dessa bedömas.

Södra Munksjön Utvecklings AB har beställt denna övergripande riskbedömning av COWI AB som ska belysa de risker som finns med att detaljplanelägga en blandstad inom delområdet Skeppsbron.

1.2 Omfattning - Avgränsning

Med risk avses här risken för 3:e person att omkomma vid en farligt gods olycka alternativt en olycka vid någon av de omgivningspåverkade verksamheterna som studerats.

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

Riskutredningen baseras på kvantifierade beräkningar av sannolikheter och konsekvenser av eventuella olyckor med farligt gods samt kvalitativa bedömningar

gällande mekanisk konflikt (tåg) vid studerat område. Risknivån jämförs med för branschen vedertagna kriterier för tolerabel risk.

Utöver riskerna med farligt gods och mekanisk konflikt beskrivs risken map omgivningspåverkande verksamheter. Säkerhetsaspekter avseende exempelvis bensinstationer behandlas kvalitativt genom att befintliga regler och riktlinjer som gäller vid etableringar intill dylika verksamheter sammanställs. Annan problematik som exempelvis förekomst av buller och lukt beskrivs översiktligt för de olika verksamheterna utifrån Boverkets riktlinjer. Eventuella risker med en framtida höghastighetsbana inkluderas inte i riskbedömningen men riskbedömningen belyser eventuell problematik med att anlägga en framtida höghastighetsbana där den planeras. Eventuella risker med en framtida höghastighetsbana förutsätts inkluderas i riskbedömning i samband med projektering av höghastighetsbanan.

Lämpliga skyddsåtgärder anges ifall så anses påkallat. Med skyddsåtgärder avses sådana som minskar risken för 3:e person att omkomma vid en olycka.

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

1.3 Definitioner

I denna rapport har följande begrepp betydelse enligt nedan:

Risk – plötsligt inträffad händelse som påverkar människors hälsa i sådan omfattning att dödsfall inträffar. Risk är en sammanvägning av hur ofta händelsen inträffar alternativt hur sannolik den är samt vilka konsekvenser den får uttryckt i antal omkomna personer. Se även avsnitt 2.1.

Riskkälla – Verksamhet, process, lagringskärl, lossningsplats eller järnvägsvagn lastat med farligt gods är exempel på riskkällor. I eller i anslutning till en riskkälla kan farliga ämnen finnas vars fysikaliska eller kemiska krafter släpps loss vid en olycka och påverkar sin omgivning.

Riskavstånd – Avstånd som en riskkälla kan påverka sin omgivning inom så att konsekvensen blir att människor omkommer. Sannolikhet och frekvens beaktas inte.

Riskhantering – Samlingsnamn för hela processen att inventera risker, bedöma risker, värdera risker och vid behov vidta riskreducerande åtgärder och kontrollera att nödvändig effekt erhållits.

Riskinventering – Systematisk kartläggning av verksamheter och aktiviteter, t ex transport av farligt gods, som kan innebära risk.

Riskbedömning – bedöma eller uppskatta hur omfattande en risk är. Oftast genom att skatta frekvens/sannolikhet och konsekvens kvalitativt eller genom att beräkna detta kvantitativt.

Individrisk – Vid kvantitativ riskbedömning kan individrisk beräknas. Frekvens för att en person som vistas på exakt samma geografiska plats omkommer till följd av en risk orsakad av en eller flera olyckor.

Samhällsrisk – Vid kvantitativ riskbedömning kan samhällsrisk beräknas. Samhällsrisk beräknas genom att redovisa antal personer som omkommer vid en eller flera olyckor med en beräknad frekvens. Måttet används för att ange hur människor och därmed markanvändning kan påverkas av en eller flera riskkällor.

Riskvärdering – När samtliga relevanta risker inom definierat geografiskt område beräknats görs en jämförelse med lämpliga kriterier för vad som kan anses vara en tolerabel risknivå. Denna riskvärdering ligger till grund för beslut om risker kan accepteras, om riskreducerande åtgärder behöver vidtas eller om riskerna inte kan accepteras.

Riskreducerande åtgärder – Åtgärder som vidtas för att lindra konsekvensen av en risk alternativt reducera frekvensen för att risken ska inträffa.

Svårutrymd bebyggelse – Med svårutrymd bebyggelse avses här samlingslokal, skola, sjukhus, daghem, arena, hotell, äldreboende. P-hus, Handel, bostadshus, kontor eller restaurang är inte svårutrymd bebyggelse i detta avseende.

2 Beskrivning av risk, kriterier, regler och riktlinjer

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

2.1 Risk

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

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

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

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

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

2.2 Riskacceptans

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

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

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

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

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

Avseende individrisk bör följande etiska princip eftersträvas:

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

Avseende samhällsrisk bör följande etiska princip eftersträvas:

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

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

2.3 Kriterier avseende farligt gods

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

2.3.1 DNV:s kriterier

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

Individriskkriterier

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

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

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

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

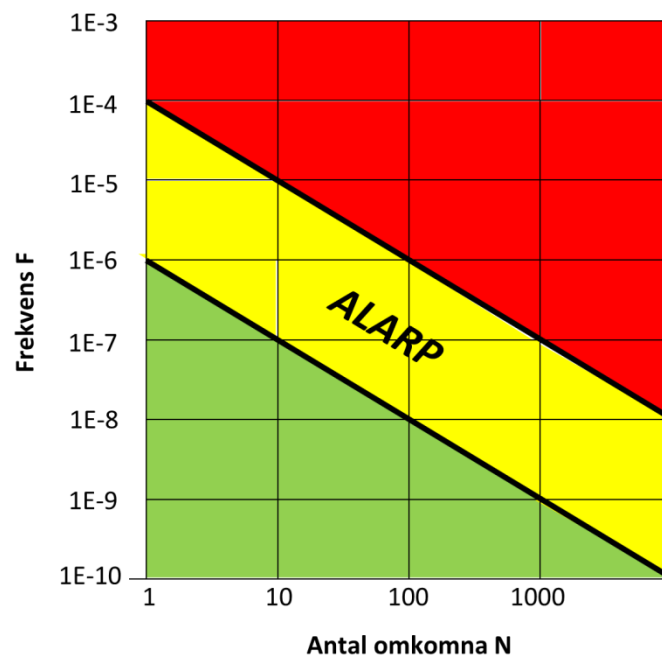
Samhällsriskkriterier

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

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

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

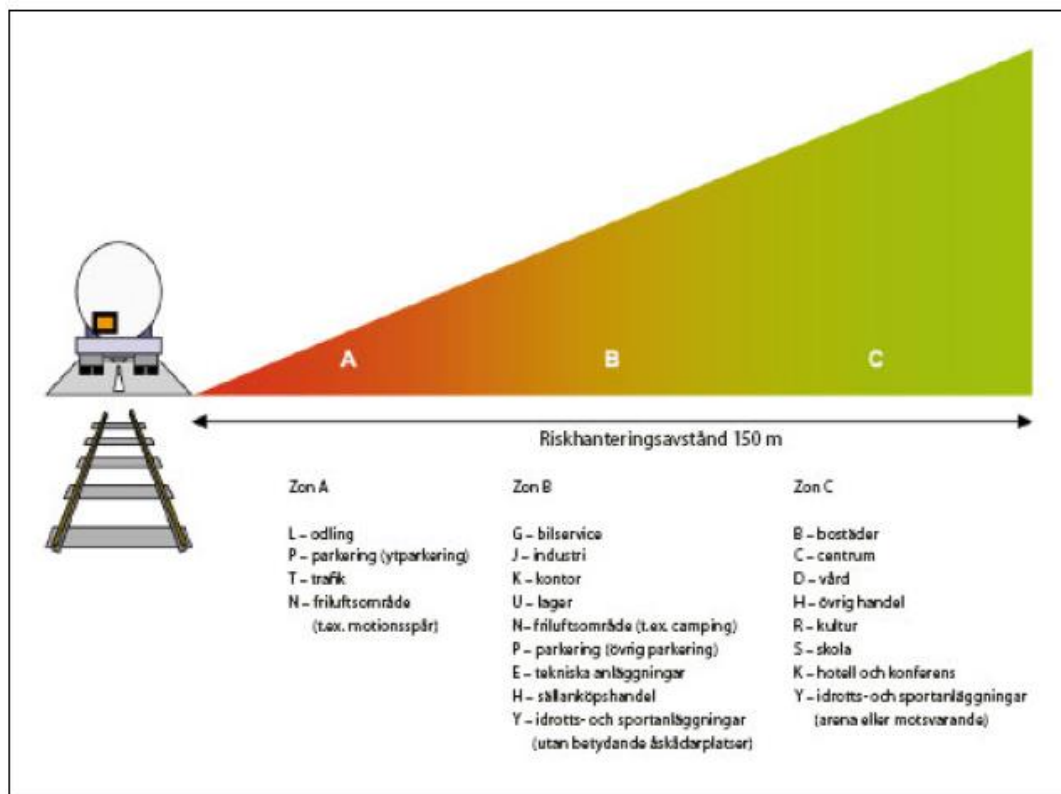
För risknivåer som ligger däremellan ska rimliga säkerhetshöjande åtgärder värderas ur kostnads-nytta synpunkt. Detta område kallas ALARP-området och representeras av gult område i figur 1.



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

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

Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län har gemensamt tagit fram en riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods (2006). Enligt dessa skall riskhanteringsprocessen beaktas vid all nybyggnation inom 150 meters avstånd ifrån farligt godsled. I Länsstyrelsens policy finns inga exakta avstånd för tillåten markanvändning utan zonerna är glidande och beroende på platsspecifika egenskaper och förhållanden, se figur 2. Området i zon A, som är zonen närmast leden, 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.



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

2.3.3 Trafikverket - Transportsystemet i samhällsplaneringen

Enligt förordningen(2010:185) med instruktion för Trafikverket ska Trafikverket inom sitt verksamhetsområde tillhandahålla underlag för tillämpningen av 3–5 kap. miljöbalken och av plan- och bygglagen (2010:900). Trafikverkets skrift *Transportsystemet i samhällsplaneringen* syftar till att vara ett sådant underlag.

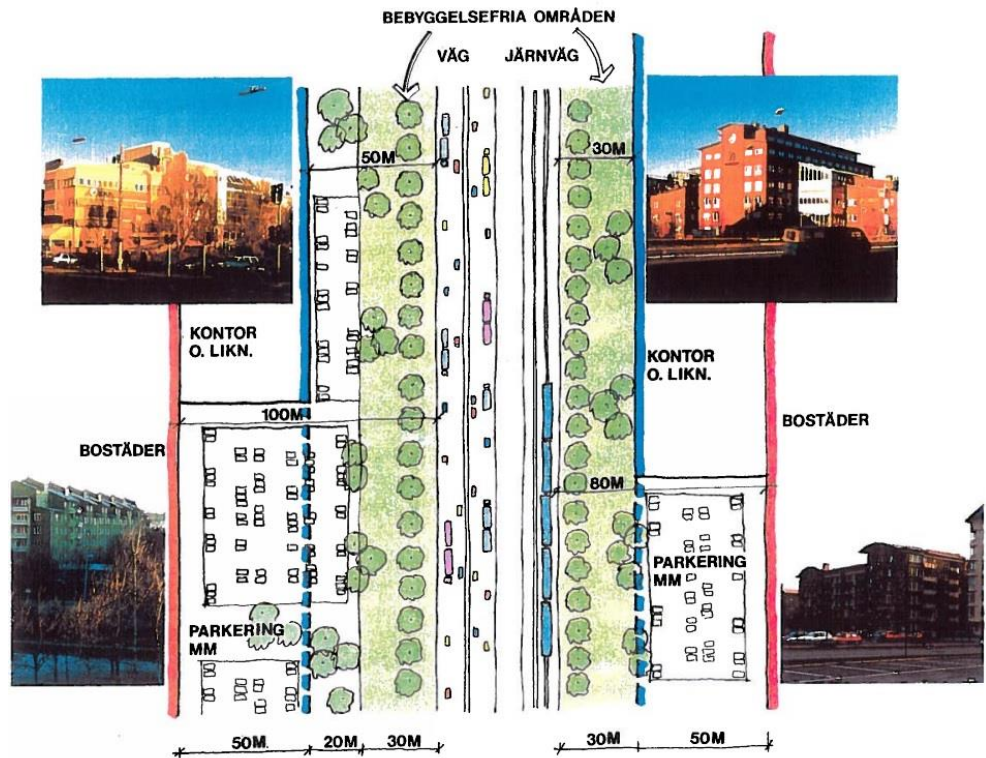
Gällande transporter av farligt gods på järnväg skriver Trafikverket följande i denna skrift:

"Generellt bör ny bebyggelse inte tillåtas inom ett område på 30 meter från en järnväg. Ett sådant avstånd ger utrymme för underhållsåtgärder och eventuella räddningsinsatser om det skulle ske en olycka. Det medger också en komplettering av riskreducerande åtgärder vid en förändrad risksituation. Influensoområdet för risker kan vara betydligt större än 30 meter, och riskanalyser kan behöva tas fram även för sådant som ligger längre från järnvägen än så. Ett riktvärde att gå efter kan vara att göra riskanalyser för transporter av farligt gods för bebyggelse inom 150 meter från närmaste spårmitte då nya åtgärder planeras."

2.3.4 Göteborgs översiktsplan

I Göteborgs översiktsplan anges avstånd till olika sorters etableringar, exempelvis bostäder och arbetsplatser, vilka eftersträvas i Göteborg vid nyetablering intill

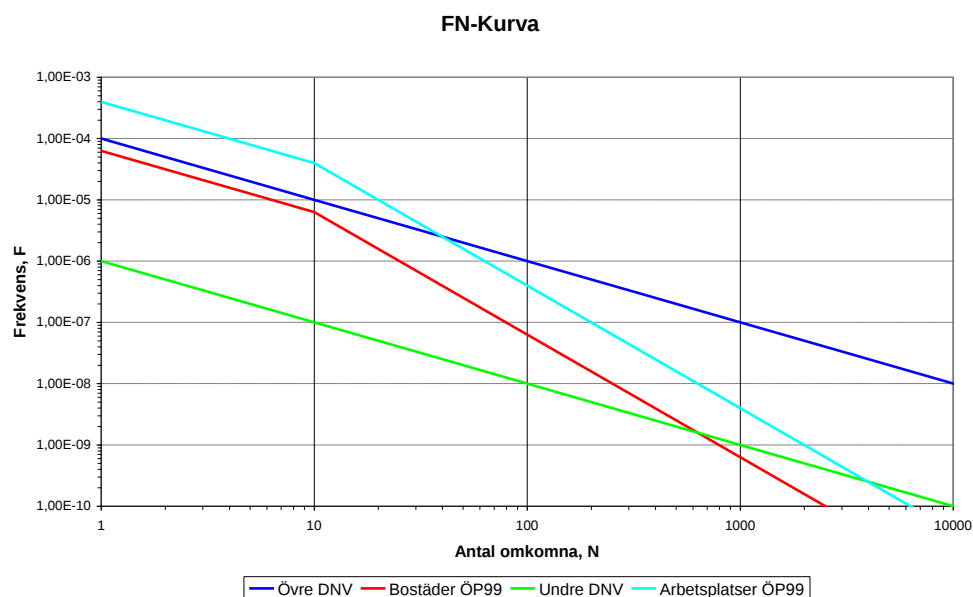
farligt godsleder. Enligt Göteborgs översiktsplan skall ett bebyggelsefritt område upprättas 30 meter på ömse sidor av leder med farligt gods. Det bebyggelsefria området kan exempelvis användas för ytparkering. Avstånd till olika sorters etableringar, exempelvis bostäder och arbetsplatser, i enlighet med Göteborgs översiktsplan redovisas i figur 3. Notera att dessa avstånd anger avstånd mätt från banvall.



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

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

DNV's förslag (grön och blå linje i figur 4) visar två nivåer, mellan dessa nivåer anses att skyddsåtgärder bör värderas. Kriterier enligt Göteborgs översiktsplan presenteras som röd linje (kriteriet för bostäder) och turkos linje (kriteriet för arbetsplatser). Ursprungligen gäller DNV:s kriterier ett område på 1 km (båda sidor av leden) medan Göteborgs kriterier baseras på ett typområde på 2 km (båda sidor av leden).



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

2.3.5 Riktlinjer i Stockholms län – farligt gods

Länsstyrelsen i Stockholms län har tidigare upprättat egna rekommendationer gällande nybebyggelse i närheten av farligt godsleder. Kortfattat innebär rekommendationerna följande:

Vägar med transporter av farligt gods

- › 25 meter byggnadsfritt bör lämnas närmast transportleden.
- › Tät kontorsbebyggelse närmare än 40 meter från vägkant bör undvikas.
- › Sammanhållen bostadsbebyggelse eller personintensiv verksamheter närmare än 75 meter från vägkant bör undvikas.

Järnvägar

- › 25 meter närmast järnvägen bör lämnas byggnadsfritt
- › Tät kontorsbebyggelse närmare än 25 meter från spårkant bör undvikas
- › Sammanhållen bostadsbebyggelse och personintensiva verksamheter närmare än 50 meter från spårkant bör undvikas

Riktlinjerna säger även att avsteg från rekommendationerna ovan kan göras i en del fall men att detta då ska bedömas från fall till fall.

2.4 Relevanta regler och riktlinjer för bensinstationer

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

- › Boverket. *Bättre plats för arbete*, år 1995.
- › Räddningsverket 2008. *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer*. Handbok, Maj 2008.
- › Riktlinjer i Stockholms län, 2000

2.4.1 Boverket. Bättre plats för arbete.

Boverkets skrift *Bättre plats för arbete* gavs ut år 1995 med syfte att ge vägledning vid kommunal planering av arbetsområden. Hänsyn har tagits till miljö, hälsa och säkerhet. Vid planering av knutpunkter för person- och godstransporter bl.a. bensinstationer anges nedanstående text:

Boverket - Bättre plats för arbetet Knutpunkter för person- och godstransporter

Risker med hänsyn till miljö, hälsa och säkerhet

Med rubricerade avses bensinstationer, bussterminaler med permanent uppställning, garage för bussar, lastbilar eller taxibilar samt omlastningsstationer. Bussterminaler med tillfällig uppställning samt taxistationer behandlas som trafikanläggningar. Gemensamt för samtliga nämnda anläggningar är fordonstrafik som kan vara omfattande såväl tidigt som sent och även nattetid. Denna trafik ger avgasutsläpp och buller. Ljuset från bilstrålkastare kan också vara störande. Vid bensinstationer och bussterminler sker ofta försäljning av livsmedel och fritidsartiklar. Gatukök och kiosker är också vanliga. Dessa verksamheter genererar i sig också trafik. Vid tankning av fordon, som huvudsakligen sker vid bensinstationer, avgår lättflyktiga kolväten. Bränslepumpar finns också bl.a. vid bussgarage. Avloppsvatten från tvätthallar kan vara förorenat med olja, partiklar och kemikalier som ingår i bilvårdsmedel. Spill av drivmedel och oljor kan i vissa fall leda till förorening av mark. Detta är särskilt uttalat vid bensinstationer.

Möjligheter att begränsa utsläppen och att minska riskerna

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

Riktvärden för skyddsavstånd

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

I Bättre plats för arbete rekommenderas ett skyddsavstånd för bensinstationer på 100 meter mellan bensinstation och bostäder. De avstånd som anges i *Bättre plats för arbete* är ofta betydligt större än avstånd som anges i t.ex. föreskrifter om hantering av brandfarliga vätskor. Detta beror på att man i *Bättre plats för arbete* tagit hänsyn till flera aspekter som påverkar miljö och hälsa så som buller, lukt och andra störningar och inte bara till direkta olyckseffekter. För bensinstationer innefattar detta t.ex. störningar från trafik (buller, avgaser, strålkastarljus) dag- och nattetid.

Enligt samma skrift kan åtgärder införas som begränsar negativa konsekvenser med bensinstationen. Exempelvis kan bullerplank och vegetation förbättra situationen både ur bullersynpunkt samt med avseende på störningar från bilstrålkastare.

2.4.2 Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer

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

Tabell 1. Avstånd i meter mellan olika objekt vid hantering av vätska klass 1 på en bensinstation. Avstånden i tabellen kan minskas om betryggande säkerhet kan uppnås på annat sätt.

Objekt	Lossnings-plats för tankfordon	Mätar-skåp	Pejlför-skruvning	Avluftnings-rörsmynning till cistern
Plats där människor vanligen vistas, t.ex. bostad , kontor, stationsbyggnad (A-byggnad), gatukök, butik, servering eller andra objekt med stor brandbelastning eller lokal där öppen eld förekommer.	25	18	6	12

Not: Till A-byggnad räknas även till exempel hotell, sjukhus och skolbyggnader

2.4.3 Riktlinjer i Stockholms län – bensinstationer

Länsstyrelsen i Stockholms län har egna rekommendationer gällande nybebyggelse i närheten av bensinstationer. Kortfattat innebär rekommendationerna följande:

Bensinstationer:

- › I nyplaneringsfallet bör alltid ambitionen vara att hålla ett avstånd på 100 meter från en bensinstation till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus.
- › Tät kontorsbebyggelse närmare än 25 meter från en bensinstation bör undvikas
- › Sammanhållen bostadsbebyggelse och personintensiva verksamheter närmare än 50 meter från en bensinstation bör undvikas

Riktlinjerna säger även att avsteg från rekommendationerna ovan kan göras i en del fall men att detta då ska bedömas från fall till fall.

2.1 Relevanta regler och riktlinjer för verksamheter som hanterar brandfarlig vara

Sprängämnesinspektionens författningssamling (senare Räddningsverket, numera MSB) innehåller regler och riktlinjer för hantering av brandfarliga varor. Följande föreskrifter bedöms relevanta för de verksamheter som ligger i Skeppsbrons närhet:

- › SÄIFS 2000:2 – Sprängämnesinspektionens föreskrifter om hantering av brandfarliga vätskor
- › SÄIFS 2000:4 – Sprängämnesinspektionens föreskrifter om cisterner, gasklockor, bergrum och rörledningar för brandfarlig gas
- › SÄIFS 1998:7 – Sprängämnesinspektionens föreskrifter om brandfarlig gas i lös behållare m.m.

2.1.1 SÄIFS 2000:2

De riktvärden som anges i SÄIFS 2000:2 avseende avstånd från cistern med brandfarlig vätska till närliggande skyddsobjekt redovisas i tabell 2.

Tabell 2. Riktvärden med avseende på avstånd från cistern med brandfarlig vätska till olika skyddsobjekt

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

2.1.2 SÄIFS 2000:4

Det avstånd från en cistern med brandfarlig gas som kan anses vara betryggande enligt SÄIFS 2000:4 redovisas i tabell 3.

Tabell 3. Avstånd från cistern med brandfarlig gas till olika skyddsobjekt som enligt SÄIFS 2000:4 kan anses vara betryggande

	Byggnad i allmänhet, antändbart material eller brandfarlig verksamhet		Material med stor brandbelastning		Utgång från svårutrymda lokaler	Pump, förångare, mätarskåp	Fordon	Tankfordonets slanganslutningspunkt
	Utom anläggning meter	Inom anläggning meter	Utom anläggning meter	Inom anläggning meter				
Cistern 10 – 100 m ³	25*	12*	50*	25*	100*	3*	8*	12*
≤ 10 m ³	6*	6*	25*	12*	100*	3*	8*	12*
Tankfordonets slanganslutningspunkt	25*	12*	50*	25*	100*	3**		
Pump, förångare, mätarskåp		3**		12*		3**		3**
Torr gasklocka	50*	50**	100*	100**	100*			

* Med EI 60-avskiljning eller högre minskas avstånden till hälften.

** Med EI 60-avskiljning eller högre behövs inget avstånd.

2.1.3 SÄIFS 1998:7

Det avstånd från en verksamhet som hanterar brandfarlig gas i lösa behållare som anges i SÄIFS 1998:7 redovisas i tabell 4.

Tabell 4. Avstånd från verksamhet som hanterar brandfarlig gas i lösa beållare till olika skyddsobjekt enligt SÄIFS 1998:7

Anslutna och oan- slutna lösa behål- lares samman- lagda volym V	Byggnad i allmänhet, antändbart material eller brandfarlig verksamhet		Stor brandbelastning		Svårutrymda lokaler
	Utom an- läggning	Inom an- läggning	Utom an- läggning	Inom an- läggning	
<i>liter</i>	<i>meter</i>	<i>meter</i>	<i>meter</i>	<i>meter</i>	<i>meter</i>
$4\,000 < V$	25 *	12 *	50 *	25 *	100 *
$1\,000 < V \leq 4\,000$	6 *	6 *	25 *	12 *	100 *
$60 < V \leq 1\,000$	3 **	3 **	25 **	12 **	100 **

* Med avskiljning i lägst brandteknisk klass EI 60 får avstånden minskas till hälften.

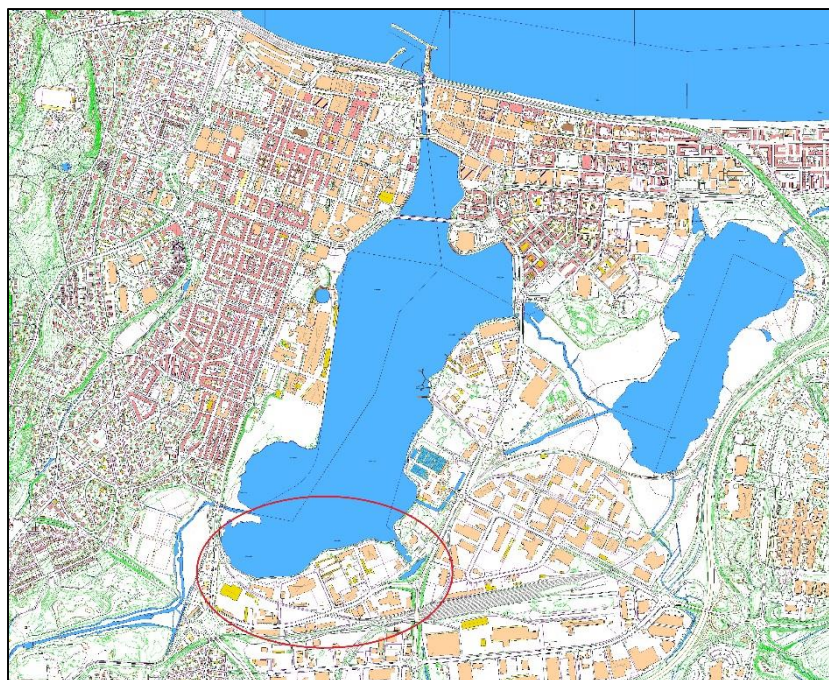
** Med avskiljning i lägst brandteknisk klass EI 60 behövs inget minsta avstånd.

3 Förutsättningar

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

3.1 Beskrivning av området

Skeppsbro-området är lokaliserat söder om Jönköpings nuvarande centrum och söder om Munksjön, se figur 5.



Figur 5. Jönköpings centrala delar. Inringat område är Skeppsbroområdet.

Markanvändningen söder om Munksjön består idag av industri- och verksamhetsområde, se figur 6. Inom området finns samhällsviktiga anläggningar som bl a riksintresset järnväg, reningsverk och hetvattencentral. Det finns ingen bostadsbebyggelse inom planområdet men åt sydväst finns ett villaområde.



Figur 6. Skeppsbrons utseende idag.

Studerat område ligger inom uppmärksamhetsavstånd från omgivningspåverkande verksamheter, se kapitel 4. Med uppmärksamhetsavstånd menas ett avstånd, från verksamheter till bostäder eller byggnader där många människor vistas, inom vilket man behöver vara särskilt uppmärksam på verksamhetens omgivningspåverkan. Enligt tidigare bedömning² finns det risk för att verksamheten inom det avståndet kan påverka människors hälsa eller miljön. I den tidigare bedömningen av avstånden har hänsyn tagits till hantering av brandfarliga och explosiva varor samt om stora byggnader i sig innebär särskilda risker vid brand. I bedömningen av verksamheters eventuella miljöstörning, såsom buller, lukt och luftkvalitet har även erfarenheter från tillsyn av miljöfarlig verksamhet hanterats. Vid en successiv flyttning av dessa verksamheter eller minskning av deras omgivningspåverkan möjliggörs en etappvis omvandling av stadsdelen.

På sikt kan en station för höghastighetståg göra stadsdelen till en central mötesplats i regionen med arbetsplatser, konferens och evenemang, se även avsnitt 3.1.1. En stadsutveckling i stadsdelen Skeppsbron är möjlig redan nu, innan besked om byggnation av höghastighetståg och en eventuell station söder om Munksjön. År 2012 antog Jönköpings kommunfullmäktige ett ramprogram för Södra Munksjön. Ramprogrammet redovisar två utvecklingsetapper, en före station och en med station för höghastighetsbana, se figur 7 och 8.

² Bedömning gjord av Miljöförvaltningen och Räddningstjänsten i Jönköpings kommun.



Figur 7. Skeppsbrons första utvecklingsetapp - före station.



Figur 8. Skeppsbron när området är färdigt, inklusive en station för höghastighetsbana.

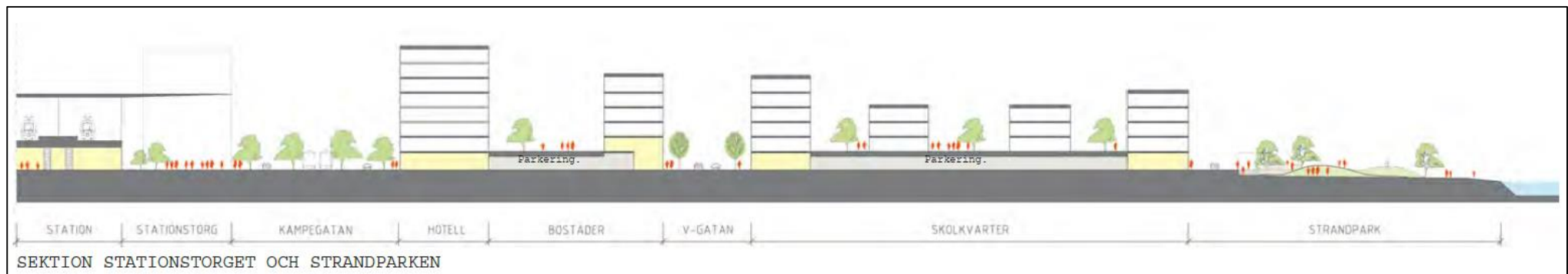
Därefter har en mer detaljerad skiss över området tagits fram vilken presenteras i figur 9. I figur 9 är planerad bebyggelse färgad enligt följande:

- › Vit: bostad
- › Grön: kontor
- › Röd och gul i bottenvåningar: annat än bostäder, röd innebär större koncentration av handel och restauranger eller bar nära stationen.
- › Mörkblå: skola
- › Ljusblå: p-hus
- › Ljusedgul: inregård inom kvarter

I figur 10 presenteras en illustration över planerad bebyggelse sett från sidan, figuren är hämtad från ramprogrammet. I bilaga E återfinns även fler illustrationer över området.



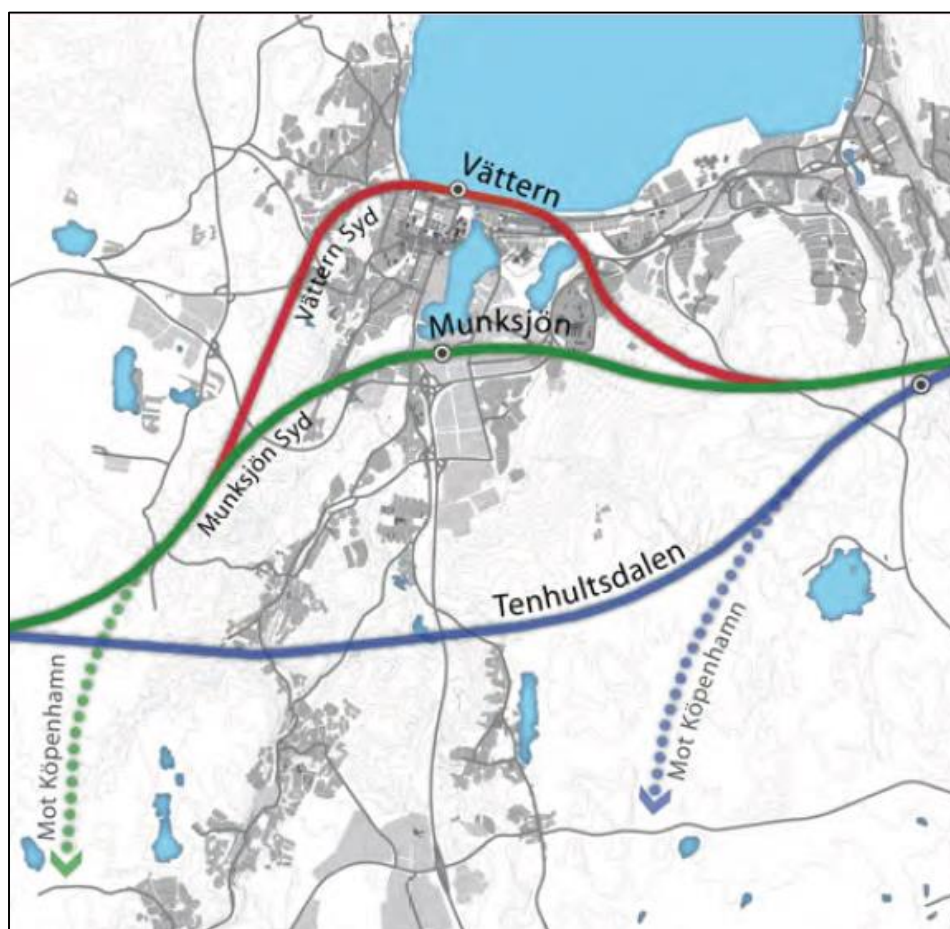
Figur 9. En mer detaljerad skiss över området som illustrerar placering och typ av planerad bebyggelse.



Figur 10. Planerad bebyggelse sett från sidan.

3.1.1 Framtida höghastighetsbana

Banverket och regionerna har gemensamt tagit fram *Förstudie för Götalandsbanan* (höghastighetsbana för persontrafik mellan Stockholm och Göteborg), delen Borås – Linköping, vilken antogs av Banverket i mars 2010. Stadspassagen genom Jönköping studerades särskilt, tillsammans med Jönköpings kommun. Ett antal olika sträckningsalternativ och tre alternativa stationslägen Vättern, söder om Munksjön samt i Tenhultsdalen togs fram i arbetet, se figur 11. Av de studerade stationslägena har läget söder om Munksjön visat sig ha de sammantaget bästa förutsättningarna för både järnväg och en fortsatt positiv utveckling av staden och regionen³. Eftersom ett av de möjliga stationslägena i Jönköping ligger inom omvandlingsområdet söder om Munksjön behöver det eventuella stationsområdet integreras i den kringliggande stadsutvecklingen. Jönköpings kommun förordar, enligt beslut i kommunfullmäktige 2010, detta läge. Eventuella risker med en framtida höghastighetsbana förutsätts inkluderas i riskbedömning i samband med projektering av höghastighetsbanan.

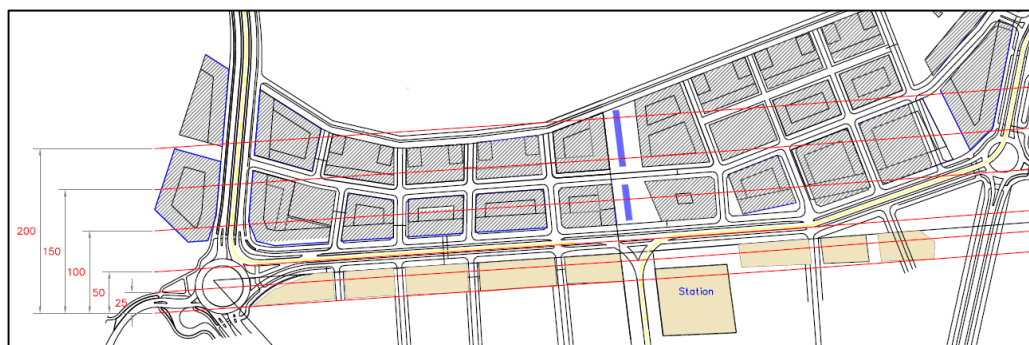


Figur 11. Studerade spårsträckningar till tre alternativa stationslägen, enligt Trafikverkets beslutade förstudie.

³ Idéutredning stationsområde söder om Munksjön, Banverket, 2010

3.2 Sammanställning av personintensitet

Föreslagen ny bebyggelse ligger mycket nära järnvägen, se figur 9. En översiktsbild med avstånd utmätta från närmsta spår av järnvägen presenteras i figur 12.

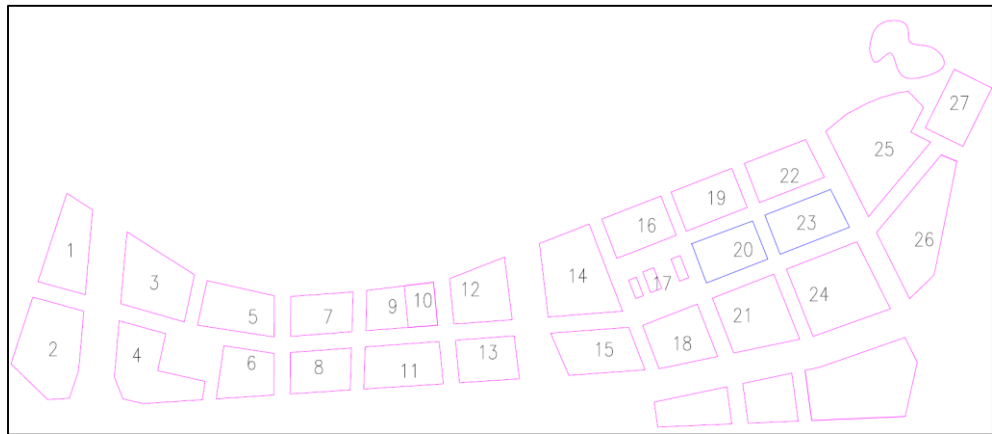


Figur 12. Avstånd från järnvägen.

Den exakta markanvändningen är inte fastlagd men kommer att bestå av blandad bebyggelse med bostäder, kontor, nöje etc., se kapitel 3.1. Sammanställningen av personintensiteten baseras på data som erhållits av beställaren, se tabell 5, och den layout som presenteras i figur 13.

Tabell 5. Data avseende exploatering för olika kvarter.

Kvarter	Bostäder (personer)	Verksamhet (m ²)
1	0	14252
2	121	17780
3	156	9681
4	0	24087
5	227	0
6	246	1130
7	141	0
8	296	1541
9+10	209	0
11	317	1567
12	250	3247
13	218	11928
14	386	4174
15	152	22851
16	212	0
17	0	807
18	271	1192
19	214	0
20	191	0
21	327	1342
22	218	0
23	208	0
24	395	1623
25	0	0
26	0	28126
27	0	0



Figur 13. Karta över vilka kvarter som avses i tabell 5.

Trots att de byggnader som planeras mellan järnvägen och Kämpevägen, se figur 12 inte täcks av tabell 5 och figur 13 har de tagits med i beräkningarna av risknivån för att inte underskatta den framtida risknivån eller omöjliggöra en framtida utbyggnad på denna mark. Det har antagits att dessa byggnader utgörs av verksamheter. Antalet personer som vistas på denna mark har antagits vara ett snitt av de 10 mest befolkade kvarteren som innehåller verksamheter enligt tabell 5.

Vid beräkning av personintensiteten antas följande:

- Personintensiteten i verksamheter antas vara 0.04 personer per m² BTA verksamhetsyta. Denna schablon används vanligtvis för kontor medan 0.01–0.03 brukar användas för olika typer av handel. Att använda 0.04 för samtliga verksamheter bedöms därför vara konservativt.
- Det har antagits att 10% av de boende är hemma dagtid och 90% kvällstid
- Verksamheterna är befolkade 10 timmar per dygn
- 5% av de som vistas på området dagtid vistas utomhus. För natt har andelen antagits vara 1%.

I tabell 6 redovisas uppskattat antal personer inomhus och utomhus på olika avstånd ifrån järnvägen. Dessa värden bedöms vara konservativa och ligger till grund för beräkningarna avseende risknivån.

Tabell 6. Personantal som används vid beräkningar, avstånd räknat från järnvägen.

Avstånd järnvägen (meter)	Population Låg		Population Hög	
	Tid	08-18	Tid	18-08
	Ute	Inne	Ute	Inne
0-25	0	2118	0	0
25-50	45	908	5	0
50-100	71	1419	8	833
100-150	98	1957	12	1212
150-200	64	1275	12	1245

4 Omgivningspåverkande verksamheter

Miljöförvaltningen och Räddningstjänsten i Jönköpings kommun har genomfört en inventering och bedömning av verksamheter som har tillstånd enligt miljöbalken eller lag om brandfarlig och explosiv vara. För varje verksamhet har ett så kallat uppmärksamhetsavstånd tagits fram. Resultatet finns redovisat i tabellform och på en karta med cirklar runt verksamheten, se figur 14.

I detta kapitel beskrivs de omgivningspåverkande verksamheter som ligger inom uppmärksamhetsavstånd från studerat område. Flera av de verksamheter som identifierats som omgivningspåverkande har flyttat, avvecklats eller håller på att avvecklas. På grund av detta har dessa inte beaktats i riskutredningen. Dessa verksamheter listas nedan:

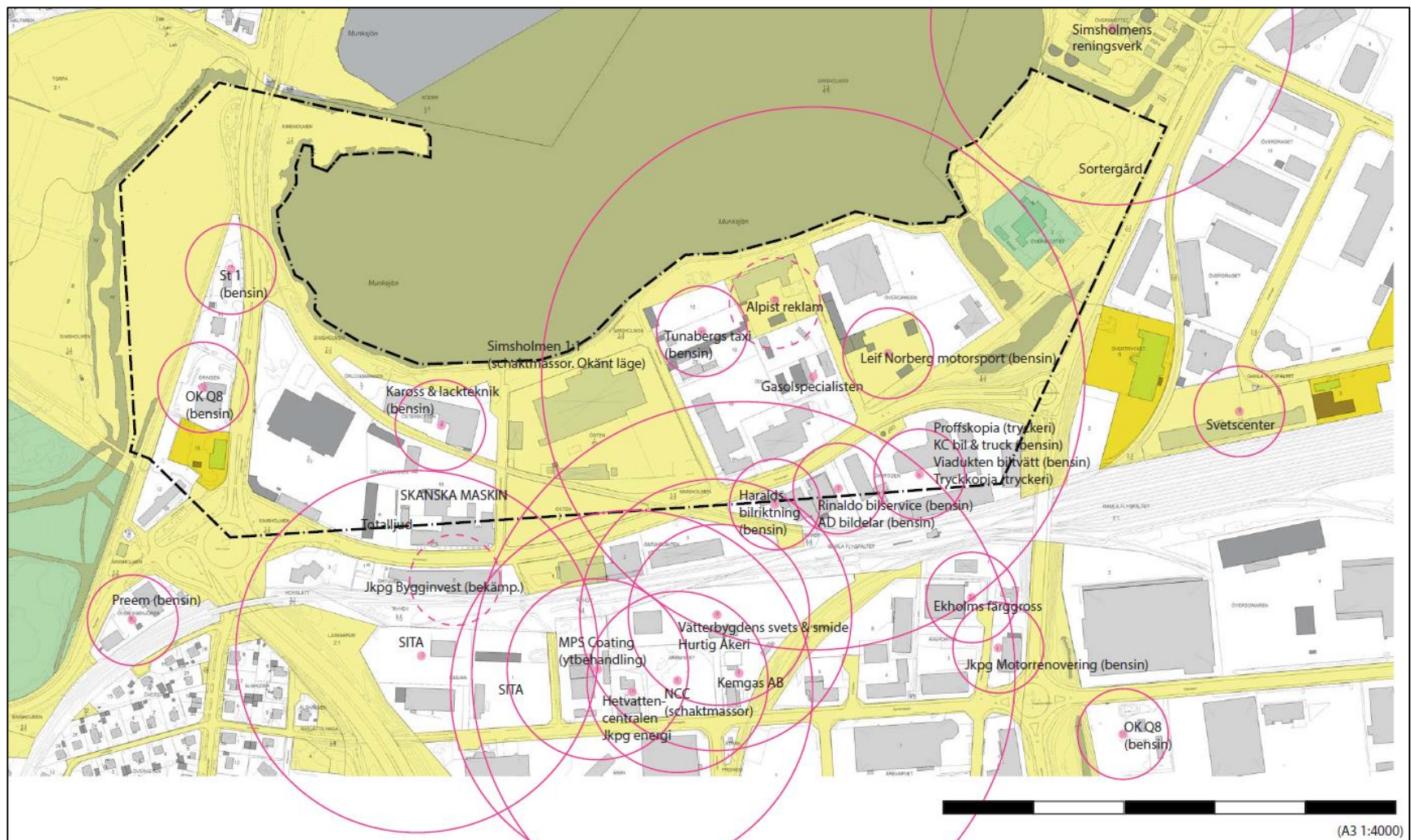
- › Gasolspecialisten: Verksamheten håller på att avvecklas för att flyttas till Hedenstorp, våren 2016⁴.
- › KC Bil & Truck: Verksamheten har flyttat till Hedenstorp⁵.
- › Leif Norberg Motorsport: Verksamheten förefaller vara avvecklad.
- › Jönköpings Motorrenovering: Verksamheten har flyttat till Verktygsvägen⁶.
- › Dynamitligan: Verksamheten flyttade till Tenhult 2012⁷.

⁴ Samtal med Per Svensson, Gasolspecialisten, 2015-08-18

⁵ Samtal med Mikael, KC Bil & Truck, 2015-08-19

⁶ <http://www.jkpg-motor.se/>, 2015-08-19

⁷ Samtal med Pelle, Dynamitligan, 2015-08-18



Figur 14. Uppmärksamhetsavstånd kring verksamheter som identifierats av Räddningstjänsten och Miljöförvaltningen i Jönköpings kommun.

4.1 Bensinstationer

Inom och i anslutning till planområdet finns två automatbensinstationer och två bemannade bensinstationer. Endast de bensinstationer som ligger inom studerat område, ST1 och OKQ8 vid Jordbrovägen, har tidigare bedömts ha ett uppmärksamhetsavstånd som påverkar studerat område. Dessa två ingår därför i denna riskutredning

- › Avstånd till studerat område: 0 meter, ligger inom studerat område
- › Tidigare identifierat uppmärksamhetsavstånd: 50 meter

Den mängd brandfarlig vara som respektive bensinstation har tillstånd för framgår i tabell 6.

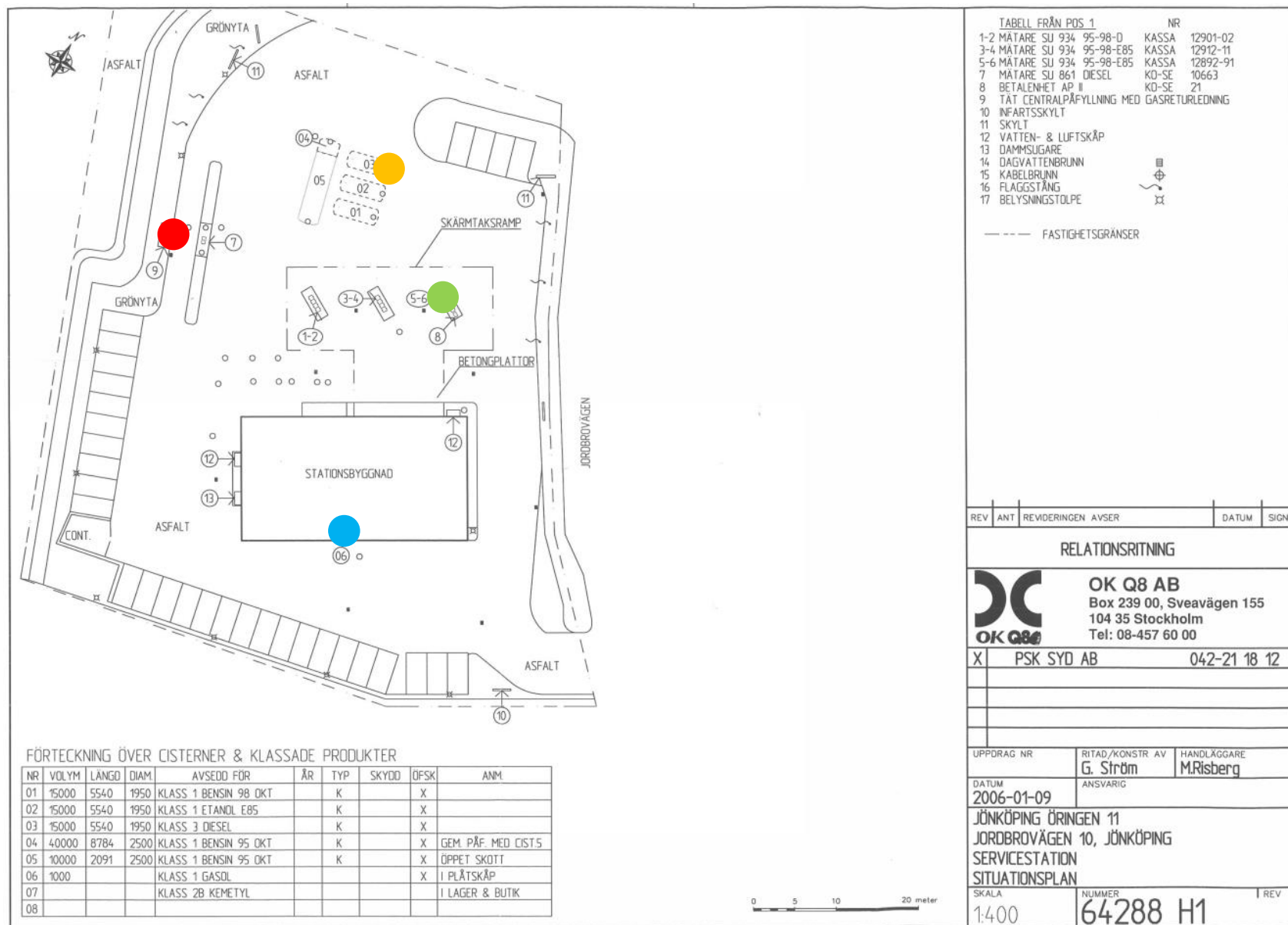
Tabell 7. Den mängd brandfarlig vara som respektive bensinstation har tillstånd för.

	OKQ8 (bemannad)	ST1 (obemannad)
Klass 1	80 m ³	35 m ³
Klass 2	15 m ³	-
Klass 3	-	15 m ³
Gasol	1000 liter	-

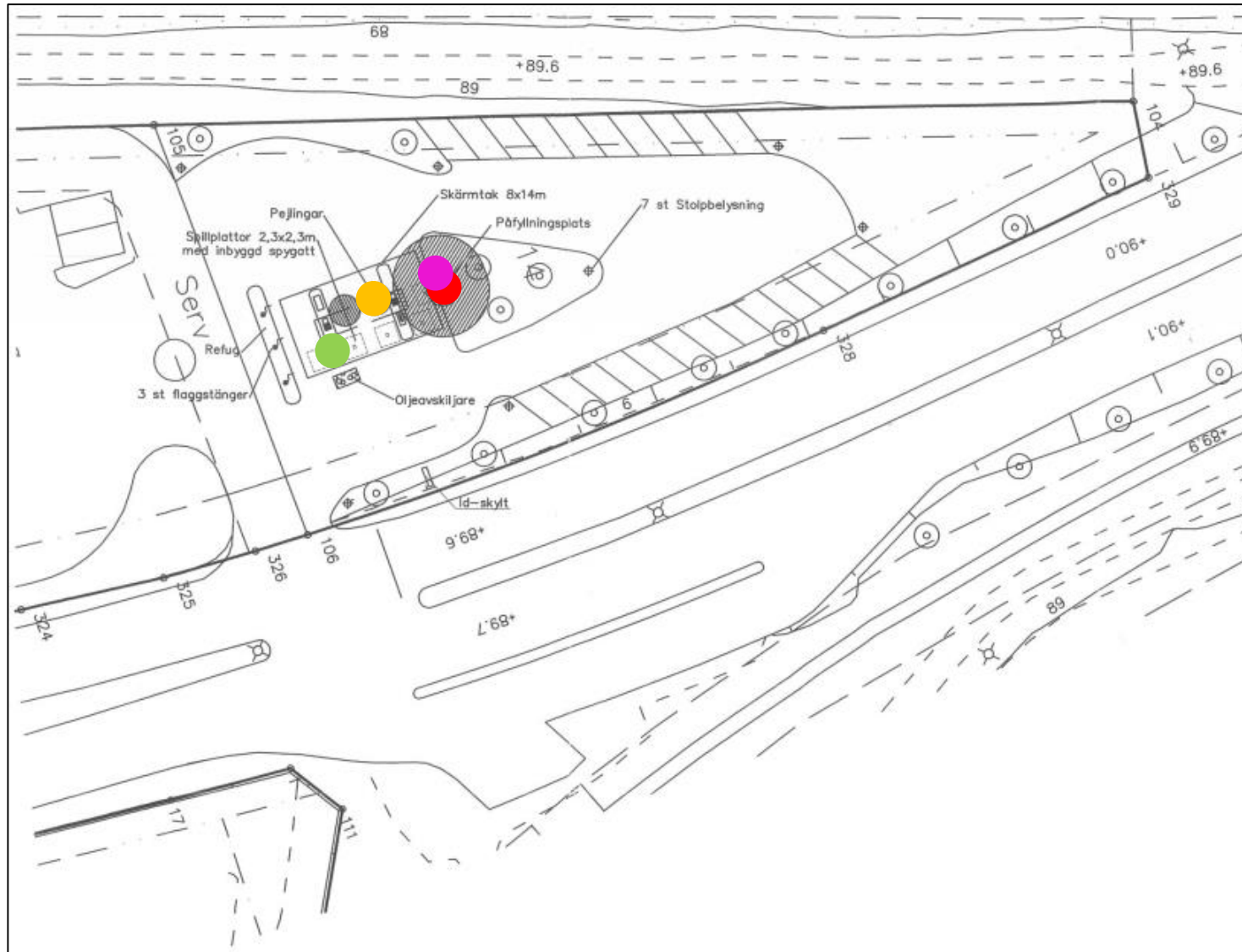
Placering av olika objekt inom respektive bensinstation framgår av figur 15 och 16 där de färgade prickarna indikerar följande:

- › Röd prick: Lossningsplats för tankfordon
- › Rosa prick: Avluftningsrörsmynning till cistern
- › Orange prick: Närmaste Pejlförskrivning
- › Grön prick: Närmaste mätarskåp
- › Blå prick: Förvaring av gasol

Notera att förvaring av gasol endast förekommer på OKQ8 samt att OKQ8 har tät centralpåfyllning med gasreturledning. Notera även att klassningsplanerna i figur 15 och 16 är de senaste versionerna som återfinns hos Räddningstjänsten i Jönköping. Förändringar i klassningsplanerna kan ha skett/kan komma att ske innan planerad bebyggelse byggs.



Figur 15. Placering av olika objekt vid OKQ8. Notera att skalan är ungefärlig



Figur 16. Placering av olika objekt vid ST1. Notera att lossningsplats för tankfordon (röd prick) och avluftsrohrsmyning till cistern (rosa prick) är beläget på samma plats. Notera även att skalan är ungefärlig

4.2 Simsholmens reningsverk samt Jönköping Energi, Biogas

- › Avstånd till studerat område: 5 m
- › Tidigare identifierat uppmärksamhetsavstånd: 200 meter

Vid Simsholmens reningsverk renas avloppsvatten från Jönköpings tätort⁸. Slammet som separeras från avloppsvattnet rötas i rötkammare till rötgas. Rötgasen klassificeras som brandfarlig gas. Rötgasen transporteras vidare till Jönköping Energi Biogas uppgraderingsanläggning.

Anläggningen består av:

- › 3 st rötkammare med rörsystem, fackla samt torr gasklocka.
- › 2 st Gasreningar för fordonsbränsle.
- › Fyllning av flaskflak.
- › Dispenser för allmän fyllning av bilar.

Jönköping Energi Biogas uppgraderar (renar) rötgas som utvinns vid rötning av slam vid Simsholmens reningsverk⁹. Inom anläggningen finns ett högtryckslager på en geometrisk volym av ca 10 m³ och maxtryck ca 260 Bar. Dessutom finns fyra påfyllningsplatser för flak. Varje flak har en geometrisk volym av 9 m³ och maxtryck ca 240 Bar. Flaken omfattas av ADR-lagstiftningen och hämtas av lastbil med lastväxlare när de är fyllda och transporteras sedan till något tankställe för gasfordon.

Någon back-up med LNG (kondenserad naturgas) förekommer inte vid verksamheten. Hur utvecklingen blir i framtiden är ännu oviss.

Anläggningen är försedd med gasfackla och gaslagren är försedda med säkerhetsventiler. Skulle något skyddssystem falla finns risk för gasutsläpp, brand och om gasen släpps ut i ett slutet utrymme även explosion med tryckuppbyggnad som följd.

4.3 Kem & Gas

- › Avstånd till studerat område: ca 190 meter
- › Tidigare identifierat uppmärksamhetsavstånd: 300 meter

Kem & Gas tar in bulkkemikalier med lastbil och tappar upp dessa i mindre kärl för vidare distribution¹⁰. I invallade cisterner lagras ca 12 m³ brandfarlig vätska. Ca

⁸ Samtal med Roger Rodin, Simsholmens reningsverk, 2015-08-18

⁹ Samtal och e-post, Gunnar Holmstedt, Jönköping Energi Biogas, 2015-08-12

¹⁰ Samtal med Anders Erlandsson, Kemgas, 2015-08-18

5 ton brandfarlig gas lagras i flaskor. Färdiga produkter förvaras i en lagerbyggnad med en yta av ca 50 m².

4.4 Jönköpings Energi, Hetvattencentralen

- › Avstånd till studerat område: ca 200 meter
- › Tidigare identifierat uppmärksamhetsavstånd: 200 meter

Vid hetvattencentralen förekommer ingen större ackumulatortank¹¹. Däremot finns ett invallat expansionskärl på 60 m³. I processanläggningen hanteras begränsade mängder av syra och lut. Inom området finns två oljecisterner på 2500 m³ vardera. I nuläget innehåller dessa tjockolja (ej klassificerad som brandfarlig vätska). Verksamheten arbetar med att ersätta denna olja med Eldningsolja 1 eller Bioolja, vilka klassas om brandfarlig vätska, och har börjat bygga en betonginvallning runt cisternerna. De kommer att gå ner i lagringsvolym för att inte omfattas av Sevesolagstiftningens lägre kravnivå.

4.5 Hurtigs åkeri

- › Avstånd till studerat område: 90 m (från fastighetsgräns)
- › Tidigare identifierat uppmärksamhetsavstånd: 150 m

Åkeriet har 24 fordon i trafik. I verksamheten finns kran-, anläggnings-, flak-, asfalts-, dragbilar samt lastväxlare. Åkeriet utför transporter åt både företagskunder och privatkunder. Exempel på transporter som åkeriet utför är båttransporter, grustransporter, asfalttransporter, transporter av byggmaterial, skrot, avfall etc.

Hurtigs åkeri äger 4 cisterner på 50 m³ vardera. I den ena lagrar de diesel för sina fordon. De övriga tre hyr de ut till ett annat företag som lagra eldningsolja¹². I verkstaden hanteras svetsgas i liten omfattning. Hurtigs åkeri har tillstånd (brandfarligt vara) för 41 liter acetylen och 200 m³ klass 3. Hurtigs åkeri hyr även ut en del av sina lokaler till Vätterbygdens svets & smide.

4.6 SUEZ (SITA)

- › Avstånd till studerat område: ca 150 meter
- › Tidigare identifierat uppmärksamhetsavstånd: 200 meter

Vid anläggningen sker sortering och omlastning av industri-, bygg och rivningsavfall samt mellanlagring av elektronikavfall. Inom området bedrivs även en mottagnings- och mellanlagringsstation för farligt avfall. SITA har idag tillstånd (brandfarligt vara) för 1000 liter gas och 10,4 m³ klass 1. Ca 1000 liter gas i små

¹¹ Samtal med Dan Bruhn, Jönköping Energi, Hetvattencentralen, 2015-08-19

¹² Samtal med Camilla Elm, Hurtigs åkeri, 2015-08-19

sprayflaskor finns packade i FA-boxar och en 10,4 m³ cistern med spillolja som klassificeras som brandfarlig vätska klass 1 förvaras i EX-klassad zon i invallning.

Enligt uppgift från SITA kommer de inte utöka verksamheten över de mängder som det idag finns tillstånd för men förmodligen utnyttja dessa gränser så nära tillåten mängd som möjligt. SITA bedömer själva att de kommer vara de sista som kommer att lämna området eftersom de kommer att behövas under exploateringstiden för att ta hand om avfall.

4.7 Tunabergs taxi

- › Avstånd till studerat område: 0 meter, ligger inom studerat område
- › Tidigare identifierat uppmärksamhetsavstånd: 50 meter

Ca 10 m³ brandfarlig vätska klass 3 och 200 liter klass 1 hanteras som fordonsbränsle och vidare bedrivs underhåll av fordon¹³.

4.8 Jaktia

- › Avstånd till studerat område: 0 m, ligger inom studerat område
- › Tidigare identifierat uppmärksamhetsavstånd: inget definierat avstånd¹⁴

Jaktia är beläget vid KC bil & truck i figur 14. Här lagras ca 150 kg ammunition i verksamhetens lokal.

4.9 Kaross & lackeringsteknik

- › Avstånd till studerat område: 0 meter, ligger inom studerat område
- › Tidigare identifierat uppmärksamhetsavstånd: 50 meter

Verksamheten ägnar sig åt personbilslackering, maskin-/lastbilslackering och karossreparationer. Även service av motor, växellåda och styrsystem på transport och personbilar förekommer. Vid verksamheten hanteras mindre mängder lösningsmedel. Verksamheten har även ett invallat fat spillolja.

4.10 Haralds bilriktning

- › Avstånd till studerat område: 0 meter, ligger inom studerat område
- › Tidigare identifierat uppmärksamhetsavstånd: 50 meter

¹³ Sammanställning från Räddningstjänsten, 2015-08-17

¹⁴ Enligt räddningstjänstens sammanställning för tillsyn enligt LBE lagras 150 kg ammunition på samma fastighet som KC bil & truck, som tidigare givits ett uppmärksamhetsavstånd på 50 meter.

Verksamheten ägnar sig åt riktning vid plåt- och lackskador. Vid verksamheten hanteras mindre mängder lösningsmedel.

4.11 Rinaldo bilservice

- › Avstånd till studerat område: 0 meter, ligger inom studerat område
- › Tidigare identifierat uppmärksamhetsavstånd: 50 meter

Verksamheten är en bilverkstaden som hanterar fyra invallade fat spillolja och mindre mängder spolarvätska.

4.12 AD bildelar

- › Avstånd till studerat område: 0 meter, ligger inom studerat område
- › Tidigare identifierat uppmärksamhetsavstånd: 50 meter

Verksamheten ägnar sig åt försäljning av reservdelar till bilar. Verksamheten hanterar mindre mängder spolarvätska och aerosoler.

4.13 Viadukten biltvätt

- › Avstånd till studerat område: 0 meter, ligger inom studerat område
- › Tidigare identifierat uppmärksamhetsavstånd: 50 meter

Verksamheter ägnar sig åt biltvätt, rekond och i mycket liten omfattning service. Vid verksamheten hanteras enstaka aerosoler och ytterst lite spillolja.

4.14 Tryckkopia och Proffskopia

Inom studerat område finns även två tryckerier, Tryckkopia och Proffskopia. Tryckerierna bedöms som en försumbar riskkälla, med avseende på risk för 3:e man att omkomma till följd av en olycka vid dessa verksamheter, varför dessa inte beaktas ytterligare i riskutredningen. I Boverkets skrift Bättre plats för arbete anges avstånd till olika typer av grafisk verksamhet, exempelvis tryckeri. I tillhörande text nämns dock ingen direkt risk för 3:e man att omkomma varför dessa avstånd inte bedöms relevanta i denna riskbedömning.

5 Trafik och transporter med farligt gods

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och produkter, som har sådana egenskaper att de kan skada människor, miljö, egendom och annat gods. Farligt gods delas in i olika ADR-¹⁵ och RID-klasser¹⁶ beroende på vilken typ av fara som ämnet kan ge upphov till. Klassificeringen är en internationell överenskommelse avseende regler för transporter av farligt gods i Europa.

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

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

5.1 Lokala transporter på väg

De huvudsakliga målpunkter för farligt gods som identifierats inom området och i det närliggande området är transporter av brandfarliga vätskor till St1:s depå och brandfarlig gas från Simsholmens reningsverk. Enligt uppgift går ca 5800 vägtransporter med brandfarlig vara till/från St1 per år (Borg S., 2015). Antalet transporter av brandfarlig gas från Simsholmen uppgår enligt uppgift till ca 1100 transporter per år. (Holmstedt G., 2015)

Då vägarna i området enbart är till för lokaltransporter finns idag ingen av Länsstyrelsen utpekad väg för farligt gods, förutom fram till den rondell som sammanbinder Jordbrovägen, Kämpevägen och Hagaleden.

¹⁵ ADR=European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road

¹⁶ RID=Regulations Concerning the International Carriage of Dangerous goods by rail

Enligt uppgift så går samtliga transporter från St1 söderut på Herkulesvägen, ned till den rondell som ansluter till Bangårdsgatan (Borg S., 2015). Hur transporterna går från denna punkt är inte känt men det beror rimligtvis på vart transporterna ska. Om transporterna skall öster eller norrut bedöms det som mest sannolikt att de går på Bangårdsgatan till Trafikplats Ryhov för vidare transport på det nationella vägnätet. Om transporterna skall söder eller västerut bedöms det som mest sannolikt att de fortsätter söderut på Herkulesvägen för att via Kämpevägen och Jordbrovägen ta sig till Trafikplats Ljungarum för vidare transport, se figur 17. Då det inte gått att få någon fördelning avseende vart transporterna ska har det antagits att 50% av transporterna använder vardera alternativ transportväg.

Transporter från Simsholmen är enligt uppgift tillsagda att använda Bangårdsgatan (Holmstedt G., 2015). Att använda Bangårdsgatan är även naturligt då de flesta av transporterna ska till Elmia-området. Det antas därför att dessa transporter inte påverkar det undersökta planområdet.

Transporter till övriga verksamheter bedöms förekomma i relativt liten skala jämfört med flödena till och från St1:s depå och Simsholmen varför dessa inte diskuteras närmare.



Figur 17. Möjliga transportvägar till/från St1 och Simsholmen. Blå pil representerar 100% av transportflödet från St1. Grön pil representerar 50% av transportflödet från St1 samt 100% av transportflödet från Simsholmen. Gul pil representerar 50% av transportflödet från St1.

I tabell 8 redovisas uppskattat antal transporter av farligt gods inom respektive ämnesklass. Värdena har räknats upp med 20 % för att gälla år 2030 och bedöms vara konservativa jämfört med det verkliga antalet transporter av farligt gods på vägen.

Tabell 8. Uppskattat antal transporter av farligt gods per ADR-klass på vardera möjlig transportväg från St1 och Simsholmen till det nationella vägnätet. Notera att klass 1.1, 2.3 och 5 inte transporteras på undersökt vägsträcka. Dessa redovisas enbart i tabellen då dessa klasser vanligtvis ligger till grund för beräkning av risk med avseende på farligt gods.

ADR-klass	Uppskattat antal fordonstransporter/år på de vägar som ansluter St1 och Simsholmen till det nationella vägnätet år 2030
1.1 Massexplösiva ämnen - små	-
1.1 Massexplösiva ämnen - stora	-
2.1. Brandfarliga Gaser	1314*
2.3 Giftiga gaser	-
3. Brandfarlig vätska klass 1	6988 totalt / 3494 förbi området**
5. Oxiderande ämnen	-

* Enligt uppgift är Bangårdsgatan utpekad transportväg från Simsholmen

** Hälften av transportererna från St1 depå antas använda Kämpevägen och hälften Bangårdsgatan

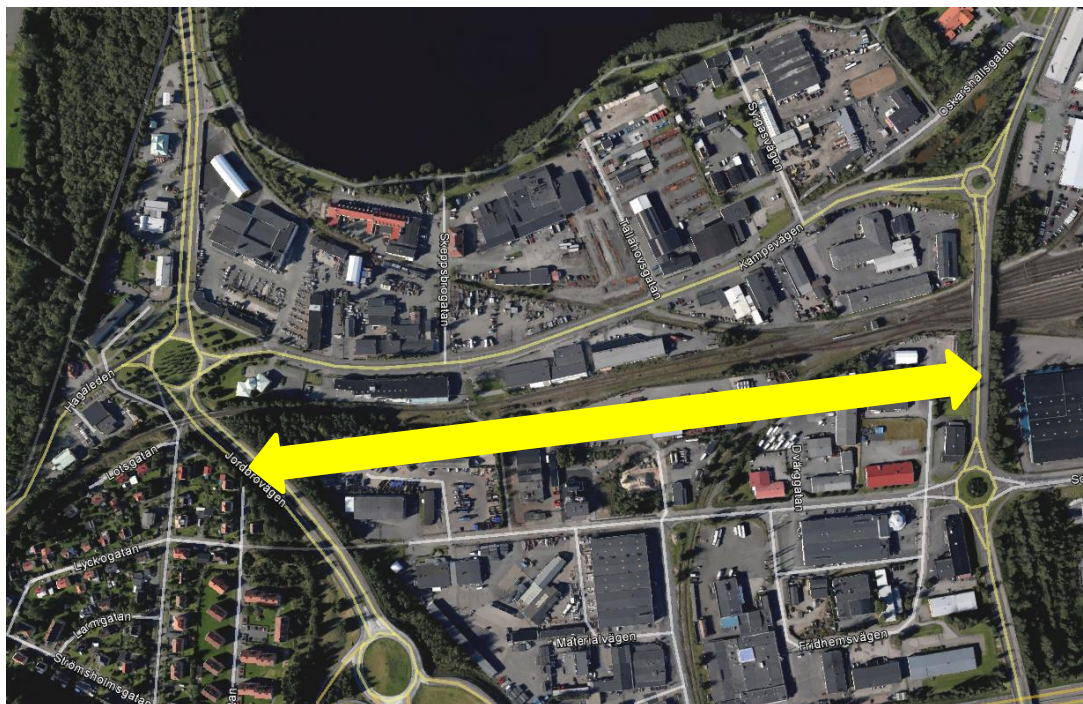
5.2 Transporter på järnväg

Vaggerydsbanan är järnvägssträckan mellan Vaggeryd och Jönköping. Järnvägen är en enkelspårsbana vilken till största delen är icke elektrifierad. Endast sträckan mellan Jönköping C och Jönköpings godsbangård är elektrifierad.

Idag transporteras enligt uppgift från Trafikverket inget farligt gods på sträckan mellan Jönköpings godsbangård och Vaggeryd. Det är däremot tillåtet att transportera farligt gods på denna sträcka. På Jönköpings godsbangård hanteras dock farligt gods i begränsad mängd. Klasser och mängder har erhållits från Trafikverket men publiceras inte på grund av sekretess. Detta innebär att större delen av det undersökta området inte utsätts för risker med farligt gods då det är lokaliserat väster om Jönköpings godsbangård.

För att inte underskatta risken med avseende på närheten till järnvägen¹⁷, där transporter av farligt gods är tillåtet, antas att samtliga vagnar som enligt uppgift rangeras på godsbangården transporteras på hela den sträcka av Vaggerydsbanan som passerar planområdet, se figur 18. Detta antagande bedöms vara mycket konservativt.

¹⁷ Den sträcka som löper mellan Jordbrovägen och Herkulesvägen.



Figur 18. Den sträcka för vilken kvantitativa beräkningar med avseende på farligt gods utförs.

På industrispåret som främst löper öster om Herkulesvägen, se figur 19, transporteras vagnarna till St1 depå som först rangerats på bangården. Detta gör att de har potential att påverka främst de östra delarna av studerat planområde. På sträckan (industrispåret) finns två plankorsningar, en i höjd med rondellen som länkar samman Herkulesvägen och Bangårdsgatan, se figur 20, och en på Herkulesvägen i höjd med Mekonomen, se figur 21. Korsningarna är reglerade med signal men inte med bommar.



Figur 19. Det industrispår som används för transporter av farligt godsvagnar till St1:s depå är markerat med rött i bilden. Notera att markeringen är ungefärlig.



Figur 20. Plankorsning i höjd med den rondell som länkar samman Herkulesvägen med Bangårdsgatan.



Figur 21. Plankorsning i höjd med Mekonomen på Herkulesvägen.

Enligt MSB (tidigare Räddningsverket) finns det ingen enskild prognos för öknings i antalet transporter för farligt gods. I denna rapport utgår beräkningar från 20 % högre transportvärden jämfört mot de värden som hämtats från Trafikverket, detta för att representera ett framtidsscenario för år 2030. Om järnvägen i framtiden byggs om till höghastighetsjärnväg förväntas inga transporter av farligt gods passera den aktuella sträckan.

Baserat på ovanstående resonemang har risken med avseende på farligt gods från järnvägen beräknats kvantitativt för den sträcka som löper mellan Jordbrovägen och Herkulesvägen, se figur 18. Den personintensitet som används bygger på uppgifter från beställaren och återfinns i kapitel 3.2.

Vidare antas att risken för en olycka på godsbangården och industrispåret är samma som risken för att en olycka sker på en järnvägssträcka. Också detta antagande bedöms vara konservativt. Även om sannolikheten för urspårning är större vid rangering är sannolikheten för allvarliga konsekvenser betydligt lägre då låga hastigheter råder. Låga hastigheter minskar såväl sannolikheten för att en urspårning skall leda till att en vagn välter som sannolikheten för att en vagn som har välvt faktiskt skall skadas allvarligt.

Resultaten från de kvantitativa beräkningarna för sträckan angiven i figur 18 ligger även till grund för kvalitativa resonemang med avseende på närhet till rangerbangård och industrispår. Då bebyggelsen längsmed industrispåret och nära rangerbangården har likvärdig personintensitet som längs den sträcka där kvantitativa beräkningar utförts bedöms resultatet av beräkningarna vara tillämplbart även på dessa delar.

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

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

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

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

6.1 Faror vid olycka med farligt gods

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

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

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

Tabell 9. Generella faror med olika transportklasser av farligt gods.

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

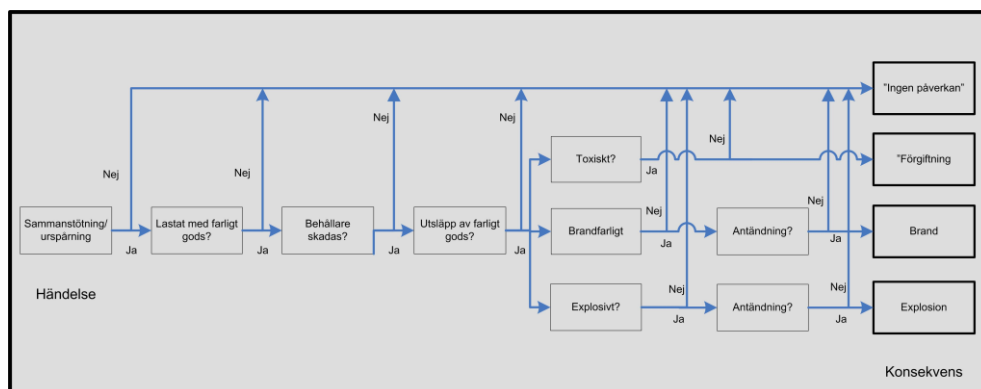
6.2 Farligt godsolycka

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

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

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

Riskområdets storlek beror på typ av ämnen och händelse som är dimensionerande. Detta beskrivs schematiskt i figur 22.



Figur 22. Schematiskt händelseförlopp vid farligt godsolycka.

6.3 Olycka med massexplosivt ämne (klass 1.1)

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

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

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

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

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

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

Tabell 10. Maximala infallande tryck för material och byggnader.

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

Tabell 11. Skador på människan vid olika infallande tryck.

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

6.4 Olycka med kondenserad brandfarlig gas (klass 2.1)

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

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

Jetbrand

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

Gasmolnsbrand

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

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

Gasmolnsexplosion

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

BLEVE

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

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

6.5 Olycka med kondenserad giftig gas (klass 2.3)

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

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

Andelen omkomna beror på vilken toxisk gas som förekommer, utsläppets storlek, väderförhållande, inbyggda skydd etc. Risken för att omkomma är som störst närmast utsläppet. På längre avstånd minskar andelen omkomna men i samband med det ökar andelen svårt- och lindrigt skadade. Gasen sprider sig i vindens

riktning vilket gör att skadeutfallet (antalet omkomna och skadade) beror på hur marken ser ut och hur många personer som befinner sig i området där gasmolnet drar fram.

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

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

6.6 Olycka med brandfarlig vätska (klass 3)

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

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

Beroende på storleken på en pölbrand kan påverkansområdet variera. Beräkningar har visat att en stor pölbrand (300 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.

6.7 Olycka med oxiderande ämne (klass 5)

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

exempelvis fordonsbränsle, vilket kan ske ifall fordonstanken även skadas vid en olycka eller om andra fordon är inblandade. Konsekvenserna liknar de som uppstår vid en olycka med massexplosiva ämnen och utfallet påverkas av mängden explosiv blandning.

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

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

6.8 Beräkning av sannolikhet för identifierade olyckshändelser

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

6.9 Konsekvenser av identifierade händelser

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

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

7 Olycka med petroleumprodukter

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

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

7.1.1 Strålningseffekter

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

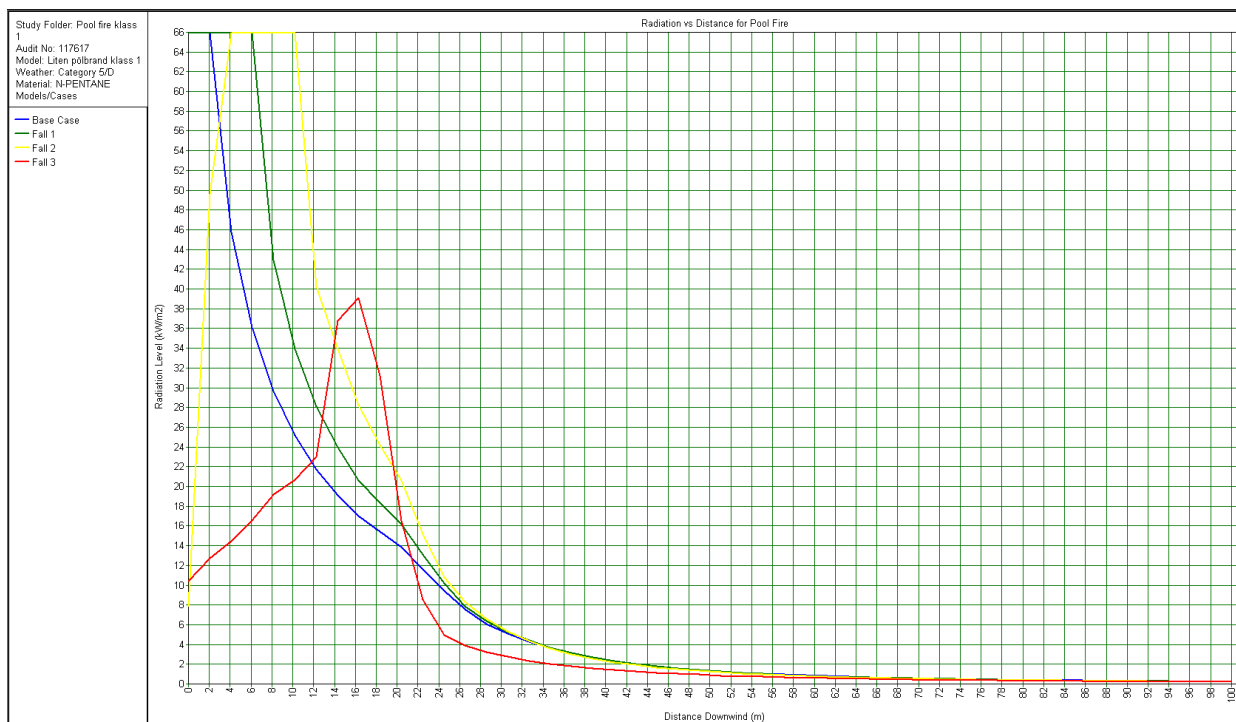
Effekten på människa och utrustning vid olika grader av värmestrålning har analyserats på flera håll och flera rekommendationer finns från räddningsverket (Hansson, 2000), boverket (Svensson, 2011), (Larsson, 2006) och flera internationella källor (Lees, 1996) och referenser däri samt (API, 2007). Dessa har sammanställts tabell 12. Dessa strålningsnivåer kan jämföras med den strålning som normalt solsken avger vilket ligger i storleksordningen 0,6-0,7 kW/m². Långvarig strålning mot utrymmande personer får enligt Boverket inte överstiga nivåer om 2,5 kW/m². Kortvarig strålning får inte överstiga 10 kW/m².

Tabell 12. Effekter/symptom vid olika strålningsnivåer.

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

Strålningsnivåer som funktion av avstånd redovisas i figur 23 för en pölbrand (bensin) på 50 m². I figur 23 kan det utläsas att en pölbrand (bensin) på 50 m² kommer att resultera i strålningsnivåer <10 kW/m² på ett avstånd 25 meter från pölbrandens centrum. Detta innebär att smärta uppstår efter ca 3 sekunders exponering samt att trä inte bedöms antändas, se tabell 12.

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



Figur 23. Strålningsnivå i kW/m² på olika höjd över mark som funktion av avstånd.
 Brandscenario; pölbrand 50 m², bensin, vind 5 m/s. De olika fallen beskriver strålningen på olika höjd över marken (Base Case= 0 m, Fall 1=2 m, Fall 2=5 m och Fall 3=15 m).
 Not: Avstånd (x-axel) räknas från centrum av pöl

8 Olycka med brandfarlig gas

COWI har tidigare genomfört överslagsberäkningar för olyckor med läckage från gasoltank (brandfarlig gas). De överslagsberäkningar¹⁸ som bedöms relevanta för den här rapporten utgår ifrån följande scenarier:

- 1 Rörbrott på rörledning, diameter 80 mm, ansluten till gasoltank (ca 12 m³)
 - 1.1 Effekt av jetflamma
 - 1.2 Explosionsövertryck av gasmolnsexplosion
- 2 Rörbrott på rörledning, diameter 80 mm, ansluten till gasoltank (ca 61 m³)
 - 2.1 Effekt av jetflamma
 - 2.2 Explosionsövertryck av gasmolnsexplosion

Valda indata framgår av tabell 13. Det bör påpekas att denna konsekvensberäkning inte kan användas direkt som underlag för dimensionering. För detta krävs fördjupade beräkningar.

Tabell 13. Valda indata

Gasolininventarie	Tank 1: 12 m ³ Tank 2: 61 m ³
Ämne	Propan, mättad vätska
Temperatur	20°C
Vind	1,5 m/s
Stabilitetsklass (se avsnitt 8.1)	F

För att beskriva hur spridning i atmosfären sker används Pasquill-klass. Det är ett mått på turbulens och skiktning i atmosfären och används i spridningsberäkningar och i övrigt inom industrin för att beskriva antändningsbara molns utbredning.

¹⁸ Beräkningar har gjorts i DNV-GL's programvara Phast 7.11.

Metoden innebär att atmosfären klassas i någon av de 6 klasserna A-F. Om atmosfären klassas i klass A medger förhållandena störst spridning med avståndet och klass F den minsta spridningen. I Sverige kan man förenklat säga att stabilitetsklass D oftast råder på dagen och F på natten.

Effekten på människa och utrustning vid olika grader av värmestrålning redovisas i avsnitt 7.1.1. Effekten på människa och utrustning vid olika explosionsövertryck har även det studerats. Dessa har sammanställts nedan i tabell 14.

Tabell 14. Skadeeffekter från tryckvågor

Maxtryck, side-on (bar)	Effekt (Lees, 1996) (Clancey, 1972)
0,01	Gräns för skador på glastrutor
0,03	Krossade glastrutor kan orsaka sekundärskador genom splitter, lättare yttre påverkan på byggnader.
0,07	Begränsade strukturella skador på fasta byggnader och normala bostadshus, stora skador på lätta byggnader, sekundära personskador i byggnader på grund av flygande material
0,1	Omfattande skador på byggnader
0,14	Delvis kollaps av väggar och tak, gräns för dödsfall inomhus
0,21–0,28	Byggnader kollapsar. Lagercisterner slits sönder. Skador på processutrustning.
0,3	Omfattande skador på processutrustning..
0,35	Gräns för trumhinneruptur för direktskadade människor beroende på tryckvåg
0,48	Lastade järnvägsvagnar välter
0,70	Total ödeläggelse av byggnader. I princip 100 % omkommer i byggnader på grund av ras. Gräns för lungskador i det fria. Ungefärligt maxvärde vid gasmolnsgräns.

8.1 Resultat från tidigare konsekvensberäkningar

Vid beräkning av konsekvensområde har följande värmestrålningsnivåer och tryckpåverkan angivits som "gränsvärde" för att människor ska kunna utrymma utan större skada:

- Värmestrålning: 4 kW/m² (se tabell 12 för värmestrålningsnivåer)
- Tryck: 0,0207 barg samt 0,1379 barg (se tabell 14 för tryckpåverkan)

Notera att två "gränsvärden" angivits för tryck, för det lägre trycket kan splitterskador uppkomma medan det högre trycket kan resultera i att byggnader kollapsar.

8.1.1 Effekt av jetflamma

Konsekvensområdet sträcker sig ca 100 meter från olyckscentrum vid en jetbrand. Detta oavsett om tanken är 12 m³ eller 61 m³. Från resultatet från dessa beräkningar kan det alltså utläsas att påverkat område i dessa fallen är oberoende av cisternens storlek. Enbart skadans storlek, alltså storleken på rörbrottet, påverkar utbredningsområdet. Det bör dock noteras att varaktigheten av en jetflamma är längre för en större cistern och därmed kan en sådan olycka orsaka ökad skada på drabbade objekt.

8.1.2 Effekt av gasmolnsexplosion

Effekten som studerats är en tryckutbredningen från en gasmolnsexplosion som inträffar som följd av sen antändning. Vid beräkning har programvaran simulerat att antändningen sker när utsläppet pågått så länge att den största explosiva mängden uppkommit. Detta innebär att utsläppet hunnit förflytta sig i vindens riktning.

Konsekvensområdet sträcker sig ca 40 meter (0,1379 barg) respektive 200 meter (0,0207 barg) från olyckscentrum vid en gasmolnsexplosion till följd av rörbrott på rörledning (diameter 80 mm) ansluten till gasoltank (ca 61 m³).

Konsekvensavståndet reduceras till ca 30 meter respektive 180 meter från olyckscentrum vid en gasmolnsexplosion till följd av rörbrott på rörledning (diameter 80 mm) ansluten till gasoltank (ca 12 m³). Det bör dock noteras att olyckscentrum flyttas i vindens riktning i samband med en fördröjd antändning. med den indata som redovisas i tabell 13 förväntas olyckscentrum att flyttas ca 190 meter från själva olyckan (rörbrottet).

9 Bedömning av risknivå

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

9.1 Farligt gods på järnvägen

Farligt gods på järnvägen förbi området (sträcka som löper mellan Jordbrovägen och Herkulesvägen, se figur 18 i kapitel 5.2) har beräknats kvantitativt.

I tabell 15 redovisas den samlade individrisken med avseende på järnvägen, baserat på identifierade olyckshändelser.

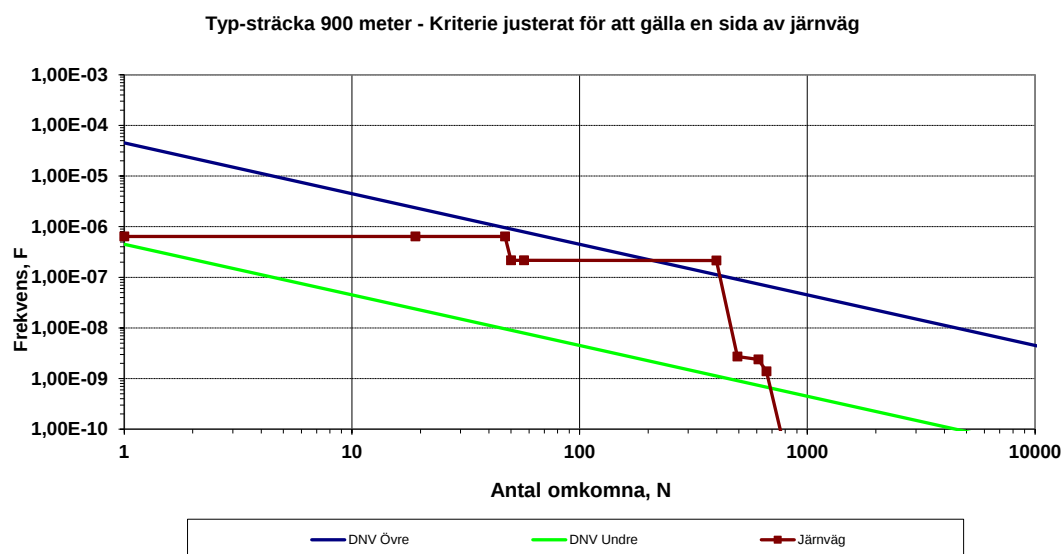
Gula siffror i tabellen indikerar, enligt de individriskkriterier som DNV föreslagit, att risknivån ligger inom det område där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad nytta synpunkt. Gröna siffror indikerar en risknivå som ligger under den nivå som anses som låg och där behov av ytterligare skyddsåtgärder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

Tabell 15. Samlad individrisk längs med studerad sträcka med avseende på järnvägen förbi området.

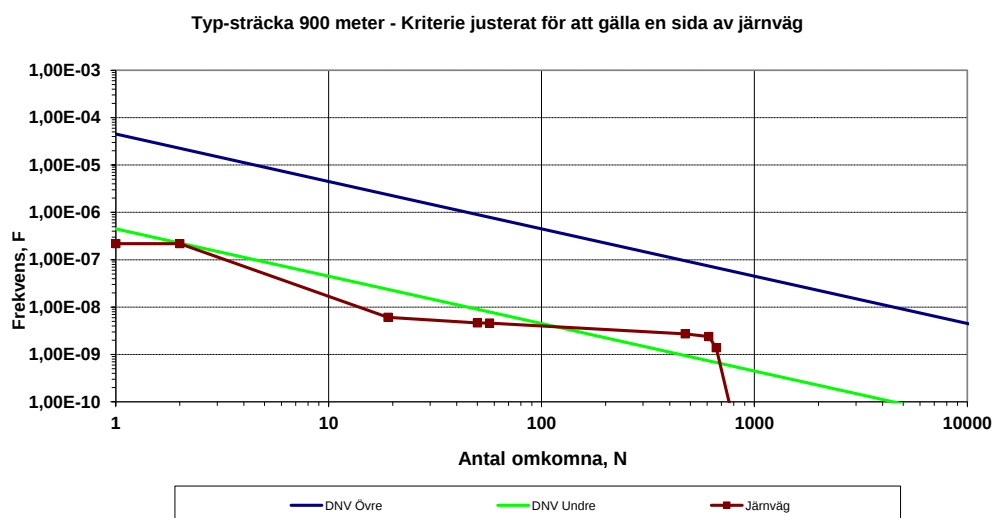
Avstånd	Individrisk för personer på olika avstånd från studerad sträcka	
(m)	Ute	Inne
0-25	2,0E-07	1,1E-07
25-50	2,3E-08	1,2E-08
50-100	4,4E-10	2,7E-10
100-150	1,3E-11	0,0E+00
150-200	0,0E+00	0,0E+00

I figur 24 och figur 25 presenteras FN-kurvor (samhällsrisk) för planerad verksamhet inom studerat område med avseende på järnvägen, med respektive utan hänsyn till införda skyddsåtgärder, tillsammans med DNV:s kriterier. Ursprungligen gäller DNV:s kriterier ett område på 1 km (båda sidor av vägen/järnvägen). Vid beräkning har dessa kriterier justerats så att de gäller ett

område på 900 meter vilket motsvarar dimensionerande sträcka för beräkningar för de studerade området. Beräkningarna av samhällsrisk redovisas i bilaga A.



Figur 24. Samhällsrisk för det studerade området (punktad linje) m.a.p. järnvägen i förhållande till föreslagna riskkriterier enligt DNV (grön och mörkblå linje). Skyddsåtgärder har inte tagits hänsyn till. Kriteriet är justerat för att gälla 900 meter.



Figur 25. Den samlade samhällsrisk för det studerade området (punktad linje) m.a.p. järnvägen i förhållande till föreslagna riskkriterier enligt DNV (grön och mörkblå linje). Effekter av skyddsåtgärder har tagits hänsyn till i beräkningen. Kriteriet är justerat för att gälla 900 meter.

När hänsyn inte tas till skyddsåtgärder hamnar samhällsrisk med avseende på järnvägen på en nivå som inte bedöms tolerabel vid jämförelse med DNV:s kriterier. När hänsyn tas till rekommenderade skyddsåtgärder, se kapitel 10.3, hamnar samhällsrisk med avseende på järnvägen under samt nära den nedre gränsen för DNV:s kriterier.

9.2 Risk för mekanisk konflikt

Risk för mekanisk konflikt föreligger vid bebyggelse nära järnvägar. Sannolikheten för att mekanisk konflikt skall ske kan beräknas baserat på antalet tåg som trafikerar sträckan och den tillåtna hastigheten på sträckan, se bilaga D. För den aktuella sträckan är högsta tillåtna hastighet 100 km/h. Antalet persontåg per dygn är ca 22 (Jönköpings Kommun, 2015). Resultaten från beräkningarna presenteras i tabell 16.

Tabell 16. Sannolikhet för att mekanisk konflikt skall ske vid olika avstånd från järnvägen. Beräkningarna är baserade på hastigheten och antalet transporter på den aktuella sträckan.

Vinkelrätt avstånd från järnvägen (meter)	Frekvens mekanisk konflikt (per år)
0	3,36E-04
1	2,62E-04
2	2,00E-04
3	1,49E-04
4	1,07E-04
5	7,37E-05
6	4,82E-05
7	2,94E-05
8	1,63E-05
9	7,79E-06
10	2,93E-06
11	6,76E-07
12	3,45E-08
13	<1,00E-10
14	<1,00E-10
15	<1,00E-10
16	<1,00E-10
17	<1,00E-10
18	<1,00E-10
19	<1,00E-10

Resultatet från beräkningarna visar att sannolikheten för att mekanisk konflikt skall ske har avtagit betydande på avstånd längre än 12 meter från närmsta järnvägsspår. Enligt Fredén (2001) är sannolikheten låg¹⁹ för att en urspårad godsvagn ska hamna längre än 15 meter från spår. Andra aspekter så som Räddningstjänstens insatsmöjligheter och risker från transporter med farligt gods kan dock ställa krav på ett längre avstånd mellan järnväg och bebyggelse. Det bör noteras att dessa beräkningar är tillämplbara vid en högsta tillåtna hastighet på 100 km/h.

COWI bedömer att en bebyggelsefri zon på minst 15 meter bör upprättas längs spår för att minska risken för mekanisk konflikt vid en eventuell urspårning.

¹⁹ 15-25 meter: 2%, >25 meter: 2%

9.3 Farligt gods på industrispåret

Risken med transporter av farligt gods på industrispåret bedöms vara i samma storleksordning som för den sträcka där de kvantitativa beräkningarna avseende järnvägen utfördes, se kapitel 9.1. Denna bedömning vilar på antagandet att personintensiteten kommer att vara i samma storleksordning även för bebyggelse utmed industrispåret.

I de kvantitativa beräkningarna har dock samtliga klasser av farligt gods som hanteras på godsbangården tagits i beaktning medan industrispåret används främst av St1 (depå). Risken från industrispåret överskattas således när de kvantifierade beräkningarna används som utgångspunkt. Vidare bedöms sannolikheten för att en urspårning skall leda till skada på en vagn med farligt gods vara lägre för industrispåret då hastigheten på detta är betydligt lägre.

Även om plankorsningarna inte är utrustade med bommar bedöms risken för olyckor med farligt gods (en olycka där det farliga godset leder till allvarliga konsekvenser) inte vara förhöjd. Detta då hastigheten på industrispår vanligtvis är mycket låg, varför sannolikheten för att en eventuell kollision skall leda till allvarlig urspårning etc. bedöms vara låg.

Trots att ovanstående omständigheter pekar på en lägre risknivå för industrispåret än järnvägen i övrigt är risknivån i figur 24 så pass hög, på grund av de mängder farligt gods som transporteras, att risknivån för industrispåret bedöms vara inom det område där skyddsåtgärder skall vidtagas ifall det är kostnadsmässigt rimligt.

9.4 Farligt gods på väg

Då endast brandfarliga vätskor transporteras i betydande mängd på Kämpevägen och Herkulesvägen har risken från dessa transporter hanterats kvalitativt.

De mängder som transporteras förbi planområdet är små relativt vad som är normalt för vägar som är utpekade som primära eller sekundära transportleder för farligt gods. Jämfört med andra icke utpekade vägar, på vilka det endast är tillåtet att ta sig från det större vägnätet till en lokal målpunkt, bedöms dock antalet transporter vara högt. Sannolikheten för att en olycka skall ske bedöms dock vara låg på grund av att grundsannolikheten för att en olycka där farligt gods leder till skada på omgivningen är mycket låg. Vidare så är hastighetsgränsen på de lokala vägarna 50 km/h vilket minskar risken jämfört med stora delar av de utpekade primära och sekundära lederna då dess ofta utgörs av större transportleder.

Om en olycka där brandfarlig vätska läcker ut sker kan den utspillda vätskan bilda en pöl vilken antänds och på så vis skapar en pölbrand. Vanligtvis brukar en dimensionerande pölbrand om 200 m² användas för att beräkna konsekvensen av en farligt godsolycka med brandfarlig vätska. Konsekvensavståndet från en sådan brand är enligt strålningsberäkningar ca 50 meter, se figur B.5 i bilaga B.

Baserat på att det går relativt många transporter på vägen, jämfört med områden med liknande personintensitet, samt att en olycka, om än osannolik, kan få allvarliga konsekvenser för de som vistas i området, bedöms risknivån vara inom det område där skyddsåtgärder skall vidtagas ifall det är kostnadsmässigt rimligt.

9.5 Omgivningspåverkande verksamheter

9.5.1 Bensinstationer

En pölbrand på 50 m² bedöms som relevant att studera med avseende på planering av bebyggelse i förhållande till bensinstation. Baserat på beräkningar av strålningseffekter vid en pölbrand på 50 m² bedöms att ett minimiavstånd på 25 meter (från pölbrandens centrum) ger en acceptabel säkerhet för byggnaderna i sig och för människor som vistas i dessa.

Ur ett säkerhetsperspektiv (olycksrisk med avseende på hanterade ämnen på bensinstationen) krävs ett minimiavstånd på 25 meter från lossningsplats för tankbilar till bostäder enligt de riktlinjer som tillämpas. Detta är samma skyddsavstånd som dimensionerande fall (50 m² pölbrand) genererar. Övriga avstånd till olika objekt inom bensinstationen, vilka anges i tabell 1, bedöms även lämpliga att tillämpa för det aktuella området.

Buller från kundernas fordon och bränsletransporter till bensinstation kan vara en potentiell störningsfaktor likaså lukt från avgaser och drivmedel.

Även ljus från bilstrålkastare kan verka störande då fordonstrafik kan förekomma alla tider på dygnet. Utifrån miljö- och hälsorisker i enlighet med de faktorer som hänvisas till i Boverkets skrift Bättre plats för arbete (se avsnitt 2.4.1) bör värdering av utformning, placering samt behov avseende avskärmande åtgärder med hänsyn till buller, strålkastarljus och lukt göras för planerade bostäder i ett området inom 100 meter från bensinstationen.

9.5.2 Simsholmens reningsverk samt Jönköping Energi, Biogas

Jönköping Energi har upprättat en riskbedömning för sin verksamhet som COWI har fått ta del av. Utöver de risker som belyses i Jönköping Energis riskbedömning har COWI gjort en kvalitativ bedömning av ytterligare (3) scenarion vilka bedöms relevanta att beakta i samhällsplaneringsprocessen.

Sammanfattning av Jönköping Energis riskbedömning

Riskanalys är gjord för att kontrollera risken för gasinstallationen vid Avloppsverket Simsholmen i Jönköping. Den senaste revisionen (2011-12-12 rev 3) är gjord med anledning av att Røtkammare 3 tillkommit. Syftet med utredningen är att ge riskbilden för företagets totala gashantering dels internt och dels för omgivningen.

Omfattningen av utredningen är:

- Hela gashanteringen inom avloppsreningsverket.
- Gasrening
- Flakfyllning samt dispenser

De skadefall som analyserats listas nedan:

- 1 Gasläckage från Rötkammare – mottagningstank
- 2 Gasläckage från rörsystem lågtryck.
- 3 Gasläckage vid Gasklockan och facklan.
- 4 Gasläckage Gasreningar
- 5 Gasläckage Högtryckslager – högtrycksledning
- 6 Gasläckage Flakfyllning – dispenser
- 7 Gasläckage Underhållsarbeten – arbeten på gassystemen

I riskanalysen har inga av skadefallen bedömts innebära skada för 3:e person. I riskanalysen har inga beräkningar gjort för gasmolnsspridningar eftersom metan är en lätt gas som förhållandevis snabbt stiger och blandar sig med luft. Risken för antändbar blandning finns därför i närheten av läckage eller om läckaget sker inomhus. Nedan återges den utvärdering av risker (Liv och Hälsa, Egendom, Yttre miljö samt Miljö) som Jönköping Energi gjort i sin riskutredning, notera att dessa stycken är direkt tagna ur riskutredningen.

Liv och Hälsa samt Egendom

Eftersom de flesta anmärkningarna från förra riskutredningen är åtgärdade finns få anmärkningar kvar. De nya anläggningsdelarna är byggda enligt alla gällande regler. En risk är dock hanteringen med flak eftersom säkerheten bygger på att personalen gör rätt samt att det finns många kopplingar som kan läcka. Beträffande biltankning så bör man utreda om det är tekniskt möjligt att minska risken att bilisterna kör med kopplade slangar. Kanske en stor skylt som upplyser att slangskada debiteras med 3 000:- skulle hjälpa. Det kanske går att härröra vem som dragit sönder slangen med hjälp av senaste avlästa kontokortet som använts.

Yttre miljö

Gasen i sig, i de mängder som i dessa fall hanteras, bedöms inte utgöra någon potentiell fara av större betydelse för yttre miljön. Den består i huvudsak enkla kolväten i form av metan, CH₄, som dock påverkar ozonskiktet och bidrar till växthuseffekten.

Den sannolikt största effekten som gashanteringen kan orsaka torde vara de indirekta konsekvenser som kan uppstå vid plötsliga utsläpp av gas i kombination med antändning. Brand kan uppstå i byggnader. Trots förebyggande åtgärder måste vi räkna med att brand kan uppstå, då inriktas insatserna främst på att begränsa och släcka elden.

Vår uppfattning är att inte ens en storbrand kan anses riskera att slå ut ekosystem i någon betydande omfattning. Vid brand på utläckande gas kan man erhålla sekundära brandhärder, exempelvis på närliggande fastigheter. Risken är liten eftersom det finns skyddsavstånd.

Sekundära brandhärddar

Släckning av sådan sekundär brand utförs av normala släckningsinsatser och som släckmedel används oftast vatten.

Sekundära bränder kan ske på följande material:

- Trä
- Målarfärg
- Plast
- Olja

Materialen är oftast byggnadsmaterial. De flesta byggnaderna i omgivningarna är av trä, tegel, betong eller plåt, vilket innebär att mängden av ovanstående material som kan brinna är relativt liten.

Om brand ändå uppstår kan förbränningen ge upphov till olika typer av gaser, exempelvis CO₂, CO, NO_x, HCl, SO₂ varav de senare i kontakt med vatten kan bilda syrlighet.

Då mängden vatten som används som släckmedel vanligen är stor, och då endast en mindre del av gaserna löser sig i vattnet erhålls enbart små mängder av surt vatten till marken. Det förorenade vattnet kan förutom lösta gaser även transportera med sig brandrester till mark, Munksjön samt till dagvattensystemet. Vattnet kommer att tränga ned i mark till viss mån, men någon påverkan på grundvattnet är inte sannolik.

Miljö

Risker för storskalig påverkan på yttre miljön anses vara liten i sammanhanget. Gränsen för storskalig risk har vi bedömt dels med hänsyn till sannolikhet att de inträffar och dels den grad av skada som kan uppstå vid skadefallet, och markerat med röd markering.

COWIs kommentar gällande Jönköping Energis riskbedömning

I riskanalysen har inga av skadefallen bedömts innebära skada för 3:e person. Det bör dock noteras att denna bedömning baseras på en klassning av sannolikhet och konsekvens. Det innebär alltså att det kan finnas scenarion som innebär skada för 3:e person men att sannolikheten för dessa är mycket låg.

COWIs kvalitativa riskbedömning av ytterligare (3) scenarion

- **Explosion i torr gasklocka (tryck = 350 mmHg, volym = 200 m³)
alternativt Explosion i rötammare (3 st á 3000 m³ med ca 150-200 m³
rötgas i toppen, tryck = 350 mmHg)**
Enligt SÄIFS ges avståndet 50 m till byggnad och 100 m till svårutrymd byggnad. COWI bedömer att ett konsekvensavstånd på 50 m kan vara relevant vid ett gasutsläpp från en torr gasklocka och att detta vid en antändning kan

innebära en gasmolnsexplosion med begränsad tryckupbyggnad (splitter ej troligt) men strålningspåverkan på omgivningen.

➤ **Explosion i högtryckslager (geometrisk volym 10 m³, tryck = 260 Bar) alternativt gasflak (flera gasflak med geometrisk volym 9 m³ och tryck = 260 Bar)**

Enligt Biogasanläggningar²⁰ är en uppgraderingsanläggning ofta byggd som en egen enhet i form av en containerlösning, som inrymmer de olika processtegen för rening av biogasen. BGA 2012 omfattar inte uppgraderingsanläggningar, och det finns i dagsläget heller ingen anvisning eller liknande som omfattar dessa. Det är vanligt att uppgraderingsanläggningen CE-märks som ett aggregat (enligt PED, tryckkärldirektivet, AFS 1999:4). Det är då tillräckligt att man presenterar den riskutredning som utförs som en del av denna CE-märkning. Detta omfattar dock inte placeringen av den, med avstånd mellan uppgraderingsanläggningen och andra delar av anläggningen. Ett avstånd på 12 meter har dock ansetts vara tillräckligt utan närmare utredning, med hänvisning till allmänna råden till Sprängämnesinspektionens föreskrifter (SÄIFS 2000:4) om cisterner, gasklockor, bergrum och rörledningar för brandfarlig gas, se tabell 3.

➤ **Dispenser för allmän biogasfyllning vid tankstation**

Utanför grindarna till Simsholmens reningsverk finns en allmän biogas-tankstation. Denna innehåller inget eget gaslager. Vid en olycka bedöms endast mindre volymer gas kunna läcka ut och i värsta fall antändas. Omgivningen är välventilerad inga tändkällor förutom personer och fordon finns. Riskavståndet bedöms som kort, max 12 m.

SÄIFS förutsätter att anläggningen fungerar som den är projekterad och att personer inte har varit oaktsamma. Avstånden som MSB rekommenderar kan i vissa fall vara olämpliga att använda som dimensionerande i samhällsplaneringsprocessen. Strålning från jetflammar och splitter från en eventuell explosion bedöms kunna ge längre riskavstånd än de som MSB anger.

Riskavståndet för en jetflamma från ett högtryckslager med biogas är beroende av hålets storlek. Det normala är att hålen är väldigt små, t ex en trasig packning, i dessa fall blir en jetflamma relativt kort. Inträffar ett större hål kan jetflamman bli betydligt längre på grund av det höga trycket. Utan att några specifika beräkningar har genomförts görs en grov uppskattning att en jetflamma med biogas i ett högtryckslager motsvaras av beräknade riskavstånd för jetflammar för gasol, enligt kap 8.3.1 (100 meter).

Beräkningar för gasmolnsexplosion i kap 8.3.2 för gasol är alltför konservativa för att använda för biogas. Biogas, lagrad under högt tryck och inte kyld till LNG, är lättare än luft och förväntas stiga upp i atmosfären relativt snabbt och där spädas ut med luft så att gas/luft-blandning inte är brännbar. Beräkningarna med gasol ger förhållandevis långa riskavstånd för en gasmolnsexplosion eftersom gasol är en

²⁰ Biogasanläggningar, Vägledning vid tillståndsprövning, MSB, 2013

tung gas som kan spridas längre sträckor längs marken innan den blandats ut med luft och blir lättare. Gasol kan bilda stora gasmoln som kan antändas av tändkällor på relativt långa avstånd från läckaget. Baserat på ovanstående resonemang bedöms gasmolnsexplosion inte som dimensionerade fall för Simsholmens reningsverk.

Boverkets skrift Bättre plats för arbete förespråkar följande skyddsavstånd till avloppsreningsverk:

>20 000 personekvivalenter	1 000 meter
<20 000 personekvivalenter	500 meter
<5 000 personekvivalenter	300 meter

Dessa skyddsavstånd tar hänsyn till miljö, hälsa och säkerhet. Boverkets skrift beskriver främst luktproblematik för verksamheten. Baserat på Boverkets skrift görs bedömningen att tidigare definierat skyddsavstånd om 300 meter kvarstår för övriga risker, exempelvis lukt. Detta kan komma att reduceras vid en fördjupad utredning.

9.5.3 Kem & Gas

Brand i invallning med brandfarlig vätska eller i lager med styckegods bedöms maximalt kunna medföra strålningsnivåer motsvarande en 50 m² pölbrand. Detta genererar ett skyddsavstånd på ca 25 meter, se figur 23.

Lagringen av gasflaskor med brandfarlig gas kan vid en brand medföra värmestrålning så att kärlsprängning inträffar. Praxis är att gasflaskor kan skjutas iväg 300 m som projektil och att det är omöjligt att förutse exakt nedslagsplats. Konsekvensen vid en sådan händelse bedöms i värsta fall kunna medföra enstaka dödsfall till följd av att någon träffas av projektilen. Individ och samhällsrisk bedöms därför till så pass låg med avseende på denna händelse att den inte bedöms dimensionerade vid bedömning av skyddsavstånd till verksamheten.

Det största "minsta avstånd" som anges i de riktlinjer som bedöms tillämpbara (se avsnitt 2.1) är 100 meter. Då verksamheten är belägen ca 190 meter från studerat område bedöms verksamheten inte utgöra en risk med avseende på risken för 3:e person att omkomma till följd av en olycka inom studerad verksamhet.

I Boverkets skrift Bättre plats för arbete återfinns ingen typ av verksamhet som bedöms direkt jämförbar med Kem & Gas. Den verksamhet som bedöms mest jämförbar är plastbearbetande industri. Där anges avstånd för "övrig plastbearbetande industri" till 200 meter. Tidigare definierat skyddsavstånd om 300 meter bedöms kunna härledas till att gasflaskor kan skjutas iväg 300 m, se resonemang enligt ovan. Tidigare definierat skyddsavstånd bedöms dock inte kunna avskrivas med avseende på övriga faktorer, så som exempelvis buller, baserat på den här riskutredningen.

9.5.4 Jönköpings Energi, Hetvattencentralen

Det planerade bytet till Eo 1 eller bioolja kommer att innebära att bränslets klassas som brandfarlig vätska klass 3, vilket innebär en flampunkt över 55 °C. Den höga flampunkten innebär att ett läckage kommer att vara svårt att antända i fall det inte finns en tillräckligt energirik tändkälla i direkt anslutning till pölen, t ex fordonsbrand eller heta arbeten. Om en större volym skulle läcka ut t ex vid ett slangbrott vid lossning av bränsle och detta antänds av en tillräckligt energirik tändkälla kan en pölbrand inträffa. Pölbranden bedöms kunna medföra strålningsnivåer motsvarande en 50 m² pölbrand och bedöms som ett rimligt dimensionerande scenario map skyddsavstånd. Detta genererar ett skyddsavstånd på ca 25 meter, se figur 23.

Då verksamheten är belägen ca 200 meter från studerat område bedöms verksamheten inte utgöra en risk med avseende på risken för 3:e person att omkomma till följd av en olycka inom studerad verksamhet.

Gällande övriga störningar från verksamheten kvarstår ett tidigare definierat skyddsavstånd om 200 meter. Det bör dock noteras att studerat område är beläget som närmast 200 meter från verksamheten, studerat område tangerar således detta skyddsavstånd.

9.5.5 Hurtigs åkeri

Hurtigs åkeri har tillstånd (brandfarligt vara) för 41 liter acetylen och 200 m³ klass 3 (4 cisterner på 50 m³ vardera). Det största "minsta avstånd" som anges i SÄIFS 2000:2 (se avsnitt 2.1) är 25 meter för klass 3 produkter som förvaras i en cistern med en volym <100 m³ och 50 meter då cisternen är >100 m³.

Lagring av diesel, vilket innebär en flampunkt över 55 °C, och eldningsolja med flampunkt över 100°C, innebär att ett läckage kommer att vara svårt att antända i fall det inte finns en tillräckligt energirik tändkälla i direkt anslutning till pölen, t ex fordonsbrand eller heta arbeten. Om en större volym skulle läcka ut t ex vid ett slangbrott vid lossning av bränsle och detta antänds av en tillräckligt energirik tändkälla kan en pölbrand inträffa. Pölbranden bedöms kunna medföra strålningsnivåer motsvarande en 50 m² pölbrand och bedöms som ett rimligt dimensionerande scenario map skyddsavstånd. Detta genererar ett skyddsavstånd på ca 25 meter, se figur 23.

Då verksamheten är belägen ca 90 meter från studerat område bedöms verksamheten inte utgöra en risk med avseende på risken för 3:e person att omkomma till följd av en olycka inom studerad verksamhet.

Boverkets skrift Bättre plats för arbete förespråkar 200 meter i skyddsavstånd till större garage vilket verksamhetem bedöms som. Detta skyddsavstånd tar hänsyn till miljö, hälsa och säkerhet. Boverkets skrift beskriver främst buller-, miljö- och ljusstörningar (strålkastarljus) med verksamheten. Baserat på Boverkets skrift görs bedömningen att tidigare definierat skyddsavstånd om 150 meter kvarstår för övriga risker, exempelvis buller. Detta kan komma att reduceras vid en fördjupad utredning.

9.5.6 SUEZ (SITA)

Brand i maximalt 10 m³ spillolja bedöms endast ge kortare riskavstånd till följd av strålning. Gasflaskor som hanteras på återvinningscentralen är troligen till största del tömda. Risk för kärlsprängning med splitter kan dock inte uteslutas.

Då verksamheten är belägen ca 150 meter från studerat område bedöms verksamheten inte utgöra en risk med avseende på risken för 3:e person att omkomma till följd av en olycka inom studerad verksamhet.

Boverkets skrift Bättre plats för arbete förespråkar 200 meter i skyddsavstånd till avfallsanläggning som fungerar som mellanlager för miljöfarligt avfall. Detta skyddsavstånd tar hänsyn till miljö, hälsa och säkerhet. Boverkets skrift beskriver främst buller-, lukt- och dammningsproblematik med verksamheten. Baserat på Boverkets skrift görs bedömningen att tidigare definierat skyddsavstånd om 200 meter kvarstår för övriga risker, exempelvis lukt. Detta kan komma att reduceras vid en fördjupad utredning.

9.5.7 Tunabergs taxi

Brand i 10 m³ diesel bedöms endast ge kortare riskavstånd till följd av strålning. Verksamhet, lagringsvolymen och att den brandfarliga vätskan inte förväntas avge brännbara ångor i sådan omfattning som är nödvändigt för en antändning vid rådande temperaturförhållanden gör att denna risk bedöms som låg. Om ett utsläpp sker i anslutning till en brand kan dock ett utsläpp antändas. Detta förväntas dock gå betydligt långsammare än för brandfarlig vätska klass 1. Sannolikheten för en sådan händelse är även lägre än sannolikheten för enbart ett utsläpp. Personer i närområdet (inte i fordon i en eventuell trafikolycka) förväntas uppmärksamma och sätta sig i säkerhet utan att påverkas för sådana strålningsnivåer att de omkommer. COWI bedömer därför att verksamheten inte utgör en betydande risk med avseende på risken för 3:e person att omkomma till följd av en olycka inom studerad verksamhet.

I Boverkets skrift Bättre plats för arbete återfinns rubriken Knutpunkt för person- och godstransporter. Med rubriken avses bland annat garage för taxibilar. Skyddsavståndet som förespråkas med avseende på större garage är 200 meter. Detta skyddsavstånd tar hänsyn till miljö, hälsa och säkerhet. Boverkets skrift beskriver främst buller-, miljö- och ljusstörningar (strålkastarljus) med verksamheten. Baserat på Boverkets skrift görs bedömningen att tidigare definierat skyddsavstånd om 50 meter kvarstår för övriga risker, exempelvis buller. Detta kan komma att reduceras vid en fördjupad utredning.

9.5.8 Jaktia

Enligt Brand i ammunition²¹ beskrivs egenskaper för ammunition indelat i enlighet med ADR-S.

1.4 Ämnen eller föremål vilka endast uppvisar obetydlig explosionsrisk i händelse av antändning eller initiering under transport. Verkningarna är i stort sett begränsade till förpackningen och inget utkast av splitter av betydelse kan förväntas. Brand utifrån får inte orsaka massexplosion av innehållet i förpackningen. Hit hör tändhattar och sprängkapslar i speciella förpackningar, patroner till handeldvapen, viss typ detonerande stubin (MDF), signalpatroner, mindre fyrverkeriartiklar, viss övningsammunition, vissa tändrör mm.

1.6 Tålig ammunition. Ammunition som vid brand, långsam uppvärmning, beskjutning och splitterislag endast ger upphov till mindre verkningar genom värme, tryckvåg och splitter och ej ger upphov till massexplosion. Hit hör viss ny militär ammunition

Ammunition brukar därför inte beaktas särskilt i samhällsbyggnadsprocessen. Krav på förvaring, begränsade mängder samt relativt gott motstånd mot yttre påverkan gör att Jaktia inte bedöms påverka omgivningen ur planeringshänseende. Inga restriktioner vad gäller avstånd eller riskreducerande åtgärder.

Jaktia är en butik som baserat på Boverkets skrift Bättre plats för arbete inte bör generera någon ytterligare risk utöver den som beskrivits ovan.

9.5.9 Kaross & lackeringsteknik

Baserat på inventeringen, typ av verksamhet och mängd kemikalier, bedömer COWI att verksamheten inte utgör en betydande risk med avseende på risken för 3:e person att omkomma till följd av en olycka inom studerad verksamhet.

Boverkets skrift Bättre plats för arbete förespråkar 100 meter i skyddsavstånd till bilverkstad med omlackeringsverksamhet. Detta skyddsavstånd tar hänsyn till miljö, hälsa och säkerhet. Boverkets skrift beskriver främst bullerproblematik med verksamheten. Baserat på Boverkets skrift görs bedömningen att tidigare definierat skyddsavstånd om 50 meter kvarstår för övriga risker, exempelvis buller. Detta kan komma att reduceras vid en fördjupad utredning.

9.5.10 Haralds bilriktning

Baserat på inventeringen, typ av verksamhet och mängd kemikalier, bedömer COWI att verksamheten inte utgör en betydande risk med avseende på risken för 3:e person att omkomma till följd av en olycka inom studerad verksamhet.

²¹ Brand i ammunition, Lamnevik, FOA dnr 95-3261/S, 1995

Boverkets skrift Bättre plats för arbete förespråkar 100 meter i skyddsavstånd till bilverkstad med omlackeringsverksamhet. Detta skyddsavstånd tar hänsyn till miljö, hälsa och säkerhet. Boverkets skrift beskriver främst bullerproblematik med verksamheten. Baserat på Boverkets skrift görs bedömningen att tidigare definierat skyddsavstånd om 50 meter kvarstår för övriga risker, exempelvis buller. Detta kan komma att reduceras vid en fördjupad utredning.

9.5.11 Rinaldo bilservice

Baserat på inventeringen, typ av verksamhet och mängd kemikalier, bedömer COWI att verksamheten inte utgör en betydande risk med avseende på risken för 3:e person att omkomma till följd av en olycka inom studerad verksamhet.

Boverkets skrift Bättre plats för arbete förespråkar 50 meter i skyddsavstånd till bilverkstad utan omlackeringsverksamhet. Detta skyddsavstånd tar hänsyn till miljö, hälsa och säkerhet. Boverkets skrift beskriver främst bullerproblematik med verksamheten. Baserat på Boverkets skrift görs bedömningen att tidigare definierat skyddsavstånd om 50 meter kvarstår för övriga risker, exempelvis buller. Detta kan komma att reduceras vid en fördjupad utredning.

9.5.12 AD bildelar

Baserat på inventeringen, typ av verksamhet och mängd kemikalier, bedömer COWI att verksamheten inte utgör en betydande risk med avseende på risken för 3:e person att omkomma till följd av en olycka inom studerad verksamhet.

AD bildelar är en butik som säljer reservdelar samt biltillbehör. AD bildelar är ingen bilverkstad och baserat på Boverkets skrift Bättre plats för arbete bedöms verksamheten inte generera någon ytterligare risk utöver den som beskrivits ovan.

9.5.13 Viadukten biltvätt

Baserat på inventeringen, typ av verksamhet och mängd kemikalier, bedömer COWI att verksamheten inte utgör en betydande risk med avseende på risken för 3:e person att omkomma till följd av en olycka inom studerad verksamhet.

Boverkets skrift Bättre plats för arbete förespråkar 50 meter i skyddsavstånd till bilverkstad utan omlackeringsverksamhet, vilket verksamheten bedöms som. Detta skyddsavstånd tar hänsyn till miljö, hälsa och säkerhet. Boverkets skrift beskriver främst bullerproblematik med verksamheten. Baserat på Boverkets skrift görs bedömningen att tidigare definierat skyddsavstånd om 50 meter kvarstår för övriga risker, exempelvis buller. Detta kan komma att reduceras vid en fördjupad utredning.

9.6 Framtida höghastighetsbana

Götalandsbanan planeras bli en höghastighetsbana vilket innebär hastigheter över 250 km/tim och max hastighet 320 km/tim²². Trafiken kommer att utgöras av persontransporter och eventuellt lättare gods. Tung godstrafik med farligt gods kommer inte att förekomma. En utbyggnad av stambanan för höghastighetståg bygger till stor del på känd teknik men med högre krav till följd av de ökade hastigheterna. T.ex. ökar kraven på grundförstärkningar och spårläget vilket ökar kostnaderna men genomförs till stor del med traditionell teknik. Den stora skillnaden mellan traditionell järnväg och järnväg avsedd för hastigheter över 250 km/tim är att järnvägens krav på en rak och styv linjeföring konkurrerar med natur- och kulturintressen som då kan vara svåra att undvika. Även planläggningen inom tätorter kommer att ställa stora krav på de inblandade parterna när en ny järnväg skall anslutas i ett befintligt samhälle.

Exakt utformning av järnvägsspår och trafikerande fordon går inte att helt förutse. EU arbetar aktivt för att effektivisera järnvägstrafiken. Ett viktigt område gäller harmonisering av de tekniska och administrativa regelverken. TSD-er (Teknisk Specifikation för Driftskompatibilitet) som via direktiv har inarbetats i svensk lag beskriver de tekniska kraven för nybyggnation och större ombyggnader av järnvägar samt krav för fordon. Inom ramen för detta regelverk finns viktiga val att göra till exempel gällande teknisk utformning, konstruktioner och byggmetoder för nya stambanor.

Ur riskhänseende går det i nuläget inte helt att bedöma påverkan på omgivningen till följd av olyckor. Exempel på generella riskreducerande som kan förutses är:

- › Stängsling utmed hela banan för att förhindra att personer och djur hamnar inom spårområdet.
- › Samtliga korsningar för bil- och GC-trafik utförs som planskilda korsningar.
- › Ett trädritt område på båda sidor spår för att förhindra att fallande träd kommer i konflikt med höghastighetsbanan.
- › Skydd mot att annan trafik kommer i konflikt med höghastighetsbanan där så erfordras.
- › Säkerställande av rimliga utrymnings- och insatsmöjligheter för tunnlar och broar.

²² Nya stambanor mellan Stockholm-Göteborg/Malmö, Fördjupat underlag, Beställning från Näringsdepartementet, Transportenheten, Trafikverket, 2014-02-28

Utredningar i skedena lokaliseringsutredningar och järnvägsplaner avseende höghastighetståg pågår för närvarande för Ostlänken (Järna – Linköping) och för Borås – Göteborg. COWI deltar i båda dessa projekt. Det har, såvitt COWI bekant, inte i något av dessa projekt lagts fast någon praxis avseende lämpligt säkerhetsavstånd mellan bana och ny bebyggelse. COWI anser därför att det föreligger en osäkerhet kring detta och anser inte att man i nuläget, med trovärdighet kan ge en rekommendation om ett bestämt skyddsavstånd. Inte heller när det gäller bullerfrågan finns det i nuläget någon praxis utvecklad avseende lämpliga avstånd och vilka åtgärder som kommer att krävas.

Eventuella risker med en framtida höghastighetsbana förutsätts inkluderas i riskbedömning i samband med projektering av höghastighetsbanan.

9.7 Osäkerhets- och känslighetsdiskussion

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

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

Exempel på områden som kan påverka resultatet är:

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

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

Den samlade bedömningen är att de redovisade resultaten avseende risknivå är konservativa. Det bedöms att beräkningarna samt studerade risklinjer 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 och övriga studerade riskkällor.

För en djupare diskussion angående osäkerheter, se Bilaga C.

10 Diskussion och slutsats

Syftet med riskanalysen är att undersöka om olycksriskerna avseende farligt gods och samt närliggande verksamheter med uppmärksamhetsavstånd (som inkräktar på studerat område) är acceptabla för studerat område. Genom en riskanalys kan möjliga olyckor identifieras och bedömas och eventuella skyddsåtgärder kan därmed rekommenderas. Med risker avses här risker som kan medföra att 3:e man omkommer, övriga risker med exempelvis buller och lukt förutsätts behandlas separat i en annan utredning.

10.1 Farligt gods och bensinstationer

I Länsstyrelsernas riktlinjer för riskhanteringsprocessen anges inga exakta avstånd för tillåten markanvändning utan zonen är glidande och beroende på platsspecifika egenskaper och förhållanden. Användningsområdet i zon A, som är zonen närmast vägen, föreslås exempelvis användas till ytparkeringar och trafik. Zon B i den glidande skalan kan exempelvis användas för parkeringar, sällanköpshandel, låg personintensiv verksamhet och kontor. Markanvändning i zon C föreslås vara bostäder, övrig handel, skolor, hotell, konferens etc.

I tabell 17 redovisas en sammanställning över de avstånd som rekommenderas enligt Göteborgs översiktsplan samt Stockholms läns riktlinjer. Det bör noteras att dessa avstånd används i samband med nyetablering intill *priämära* farligt godsleder. Den väg där lokala transporter av farligt gods förekommer är ingen utpekad farligt gods led, alltså ingen primär farligt gods led. Dock går det idag ca 5800 transporter med brandfarlig vara till/från St1 (depå) per år på vägen vilket medför att redovisade riktlinjer bedöms tillämpbara i sammanhanget. I tabell 17 redovisas även rekommenderade bebyggelsefria avstånd. Syftet med ett bebyggelsefritt område är att:

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

Avståndet utgör dessutom en reduktion av buller och möjliggör för eventuella kompletteringar av riskreducerande åtgärder vid förändrad risksituation.

Tabell 17. Sammanställning över rekommenderade avstånd till olika typer av bebyggelse samt hur planerad bebyggelse förhåller sig till dessa.

	Göteborgs översiktplan	Stockholms läns riktlinjer
Järnväg med farligt gods		
Bebyggelsefritt	<30 m	<25 m
Kontor	>30 m	>25 m
Bostäder	>80 m	>50 m
Väg med farligt gods		
Bebyggelsefritt	<30 m	<25 m
Kontor	>50 m	>40 m
Bostäder	>100 m	>75 m
Bensinstationer		
Bebyggelsefritt	-	<25 m
Kontor	-	>25 m
Bostäder	-	>50 m*

Det bör även noteras att Trafikverket generellt förespråkar minst 30 meter bebyggelsefri zon från järnväg där farligt gods transporteras, se kapitel 2.3.3. Utifrån tabell 17 kan det konstateras att föreslagen bebyggelse som redovisas i kapitel 3 och bilaga E inte följer rekommenderade avstånd med avseende på etablering intill farligt godsleder och bensinstationer.

När hänsyn tas till rekommenderade skyddsåtgärder bedöms samhällsrisken med avseende på järnvägen, industrisspåret och vägen hamna på en nivå där skyddsåtgärder skall vidtagas ifall det är kostnadsmässigt rimligt vid jämförelse med DNV:s kriterier. Även individrisken 0-25 meter från järnvägen, industrisspåret och vägen bedöms hamna på en nivå där skyddsåtgärder skall vidtagas ifall det är kostnadsmässigt rimligt, vid jämförelse med DNV:s kriterier. Dessa bedömningar baseras på beräkningar och kvalitativt resonemang i kapitel 9.1-9.4. Beräkningar/bedömningar av risknivån utgår från att en olycka inträffar vid/kring riskkällan, vilket förutsätter att området är utformat på ett sätt som motverkar att vätska rinner in på området.

10.2 Övriga omgivningspåverkande verksamheter

Baserat på resonemang i kapitel 9.5.2 görs bedömningen att en bebyggelsefri zon på 50 meter bör upprättas från Simsholmens reningsverk/Jönköpings Energi (biogas) med avseende på risk för 3:e man att omkomma till följd av en olycka inom verksamheten. Skyddsåtgärder med avseende på verksamheten föreslås i kapitel 10.3.

Övriga verksamheter bedöms inte utgöra en risk för 3:e man och/eller bedöms vara placerade på ett sådan avstånd från studerat planområde att de inte utgör någon direkt risk för 3:e man. Dessa verksamheter bedöms således inte föranleda behov

av skyddsavstånd/skyddsåtgärder inom studerat planområde map risk för 3:e man att omkommatill följd av en olycka vid verksamheten.

10.3 Slutsats och skyddsåtgärder

Den typ av exploatering som beskrivs i kapitel 3 bedöms möjlig förutsatt att föreslagna skyddsåtgärder beaktas i fortsatt arbete.

I följande avsnitt föreslås skyddsåtgärder, med avseende på närhet till de riskkällor som beaktats i denna riskutredning, vilka anses nödvändiga att lyfta in i detaljplanen. Föreslagna skyddsåtgärder har definierats som skall eller bör, notera att det endast är de som är formulerade som skall-krav som COWI bedömer som nödvändiga att lyfta in i detaljplanen för att nå en acceptabel risknivå. Bör-rekommendationer är sådana rekommendationer som ytterligare reducerar risknivån.

Följande skyddsåtgärder föreslås med avseende på närhet till **järnväg** (den sträcka som löper mellan Jordbrovägen och Herkulesvägen):

- › Ett bebyggelsefritt område motsvarande minst 15 meter mellan ny bebyggelse och järnväg skall upprättas med avseende på beräknade risknivåer.
- › Fasadkrav för ny bebyggelse (fram till 50 meter ifrån järnväg): Alla fasader inklusive tak skall utformas med ytskikt i obrännbart material. Eventuella fönster ska vara E30-klassade men får vara öppningsbara.
- › Barriär/skydd mellan studerat område och järnvägen ska finnas som motverkar att vätska kan rinna in på området. Förslag på barriär kan vara: vall, dike eller plank/vägg som är tät i nedkant.
- › Inom 50 meter från järnvägen skall utrymmning bort från järnvägen vara möjlig.
- › Entréer till första radens hus mot järnväg bör om möjligt vetta bort från järnvägen.
- › Svårutrymd bebyggelse, så som skola, sjukhus och hotell, skall ej placeras som första radens bebyggelse mot järnvägen och ej närmare än 100 meter från järnvägen.
- › Svårutrymd bebyggelse, så som skola, sjukhus och hotell, skall ej placeras mellan järnvägen och den väg där lokala transporter av farligt gods förekommer.

Det bör dock noteras att Trafikverket generellt förespråkar minst 30 meter bebyggelsefri zon från järnväg där farligt gods transporteras, se kapitel 2.3.3.

Följande skyddsåtgärder föreslås med avseende på närhet till **industrispår samt rangerbangård**:

- › Ett bebyggelsefritt område motsvarande minst 15 meter mellan ny bebyggelse och industrispår samt rangerbangård skall upprättas.

- › Bebyggelsefritt område skall ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Området kan dock användas för parkeringsplatser.
- › Barriär/skydd mellan studerat område och industrispår/rangerbangården ska finnas som motverkar att vätska kan rinna in på området. Förslag på barriär kan vara: vall, dike eller plank/vägg som är tät i nedkant.
- › Inom 50 meter från industrispår/rangerbangården skall utrymmning bort från industrispår/rangerbangården vara möjlig.
- › Entréer till första radens hus mot industrispår samt rangerbangård bör om möjligt veta bort från de studerade farligt godslederna.
- › Fasadkrav för ny bebyggelse (fram till 50 meter från industrispår samt rangerbangård): Alla fasader inklusive tak skall utformas med ytskikt i obrännbart material. Eventuella fönster ska vara E30-klassade men får vara öppningsbara.
- › Svårutrymd bebyggelse, så som skola, sjukhus och hotell, skall ej placeras som första radens bebyggelse mot industrispår/bangården
- › Svårutrymd bebyggelse, så som skola, sjukhus och hotell, skall ej placeras närmare än 100 meter från rangerbangården
- › Svårutrymd bebyggelse, så som skola, sjukhus och hotell, skall ej placeras närmare än 50 meter från industrispår.
- › Vid en framtida utbyggnad av området öster om Herkulesvägen skall bommar vid studerade plankorsningar övervägas, ur trafiksäkerhetssynpunkt, då området ändrar karaktär från industriområde till mer blandad bebyggelse.

Det bör dock noteras att Trafikverket generellt förespråkar minst 30 meter bebyggelsefri zon från järnväg där farligt gods transporteras, se kapitel 2.3.3.

Följande skyddsåtgärder föreslås med avseende på närhet till **lokal väg där transporter av farligt gods förekommer**:

- › Ett bebyggelsefritt område motsvarande minst 15 meter mellan ny bebyggelse och väg skall upprättas.
- › Bebyggelsefritt område skall ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Området kan dock användas för parkeringsplatser.
- › Barriär/skydd mellan studerat område och järnvägen/rangerbangården ska finnas som motverkar att vätska kan rinna in på området. Förslag på barriär kan vara: vall, dike eller plank/vägg som är tät i nedkant.
- › Inom 50 meter från vägen skall utrymmning bort från vägen vara möjlig.
- › Entréer till första radens hus mot väg bör om möjligt veta bort från vägen.
- › Fasadkrav för ny bebyggelse (fram till 50 meter från väg): Alla fasader inklusive tak skall utformas med ytskikt i obrännbart material. Eventuella fönster ska vara E30-klassade men får vara öppningsbara.
- › Svårutrymd bebyggelse, så som skola, sjukhus och hotell, skall ej placeras som första radens bebyggelse mot vägen och ej närmare än 50 meter från vägen.

- › Svårutrymd bebyggelse, så som skola, sjukhus och hotell, skall ej placeras mellan järnvägen och den väg där lokala transporter av farligt gods förekommer.

Om antalet transporter på lokal väg kan minskas, exempelvis genom transporter från St1:s depå och Simsholmens reningsverk väljer alternativ transportväg, bedöms risknivån reduceras till en sådan nivå att inga skyddsåtgärder map vägen bedöms som skall-krav utan endast som bör-rekommendation.

Följande skyddsåtgärder föreslås med avseende på närhet till **bensinstation**:

- › Ett bebyggelsefritt område motsvarande minst 25 meter mellan ny bebyggelse och lossningsplats skall upprättas.
- › Ett bebyggelsefritt område motsvarande minst 18 meter mellan ny bebyggelse och mätarskåp skall upprättas.
- › Ett bebyggelsefritt område motsvarande minst 6 meter mellan ny bebyggelse och pejlförskrivning skall upprättas.
- › Ett bebyggelsefritt område motsvarande minst 12 meter mellan ny bebyggelse och avluftningsrörsmynning till cistern skall upprättas.
- › Bebyggelsefritt område skall ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Området kan dock användas för parkeringsplatser.
- › Entréer till första radens hus mot bensinstation bör om möjligt vetta bort från bensinstationen.
- › Inom 40 meter från bensinstationen skall utrymmning bort från bensinstationen vara möjlig.
- › Fasadkrav för ny bebyggelse (fram till 40 meter från bensinstation): Alla fasader inklusive tak skall utformas med ytskikt i obrännbart material. Eventuella fönster ska vara E30-klassade men får vara öppningsbara.
- › Svårutrymd bebyggelse, så som skola, sjukhus och hotell, skall ej placeras som första radens bebyggelse mot järnvägen och ej närmare än 40 meter från järnvägen.

Följande skyddsåtgärder föreslås med avseende på närhet till **Simsholmens reningsverk, Jönköpings Energi (Biogas)**:

- › Ett bebyggelsefritt område motsvarande minst 50 meter mellan ny bebyggelse och fastighetsgräns till Simsholmens reningsverk skall upprättas.
- › Svårutrymd bebyggelse, så som skola, sjukhus och hotell, skall ej placeras närmare än 100 meter från fastighetsgräns till Simsholmens reningsverk.
- › Bebyggelsefritt område skall ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Området kan dock användas för parkeringsplatser.
- › Entréer till första radens hus mot Simsholmens reningsverk bör om möjligt vetta bort från reningsverket.
- › Fasadkrav för ny bebyggelse (fram till 100 meter från Simsholmens reningsverk): Alla fasader inklusive tak skall utformas med ytskikt i

obrännbart material. Eventuella fönster ska vara E30-klassade men får vara öppningsbara.

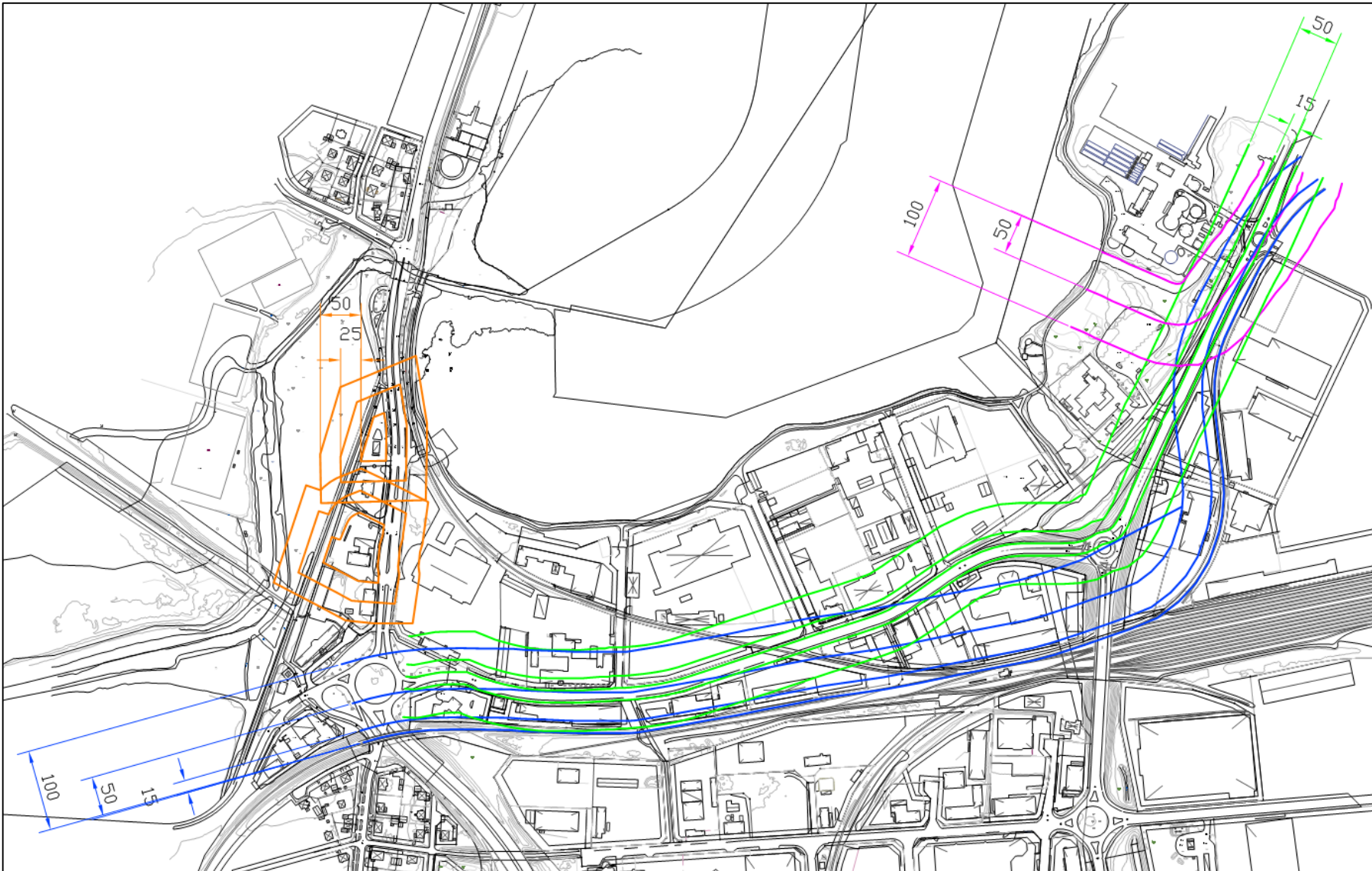
- › Svårutrymd bebyggelse, så som skola, sjukhus och hotell, skall ej placeras som första radens bebyggelse mot Simsholmens reningsverk.

Eventuellt kan rekommenderade avstånd reduceras om kvantitativa beräkningar för scenarion som är rimliga att beakta i samhällsplaneringsprocessen utförs. Detta förutsatt att resultaten från sådana beräkningarna motiverar ett kortare konsekvensområde/skyddsavstånd.

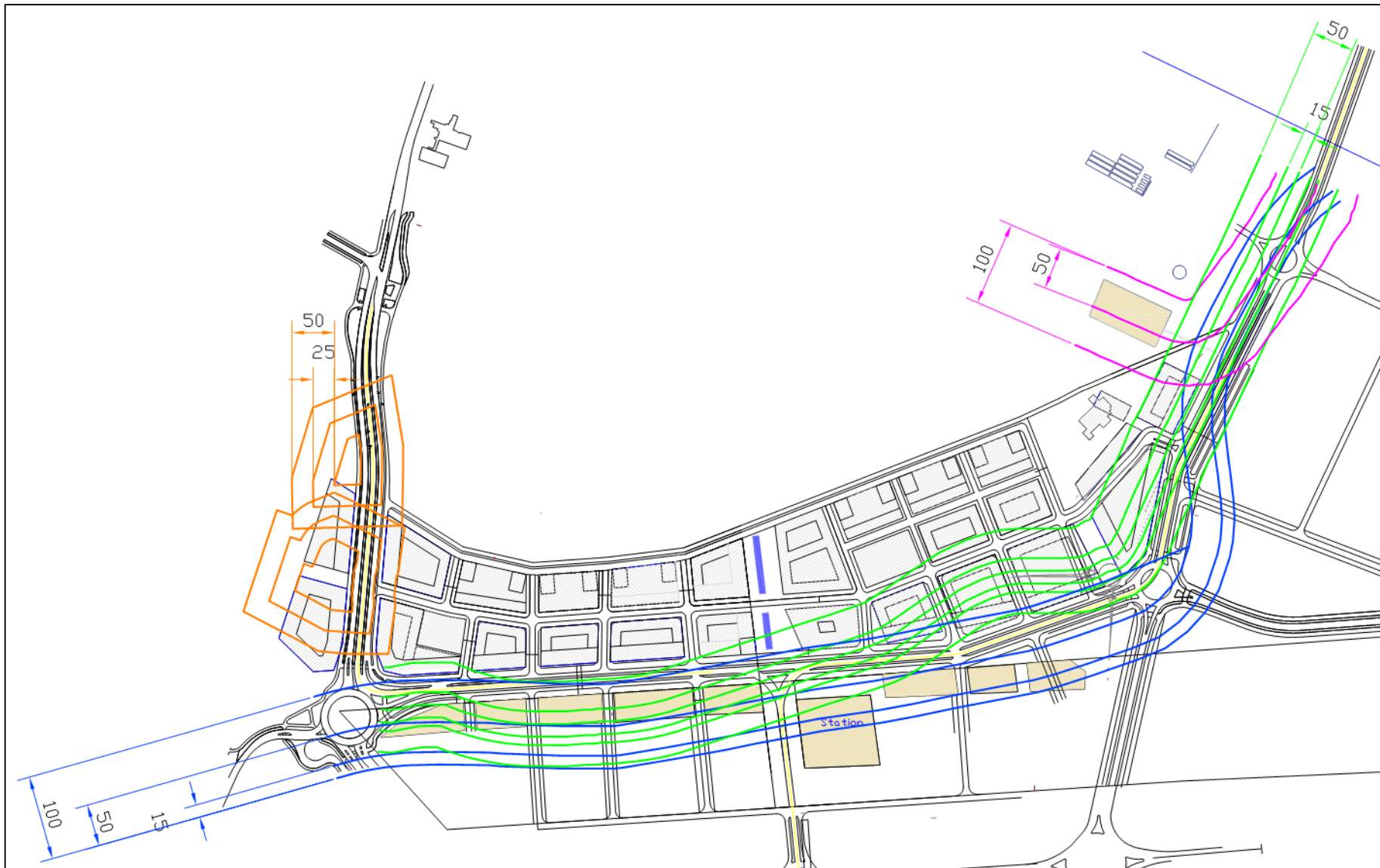
10.4 Skyddsavstånd

Avstånd där rekommenderade skyddsåtgärder²³ krävs presenteras i en kartor, med respektive utan planerad bebyggelse i figur 26 respektive figur 27. Kartorna har även levererats i dwg-format till beställaren.

²³ Se avsnitt 10.3 för rekommenderade skyddsåtgärder inom respektive zon.



Figur 26. Skyddsavstånd inklusive avstånd där rekommenderade skyddsåtgärder föreslagits. Kartan inkluderar inte planerad bebyggelse.



Figur 27. Skyddsavstånd inklusive avstånd där rekommenderade skyddsåtgärder föreslagits. Kartan inkluderar planerad bebyggelse.

11 Referenser

- API. (2007). *API 525, Pressure-relieving and Depressuring Systems*. American Petroleum Institute.
- Borg S. (2015), Samtal med depåchef Stefan Borg, 2015-09-01
- Boverket (1995), *Bättre plats för arbete. Planering av arbetsområden med hänsyn till miljö, hälsa och säkerhet*. Allmänna råd 1995:5
- 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 (2011), *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*, Banverket, Rapport 2001:5, 2001-10-22
- 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
- Hansson, I. (2000). *Brandskydd i oljedepå, rekommendation*. Räddningsverket.
- Holmstedt G. (2015) Samtal med Tf Affärsområdeschef Gunnar Holmstedt, 2015-09-02

Jönköping Energi (2011), *Riskutredning Biogasinstallation Simsholmen*, 2011-12-12 rev 3

Jönköpings Kommun (2015), URL:
<http://www.jonkoping.se/kommunpolitik/hallbarometern.4.16cb672f13929c7e43afb7.html?url=-352490069%2Fprogram-for-hallbar-utveckling-miljo%2Fboende-och-stadsutveckling%2Fregional-persontagstrafik%2Fpersontag-dygn%2Fjonkoping-varnamo&sv.url=12.16cb672f13929c7e43afbf> , Åtkomst 2015-09-03

Jönköpings kommun (2012), *Ramprogram för Södra Munksjön*

SÖDRA MUNKSJÖN UTVECKLINGS AB (2015),
FÖRFRÅGNINGSUNDERLAG inkl bilagor, Jönköping 2015-06-17

Karlsson, M. (2013). *Grovanalys av verksamheten vid Degerfors Järnverk*. COWI rapport A033495-04-001.

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

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

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

Länsstyrelsen i Stockholms Län (2000), *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer*

Pasquill, F. (1961). *The estimation of the dispersion of windborne material*. The Meteorological Magazine.

Ramböll (2012), *PM omgivningspåverkande verksamheter omkring fd Munksjö fabriksområde*

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

Räddningsverket (2008), *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer*. Handbok, Maj 2008. ISBN: 978-91-7253-394-3

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

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

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

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

SÄIFS 1997:8, *Sprängämnesinspektionens allmänna råd om hur föreskrifterna om hantering av brandfarliga gaser och vätskor bör tillämpas vid bensinstationer*, Utfärdade den 10 december 1997

SÄIFS 2000:4, *Sprängämnesinspektionens föreskrifter (SÄIFS 2000:4) om cisterner, gasklockor, bergrum och rörledningar för brandfarlig gas*, Utkom från trycket den 1 november 2000

SÄIFS 2000:2, *Sprängämnesinspektionens föreskrifter (SÄIFS 2000:2) om hantering av brandfarliga vätskor med ändringar i SÄIFS 2000:5*, Utkom från trycket den 3 juli 2000

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

Trafikverkets (2013), *Transportsystemet i samhällsplaneringen. Trafikverkets underlag för tillämpning av 3–5 kap. miljöbalken och av plan- och bygglagen*, Publikationsnummer: 2013:121, ISBN: 978-91-7467-512-2, Utgivningsdatum: Oktober 2013

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

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

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

Bilaga A - Beräkning av sannolikhet för olycka

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

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

Följande frekvenser används i denna studie:

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

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

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

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

Skalning av olycksfrekvenser

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

Frekvens för olycksscenarier

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

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

- › Jetbrand: Reducering med en faktor 1/6 eftersom en begränsad sektor påverkas.

- › Gasmolnsbrand och giftigt gasmoln: Bedöms främst påverka omgivning i vindriktningen, en reducering med en faktor 1/3 tillämpas vilket bedöms vara rimligt för det aktuella området.

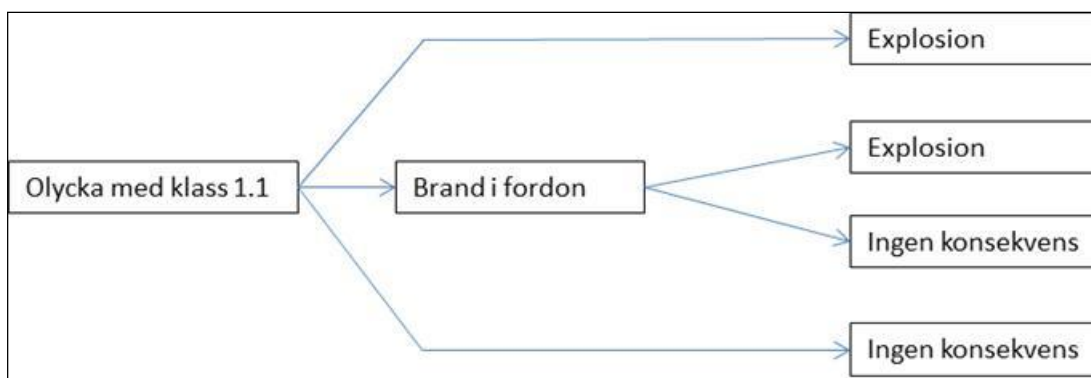
Vid beräkning av samhällsrisk reduceras konsekvensområdet i motsvarande omfattning.

A.1 Olycka med massexplösivt ämne

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

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

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



Figur A.1. Händelseförlopp vid olycka med massexplosiva ämnen

Järnvägsolycka

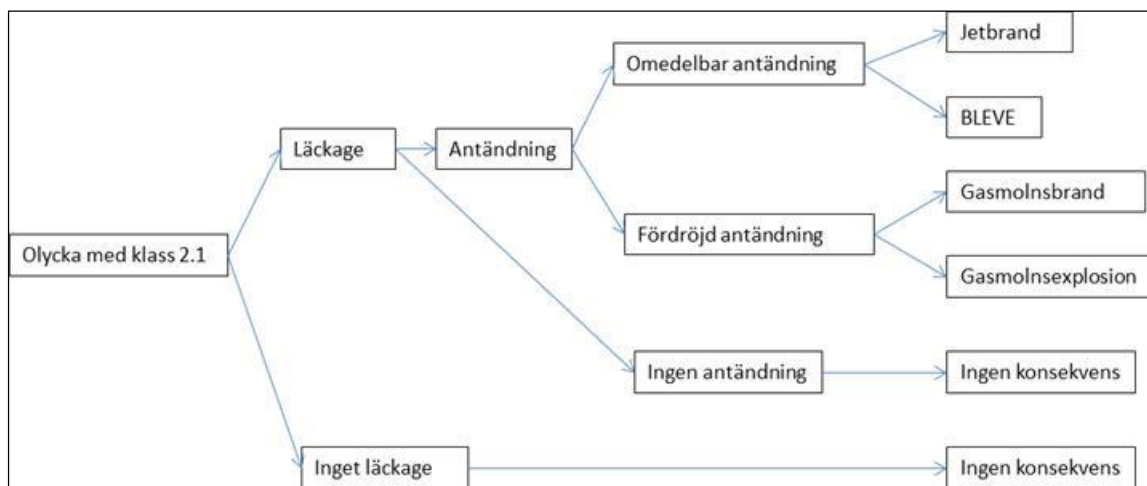
Vid en olycka bedöms att 1 % av fallen leder till explosion av lasten.

Sannolikheten för olycka med massexplösivt ämne är beräknad i Göteborgs översiktsplan för farligt gods (1999) och innefattar både, kollision, urspårning och brand i vagn. Den totala sannolikheten för massexlosion 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)

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



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

Ett läckage av brandfarlig gas kan resultera i följande scenario:

- › Ingen antändning.
- › Omedelbar antändning som ger upphov till jetbrand.
- › Om jetbranden tillåts värma upp tanken under längre tid, eller om tanken havererar/försvagas på grund av skador kan en BLEVE (Boiling Liquid 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.2. Ett scenario med gasmolnsbrand utan övertryck och ett med övertryck. En fördelning av 80/20 mellan dessa scenarion tillämpas baserat på TNO (2005).

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

Järnvägsolycka

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

Följande frekvenser erhålls för möjliga scenarier:

Jetbrand

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

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

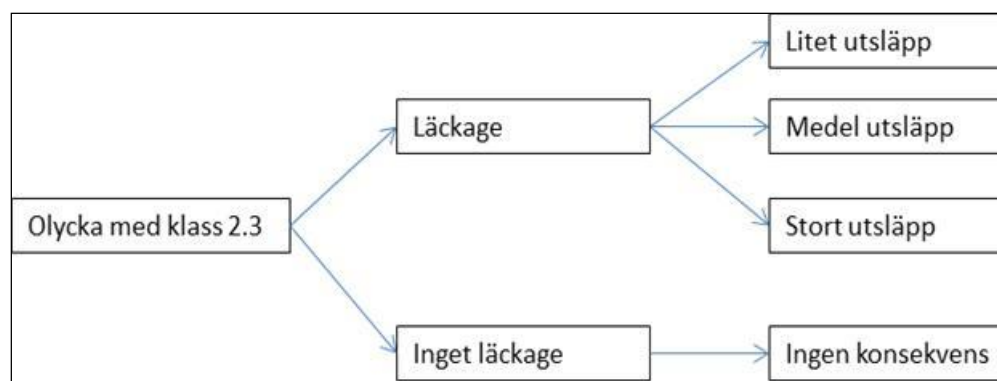
Då utfallet av en BLEVE ofta sker med en fördröjning görs här antagandet att i 50 % av fallen kommer området hinnas utrymmas innan en BLEVE inträffar.

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

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.

Järnvägsolycka

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

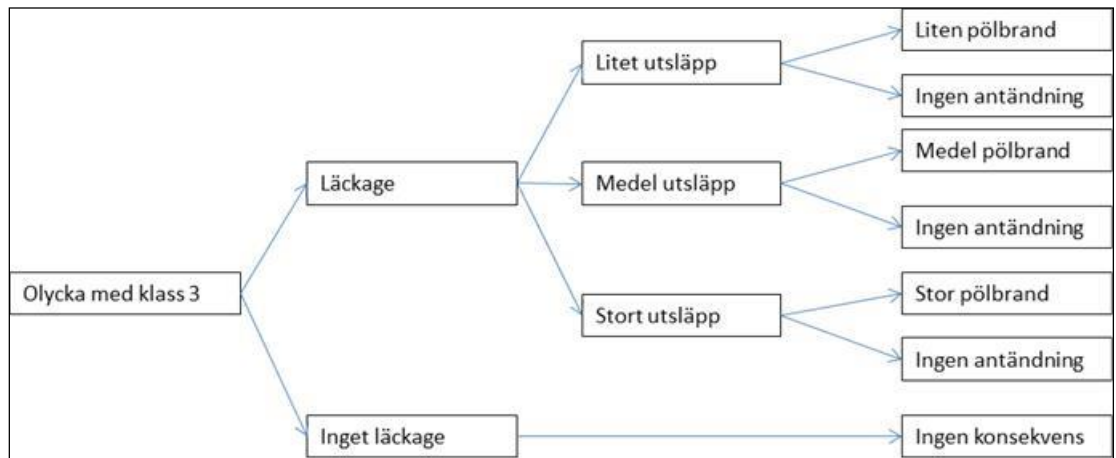
Antalet vagnar med giftig gas fås från tabell i huvudrapport och sannolikheten kan beskrivas enligt följande:

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

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

A.4 Olycka med brandfarlig vätska bensin

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



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

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

Följande pölbrandsscenarion 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.

Järnvägsolycka

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

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

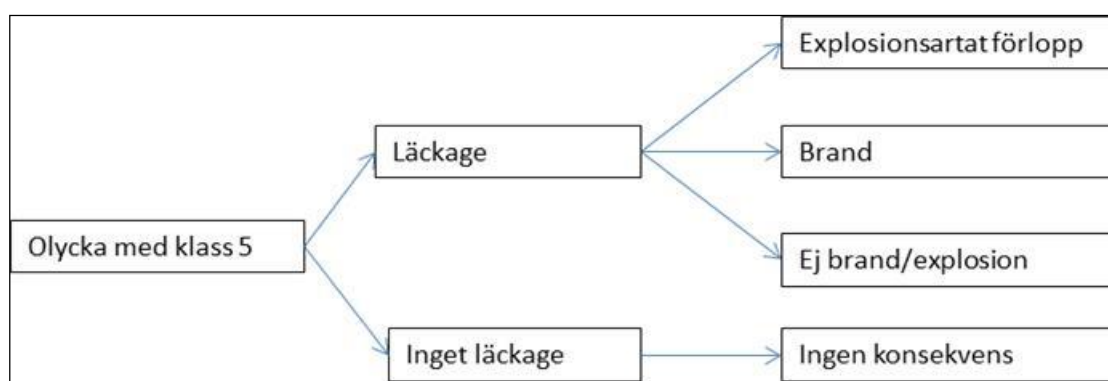
Sannolikhet för mellan och stor läckage är satt till 0,2 och 0,1 och antändning till 0,05. Värdet för antändning är hälften av värdet som används för väg.

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

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.

Järnvägsolycka

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

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

A.6 Resultat av beräkningar

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

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

Händelse	Sannolikhet (per år)
Olycka med klass 1.1– massexplosion (stor)	0,00E+00
Olycka med klass 2.1- Jetbrand	1,02E-09
Olycka med klass 2.1- Gasbrand	2,14E-09
Olycka med klass 2.1- Gasmolnsexplosion	5,36E-10
Olycka med klass 2.1- BLEVE	2,68E-11
Olycka med klass 2.3- utsläpp av giftig gas (rörbrott)	0,00E+00
Olycka med klass 2.3- utsläpp av giftig gas (punktering)	0,00E+00
Olycka med klass 3.1 -brandfarlig vätska (medel utsläpp)	2,26E-07
Olycka med klass 3.1 -brandfarlig vätska (stort utsläpp)	1,13E-07
Olycka med klass 5 -explosion	0,00E+00

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.

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

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

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

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

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

För varje avståndsintervall ges två uppgifter på andel omkomna:

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

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

Tabell B.2. Andel omkomna av personer som befinner sig utomhus respektive inomhus inom olika avståndsintervall från en eventuell olycka på järnväg. Värden 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 Massexplosivt	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	1/0,25	0,5/0,0	0/0
Klass 2.3	Rörbrott	1/0,95	0,9/0,5	0,5/0,1	0,01/0	0/0
Kondenserad giftig gas	Punktering	1/1	1/1	1/0,5	0,6/0	0,2/0
Klass 3 Brandfarlig vätska	Liten pölbrand	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
	Medelstor pölbrand (50 m ²)	0,5/0,1	0/0	0/0	0/0	0/0
	Stor pölbrand (200 m ²)	0,8/0,8	0,2/0,1	0/0	0/0	0/0
Klass 5 Oxiderande ämne	Explosion	1/0,15	1/0,05	0/0,01	0/0	0/0

Andel omkomna är behäftat med osäkerhet på grund av att det inte med säkerhet går att förutsäga det exakta händelseförloppet, till exempel kan vädersituationen

vara mer eller mindre gynnsam, förutsättningarna för om människor kan sätta sig i säkerhet kan variera och så vidare.

B.1 Konsekvenser för massexplösivt ämne (klass 1.1)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Beräkningsmetodik

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

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

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

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

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

Konsekvenser för massexplodivt ämne

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

För varje avståndsintervall ges två uppgifter på andel omkomna:

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

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

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

För bedömningar angående omkomna inomhus används i viss mån värden som förekommer i Göteborgs översiktsplan. Vid tryck större än 180 kPa, (total destruktions 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 destruktions 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	
Andelen omkomna	Ute	Inne	Ute	Inne	Ute	Inne
0-25 m	1	0,3	1	0,3	1	0,3
25-50m	1	0,15	1	0,3	1	0,3
50-75 m	0	0,15	1	0,15	1	0,15
75-100 m	0	0,01	0	0,15	1	0,15
100-250 m	0	0,01	0	0,01	0	0,05

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

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

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

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

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

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

B.2 Konsekvenser för utsläpp av brandfarlig gas vid olycka

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

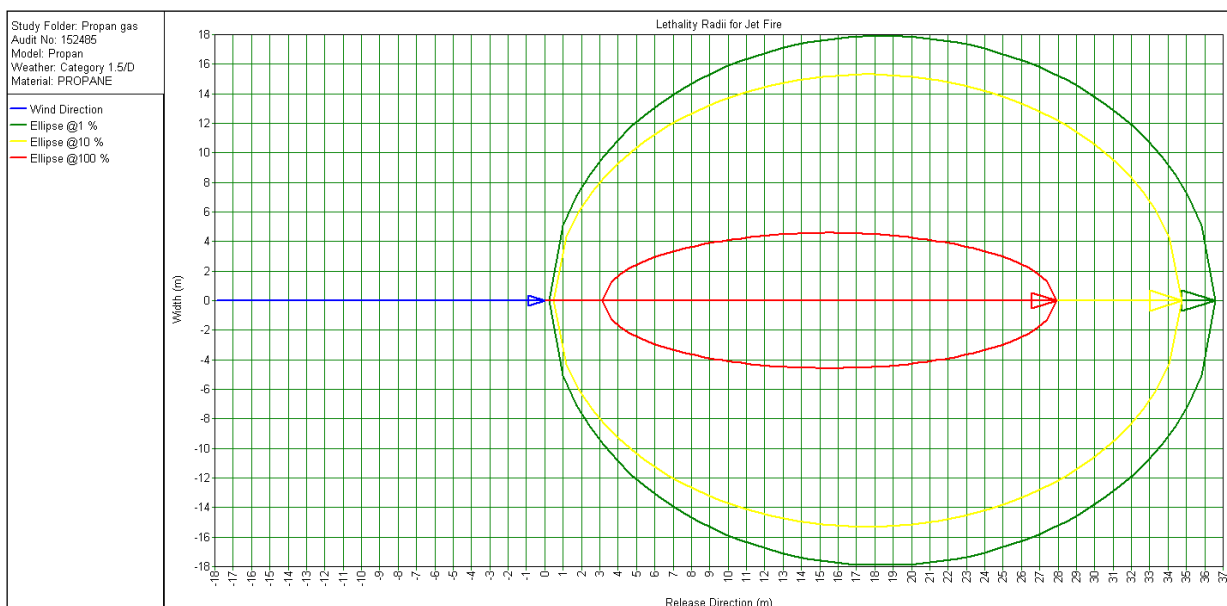
- › Omedelbar antändning som ger upphov till jetbrand.
- › Uppvärmning av tank eller tankhaveri som leder till BLEVE (Boiling Liquid Expandning Vapour Explosion).
- › Fördröjd antändning som ger upphov till en gasmolnsbrand.
- › Fördröjd antändning som ger upphov till en gasmolnsexplosion.

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

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

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



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

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

BLEVE

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

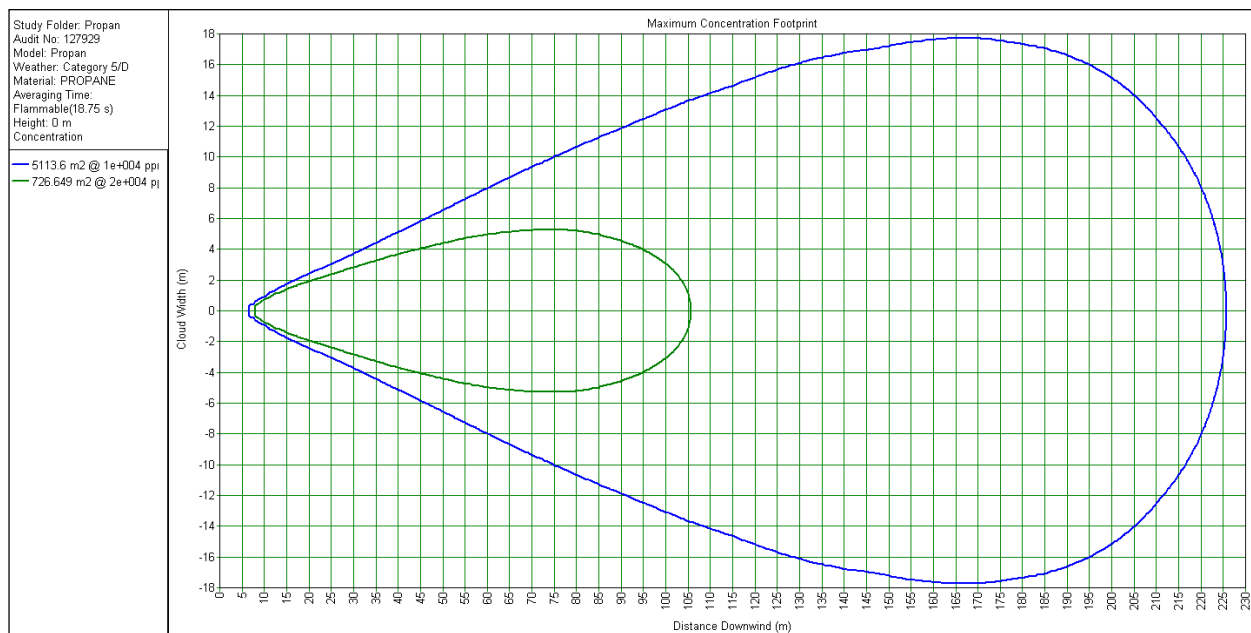
Storleken på eldklotet beror framförallt på tankens innehåll. En tank på 20 ton ger upphov till ett eldklot på 60-75 meters radie (TNO, 2005).

Personer som befinner sig inom eldklotet eller som utsätts för en strålningsnivå över 35 kW/m^2 antas omkomma, detta gäller även om man befinner sig inomhus (TNO, 2005). För personer som utsätts för lägre strålningsnivåer bestäms andel omkomna av exponeringstid och strålningsnivå.

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

Gasmolnsbrand

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



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

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

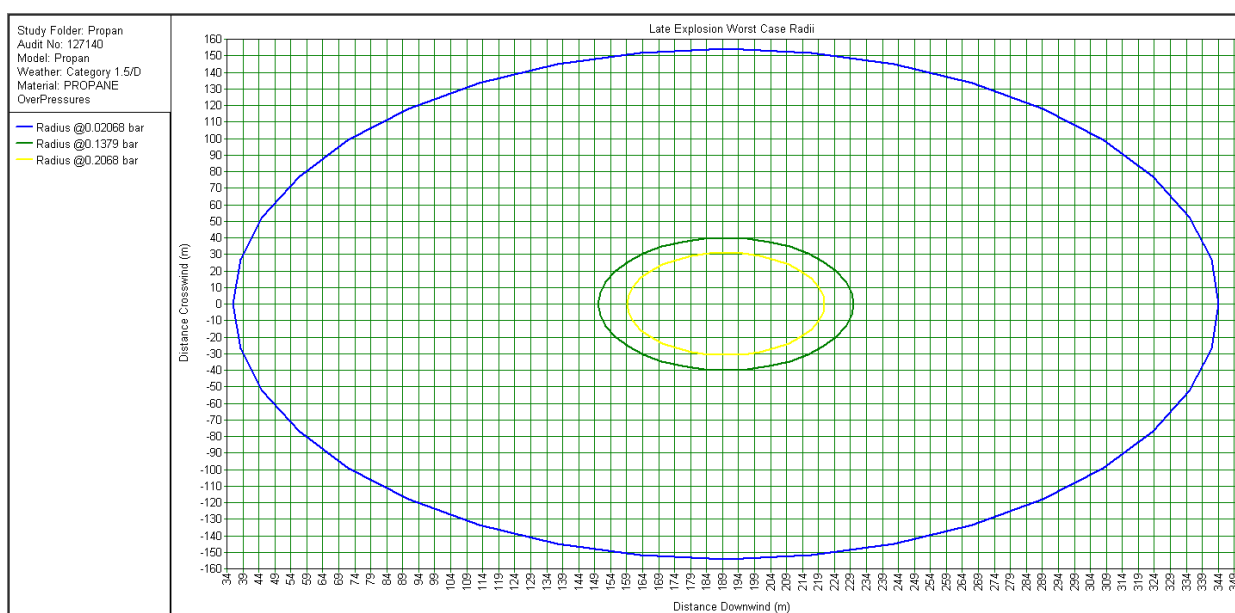
Vid en antändning kommer moln inom LEL gränsen att forma ett brinnande gasmoln. Område för gasmolnsbrand sätts här till samma som LEL (TNO, 2005). I vissa sammanhang används 1/2 LEL som gräns för brandmoln.

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

Gasmolnsexplosion

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

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



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

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

Tabell B.9. Trycknivåer från explosionscentrum.

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

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

B.3 Konsekvenser vid utsläpp av giftig gas

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

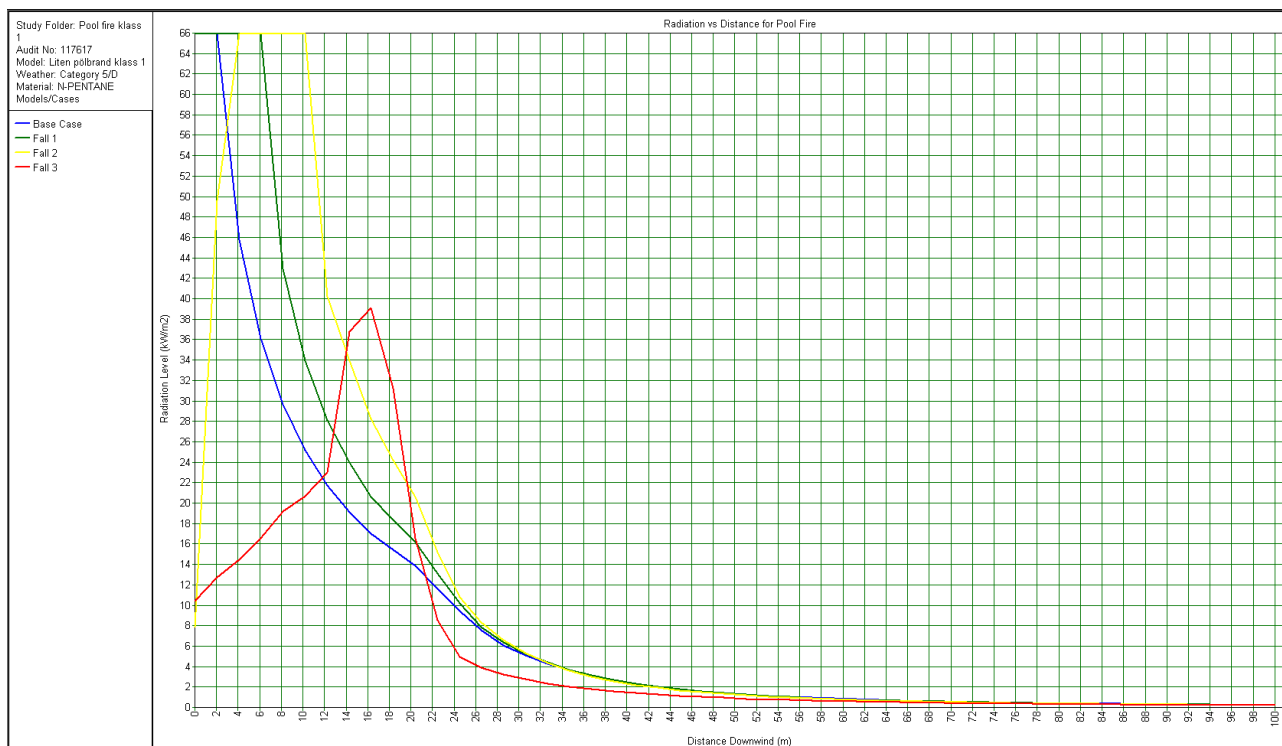
En tankbilsolycka som leder till utsläpp av brandfarlig vätska kan antändas och resultera i en pölbrand (brinnande vätska på marken). Beroende på utformning av området kring vägen kan vätskan antingen sprida sig närmre byggnader eller så kan en utspridning begränsas av exempelvis ett dike.

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

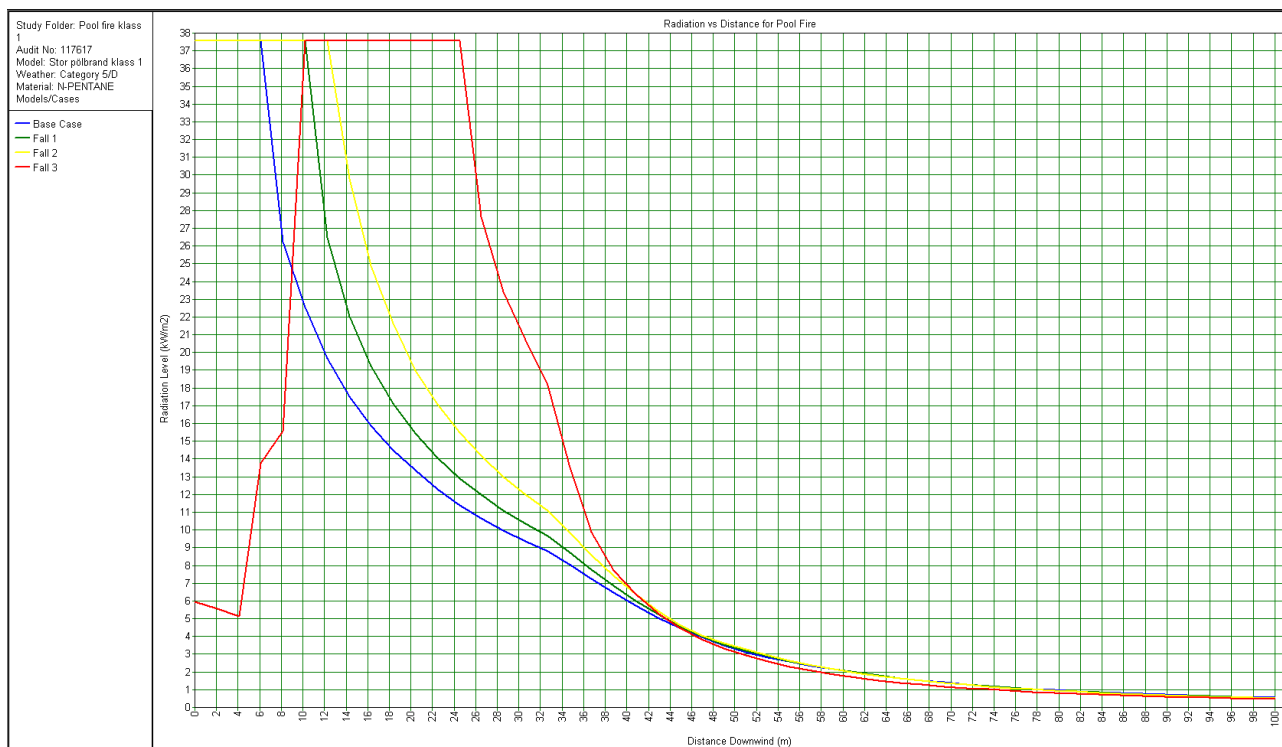
Ett utsläpp som inte antänds har främst en påverkan på miljön, skadliga konsekvenser för människor uppstår om vätskan antänds och bildar en pölbrand (brinnande vätska på marken). Hur stor pölbranden blir beror på storleken på utsläppet och pölens utbredning. Följande scenario har definierats:

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

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



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



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

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

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

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

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

Tabell B.14 Effekter/symptom vid olika strålningsnivåer.

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

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

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

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

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

Tabell B.15. Gränsvärden beträffande strålning.

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

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

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

B.5 Konsekvenser vid utsläpp av oxiderande ämne

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

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

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

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

Tabell B.16 *Andel omkomna av personer som befinner sig utomhus respektive inomhus på olika 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 - Känslighetsanalys

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. Beräkningarna utgår ifrån olika källor vilka har räknats upp med 20 % för att representera ett framtidsscenario. Uppräkningen av transporterat farligt bedöms som konservativ. Det finns inga prognoser som bekräftar en ökning av godstransporterna varför ytterligare känslighetsanalys inte genomförts.

Omgivning:

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

Olycksfrekvens:

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

Konsekvenser:

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

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

Metod för beräkning av risk:

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

Indelning i analysområde

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

Antagen placering av ”olyckscentrum”

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

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.

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.

Bilaga D – Mekanisk konflikt

Beräkningarna avseende sannolikhet för mekanisk konflikt mellan urspårat tåg och byggnader baseras på *Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone* (IUR, 2002).

Frekvensen för kollision mellan urspårad tågsvagn och byggnad beräknas enligt:

$$F_1 = F_2 * P_1$$

där

F_1 = frekvens för kollision mellan urspårad tågsvagn och byggnad

F_2 = frekvens för urspårning i anslutning till bebyggelse

P_1 = sannolikhet att tågsvagn kolliderar med byggnad

Frekvens för urspårning i anslutning till bebyggelse

$$F_2 = e_r * d * Z_d * 365 * 10^{-3}$$

där

e_r = urspårningsfrekvens per tåg km (6,7E-07 per tåg km)

d = den längsta sträcka som den urspårade vagnen kan gå längs med spåret, vilket beräknas som $V^2/80$, där V är tågets hastighet (km/h) vid urspårningstillfället ($V = 100$ km/h)

Z_d = antal tåg per dygn (22 st)

Beräknad frekvens:

$$F_2 = 6,73E-04 \text{ per år}$$

Sannolikheten att urspårat tåg kolliderar med byggnad

$$P_1 = \left(\frac{b - a}{b} \right)^2 * 0,5 * \frac{c}{d}$$

där

d = se ovan

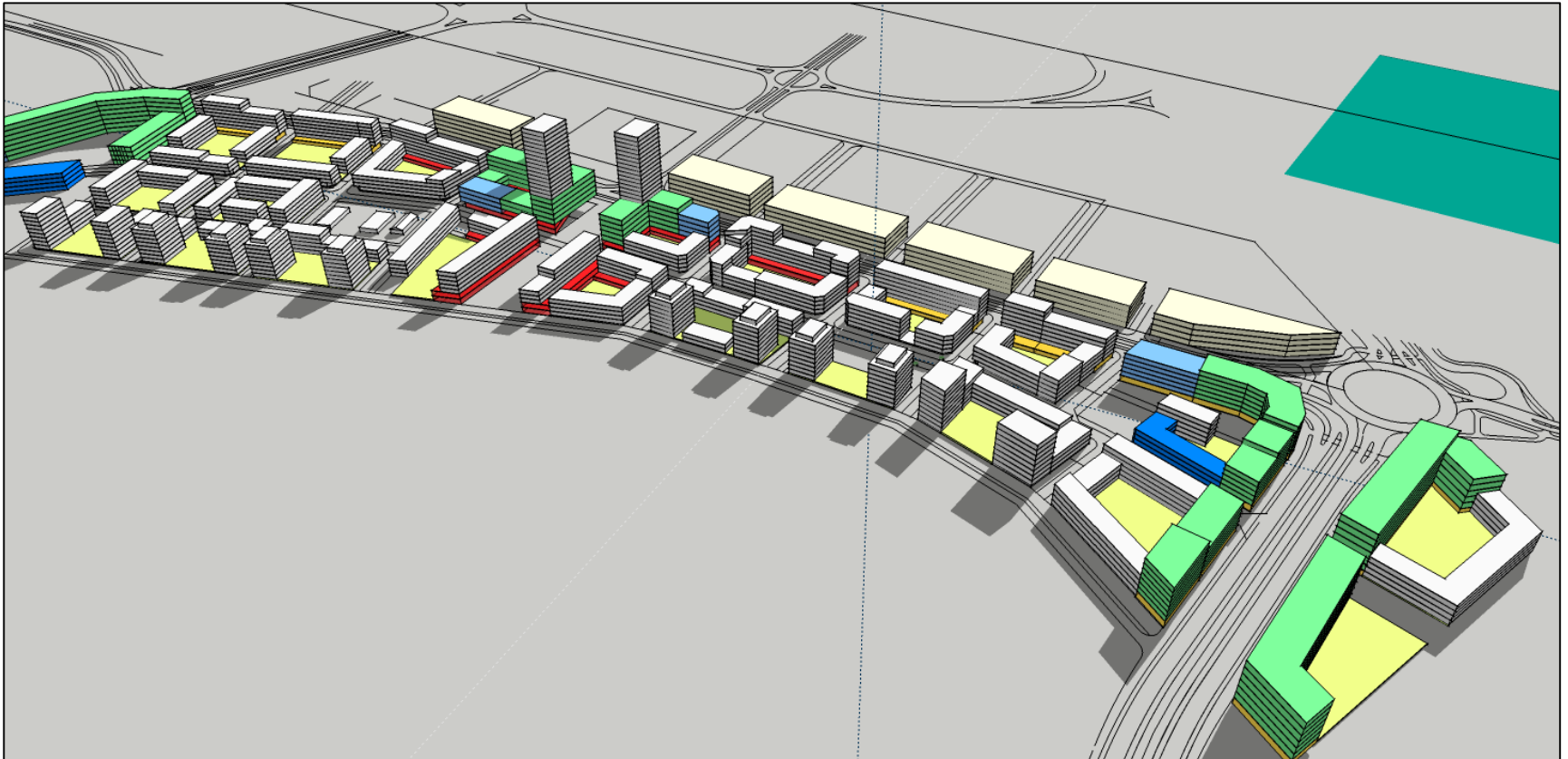
b = det maximala vinkelräta avståndet (m) från spåret som vagnen kan hamna, vilket beräknas som $V^{0,55}$ (V = 70 km/h)
a = vinkelrätt avstånd (m) mellan spårmitte och byggnad
c = det, längs spåret, parallella avståndet inom vilket byggnad löper risk att träffas av urspårad vagn på ett avstånd a, vilket beräknas med ekvationen:

$$c = \frac{d}{b} * (b - a) \text{ om } b > a, \text{ annars blir } c = 0$$

Resultat

Vinkelrätt avstånd i meter (parameter a ovan)	Frekvens mekanisk konflikt (per år)
0	3,36E-04
1	2,62E-04
2	2,00E-04
3	1,49E-04
4	1,07E-04
5	7,37E-05
6	4,82E-05
7	2,94E-05
8	1,63E-05
9	7,79E-06
10	2,93E-06
11	6,76E-07
12	3,45E-08
13	<1,00E-10
14	<1,00E-10
15	<1,00E-10
16	<1,00E-10
17	<1,00E-10
18	<1,00E-10
19	<1,00E-10

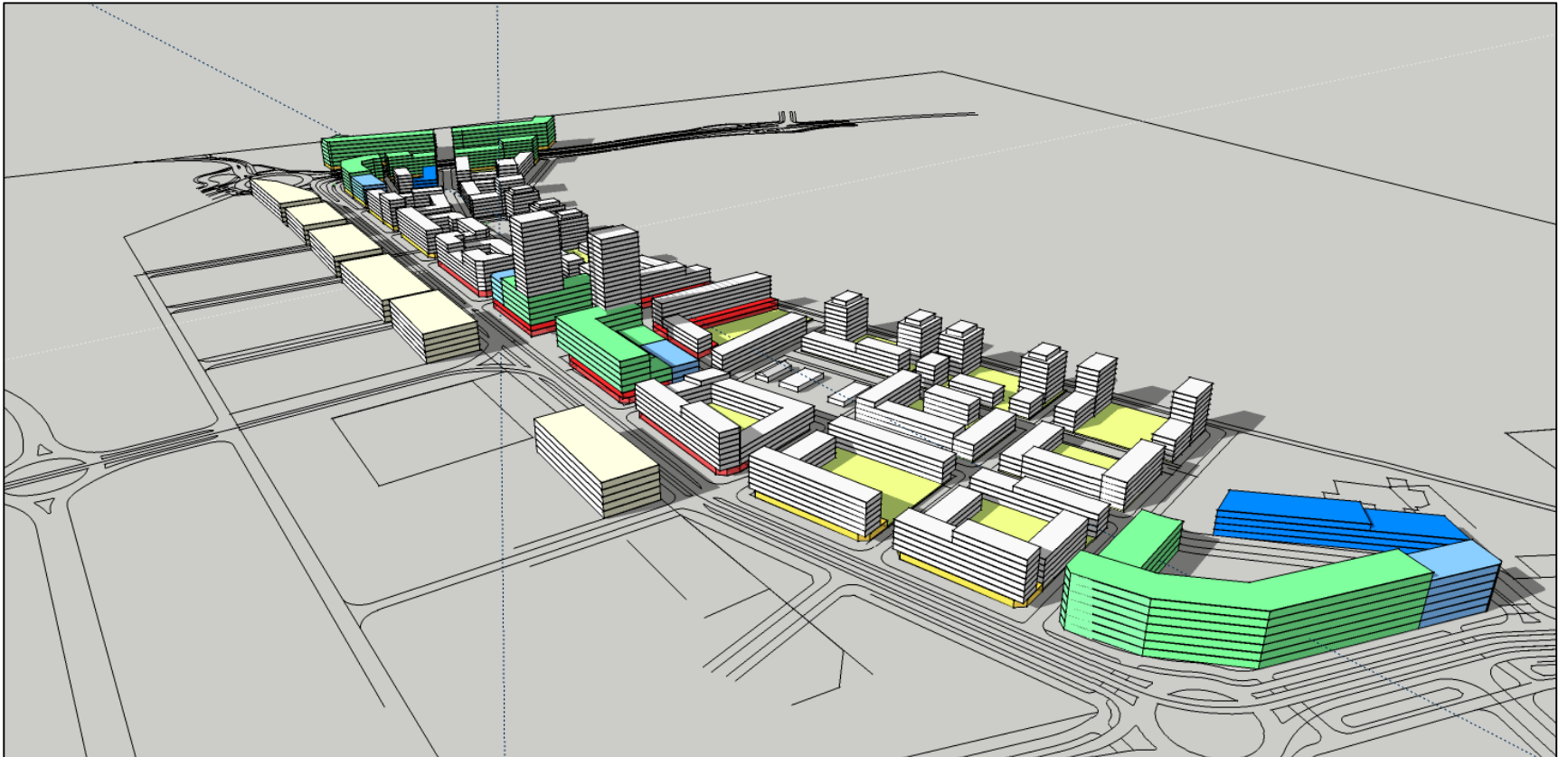
Bilaga E – Illustrationer



Figur E.1. Illustration över området, sett från nord/nordväst (sett från vattnet). Vit=bostad, Grön=kontor, Röd och gul i bottenvåningar=annat än bostäder, Röd=större koncentration av handel och restauranger eller bar nära stationen, Mörkblå=skola, Ljusblå=p-hus, Ljusbult=inregård inom kvarter



Figur E.2. Illustration över området, sett från sydväst (sett mot vattnet). Vit=bostad, Grön=kontor, Röd och gul i bottenvåningar=annat än bostäder, Röd=större koncentration av handel och restauranger eller bar nära stationen, Mörkblå=skola, Ljusblå=p-hus, Ljusedgul=inregård inom kvarter



Figur E.3. Illustration över området, sett från sydost (sett mot vattnet). Vit=bostad, Grön=kontor, Röd och gul i bottenvåningar=annat än bostäder, Röd=större koncentration av handel och restauranger eller bar nära stationen, Mörkblå=skola, Ljusblå=p-hus, Ljusgul=inregård inom kvarter