

DECEMBER 2020

RISKANALYS FÖR ÄNDRING AV DETALJPLAN FÖR SYSTEMBUTIK OCH BENSINSTATION VID TORPAVALLSGATAN INOM STADSDELEN KÅLLTORP I GÖTEBORG

DECEMBER 2020

RISKANALYS FÖR ÄNDRING AV DETALJPLAN FÖR SYSTEMBUTIK OCH BENSINSTATION VID TORPAVALLSGATAN INOM STADSDELEN KÅLLTORP I GÖTEBORG

PROJEKTNR.

A218647

DOKUMENTNR.

A218647-60-10-RAP001

VERSION

1.0

UTGIVNINGSDATUM

2020-12-04

BESKRIVNING

Kvalitativ riskutredning
avseende farligt gods

UTARBETAD

Viktor Sturegård

GRANSKAD

Christoffer Käck

GODKÄND

Stefan Bylin

Sammanfattning

Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs Stad, arbetar med en förändring av befintlig detaljplan för butik åt Systembolaget och bensinstation vid Torpavallsgatan inom fastigheten Kålltorp 127:2, belägen i stadsdelen Kålltorp i Göteborg. Ändringen syftar till att möjliggöra en tillbyggnad på Systembolagets befintliga butiksbyggnad. Tillkommande byggnad kommer att utgöras av lager samt butiksytta och planeras på den norra sidan av befintlig butik på ytor som i dagsläget nyttjas för parkering. Bruttoytan av tillkommande tillbyggnad är ca 800 m² och har en byggnadshöjd på 9 meter. Kringliggande bebyggelse utgörs av bensinstation väster om fastigheten samt gym och handel öster om fastigheten.

Fastighetensgränsen ligger som närmast ca 30 meter söder om E20 och ca 90 meter söder om Västra stambanan vilka är transportleder för farligt gods. Sävenäs rangerbangård där farligt gods rangeras ligger ca 300 meter nordost om fastighetsgränsen. Planerad tillbyggnad ligger som närmast ca 40 meter söder om E20 och ca 110 meter söder om Västra stambanan. Sävenäs rangerbangård ligger som närmast ca 350 meter sydöst om planerad tillbyggnad.

Enligt de riktlinjer för riskhanteringsprocessen som presenteras i GÖP anges att kontor och liknande verksamheter ska placeras på större avstånd än 50 meter från transportled för farligt gods för väg respektive 30 meter för järnväg. Detta uppfylls mestadels av föreslagen förändring med undantag från delar av lagret i tillbyggnadens norra ända som ligger inom 50 meter från E20.

Tidigare beräknad individrisk för E20 och Västra stambanan hamnar jämfört med DNV's kriterier på en nivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnads-nytta synpunkt för studerad fastighet.

Samhällsriskens bedöms kvalitativt hamna på en nivå mellan DNV's övre och undre kriterie samt under kriteriet för kontor och bostäder enligt GÖP med undantag för att vissa delar kan överstiga kriteriet för bostäder. Detta innebär att ytterligare skyddsåtgärder skall vidtagas ifall det är kostnads-nyttigt rimligt enligt DNV's kriterie. Vid jämförelse med en liknande detaljplan i Lerum erhöles liknande resultat.

Det bedöms utifrån kostnads-nytta synpunkt inte rimligt att genomföra fysiska skyddsåtgärder för studerad fastighet för att reducera konsekvenserna i händelse av de olycksscenarion vid Sävenäs rangerbangård som kan ge upphov till så stora konsekvensområden (> 300 m) att påverkan på studerat planområde kan uppstå. Det ska dock nämnas att några av de skyddsåtgärder som föreslagits med avseende på närhet till E20 och Västra stambanan så som t.ex. ventilationens och utrymningsvägarnas placering bedöms ha en positiv inverkan även för dessa scenarion.

Både systembolagets befintliga butik och planerade tillbyggnad ligger som närmast ca 25 meter från bensinstationen. Rekommenderade avstånd med avseende på olika objekt vid hantering av brandfarlig vätska klass 1 enligt

MSB:s handbok *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer* bedöms uppfyllas då avståndet mellan lossningsplatsen för tankfordon och närmaste mätarskåp är ca 80 meter respektive ca 35 meter från butikens fasad. Vidare bedöms även hantering av brandfarlig gas och vätska vid bensinstationen uppfylla de rekommenderade avstånden som föreskrivs i MSBFS 2020:1 respektive SÄIFS 2000:2.

Utifrån tidigare genomförda beräkningar, kriterier, platsspecifika förhållanden och kvalitativa värderingar föreslår COWI följande skyddsåtgärder med avseende på närhet till **studerade farligt godsleder**:

- > Ett bebyggelsefritt område motsvarande minst 30 meter till E20 skall eftersträvas. Det bebyggelsefria området skall ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Området kan dock användas för parkeringsplatser (ytparkering).
- > Barriär/skydd mellan studerat område och E20 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. Befintlig påfartsramp mellan studerad fastighet och E20 bedöms uppfylla detta krav.
- > Inom 100 meter från E20 skall utrymning bort från E20 vara möjlig. Inom 50 meter ska utrymningsvägar vara placerade på motstående sida av E20, inom 50-100 meter kan utrymningsvägar accepteras vinkelrätt mot E20. Planerad utformning bedöms uppfylla detta krav.
- > Fasadkrav för ny bebyggelse inom 50 meter från E20: Alla fasader inklusive tak skall utföras i brandklassat material. Fasaden inklusive fönster och andra öppningar ska vara av lägst brandklass EI30
- > Ventilationsintag skall placeras högt upp och vänd från farligt godsleder för ny bebyggelse inom 100 meter från Västra stambanan

Inga skyddsåtgärder bedöms vara nödvändiga med avseende på närhet till **närliggande bensinstation**. Det ska nämnas att föreslagen förändring av Systembolagets butik bedöms medföra en förbättrad situation med avseende utrymning då entrén ej längre kommer att belägen i riktning mot bensinstationen och att byggnaden därmed kan utrymmas i ofarlig riktning i händelse av olycka vid bensinstationen.

INNEHÅLL

Sammanfattning	I
1 Inledning	1
1.1 Bakgrund och syfte	1
1.2 Omfattning - Avgränsning	1
2 Beskrivning av risk och kriterier	2
2.1 Risk	2
2.2 Relevanta riktlinjer	2
2.3 Riskacceptans	4
2.4 Acceptanskriterier avseende farligt gods	5
2.5 Regler och riktlinjer avseende bensinstationer	7
3 Förutsättningar	12
3.1 Planområdet	12
3.2 Personintensitet	14
4 Trafik och transporter med farligt gods	15
4.1 Generella antaganden	15
4.2 Studerade farligt godsleder	16
5 Faror vid olycka med farligt gods	19
6 Bedömning av risknivå avseende transporter av farligt gods	22
6.1 Individrisk för studerat område	22
6.2 Uppskattad samhällsrisk för studerat område	23
6.3 Diskussion kring resultat	25
6.4 Genomgång av möjliga säkerhetshöjande åtgärder avseende kostnad-nytta	26
6.5 Osäkerhets- och känslighetsdiskussion	28
7 Sävenäs rangerbangård	29
8 Närliggande bensinstation	30
8.1 Riktlinjer avseende bensinstationer och förvaring av brandfarlig gas och vätska	30
8.2 Faror vid olycka på bensinstation	32

9	Diskussion, rekommendationer och förslag på skyddsåtgärder	35
9.1	Rekommendationer och skyddsåtgärder	36
10	Referenser	38
	 Bilaga A - Beräkning av sannolikhet för olycka	40
A.1	Olycka med massexplosivt ämne	42
A.2	Olycka med brandfarlig gas (propan)	44
A.3	Olycka med giftig gas	46
A.4	Olycka med brandfarlig vätska bensin	47
A.5	Olycka med oxiderande ämne	49
A.6	Resultat av beräkningar	50
	 Bilaga B - Bedömning av konsekvenser	51
B.1	Konsekvenser för massexplosivt ämne (klass 1.1)	54
B.2	Konsekvenser för utsläpp av brandfarlig gas vid olycka	59
B.3	Konsekvenser vid utsläpp av giftig gas	63
B.4	Konsekvenser vid olycka med brandfarlig vara (klass 3)	65
B.5	Konsekvenser vid utsläpp av oxiderande ämne	69
	 Bilaga C - Käslighetsanalys	70
C.1	Diskussion kring skadade personer	72
	 Bilaga D - Möjliga säkerhetshöjande åtgärder	74
D.1	Dike	74
D.2	Vall	75
D.3	Mur/plank	76
D.4	Skyddsavstånd	77
D.5	Disposition av planområde	77
D.6	Disposition av byggnad	78
D.7	Placering av friskluftsintag	79
D.8	Förstärkning av stomme/fasad	80
D.9	Begränsning av fönsterarea	81
D.10	Ej öppningsbara fönster	82
D.11	Brandskyddad fasad	83

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs Stad, arbetar med en förändring av befintlig detaljplan för butik åt Systembolaget och bensinstation vid Torpavallsgatan inom fastigheten Kålltorp 127:2, belägen i stadsdelen Kålltorp i Göteborg. Ändringen syftar till att möjliggöra en tillbyggnad på Systembolagets befintliga butiksbyggnad. Tillkommande byggnad kommer att utgöras av lager samt butiksytta och planeras på den norra sidan av befintlig butik på ytor som i dagsläget nyttjas för parkering. Då detaljplanen ligger inom 150 meter från E20 och Västra stambanan har Stadsbyggnadskontoret efterfrågat en riskanalys. Vidare önskar man även att riskanalysen ska belysa risker kopplat till Sävenäs rangerbangård samt den intilliggande bensinstationen.

1.2 Omfattning - Avgränsning

Uppdraget innebär att genomföra en kvalitativ riskanalys i syfte att klarlägga om föreslagen utbyggnad av Systembolagets befintliga butiksbyggnad avseende mängd och geografisk placering i förhållande till studerade leder för farligt gods, Sävenäs rangerbangård samt närliggande bensinstation. Individ- och samhällsrisk har bedömts kvalitativt genom jämförelser gentemot resultat från av COWI tidigare genomförda riskanalyser längs med studerade farligt godsleder. Uppdraget innebär också att föreslå riskreducerande åtgärder så att sannolikheten för att en olycka inträffar, samt konsekvenserna av en sådan, kan minimeras.

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

2 Beskrivning av risk och kriterier

I detta kapitel presenteras bakgrund och begrepp för risk och gällande riktlinjer för det aktuella området

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.

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

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

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

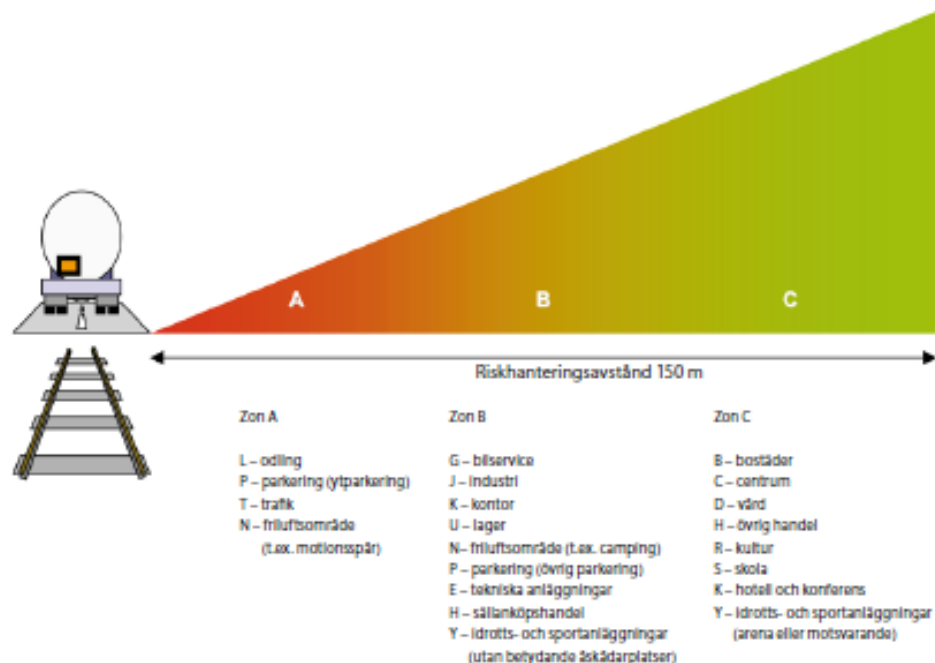
Transportolyckor med utsläpp av farliga ämnen som följd har låg sannolikhet. Detta tack vare de restriktioner som råder. Den låga sannolikheten är en viktig parameter som i en bedömning av risknivån skall värderas tillsammans med konsekvenserna på ett balanserat sätt.

2.2 Relevanta riktlinjer

2.2.1 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 1. Området i zon A, som är zonen närmast vägen, föreslås exempelvis användas till ytparkeringar, väg och odling. Zon B i den glidande skalan kan exempelvis användas för kontor, lager, parkeringshus och sällanköpshandel och

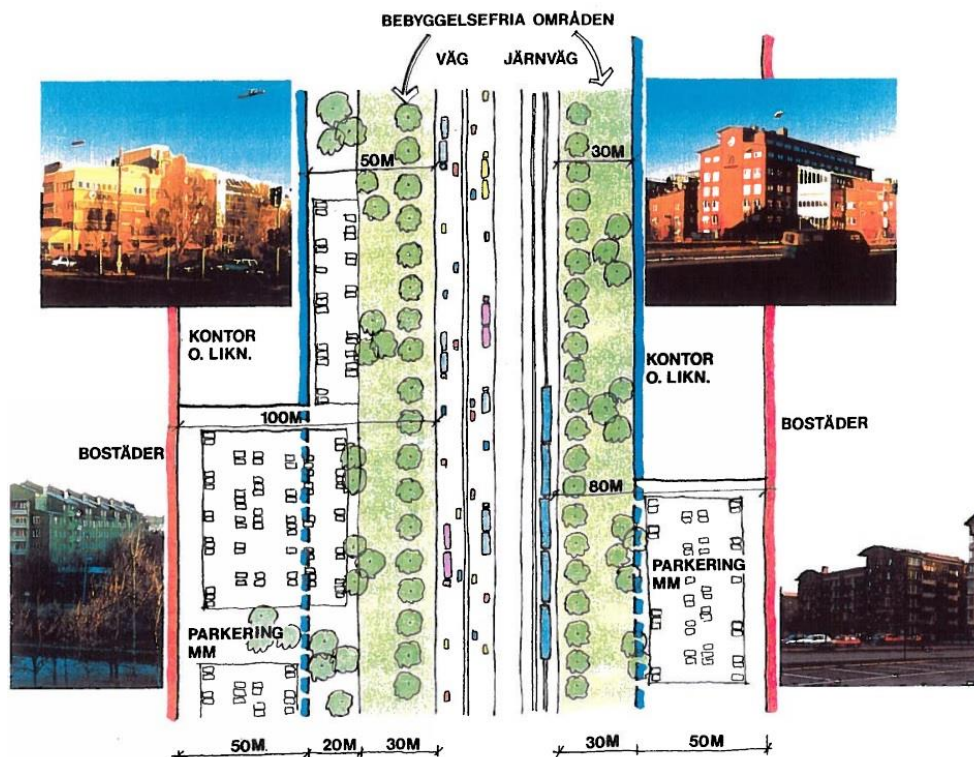
markanvändning i zon C föreslås vara bostäder, annan handel, hotell och konferens.



Figur 1. Zonindelning där zonerna representerar föreslagen markanvändning utmed transportled för farligt gods. Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län.

2.2.2 Göteborgs översiktsplan

Enligt Göteborgs översiktsplan (ÖP99) skall ett bebyggelsefritt område upprättas 30 meter på ömse sidor av leder med farligt gods. Det bebyggelsefria området kan exempelvis användas för ytparkering. Enligt samma översiktsplan kan kontor och liknande verksamheter placeras på avstånd längre än 30 meter ifrån järnväg med farligt gods och 50 meter ifrån väg med farligt gods. Enligt översiktsplanen skall bostäder placeras 80 meter ifrån järnväg med farligt gods och 100 meter ifrån väg med farligt gods. Avstånd till olika sorters etableringar, exempelvis bostäder och arbetsplatser, i enlighet med ÖP99 redovisas i figur 2. Notera att dessa avstånd anger avstånd mätt från vägkant/banvall.



Figur 2. Avstånd till olika sorters etableringar, exempelvis bostäder och arbetsplatser, i enlighet med Göteborgs översiktsplan. (ÖP, 1999)

2.3 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.

2.4 Acceptanskriterier 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.

2.4.1 DNV's kriterier

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

Individriskkriterier

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

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

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

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

Samhällsriskkriterier

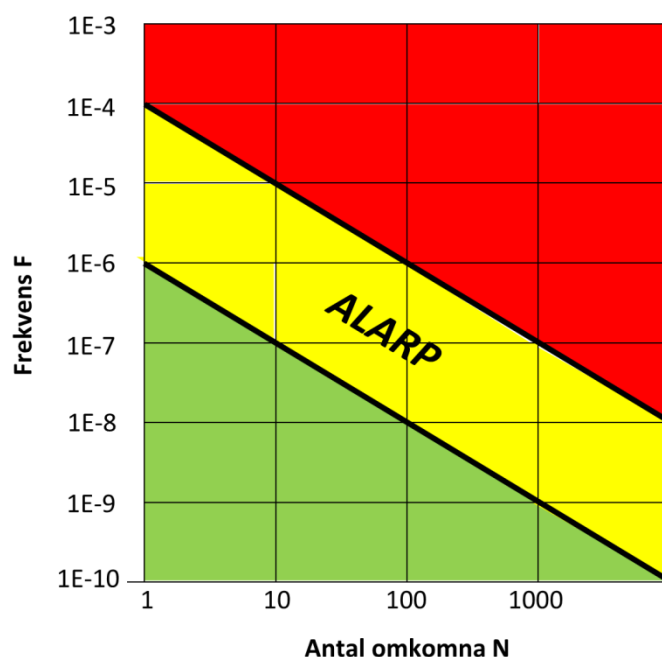
Samhällsrisk är den risk som en eller flera människor (vilka som helst) utsätts för. Samhällsrisken presenteras i FN-diagram där (F) är den summerade olycksfrekvensen för alla händelser som leder till ett visst antal omkomna (N), se figur 3. Generellt är det färre händelser (olyckor) som leder till att 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 3).
- > 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 3).

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 3.

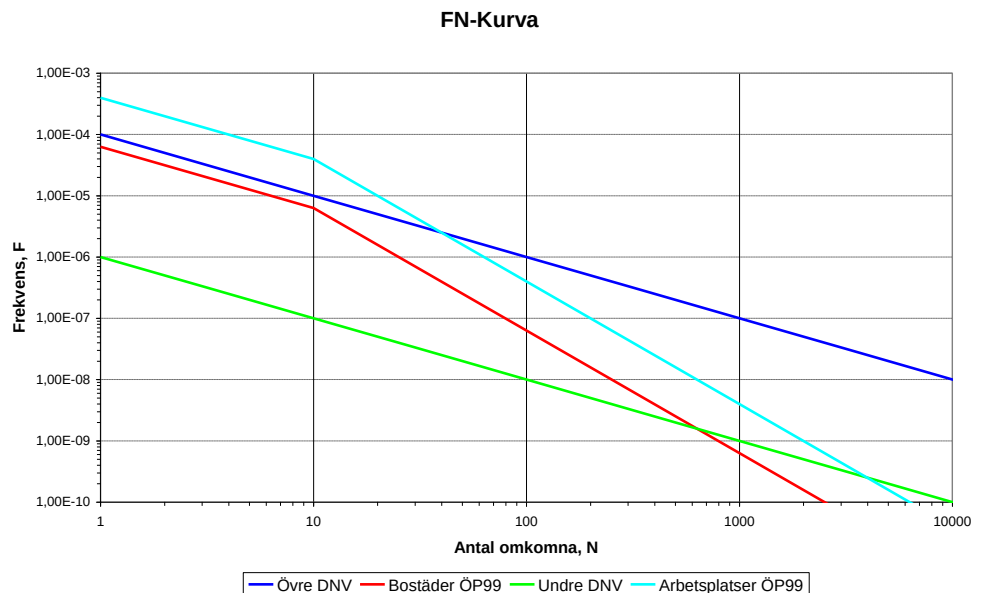


Figur 3. Kriterium för samhällsrisk Värdering av risk (SRV, 1997).
Förklaring till värden på y-axel: $1E-3 = 0,001 = 1 \cdot 10^{-3}$. Kriteriet gäller 2 sidor om transportleden på en sträcka om 1000 m.

2.4.2 Göteborgs Översiktsplan fördjupad för farligt gods (ÖP99)

I Göteborgs översiktsplan fördjupad för farligt gods (ÖP99) 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 ÖP99.

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 (röd och turkos linje).

2.5 Regler och riktlinjer avseende bensinstationer

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

- > MSB:s handbok 2015, *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer*
- > MSBFS 2020:1 – *Föreskrifter om hantering av brandfarlig gas och brandfarliga aerosoler*
- > SÄIFS 2000:2 – *Sprängämnesinspektionens föreskrifter om hantering av brandfarliga vätskor*

- > Boverket. *Bättre plats för arbete*, år 1995.

2.5.1 Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer

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

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

Objekt	Lossnings- plats för tankfordon	Mäta- skåp	Pejlför- skruvning	Avlufts- 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

2.5.2 MSBFS 2020:1

Det avstånd från en icke-publik verksamhet som hanterar brandfarlig gas i lösa behållare (ex. gasol) som anges i MSBFS 2020:1 redovisas i tabell 2. Notera att butiker är undantagna från publika verksamheter.

Tabell 2. Avstånd från icke-publik verksamhet som hanterar brandfarlig gas i lösa behållare till olika skyddsobjekt enligt MSBFS 2020:1.

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

* Brandteknisk avskiljning motsvarande

** Behållarna bör samlas på lämplig plats när de inte är inkopplade/används, i syfte att kunna föras i säkerhet vid brand.

*** Inget avstånd behövs vid användning av lösa behållare på kärra eller liknande som står lätt åtkomliga i syfte att kunna föras i säkerhet vid brand.

2.5.3 SÄIFS 2000:2

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

Tabell 3. Rekommenderade avstånd mellan olika skyddsobjekt och brandfarlig vätska i cistern eller lös behållare (V är volym i m³, 1 m³=1000 liter)

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

2.5.4 Boverket. Bättre plats för arbete

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

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

Boverket - Bättre plats för arbetet

Knutpunkter för person- och godstransporter

Risker med hänsyn till miljö, hälsa och säkerhet

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

Möjligheter att begränsa utsläppen och att minska riskerna

Bullerstörningar kan motverkas genom åtgärder beträffande trafikförläggningen 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 miljöproblem i samband med påfyllning av bränslecisterner och vid tankning av fordon. Avloppsvatten bör behandlas slam- och oljeavskiljare. Ytterligare vattenrening kan bli aktuell i vissa fall och kanske generellt. Som exempel kan nämnas rening och recirkulation av tvättvatten i bilvårdsanläggningar.

Riktvärden för skyddsavstånd

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

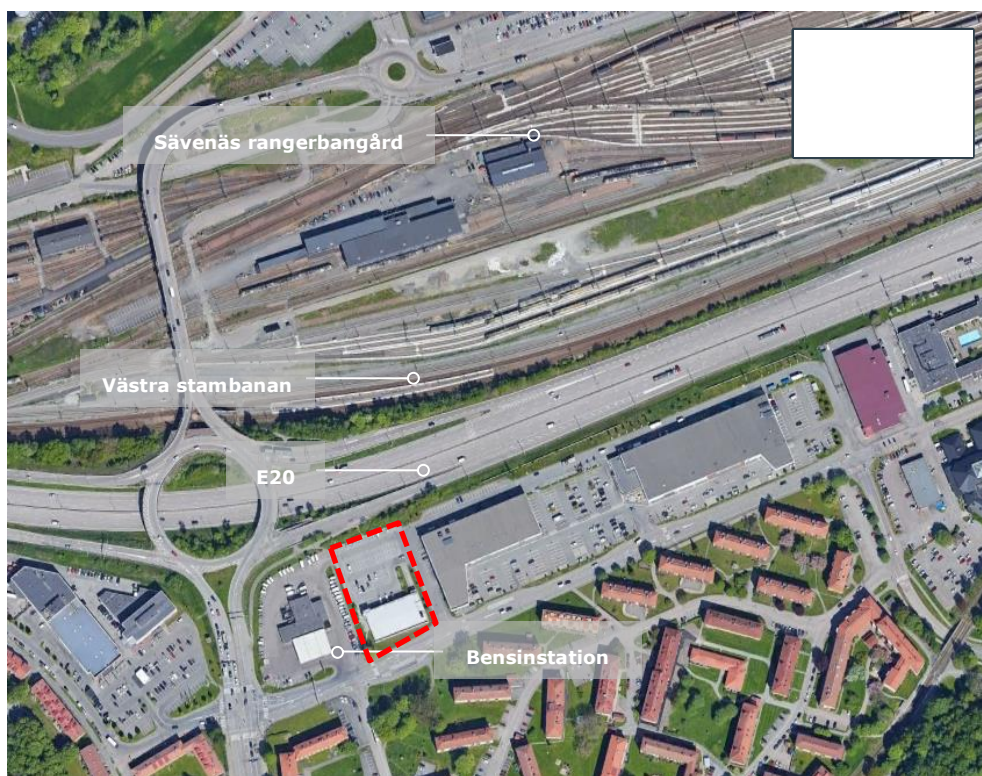
I *Bättre plats för arbete* rekommenderas ett skyddsavstånd för bensinstationer på 100 meter mellan bensinstation och bostäder. De avstånd som anges här är ofta betydligt större än avstånd som anges i t.ex. föreskrifter om hantering av brandfarliga vätskor. Detta beror på att man i *Bättre plats för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

3 Förutsättningar

3.1 Planområdet

Studerad detaljplan, Kålltorp 127:2, ligger vid Torpavallsgatan inom stadsdelen Kålltorp i Göteborg. Fastigheten är i dagsläget bebyggt med butik för Systembolaget med tillhörande parkeringsytor, se figur 5 nedan. Kringliggande bebyggelse utgörs av bensinstation väster om fastigheten samt gym och handel öster om fastigheten.

Fastighetensgränsen ligger som närmast ca 30 meter söder om E20 och ca 90 meter söder om Västra stambanan vilka är transportleder för farligt gods. Sävenäs rangerbangård där farligt gods rangeras ligger ca 300 meter nordost om fastighetsgränsen.



Figur 5. Studerat planområde (röd markering) samt närliggande bensinstation, farligt godsleder samt Sävenäs rangerbangård.

Ändringen av detaljplanen syftar till att möjliggöra en tillbyggnad på Systembolagets befintliga butiksbyggnad, se figur 6 nedan. Tillkommande byggnad kommer att utgöras av lager samt butiksytta och planeras på den norra sidan av befintlig butik på ytor som i dagsläget nyttjas för parkering. Bruttoytan av tillkommande tillbyggnad är ca 800 m² och har en byggnadshöjd på 9 meter. I figur 7 nedan redovisas föreslagen utformning av lager- och butiksytter, placering av entréer och inlastningskajer samt parkeringsplatser.

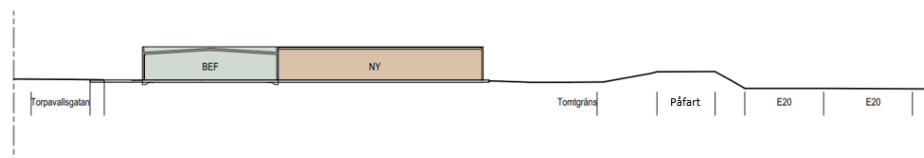


Figur 6. Illustration av möjlig utformning av planområdet. Brun yta anger planerad tillbyggnad.



Figur 7. Illustration av möjlig utformning lager och butiksytor, entréer, inlastningskaj och parkeringar. Notera att figuren visar både befintlig och tillkommande bebyggelse.

Studerat område ligger mer eller mindre i plan med E20, men påfarten utgör höjdmässigt en barriär mellan E20 och tomtgränsen, se figur 8 nedan.



Figur 8. *Sektion som redovisar höjdskillnader mellan planområdet och E20.*

3.2 Personintensitet

Personintensiteten av tillkommande tillbyggnad bedöms bli relativt begränsad. Personintensiteten vid handel har antagits vara 0,022 personer/m² i enlighet med *Risikanalys av farligt gods i Hallands län* (Länsstyrelsen i Hallands län, 2011).

Enligt figur 7 ovan utgör befintlig butik ca 1200 m² varav ca 340 m² utgörs av lagerytor. Givet antagandet om personintensitet vid handel ovan skulle detta medföra ca 26,4 personer. Notera att samma personintensitet även ansatts för lagerdelarna för att ta höjd för personal vid butiken. Samtliga dessa personer befinner sig på avstånd > 50 meter från E20 med undantag från när de nyttjar parkeringen. Samtliga dessa personer befinner sig även på avstånd > 100 meter från Västra stambanan med undantag från när de nyttjar några enstaka parkeringar.

Den tillkommande butiksytan på ca 800 m² varav ca 190 m² utgörs av lager skulle då resultera i ca 17,6 tillkommande personer i butiken. Notera att samma personintensitet (0,022 personer/m²) även ansatts för lagerdelarna för att ta höjd för personal i butiken. Med undantag för personer som vistas på lagret och/eller nyttjar parkeringen befinner sig samtliga dessa personer på avstånd > 50 meter från E20. Samtliga dessa personer befinner sig även på avstånd > 100 meter från Västra stambanan med undantag från de som nyttjar de mest nordligt placerade parkeringarna.

4 Trafik och transporter med farligt gods

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och produkter, som har sådana egenskaper att de kan skada människor, miljö, egendom och annat gods. Farligt gods delas in i olika ADR-¹ och RID-klasser² beroende på vilken typ av fara som ämnet kan ge upphov till. Klassificeringen är en internationell överenskommelse avseende regler för transporter av farligt gods i Europa.

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

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

4.1 Generella antaganden

I denna riskanalys har inga beräkningar genomförts. Resultat från tidigare riskutredningar som COWI har genomfört för studerade farligt godsleder presenteras dock. Vid tidigare uppskattning av transporterat farligt gods på studerade farligt godsleder har följande antaganden gjorts:

- > 10 % av klass 1 varor antas utgöras av massexplosiva ämnen.
- > 20 % av klass 1 produkterna på väg transporteras i större lastbilar med max last på 16 ton medan 80 % av klass 1 produkterna transporteras i mindre bilar med last <1 ton. För järnvägstransporter antas samtliga transporter med klass 1 utgöras av stora transporter.
- > För övriga kategorier av farligt gods på väg antas fulla transporter vilket motsvarar ca 16 ton.
- > Ett godståg antas bestå av i snitt 25 vagnar³
- > Uppskattade mängder transporterat farligt gods har räknats upp för att representera ett framtidsscenario år 2040.

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

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

³ Baserat på generell begränsning av 630 meter tåglängd inom svenska järnvägssystemet och vagnslängd om 24 meter. Tåglängdsbegränsning om 630 meter gäller på merparten av Sveriges järnvägssträckor

4.2 Studerade farligt godsleder

Planerad tillbyggnad ligger som närmast ca 40 meter söder om E20 och ca 110 meter söder om Västra stambanan vilka är transportleder för farligt gods. Sävenäs rangerbangård där farligt gods rangeras ligger som närmast ca 350 meter sydöst om planerad tillbyggnad, se figur 9 nedan.



Figur 9. Studerade farligt godsleder samt rangerbangård i närheten av planområdet.

4.2.1 Väg E20

E20 är en viktig förbindelse mellan Göteborg och Stockholm. Vägen ingår i det nationella stamvägnätet och har stor betydelse för både näringslivets transporter och för arbetspendlare. Förbi studerat planområde är E20 motorväg, vilket innebär planskilda korsningar och en mittremsa med vägräcke som åtskiljer köriktningarna. Sträckan har en skyltad hastighet på 80 km/h.

E20 har tidigare inventerats av COWI i samband med en riskutredning för Gamlestadens fabriker (COWI, 2019b). Denna detaljplan ligger ca 1 km väster om studerad detaljplan och tidigare inventering bedöms därmed ge en representativ bild av mängden farligt gods förbi studerat område.

I tabell 4 nedan redovisas antalet transporter för olika ADR-klasser på E20 baserat på inventering från tidigare riskanalys för Gamlestadens fabriker (COWI, 2019b). Tidigare inventering är baserad på ett prognosår 2040.

Tabell 4. *Transporter av farligt gods per ADR-klass på E20 (antal fordon/år).*

RID-klass	Trafikprognos 2040
1.1 Masseexplosiva ämnen – små	175
1.1 Masseexplosiva ämnen - stora	28
2.1. Brandfarliga gaser	13009
2.3 Giftiga gaser	86
3. Brandfarlig vätska klass 1	63500
5. Oxiderande ämnen	3222

4.2.2 Västra stambanan

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

Västra stambanan har tidigare inventerats av COWI i samband med en riskutredning för Gamlestadens fabriker (COWI, 2019b). Denna detaljplan ligger ca 1 km väster om studerad detaljplan och tidigare inventering bedöms därmed ge en representativ bild av mängden farligt gods förbi studerat område.

I tabell 5 nedan redovisas antalet transporter för olika RID-klasser på Västra stambanan baserat på inventering från tidigare riskanalys för Gamlestadens fabriker (COWI, 2019b). Tidigare inventering är baserad på ett prognosår 2040.

Tabell 5. *Transporter av farligt gods per RID-klass på Västra stambanan (antal vagnar/år).*

RID-klass	Trafikprognos 2040
1.1 Masseexplosiva ämnen - stora	13
2.1. Brandfarliga gaser	12432
2.3 Giftiga gaser	1858
3. Brandfarlig vätska klass 1	14400
5. Oxiderande ämnen	11930

4.2.3 Sävenäs rangerbangård

Sävenäs rangerbangård utgör en av Trafikverkets sju bangårdar med förhöjd säkerhetsnivå och är belägen både i Göteborg och Partille kommun. I norr avgränsas rangerbangården av Von Utfallsgatan och ett industriområde. Västra stambanan utgör rangerbangårdens sydliga gräns. Rangerbangården i Sävenäs

är ca 2 200 meter lång, i västlig riktning, och på de bredaste partierna ca 150 meter bred (Trafikverket, 2020).

Vid Sävenäs rangerbangård hanterar godstransporter till och från hamnen i Göteborg och bland annat rangeras farligt gods. Rangerspåren ligger som närmast cirka 350 meter från planerad tillbyggnad för att i den borte ändan ligga cirka 1000 meter från studerat planområde. Dessa avstånd överstiger vida det uppmärksamhetsavstånd på 150 meter inom vilket farligt godsleder vanligtvis beaktas vid detaljplaner enligt den riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods (2006) som Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län gemensamt har tagit fram. Det är endast ett fåtal RID-klasser som kan ge upphov till konsekvensavstånd på mer än 350 meter, se kapitel 5.

COWI har inom ramen för detta uppdrag inte erhållit någon information om hanterade mängder eller fördelning av olika RID-klasser vid Sävenäs rangerbangård.

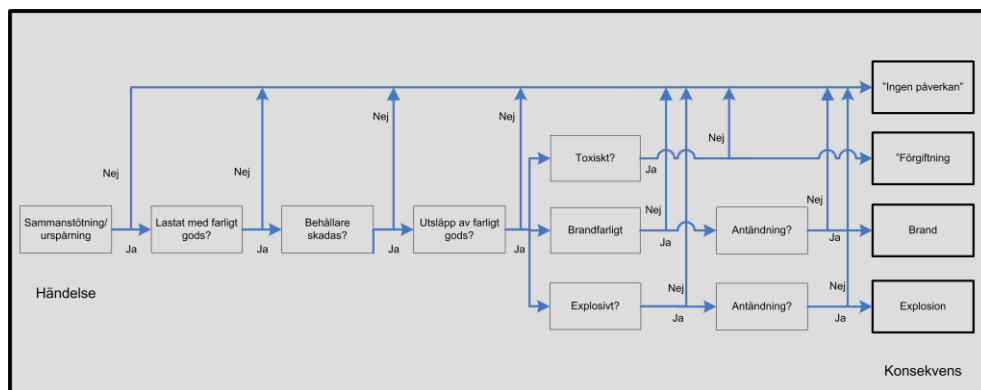
5 Faror vid olycka med farligt gods

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

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

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 10.



Figur 10. Schematiskt händelseförlopp vid farligt godsolycka.

I tabell 6 redovisas en sammanställning av huvudsakliga faror med olika kemikalier i de olika RID/ADR-klasserna. Tabellen anger även de riskavstånd som kan vara aktuella för en grov bedömning av allvarlig skadepåverkan på oskyddade människor (FOA, 1995).

Tabell 6. Generella faror med olika transportklasser av farligt gods.

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

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

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

För att beräkna sannolikheten för identifierade händelser används faktorer som exempelvis antalet transporter av farligt gods för varje specifik ämnesklass, platsspecifika egenskaper så som vindhastighet, sannolikhet för antändning,

olycksfrekvens etc. I bilaga A presenteras tidigare beräkningsresultat avseende sannolikheter för identifierade händelser (COWI, 2019b).

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

6 Bedömning av risknivå avseende transporter av farligt gods

I detta kapitel presenteras beräknad individrisknivå baserat på tidigare genomförd riskanalys (COWI, 2019b). Vidare förs även ett kvalitativt resonemang kring uppskattad samhällsrisk baserat på uppskattad personintensitet, tidigare inventering av farligt gods och tidigare beräknade individrisker.

6.1 Individrisk för studerat område

I tabell 7 och 8 nedan redovisas erhållna individrisker med avseende på E20 och Västra stambanan baserat på identifierade olyckshändelser från tidigare genomförd riskutredning (COWI, 2019b). I tabellerna redovisas individrisken utan hänsyn till några rekommenderade skyddsåtgärder.

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

Tabell 7. Individrisk med avseende på **E20**, utan hänsyn till riskreducerande åtgärder. Avstånd är mätta från närmsta vägkant.

Avstånd	Individrisk för personer på olika avstånd från E20	
(m)	Ute	Inne
0-25	2,92E-05	2,37E-05
25-50	6,64E-06	3,25E-06
50-100	5,34E-07	1,83E-07
100-150	5,90E-08	< 1,00E-09
150-200	2,83E-08	< 1,00E-09

Tabell 8. *Individrisk med avseende på **Västra stambanan**, utan hänsyn till riskreducerande åtgärder. Avstånd är mätta från närmsta räl.*

Avstånd	Individrisk för personer på olika avstånd från Västra stambanan	
(m)	Ute	Inne
0-25	9,14E-07	7,57E-07
25-50	4,86E-07	2,59E-07
50-100	2,27E-07	7,44E-08
100-150	4,56E-08	< 1,00E-09
150-200	1,69E-08	< 1,00E-09

Vid sammanvägning av individrisken med avseende på E20 och Västra stambanan erhålls följande individrisk, se tabell 9. Notera att Västra stambanan ligger ca 50 meter längre bort från studerat område än E20.

Tabell 9. *Individrisk med avseende på både **E20** och **Västra stambanan**, utan hänsyn till riskreducerande åtgärder. Avstånd är mätta från närmsta vägkant på E20.*

Avstånd	Individrisk för personer på olika avstånd från E20	
(m)	Ute	Inne
0-25	2,95E-05	2,37E-05
25-50	6,87E-06	3,32E-06
50-100	5,80E-07	1,83E-07
100-150	7,60E-08	< 1,00E-09
150-200	2,83E-08	< 1,00E-09

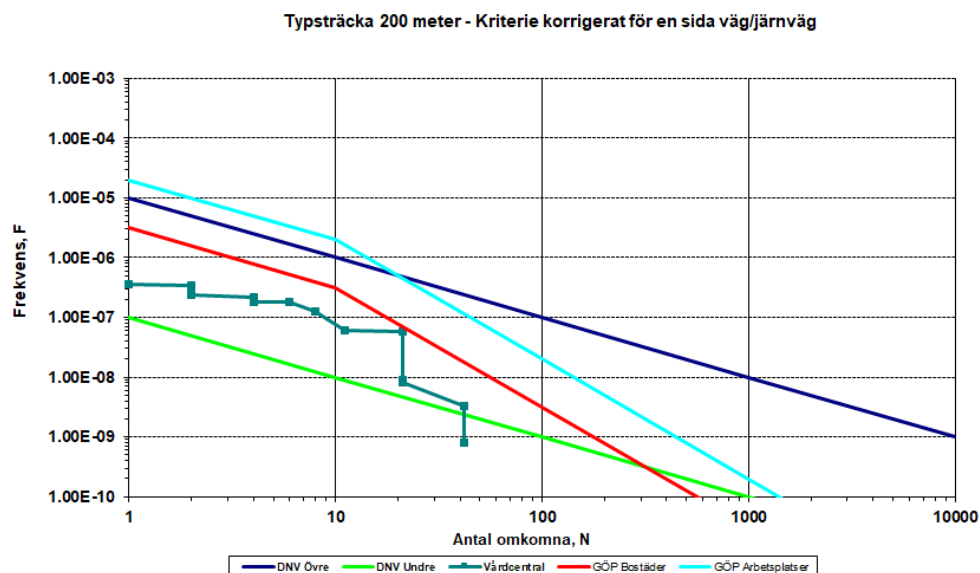
6.2 Uppskattad samhällsrisk för studerat område

Samhällsrisk är beroende av antalet personer som vistas inom det aktuella planområdet och eventuellt närliggande områden. Närliggande områden vägs in i samhällsrisk för mindre planområden, detta då olyckor med farligt gods kan ha ett stort konsekvensområde. Denna riskbedömning studerar en sträcka på 200 meter längs E20 och Västra stambanan där planerad tillbyggnad är placerad i mitten av sträckan. Detta innebär att hänsyn tas till befintlig närliggande bebyggelse i form av bensinstation väster om fastigheten, gym och handel öster om fastigheten samt bakomliggande bostadsbebyggelse.

Ursprungligen gäller DNV's kriterier ett område på 1 km och GÖP's kriterier ett område på 2 km (båda sidor av väg och järnväg). Vid uppskattning av samhällsrisk har dessa kriterier justerats så att de gäller ett område på 200 meter vilket motsvarar dimensionerande sträcka för beräkningar för det studerade området. Det vill säga acceptanskriteriet för DNV har multiplicerats

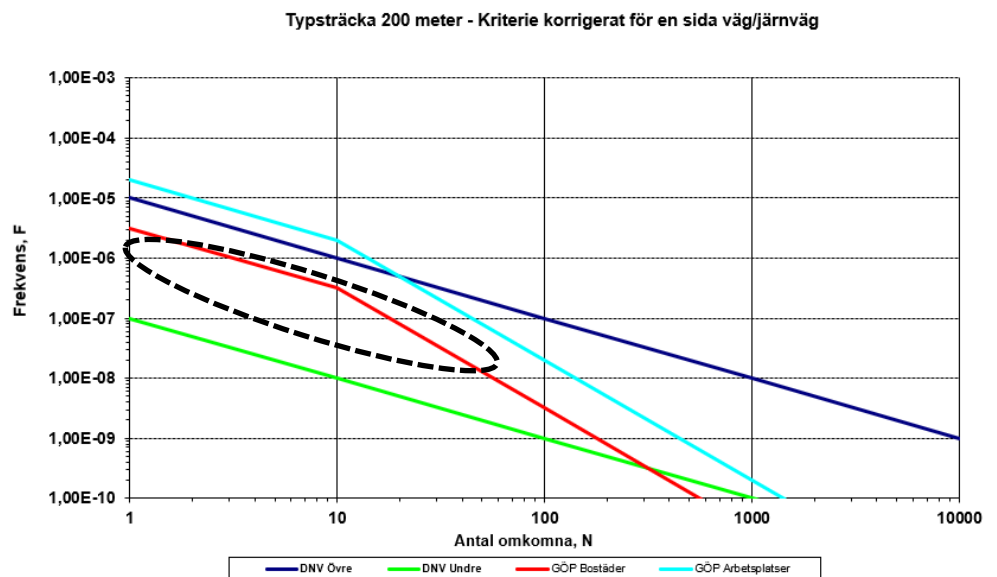
med 0,1 (200 meter) och kriterier från GÖP har multiplicerats med 0,05 (200 meter).

I figur 11 nedan redovisas erhållen samhällsrisk för en tidigare riskanalys (COWI, 2019a) som COWI genomfört för en detaljplan intill E20 och Västra stambanan i Lerum. Denna detaljplan gällde för en vårdcentral ca 30 meter från E20 och 70 meter från Västra stambanan. Den uppskattade personintensiteten för vårdcentralen är högre än den som skattats för Systembolagets butik i denna riskanalys. Trafikprognoserna i tidigare riskanalys var satta till 2040 och liknande skyddsåtgärder föreslogs som för Systembolagets butik i denna rapport. Sammantaget bedöms därmed jämförelsen med tidigare riskutredning (COWI, 2019a) vara konservativ även om samhällsriskerna är beräknade för en annan geografisk plats längs E20 och Västra stambanan.



Figur 11. Samhällsrisk för vårdcentral i Lerum (COWI, 2019a) med hänsyn till skyddsåtgärder i förhållande till föreslagna riskkriterier enligt DNV (grön och mörkblå linje). Kriterierna är justerade för att gälla 200 meter.

Utifrån tidigare beräknad individrisk (COWI, 2019b) och samhällsrisk (COWI, 2019a), studerad bebyggelse och närliggande område i enlighet med kapitel 3 bedömer COWI kvalitativt att samhällsriskerna för studerat område skulle hamna inom det svartmarkerade området i figur 12 nedan.



Figur 12. Samhällsrisk för studerat område bedöms hamna inom det svartmarkerade området ovan. Grön och mörkblå linje utgör föreslagna riskkriterier enligt DNV justerade för att gälla 200 meter.

6.3 Diskussion kring resultat

6.3.1 Individrisk

Tidigare beräkningarna av individrisk (COWI, 2019b) visar att E20 står för det största riskbidraget. Individrisken minskar med ökat avstånd ifrån studerade farligt godsleder och individrisken är lägre inomhus än utomhus.

Jämfört med DNV's kriterier hamnar den samlade individrisken **utomhus** och **inomhus** för studerad fastighet (25-100 meter från E20) på en nivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnads-nytta synpunkt, se tabell 9.

6.3.2 Samhällsrisk

Jämfört med DNV's kriterier hamnar den kvalitativt bedömda samhällsrisk över DNV's undre kriterie och under DNV's övre kriterie, dvs inom ALARP-området där rimliga är skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnads-nytta synpunkt. Jämfört kriterierna i GÖP hamnar den bedömda samhällsrisk mestadels under både kriteriet för bostäder och kriteriet för kontor. Givet att skyddsåtgärder som är rimliga ur kostnads-nytta synpunkt bedöms därmed att samhällsrisk för studerat område troligtvis är acceptabel.

6.4 Genomgång av möjliga säkerhetshöjande åtgärder avseende kostnad-nytta

COWIs genomgång av möjliga säkerhetshöjande åtgärder utgår framförallt ifrån den skrift som Räddningsverket (idag MSB) gavs ut år 2006, *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner – Vägledningsrapport 2006*. I detta kapitel presenteras en genomgång av de åtgärder som COWI övervägt i samband med denna riskutredning.

Identifieringen av säkerhetshöjande åtgärder i Räddningsverkets (2006) skrift har utgått från identifierade skadehändelser. Skadehändelserna som identifierats är de konsekvenser som fordonsolyckor, översvämning, explosioner, ras, väderfenomen, spridning i luft/mark/vatten, fall (till lägre plan) och bränder orsakar. Skadehändelserna omfattar därför fler skadehändelser än de som kan uppstå till följd av en olycka med farligt gods. I tabell 10 presenteras den tabell som återfinns i Räddningsverkets (2006) skrift över säkerhetshöjande åtgärder. Tabell 10 ska läsas så att man går in vid en viss riskkälla, t.ex. avåkning av vägfordon för att hitta de identifierade åtgärder som eventuellt kan vara lämpliga för att öka säkerheten. Följande åtgärder har i den här riskutredningen värderats ur kostnad-nytta synpunkt:

- 1 Dike
- 2 Vall
- 3 Mur/plank
- 4 Skyddsavstånd
- 5 Disposition av planområde
- 6 Disposition av byggnad
- 7 Placering av friskluftsintag
- 8 Förstärkning av stomme/fasad
- 9 Begränsning av fönsterarea (t.ex. max 15 %, även "inga fönster")
- 10 Ej öppningsbara fönster
- 11 Brandskyddad fasad

Respektive åtgärd som listats ovan beskrivs mer utförligt i bilaga D, *Möjliga säkerhetshöjande åtgärder*. Notera att beskrivningarna till stor del är direkt tagna ut Räddningsverkets skrift, *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner – Vägledningsrapport 2006*. Notera även att de åtgärder som rekommenderas i den här riskutredningen presenteras i kapitel 9.1.

Tabell 10. Kategorisering av skadehändelser och riskreducerande åtgärder. (Räddningsverket, 2006)

		MARKÅTGÄRDER							SEPARATIONSÅTGÄRDER							UTFORMINGSÅTGÄRDER							FASADÅTGÄRDER					
		Markbeläggning porös	Markbeläggning lätt	Bassäng/invallning	Dike	Erosionsskydd	Stödfyllning	Avschaktning	Avlastning/begränsad ytlast	Skyddsavstånd	Vegetation träd	Vegetation buskar	Vall	Tråg	Mur - plank	Stängsel	Konstgjort grund	Disp. av planområde	Disp. inne i byggnad	Plac. av friskluftsintag	Ej Källare	Plushöjd	Nedgrävning av riskkälla	Byggnadshöjd	Förstärkning av stomme	Begr. av fönsterarea	Ej öppningsbara fönster	Brandskyddad fasad
Kategori (skadehändelse)	Delkategori (skydd mot)	A-1	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7	B-8	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	D-1	D-2	D-3
Ras	Jord					X	X	X	X	X			X					X							X			
	Berg						X	X		X			X					X						X				
Skred	Skred					X	X	X	X	X								X							X			
Erosion	Stranderosion					X												X										
Fall (till lägre plan)	Stup									X					X	X												
	Kajkant									X					X	X												
	Damm, vattendrag		X							X					X	X												
	Föremål (nedfallande)									X																	X	
	Översvämning	Långsam stigning			X					X			X	X	X			X			X	X						
	Flodvåg/störtflod/dammbrott									X			X	X				X			X	X						
	Kraftig nederbörd	X	-	X	X								X		X			X			X	X						
Väderfenomen	Vindpåverkan										X		X		X													
Bränder	Pölbrand (flyter ut/iväg)	X	-	X	X					X	X		X	X	X			X										X
-Strålning	Vegetationsbrand		X							X	X				X													X
-Konvektion	Byggnadsbrand									X	X		X		X			X	X									X
-Ledning	Jetflamma									X			X	X	X			X	X				X					X
Explosioner	Tryckvåg			X						X	X		X		X			X					X		X			
	Splitter			X						X	X		X		X			X					X		X	X	X	
	Konstruktionsdelar/föremål									X	X		X		X			X					X		X	X		
Spridning i luft	Giftiga gaser									X	X	X	X		X			X		X							X	X
	Brännbara gaser									X	X	X	X		X			X		X							X	X
	Brandgaser (rök)									X	X	X	X		X			X		X							X	X
	Damm, aerosoler									X	X	X	X		X			X		X							X	X
Spridning i mark/vatten	Kemikalieutsläpp, släckvatten	-	X	X	X					X			X	X	X			X		X							X	X
Fordonsolyckor	Påsegling, fartyg									X																		
	Urspårning, tåg									X			X	X	X			X	X						X			
	Avåkning, vägfordon									X			X	X	X			X	X						X			
	Kollision, flygplan									X														X				
Bygglovplikt eller möjlighet till ötkad lovplikt, se resp. åtg.								(X)			(X)		(X)	(X)	X				(X)	(X)	X	X	(X)	X	(X)	(X)	(X)	(X)
Regleras eller kan regleras av annan lagstiftning		X	X	X	X	X	X			X	X		X	X	X	X	X					X		X				

Förklaringar till tabell 1

- X Betyder att åtgärden har identifierats som möjlig säkerhetshöjande åtgärd.
- (X) Betyder att detta gäller under vissa förutsättningar, se vidare i beskrivningen för åtgärden
- Betyder att åtgärden kan innebära förstärkta negativa konsekvenser eller ökad risk

6.5 Osäkerhets- och känslighetsdiskussion

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

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

Exempel på områden som kan påverka resultatet är:

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

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

Den samlade bedömningen är att de redovisade resultaten avseende samhälls- och individrisk är konservativa utifrån de förutsättningar som legat till grund för riskanalysen.

För en djupare diskussion angående osäkerheter, se bilaga C.

7 Sävenäs rangerbangård

Som tidigare omnämnts så har COWI inom ramen för detta uppdrag inte erhållit någon information om hanterade mängder eller fördelning av olika RID-klasser vid Sävenäs rangerbangård. COWI har antagit att samtliga RID-klasser som transporteras på Västra stambanan kan rangeras vid Sävenäs rangerbangård.

Av tabell 6 i kapitel 5 framgår att de olycksscenarion som bedöms kunna ge upphov till riskavstånd (> 300 m) och som därmed skulle kunna resultera i påverkan på studerat område utgörs av:

- > Explosion med explosiva eller oxiderande ämnen
- > Utsläpp av giftig gas
- > Explosion av brandfarlig gas (Huvudsakligen scenariot BLEVE)

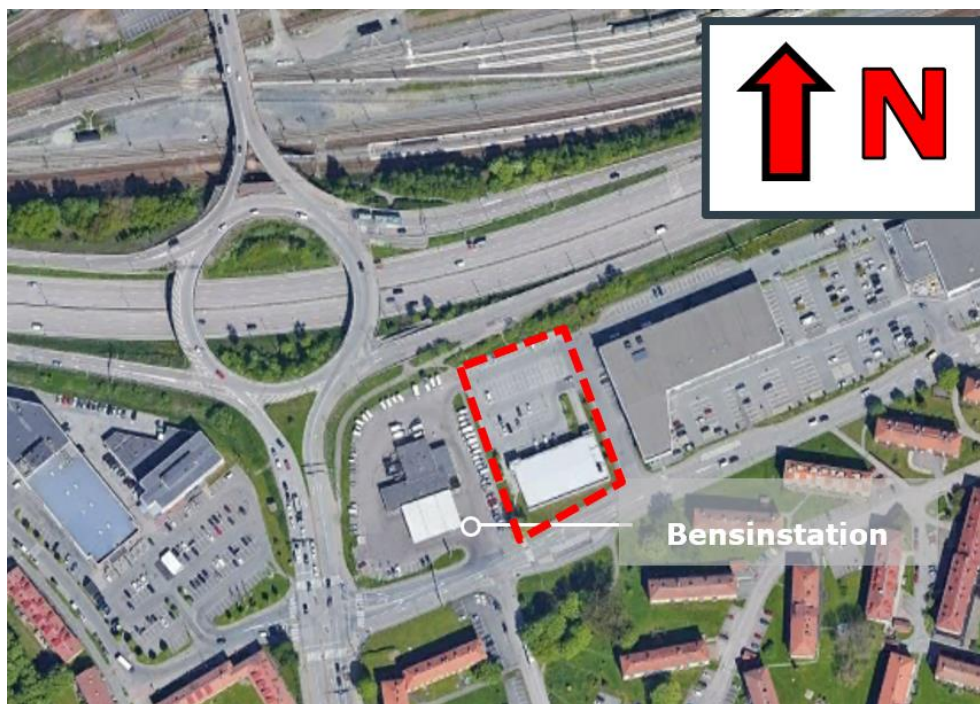
Gemensamt för ovanstående olycksscenarion är att de kan ge upphov till mycket stora konsekvensavstånd vid allvarliga olyckor men att hur stort påverkansområdet blir beror på ett flertal olika parametrar så som exempelvis mängd och typ av involverat ämne, hålorlek, vindriktning och vindhastighet, eskalationsscenario m.m. Dessa scenarion är mycket osannolika och är ofta förknippade med en tidsfördröjning, t.ex. krävs en i sammanhanget relativt långvarig uppvärmning av en tank med tryckkondenserad gas för att en BLEVE skall uppstå.

Det bedöms utifrån kostnads-nytta synpunkt inte rimligt att genomföra fysiska skyddsåtgärder för studerad fastighet för att reducera konsekvenserna i händelse av de olycksscenarion vid Sävenäs rangerbangård som kan ge upphov till så stora konsekvensområden (> 300 m) att påverkan på studerat planområde kan uppstå. Det ska dock nämnas att några av de skyddsåtgärder som föreslagits med avseende på närhet till E20 och Västra stambanan så som t.ex. ventilationens och utrymningsvägarnas placering bedöms ha en positiv inverkan även för dessa scenarion.

Det primära skyddet för ovanstående olycksscenarion bedöms vara avstånd och i fallet med BLEVE evakuering vilket t.ex. kan ske med hjälp av varnings- och informationssystemet Viktigt meddelande till allmänheten (VMA) vilket kan aktiveras av SOS Alarm efter begäran från räddningsledare.

8 Närliggande bensinstation

Intill studerat område ligger en befintlig bensinstation, se figur 13 nedan. Bensinstationen ligger som närmast ca 25 meter från Systembolagets butik och för befintlig butik är entrén riktad mot bensinstationen.



Figur 13. Närliggande bensinstations placering i förhållande till studerat område, röd markering.

Med planerad tillbyggnad kommer bensinstationen fortsatt att som närmast ligga ca 25 meter från Systembolagets butik, men entréerna kommer istället vara belägna på motsatt sida, se figur 7 i kapitel 3.1.

8.1 Riktlinjer avseende bensinstationer och förvaring av brandfarlig gas och vätska

I MSB:s handbok *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer* sammanfattas föreskrifter och bestämmelser som är tillämpliga på en bensinstation. Bland annat anges rekommenderade avstånd till olika objekt vid hantering av brandfarlig vätska klass 1, se tabell 11 nedan.

Lossningsplatsen för tankfordon är placerad på motsatt sida bensinstationen sett från Systembolagets butik och ligger ca 80 meter från butikens fasad. Närmsta mätarskåp är placerat ca 35 meter från butikens fasad, se figur 14 nedan. Baserat på dessa avstånd bedöms baserat på erfarenheter från tidigare riskbedömningar av bensinstationer att de rekommenderade avstånd till olika objekt som anges i tabell 11 nedan är uppfyllda. Med anledning av detta har COWI inte efterfrågat en klassningsplan från studerad bensinstation.



Figur 14. Placering av olika objekt inom bensinstationen och dess avstånd till Systembolagets butik.

Tabell 11. Avstånd i meter mellan olika objekt vid hantering av brandfarlig vätska klass 1 på en bensinstation. Avstånden i tabellen kan minskas om betryggande säkerhet kan uppnås på annat sätt.

Objekt	Lossningsplats för tankfordon	Mätarskåp	Pejlförskruvning	Avluftningsrörsmynning 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

Vid bensinstationer förvaras vanligtvis även brandfarlig gas, t.ex. gasol, och brandfarlig vätska, t.ex. spolärvätska, i lösa behållare. Ett plåtskåp för gasolförvaring är placerat utanför bensinstationens butik på den sida som vetter mot Systembolagets butik ca 25 meter från Systembolagets fasad.

Erfarenheter från tidigare riskbedömningar av bensinstationer har visat att mängden brandfarlig gas (vanligtvis gasol) som förvaras vid bensinstationer är relativt begränsad (150-200 kg). Baserat på detta bedöms mängden förvarad brandfarlig gas understiga 1200 liter (ca 600 kg) vilket föranleder ett rekommenderat avstånd till andra byggnader är 3 meter enligt MSBFS 2020:1,

se tabell 2 i kap 2.5.2. Detta rekommenderade avstånd är avsevärt kortare än det faktiska avståndet på 25 meter mellan bensinstationen och Systembolagets butik.

Erfarenheter från tidigare riskbedömningar av bensinstationer har även visat att mängden brandfarlig vätska (vanligtvis spolarvätska) som förvaras vid bensinstationer är relativt begränsad. Baserat på detta bedöms mängden brandfarlig vätska i lösa behållare understiga 3 m³ (3000 liter) vilket föranleder ett rekommenderat avstånd till andra byggnader är 9 meter enligt SÄIFS 2000:2, se tabell 3 i kapitel 2.5.3. Detta rekommenderade avstånd är avsevärt kortare än det faktiska avståndet på 25 meter mellan bensinstationen och Systembolagets butik.

8.2 Faror vid olycka på bensinstation

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

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

8.2.1 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.

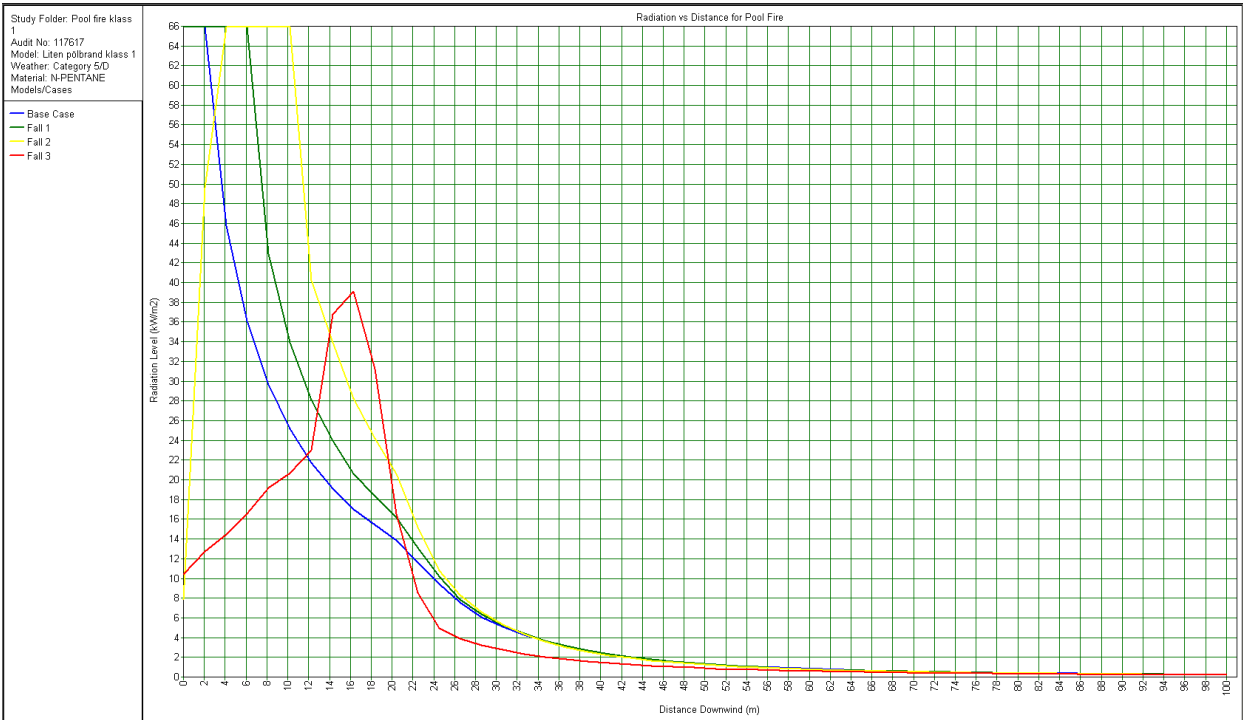
Tabell 12. Effekter/symptom vid olika strålningsnivåer.

Strålning (kW/m ²)	Påverkan
1,6	Inga obehag även vid lång exponering
2,5-3	Designgräns till utrymmande personer utan skyddsutrustning.

Strålning (kW/m2)	Påverkan
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 15 för en pölbrand (bensin) på 50 m². I figur 15 kan det utläsas att en pölbrand (bensin) på 50 m² kommer att resultera i strålningsnivåer <10 kW/m² på ett avstånd 25 meter från pölbrandens centrum. Detta innebär att smärta uppstår efter ca 3 sekunders exponering men att trä inte antänds, se tabell 12.

Tidigare beräkningar har visat att en pölbrand på 200 m² inte förväntas ge allvarlig påverkan på längre avstånd än ca 40 meter ifrån olyckan.



Figur 15. 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.

Den mest troliga platsen för en pölbrand bedöms vara lossningsplatsen vid ett läckage eller slangbrott. Då avståndet mellan lossningsplatsen för tankfordon och Systembolagets butik är ca 80 meter bedöms pölbränder inte ge upphov till allvarlig påverkan oavsett om en pölbrand på 50 m² eller 200 m² studeras.

9 Diskussion, rekommendationer och förslag på skyddsåtgärder

Syftet med riskanalysen är att undersöka om olycksriskerna avseende farligt gods är acceptabla för studerat planområde. Genom en riskanalys kan möjliga olyckor identifieras och bedömas och eventuella skyddsåtgärder kan därmed rekommenderas.

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

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

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

Enligt de riktlinjer för riskhanteringsprocessen som presenteras i GÖP (1999) anges att kontor och liknande verksamheter ska placeras på större avstånd än 50 meter från transportled för farligt gods för väg respektive 30 meter för järnväg. Detta uppfylls mestadels av föreslagen förändring med undantag från delar av lagret i tillbyggnadens norra ända som ligger inom 50 meter från E20.

I den riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods (2006) som Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län gemensamt har tagit fram framgår hur olika verksamheter bör placeras i relation till farligt godsled. Skalan anger inga avstånd utan endast en principiell zon-indelning, se figur 1. Enligt dessa riktlinjer bör parkering placeras i zon A, lager i zon B och handel i zon C.

Tidigare beräknad individrisk (COWI, 2019b) hamnar jämfört med DNV's kriterier på en nivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnads-nytta synpunkt för studerad fastighet.

Samhällsriskerna bedöms kvalitativt hamna på en nivå mellan DNV's övre och undre kriterie samt under kriteriet för kontor och bostäder enligt GÖP med undantag för att vissa delar kan överstiga kriteriet för bostäder. Detta innebär att ytterligare skyddsåtgärder skall vidtagas ifall det är kostnadsmässigt rimligt enligt DNV's kriterie. Vid jämförelse med en liknande detaljplan i Lerum (COWI, 2019a) erhöles liknande resultat.

Det bedöms utifrån kostnads-nytta synpunkt inte rimligt att genomföra fysiska skyddsåtgärder för studerad fastighet för att reducera konsekvenserna i händelse av de olycksscenario vid Sävenäs rangerbangård som kan ge upphov

till så stora konsekvensområden (> 300 m) att påverkan på studerat planområde kan uppstå. Det ska dock nämnas att några av de skyddsåtgärder som föreslagits med avseende på närhet till E20 och Västra stambanan så som t.ex. ventilationens och utrymningsvägarnas placering bedöms ha en positiv inverkan även för dessa scenarion.

Det primära skyddet för ovanstående olycksscenarion bedöms vara avstånd och i fallet med BLEVE evakuering vilket t.ex. kan ske med hjälp av varnings- och informationssystemet Viktigt meddelande till allmänheten (VMA) vilket kan aktiveras av SOS Alarm efter begäran från räddningsledare.

Både systembolagets befintliga butik och planerade tillbyggnad ligger som närmast ca 25 meter från bensinstationen. Rekommenderade avstånd med avseende på olika objekt vid hantering av brandfarlig vätska klass 1 enligt MSB:s handbok *Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer* bedöms uppfyllas då avståndet mellan lossningsplatsen för tankfordon och närmaste mätarskåp är ca 80 meter respektive ca 35 meter från butikens fasad. Vidare bedöms även hantering av brandfarlig gas och vätska vid bensinstationen uppfylla de rekommenderade avstånden som föreskrivs i MSBFS 2020:1 respektive SÄIFS 2000:2.

Boverkets skrift Bättre plats för arbete förespråkar ett skyddsavstånd på 100 meter till bensinstation. Det bör noteras att detta avstånd tar hänsyn till miljö, hälsa och säkerhet och de faktorer som främst tas upp är avgasutsläpp, buller och ljus från bilstrålkastare. Sådana störningar har inte beaktas i riskutredningen. Utifrån miljö- och hälsorisker i enlighet med de faktorer som hänvisas till i Bättre plats för arbete (se Kapitel 2.5.4) bör värdering av utformning, placering samt behov avseende avskärmande åtgärder med hänsyn till buller, strålkastarljus och lukt göras för studerad detaljplan i ett område inom 100 meter från bensinstationen. Det ska dock nämnas att skriften inte ses som gällande idag.

Baserat på ovanstående resonemang bedöms föreslagen användning med avseende på omfattning och geografisk placering i närheten av studerade farligt godsleder, närhet till Sävenäs rangerbangård och befintlig bensinstation, anses vara möjlig förutsatt att föreslagna skyddsåtgärder beaktas vid ny bebyggelse. Notera att detta enbart gäller vid den markanvändning som presenteras under Kapitel 3.

9.1 Rekommendationer och skyddsåtgärder

Utifrån tidigare genomförda beräkningar, kriterier, platsspecifika förhållanden och kvalitativa värderingar föreslår COWI följande skyddsåtgärder med avseende på närhet till **studerade farligt godsleder**:

- > Ett bebyggelsefritt område motsvarande minst 30 meter till E20 skall eftersträvas. Det bebyggelsefria område skall ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Området kan dock användas för parkeringsplatser (ytparkering).

- > Barriär/skydd mellan studerat område och E20 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. Befintlig påfartsramp mellan studerad fastighet och E20 bedöms uppfylla detta krav.
- > Inom 100 meter från E20 skall utrymning bort från E20 vara möjlig. Inom 50 meter ska utrymningsvägar var placerade på motstående sida av E20, inom 50-100 meter kan utrymningsvägar accepteras vinkelrätt mot E20. Planerad utformning bedöms uppfylla detta krav.
- > Fasadkrav för ny bebyggelse inom 50 meter från E20: Alla fasader inklusive tak skall utföras i brandklassat material. Fasaden inklusive fönster och andra öppningar ska vara av lägst brandklass EI30
- > Ventilationsintag skall placeras högt upp och vänd från farligt godsleder för ny bebyggelse inom 100 meter från Västra stambanan

Inga skyddsåtgärder bedöms vara nödvändiga med avseende på närhet till **närliggande bensinstation**. Det ska nämnas att föreslagen förändring av Systembolagets butik bedöms medföra en förbättrad situation med avseende utrymning då entrén ej längre kommer att belägen i riktning mot bensinstationen och att byggnaden därmed kan utrymmas i ofarlig riktning i händelse av olycka vid bensinstationen.

Inga ytterligare skyddsåtgärder med avseende på farligt godstransporter förbi studerat område, närhet till Sävenäs rangerbangård och befintlig bensinstation anses vara nödvändiga. Notera att detta enbart gäller vid den markanvändning och det minsta avstånd som anges i Kapitel 3.

10 Referenser

Boverket (1995), *Bättre plats för arbete*

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

COWI (2019a), *Riskutredning – Vårdcentral Lerum*, 2019-04-15

COWI (2019b), *Risikanalyser för Gamlestadens fabriker – Kompletterad rapport*, 2019-05-03

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.

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

Länsstyrelsen Hallands län (2014), *Risikanalyser av farligt gods i Hallands län*

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

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

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

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

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

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

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

Trafikverket (2020), *Nödlägesplan Sävenäs rangerbangård*, TDOK 2018:0148, 2020-06-24

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. Notera att beräkningsresultat kommer från tidigare genomförd riskutredning (COWI, 2019b).

Frekvens för vägolycka med farligt gods

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

Olycksfrekvens som används för grundberäkningar kommer ifrån en bedömning av material som inrapporterats till MSB. Det finns olika uppgifter om antalet inrapporterade olyckor till MSB och sammanställningar visar på allt från 13 olyckor per år till upp mot 80 inrapporterade händelser per år där farligt godsskyltade fordon varit inblandade. Vid en jämförelse mellan olika metoder och källor har bedömningen gjorts att 40 olyckor per år är ett lämpligt värde att använda för beräkningar med nationella värden (Länsstyrelsen i Hallands län, 2011). Ansatt värde används även i *Risikanalys av farligt gods i Hallands län* (2014) som är granskad av såväl Räddningstjänsten och Länsstyrelsen i Hallands län samt publicerad av Länsstyrelsen i Hallands län.

För att beräkna olycksfrekvens utifrån nationell statistik används följande värden:

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

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

Frekvens för järnvägsolycka

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

- > Urspråring
- > 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, fordonsfel, växelfel och lastförskjutning.

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

Sammanstötningar mellan tåg på linjen är mycket sällsynt, däremot förekommer kollision med t.ex. arbetsfordon eller annat hinder. Sammanstötning under växling/rangering är däremot relativt frekvent förekommande. Dessa sker i låg hastighet med som regel inga eller små skador som följd. 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 sammanstötningfrekvenser 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 vägolycka/järnvägsolycka med farligt gods inträffat. Sannolikheter och frekvenser för olika scenarier redovisas.

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

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

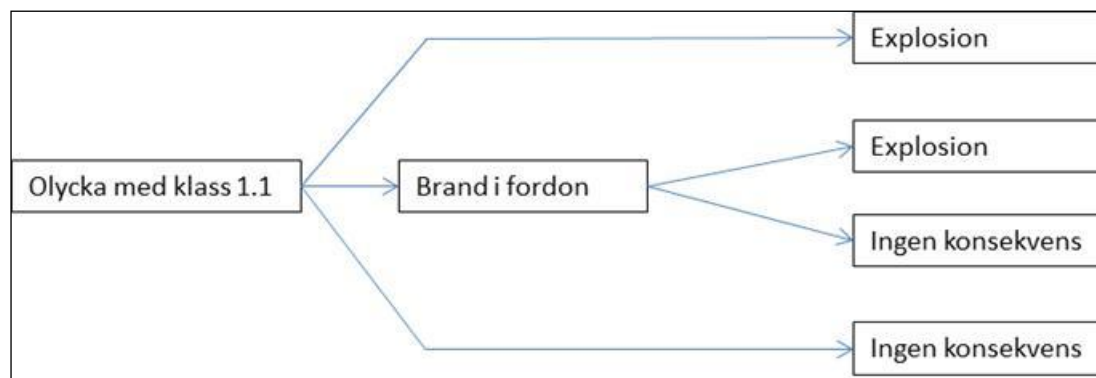
Vid beräkning av samhällsrisk reduceras konsekvensområdet i motsvarande omfattning.

A.1 Olycka med massexplodivt ämne

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

Vägoilycka

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

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

Sannolikheten för explosion kan därmed beskrivas enligt följande:

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

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

Järnvägsolycka

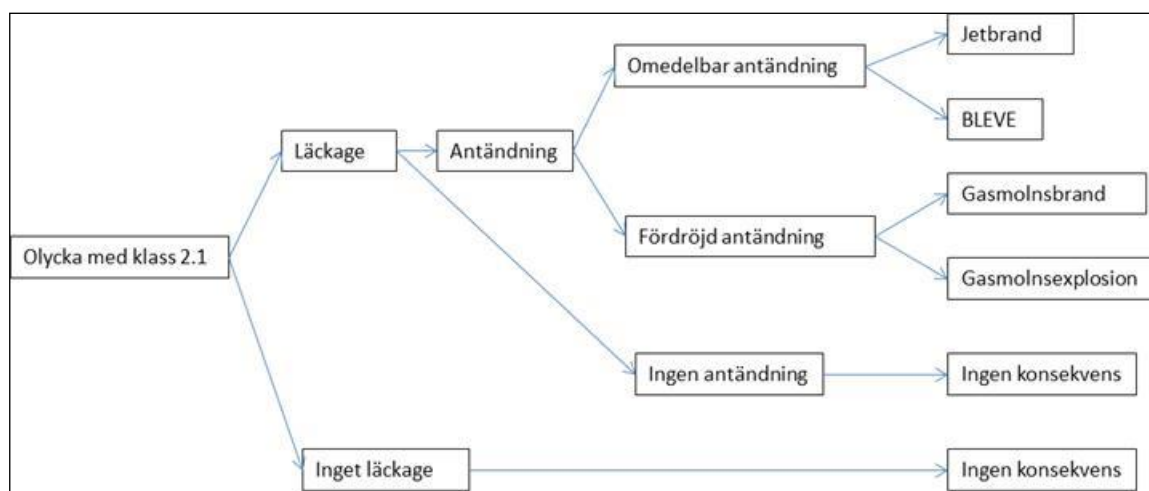
Vid en olycka bedöms att 1 % av fallen leder till explosion av lasten.

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

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

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. COWI bedömer att valt scenario är ett representativt scenario. Risk för fullständigt haveri hanteras genom att en andel av scenarierna antas kunna utvecklas till BLEVE. Metoden har använts i ett flertal tidigare analyser i Göteborg och andra kommuner utan att ha ifrågasatts.

VägoLycka

Sannolikhet att en olycka med klass 2.1 ska resultera i ett läckage bedöms utifrån SRV (1996). Index för farligt godsolycka, d.v.s. att en olycka resulterar i ett utsläpp anges här till mellan ca 0,2 till 0,4 vid hastigheter mellan 70 till 110 km/h. Detta gäller samtliga typer av tankar. Enligt SRV (1996) gäller följande:

"För transporter skyltade med farligt gods och där det farliga ämnet transporters under tryck i tank har sannolikheten för farligt godsolycka antagits vara 30 ggr lägre, på grund av de krav som gäller för dessa tankar när det gäller tjocklek m.m., jämfört med vanliga bensintankar. Detta antagande bygger på erfarenhet från utländska studier."

För trycksatta tankar reduceras därför värdet med en faktor 30. Med ett genomsnittligt index av 0,3 och en reduktion med en faktor 30 erhålls en sannolikhet för läckage av 0.01, d.v.s. en olycka av 100 resulterar i läckage. Följande frekvenser erhålls för möjliga scenarier:

Jetbrand

$$4 \cdot 10^{-7} \cdot 0.3 \cdot (1/30) \cdot N_{\text{klass 2.1}} \cdot 0,19$$

Olycka * Läckage * justering för trycksatt tank * antal transporter med brandfarlig gas * andel jetbrand

Gasmolnsbrand

$$4 \cdot 10^{-7} \cdot 0.3 \cdot (1/30) \cdot N_{\text{klass 2.1}} \cdot 0,4$$

Olycka * Läckage * justering för trycksatt tank * antal transporter med brandfarlig gas * andel gasmolnsbrand

Gasmolnsexplosion

$$4 \cdot 10^{-7} \cdot 0.3 \cdot (1/30) \cdot N_{\text{klass 2.1}} \cdot 0,1$$

Olycka * Läckage * justering för trycksatt tank * antal transporter med brandfarlig gas * andel gasmolnsexplosion.

BLEVE

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

$$4 \cdot 10^{-7} \cdot 0.3 \cdot (1/30) \cdot N_{\text{klass 2.1}} \cdot 0,01$$

Olycka* Läckage*justering för trycksatt tank* antal transporter med brandfarlig gas *andel BLEVE.

Järnvägsolycka

Frekvens att en gastanksolycka med utsläpp och antändning ska inträffa är $1,3 \cdot 10^{-9}$ per vagn och år, på en sträcka av två km (GÖP, 1999).

Läckagesannolikhet ingår då med 0,01 och antändningssannolikhet med 0,7. Detta innebär att frekvensen för att en gasolvagn utsätts för olycka är $= 0,93 \cdot 10^{-7}$ per vagn och år för en km.

Följande frekvenser erhålls för möjliga scenarier:

Jetbrand

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

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

Gasmolnsbrand

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

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

Gasmolnsexplosion

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

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

BLEVE

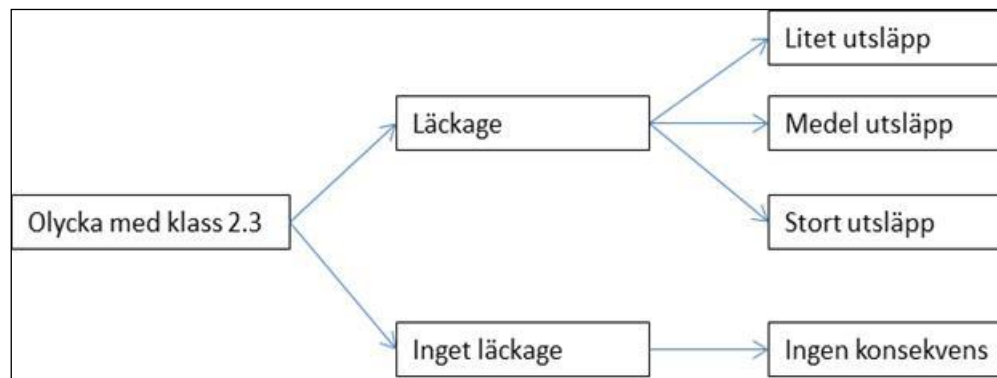
Då utfallet av en BLEVE ofta sker med en fördröjning görs här antagandet att i 50 % av fallen kommer området hinnas utrymmas innan en BLEVE inträffar.

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

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

A.3 Olycka med giftig gas

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



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

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

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

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

Vägolycka

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

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

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

Järnvägsolycka

Sannolikheten för att en olycka med kondenserad giftig gas ska inträffa och utflöde sker är 1.8*10⁻⁹ per vagn och år och på en sträcka av två km (GÖP, 1999).

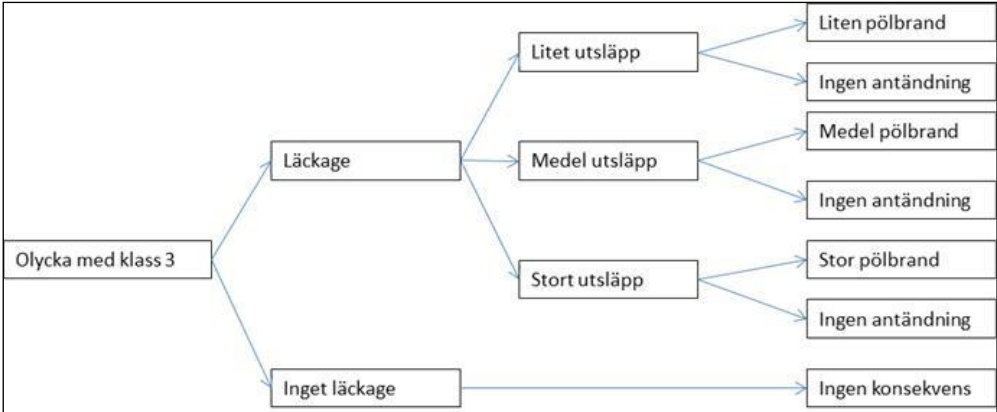
Antalet vagnar med giftig gas fås från tabell i huvudrapport och sannolikheten kan beskrivas enligt följande:

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

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

A.4 Olycka med brandfarlig vätska bensin

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



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

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

Följande pölbrandsscenario kan sättas upp:

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

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

Vägolycka

Sannolikheten för att ett läckage inträffar antas vara 0,3 för den aktuella vägsträckan (SRV, 1996). Fördelningen mellan de tre läckagescenarierna antas vara 1/3 för respektive scenario och sannolikheten för antändning antas vara 0,1 oberoende av läckagestorlek, detta antagande baseras på (TNO, 2005).

Sannolikheten för en olycka på väg (medel/stort utsläpp) kan beskrivas enligt följande:

$$4 \cdot 10^{-7} \cdot 0.3 \cdot N_{\text{klass 3}} \cdot 0.1 \cdot 0.33$$

Olycka * Läckage * antal transporter * Antändning * scenario (medel/stort utsläpp)

Järnvägsolycka

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

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

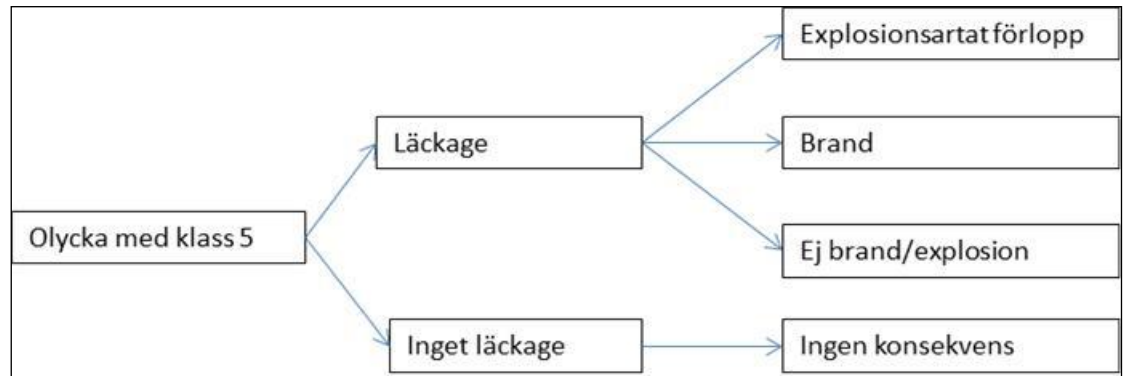
Sannolikhet för mellan och stor läckage är satt till 0,2 och 0,1 och antändning till 0,05. Värdet för antändning är hälften av värdet som används för väg.

$$\text{Mellan läckage: } (6 \cdot 10^{-8} \cdot 0.17 + 6.7 \cdot 10^{-7} \cdot 0.12) \cdot 0.2 \cdot 0.05 \cdot N_{\text{klass3}}$$

$$\text{Stort läckage: } (6 \cdot 10^{-8} \cdot 0.17 + 6.7 \cdot 10^{-7} \cdot 0.12) \cdot 0.1 \cdot 0.05 \cdot N_{\text{klass3}}$$

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.

Vägoilycka

För farligt godsolycka krävs att både det oxiderande ämnet och brännbart material är inblandat. Att ett emballage, för oxiderande ämne, går sönder och att innehållet kommer ut på marken har antagits ske i 10 % av fallen vid en olycka. Sannolikheten för en *sidokrasch* med farligt godsfordon, som leder till bränsleläckage från fordonets bensintank, är 15 % och sannolikheten att antändning sker antas vara 10 %. Med ovan antaganden och beräkningsgång som följer den som återfinns i Göteborgs översiktsplan kan sannolikheten för olycka med oxiderande ämnen på väg beskrivas enligt följande:

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

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

Järnvägsolycka

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

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

A.6 Resultat av beräkningar

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

Tabell A.1. Tidigare beräknad sannolikhet för resp. händelse med farligt gods på **E20** (COWI, 2019b).

Händelse	Sannolikhet (per år)
Olycka med klass 1.1 – Massexlosion (liten)	1,75E-07
Olycka med klass 1.1 – Massexlosion (stor)	2,80E-08
Olycka med klass 2.1 – Jetbrand	1,98E-06
Olycka med klass 2.1 – Gasbrand	4,16E-06
Olycka med klass 2.1 – Gasmolnsexlosion	1,04E-06
Olycka med klass 2.1 – BLEVE	5,20E-08
Olycka med klass 2.3 – Utsläpp av giftig gas (rörbrott)	3,44E-08
Olycka med klass 2.3 – Utsläpp av giftig gas (punktering)	3,44E-08
Olycka med klass 3.1 – Brandfarlig vätska (medel utsläpp)	5,08E-05
Olycka med klass 3.1 – Brandfarlig vätska (stort utsläpp)	5,08E-05
Olycka med klass 5 – Explosion	3,87E-07

Tabell A.2. Tidigare beräknad sannolikhet för resp. händelse med farligt gods på **Västra stambanan** (COWI, 2019b).

Händelse	Sannolikhet (per år)
Olycka med klass 1.1 – Massexlosion (stor)	6,24E-08
Olycka med klass 2.1 – Jetbrand	4,39E-07
Olycka med klass 2.1 – Gasbrand	9,25E-07
Olycka med klass 2.1 – Gasmolnsexlosion	2,31E-07
Olycka med klass 2.1 – BLEVE	1,16E-08
Olycka med klass 2.3 – Utsläpp av giftig gas (rörbrott)	1,67E-07
Olycka med klass 2.3 – Utsläpp av giftig gas (punktering)	1,67E-07
Olycka med klass 3.1 – Brandfarlig vätska (medel utsläpp)	8,70E-07
Olycka med klass 3.1 – Brandfarlig vätska (stort utsläpp)	4,35E-07
Olycka med klass 5 – Explosion	2,39E-08

Bilaga B - Bedömning av konsekvenser

I detta kapitel redovisas först en övergripande tabell över möjliga konsekvenser i händelse av en olycka med farligt gods och därefter sammanställs en tabell med resultat från konsekvensberäkningar/simuleringar. Notera att denna bilaga kommer från tidigare genomförd riskutredning (COWI, 2019b). Under respektive delkapitel beskrivs bakgrund för bedömning av konsekvenser/olyckseffekter för respektive ämnesklass. Vid val av scenarion att studera har scenarion valts utifrån principen att de ska vara rimliga att studera, detta innebär att de inte nödvändigtvis är "worst case"-scenarion. Det bör noteras att en modell som baseras på "worst case"-scenarion skulle kunna resultera i en lägre risknivå då sannolikheten för "worst case"-scenarion ofta är mycket låg även om konsekvensen är värre och risken är en funktion av både konsekvens och sannolikhet.

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 tiotalmeter beroende på tillgänglig mängd.
2 Brännbar gas	Jetflamma – värmestrålning Brännbart gasmoln – gasmolnsbrand Gasmolnsexplosion BLEVE	Direkta effekter oftast begränsade till närområdet ¹ . Små effekter utanför gasmolnet, mkt allvarliga konsekvenser för personer som omfattas av molnet. Oftast begränsade övertryck vid fritt gasmoln. Personskador kan uppkomma genom splitter och raserade byggnader.

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
		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. Respektive scenario har valts att studeras med utgångspunkt i att det ska vara ett rimligt, representativt scenario som tillsammans med övriga scenarion ger en robust analys. COWI är medveten om att de olycksscenarion som studerats inte är "worst case"-scenarion vilket enligt COWIs bedömning vore extremt konservativt att utgå från. Notera även att värden i tabell B.2 bygger på värden som presenteras i övriga tabeller och figurer i Bilaga B men att de inte alltid är direkt överensstämmande. Anledningen till detta är främst att det gjorts en kvalitativ bedömning av det totala antalet omkomna inom respektive avståndsintervall från olyckspunkten i förhållande till respektive dimensionerande scenario. Värdena i tabell B.2 bedöms vara i linje med övriga uppgifter i bilaga B.

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.

Antaganden avseende personintensitet inomhus och utomhus i den här riskbedömningen presenteras i bilaga E och bygger på det planförslag som presenteras i kapitel 3 tillsammans med de illustrationer som återfinns i bilaga F.

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

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

B.1 Konsekvenser för massexplosivt ämne (klass 1.1)

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, 1972) 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 destruktion av byggnader) antas att 30 % omkommer inomhus på avståndet 0-49 meter ifrån explosionskällan. På avståndet 50 meter antas 15 % omkomma inomhus (första radens hus). På avståndet större än 100 meter antas 5 % omkomma vid första radens hus om trycket är så högt att det resulterar i total destruktion av byggnaden.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

B.2 Konsekvenser för utsläpp av brandfarlig gas vid olycka

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

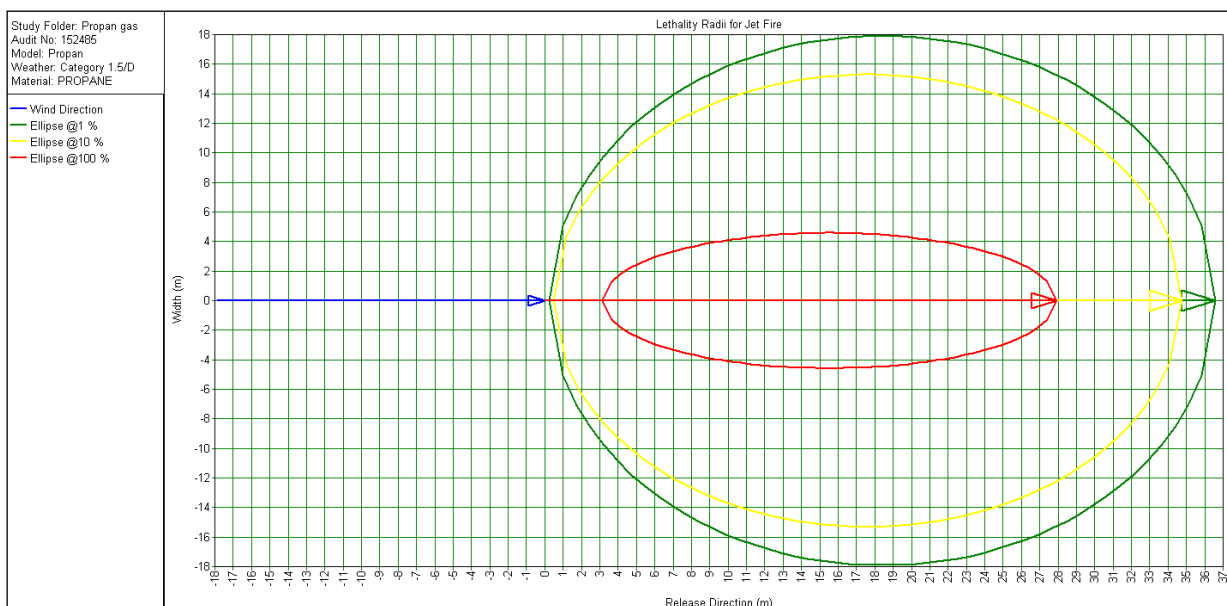
- > Omedelbar antändning som ger upphov till jetbrand.
- > Uppvärmning av tank eller tankhaveri som leder till BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion).
- > Fördröjd antändning som ger upphov till en gasmolnsbrand.
- > Fördröjd antändning som ger upphov till en gasmolnsexplosion.

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

Jetbrand

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

Figur B.1 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. COWI bedömer att använd ansats ger en rimlig bedömning eftersom beräkningarna dels baseras på att samtliga personer inom angivet avstånd exponeras samt att det skydd som kommer att utgöras av byggnader inte tas hänsyn till.



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

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

BLEVE

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

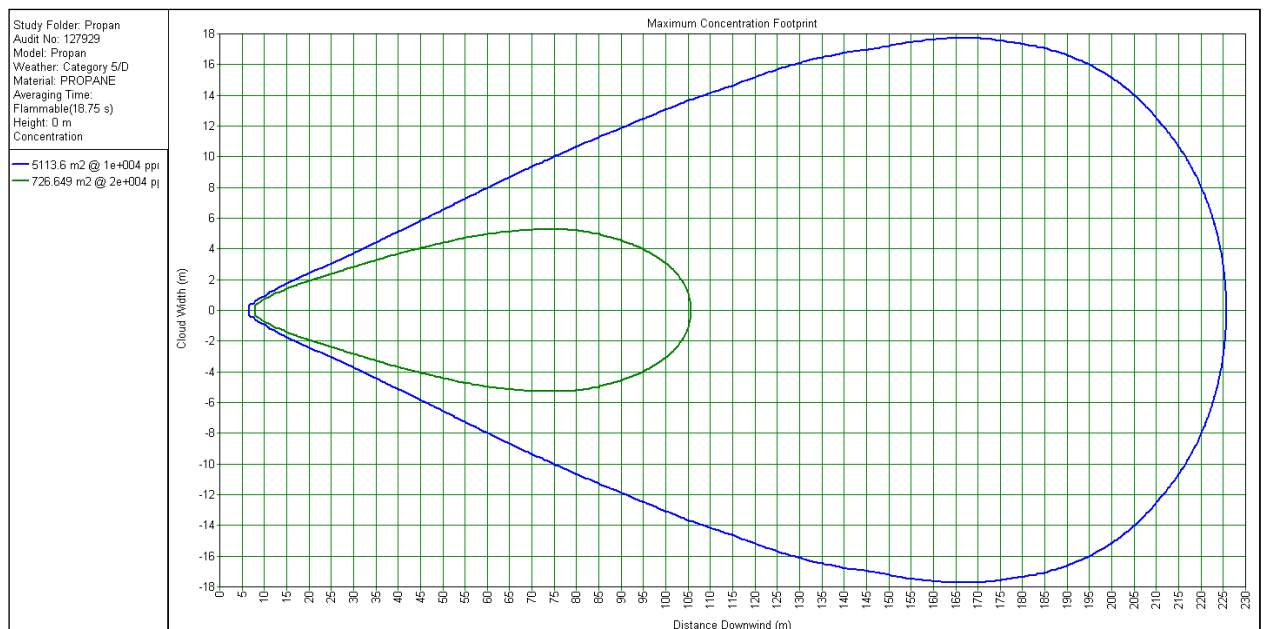
Storleken på eldklotet beror framförallt på tankens innehåll. En tank på 20 ton ger upphov till ett eldklot på 60-75 meters radie (TNO, 2005).

Personer som befinner sig inom eldklotet eller som utsätts för en strålningsnivå över 35 kW/m² antas omkomma, detta gäller även om man befinner sig inomhus (TNO, 2005). För personer som utsätts för lägre strålningsnivåer bestäms andel omkomna av exponeringstid och strålningsnivå. I tabell B.2 framgår andel omkomna inomhus och utomhus på olika avstånd i händelse av BLEVE.

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. I tabell B.2 framgår andel omkomna inomhus och utomhus på olika avstånd i händelse av gasmolnsbrand. Vindstyrka och atmosfärisk stabilitet framgår av figur B.2 (5 m/s och stabilitetsklass: D). Avseende topografi och hinder bör det noteras att genomförda beräkningar inte baseras på detaljerad analys, t ex CFD modellering av aktuell topografi och aktuella byggnader. Detta är inte praxis i denna typ av analyser.



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. Då ett gasmoln inte har en "rektangulär" utbredning där alla personer på ett visst avstånd exponeras på samma sätt har värdena i tabell B.2 justerats för att vara mer representativt för studerat scenario.

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 för att bedöma risk för antändning, i de fall tändkällor saknas i närområdet. Genom att ansätta en hög antändningssannolikhet bedömer COWI att denna inte påverkas av att istället baseras på 1/2 LEL. Fördröjd antändning hanteras genom att det finns en

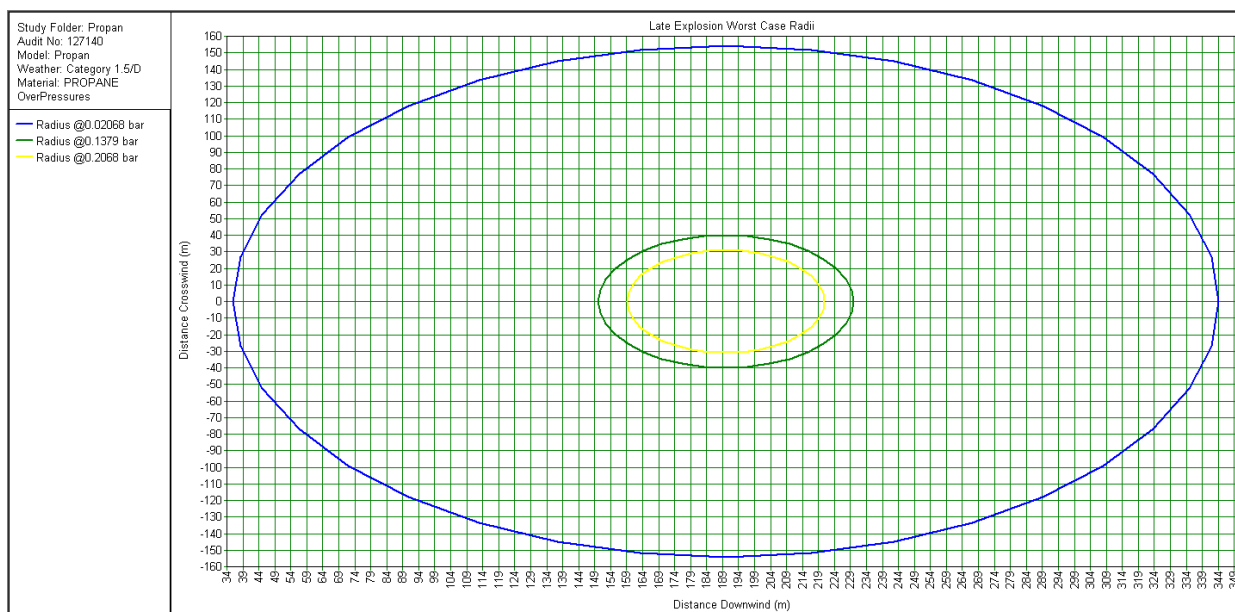
fördelning mellan de händelser som resulterar i jetbrand respektive gasmolnsbrand/explosion, men dessa baseras fortfarande på LEL området, vilket COWI anser är praxis.

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 explosionsövertryck på olika avstånd från ett maximalt stort gasmoln, vid ett 50 mm hål och utsläpp i vätskefas. I tabell B2 framgår andel omkomna inomhus och utomhus på olika avstånd i händelse av gasmolnsexplosion.



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

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

Tabell B.9. Trycknivåer 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 höjddled samt andel omkomna och (svårt) skadade personer inomhus respektive utomhus. Som dimensionerande fall har gasen ammoniak använts. Ammoniak bedöms vara en rimlig gas att studera då den bedöms utgöra den vanligaste gasen av de som ger allvarliga konsekvenser. Användandet av klor fasas ut i industrin och bedöms därför inte rimligt att beakta. Aktuell ansats har använts i ett flertal tidigare analyser.

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. Notera att riskanalysen enbart baseras på antal omkomna även om antalet skadade presenteras i detta avsnitt. Praxis i farligt gods analyser är att studera antalet omkomna och aktuella kriterier baseras också enbart på antal omkomna.

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.

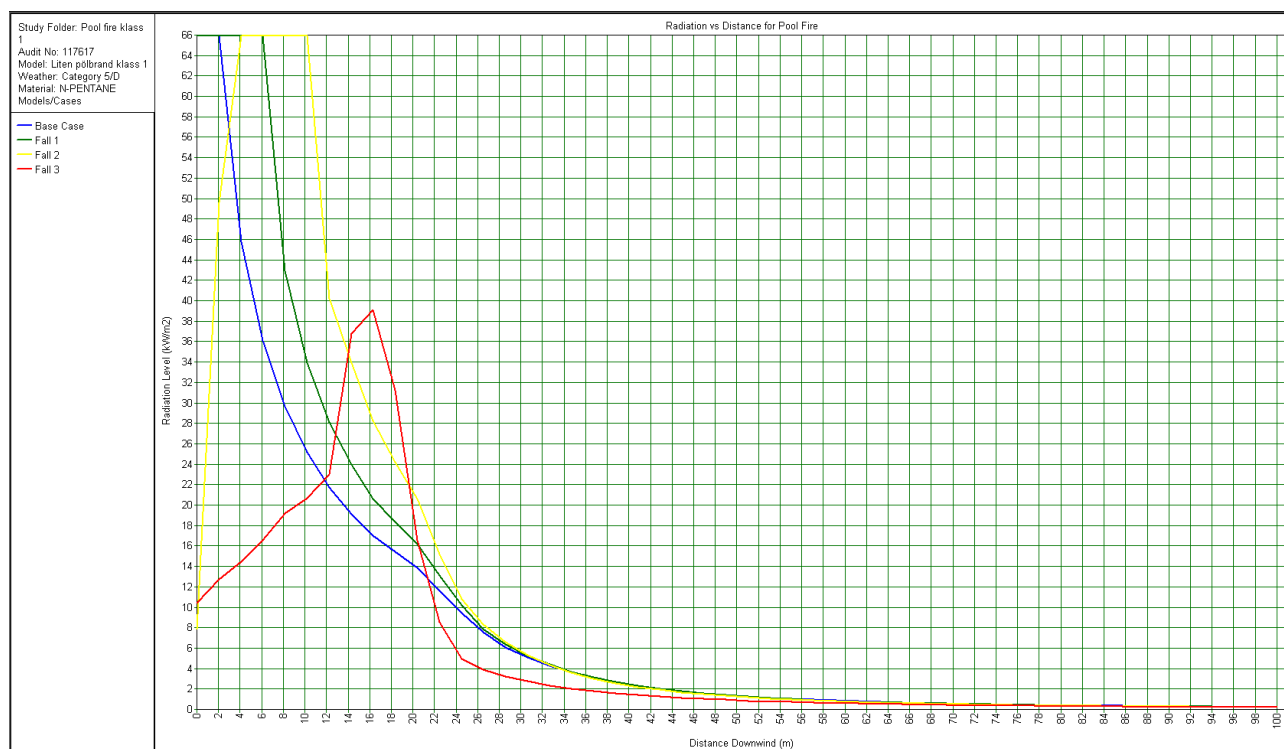
Det finns olika typer av brandfarlig vätska, vanligt förekommande är bensin och diesel. Bensin har en flampunkt under 21°C och kan antändas vid normala

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.

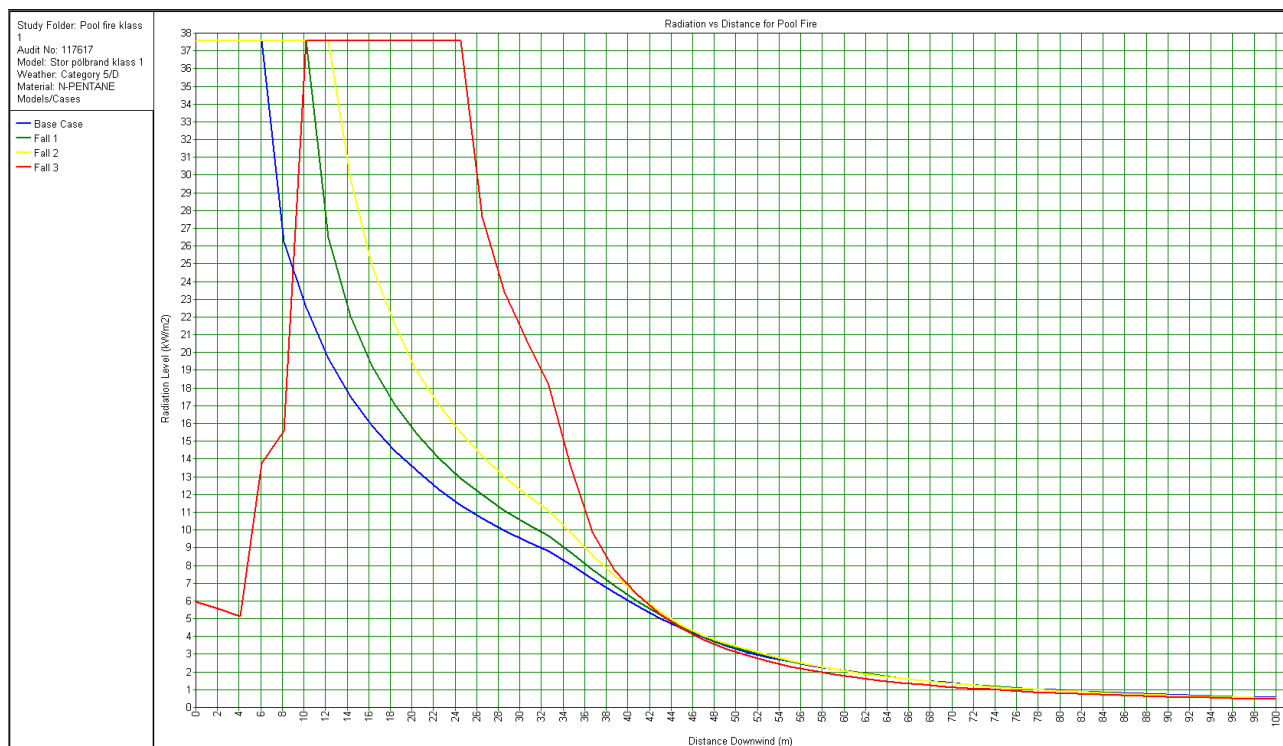
Ett utsläpp som inte antänds har främst en påverkan på miljön, skadliga konsekvenser för människor uppstår om vätskan antänds och bildar en pölbrand (brinnande vätska på marken). Hur stor pölbranden blir beror på storleken på utsläppet och pölens utbredning. Följande scenario har definierats:

- > 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. I tabell B.2 framgår andel omkomna inomhus och utomhus på olika avstånd i händelse av pölbrand.



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



Figur B.5. Strålningsnivå i kW/m² på olika höjd över mark som funktion av avstånd. Brandscenario; pölbrand 200 m², bensin, vind 5 m/s. 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

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	14-66	1-14	<1
	10-40	1-18	<1
200	>14	4-14	<4
	5-38	4-38	<4

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

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

Tabell B.15. Gränsvärden 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

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

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

Exempel på områden som kan påverka resultatet är:

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

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

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

Farligt gods:

Beräkningarna avseende mängder farligt gods är uppräknade för ett prognosår 2040 och bedöms vara robusta.

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 redovisade 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 mitt framför det studerade området om inget annat anges. Syftet med detta är att inte underskatta risken och antalet omkomna vilket skulle kunna vara fallet om olyckscentrum placeras i utkanten av studerat område.

Scenarieutveckling

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

C.1 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 – Möjliga säkerhetshöjande åtgärder

COWIs genomgång av möjliga säkerhetshöjande åtgärder utgår framförallt ifrån den skrift som Räddningsverket (idag MSB) gavs ut år 2006, *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner – Vägledningsrapport 2006*. I denna bilaga presenteras en mer utförlig beskrivning av respektive åtgärd som presenteras i kapitel 8.4. Notera att de åtgärder som rekommenderas i den här riskutredningen presenteras i kapitel 9.1 samt att de åtgärder som kvantifierats vid beräkning av individ- och samhällsrisk presenteras i bilaga A, avsnitt A.6.

D.1 Dike

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

Säkerhetspåverkan

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

Andra aspekter

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

Kommentarer

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

D.2 Vall

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

Säkerhetspåverkan

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

Andra aspekter

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

Kommentarer

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

D.3 Mur/plank

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

Säkerhetspåverkan

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

Andra aspekter

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

Kommentarer

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

D.4 Skyddsavstånd

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

Säkerhetspåverkan

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

Andra aspekter

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

D.5 Disposition av planområde

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

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

Säkerhetspåverkan

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

Andra aspekter

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

Kommentarer

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

D.6 Disposition av byggnad

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

Säkerhetspåverkan

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

Andra aspekter

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

Kommentarer

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

D.7 Placering av friskluftsintag

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

Säkerhetspåverkan

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

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

Andra aspekter

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

D.8 Förstärkning av stomme/fasad

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

Säkerhetspåverkan

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

Andra aspekter

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

Kommentarer

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

D.9 Begränsning av fönsterarea

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

Säkerhetspåverkan

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

Andra aspekter

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

Kommentarer

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

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

D.10 Ej öppningsbara fönster

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

Säkerhetspåverkan

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

Andra aspekter

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

Kommentarer

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

D.11 Brandskyddad fasad

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

Säkerhetspåverkan

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

Andra aspekter

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

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

Kommentarer

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