



Komplettering av riskutredning för Almedals fabriker

Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs Stad

Rapport nr: 242016-Rapport-01

(Tidigare 'A243161-4-02-RAP001 - Komplettering av riskutredning för Almedals fabriker')

Version 2.0

Utgiven: 2024-03-20

Titel: Komplettering av riskutredning för Almedals fabriker

Datum: 2024-03-20

Distribution: Distribueras enligt kundens anvisning

Rapport nr: 242016-Rapport-01

Rev: 2.0

Utfärdad av:

Granskad av:

Viktor Sturegård

Christoffer Käck

Kontorsadress:

ProSa Process Safety Consulting AB

Cisterngatan 7

418 34 Göteborg

Kontaktperson ProSa:

Viktor Sturegård

e-post: viktor.sturegard@prosaconsult.se

Rev	Datum	Beskrivning / ändringar	Utfört av
1.0	2023-03-08	Version 1.0 - då kallad 'A243161-4-02-RAP001 - Komplettering av riskutredning för Almedals fabriker'. Komplettering genomförd på uppdrag av COWI	Viktor Sturegård / Christoffer Käck
2.0	2024-03-20	Version 2.0	Viktor Sturegård / Christoffer Käck

Sammanfattning

Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs Stad, arbetar med att upprätta en detaljplan för blandad stadsbebyggelse vid Almedals fabriker. Planområdet ligger mellan Mölndalsvägen och riksväg E6/E20, omedelbart söder om Lyckholms fabriker, och inrymmer idag kontor och flera olika verksamheter.

Detaljplanens syfte är att skapa en blandad stadsbebyggelse med bostäder, kontor, handel och parkering. Planförslaget innebär att befintlig industribebyggelse i stor utsträckning bevaras och kompletteras med ny bebyggelse. Utmed planområdets östra del kommer byggnaderna primärt att innehålla kontor och i den sydvästra delen av planområdet föreslås ett kvarter med bostäder. Mot Gamla Almedalsvägen planeras bottenvåningarna innehålla lokaler med centrumverksamhet.

Totalt planeras ca 270 bostäder (ca 17 000 m²) och ca 40 450 m² kontor, lokaler och andra verksamheter (ca 38 900 m² kontor och 1550 m² handel) i tillkommande bebyggelse inom detaljplanen. Utöver detta kommer ca 16 000 m² befintlig bebyggelse inom planområdet att bevaras, vilket primärt kommer att utgöras utav kontorsbebyggelse. Vidare kommer även parkering att uppföras i ett garage under mark samt i ett parkeringshus i områdets östra del. Totalt planeras ca 73 340 m² inom aktuell detaljplan. Längsmed Mölndalsån planerar man även att upprätta ett grönt promenadstråk.

I anslutning till planområdet finns ett antal riskkällor vilka utgörs av rekommenderade transportleder för farligt gods (väg och järnväg). Med anledning av dessa riskkällor behöver en riskutredning avseende transporter av farligt gods på väg och järnväg förbi studerat område tas fram för det fortsatta arbetet med detaljplanen.

En riskutredning för detaljplanen vid Almedals fabriker genomfördes ursprungligen i ett tidigare skede år 2015. Denna utredning uppdaterades under år 2021 för att hantera inkomna synpunkter från Räddningstjänsten och Länsstyrelsen. Den uppdaterade riskutredningen hanterade bl.a. att vissa förändringar av tidigare planförslag skett avseende bland annat vissa hushöjder, ett ökat trafikprognosår till år 2040 samt uppdaterade antaganden avseende personintensitet.

Vid framtagandet av de tidigare versionerna av riskutredningen baserades värderingen utav den beräknade samhällsrisk på de riktlinjer avseende samhällsrisk som presenterades i Göteborgs stads tematiska tillägg om farligt gods i FÖP99 – Farligt gods. År 2022 tog dock Stadsbyggnadsförvaltningen i Göteborg fram en ny översiktsplan med tillhörande vägledning för farligt gods som ersatte det tidigare tematiska tillägget (FÖP99). Under år 2023 uppdaterades därför riskutredningen på nytt för att belysa att de riktlinjer avseende samhällsrisk som tidigare angavs i Göteborgs stads tematiska tillägg om farligt gods ej längre var gällande och att värdering utav samhällsrisk ej längre baserades på dessa kriterier. Sedan uppdateringen genomfördes år 2023 har ytterligare mindre justeringar skett avseende planförslaget vilket föranleder denna uppdatering (mars 2024).

Enligt gällande riktlinjer för skyddsavstånd med avseende på farligt gods inom Göteborg anges att kontor ska placeras på större avstånd än 50 meter från transportled för farligt gods för väg respektive 30 meter för järnväg. Enligt samma riktlinjer ska bostäder placeras på större avstånd än 100 meter från transportled för farligt gods för väg respektive 80 meter för järnväg. Dessa riktlinjer uppfylls av planförslaget med undantag för vissa delar av kontorsbebyggelsen som ligger inom 30 meter från Västkustbanan.

I den riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods som Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län gemensamt har tagit fram framgår hur olika verksamheter bör placeras i relation till farligt godsleder. Skalan anger inga avstånd utan endast en principiell zon-indelning. Enligt dessa riktlinjer bör bostäder och centrum placeras i zon C, kontor i zon B och parkering i zon A, där zon C ligger längst bort från leden. Denna princip bedöms uppfyllas av planförslaget då känsligare bebyggelse har placerats bakom mindre känslig bebyggelse på större avstånd från studerade farligt godsleder.

För det minsta avstånd som råder mellan planerad bebyggelse och studerade farligt godsleder hamnar den samlade individrisken utan hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder på en nivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad-nytta synpunkt både inomhus och utomhus. När hänsyn tas till rekommenderade skyddsåtgärder minskar den samlade individrisken för det minsta avstånd som råder mellan planerad bebyggelse och studerade farligt godsleder. Utomhus hamnar den samlade individrisken fortsatt på en nivå där ytterligare skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad-nytta synpunkt, medan den samlade individrisken inomhus hamnar på en låg nivå där behov av ytterligare skyddsåtgärder ej anses föreligga. Individrisken minskar med ökat avstånd till studerade farligt godsleder och för merparten av planområdet kommer den samlade individrisken att hamna på en låg nivå där behov av ytterligare skyddsåtgärder ej anses föreligga både inomhus och utomhus. Detta vid en jämförelse med DNV:s kriterier.

Jämfört med DNV:s kriterier hamnar den samlade samhällsrisk för planområdet, med hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder, på en nivå mellan DNV:s övre och undre kriterie, dvs inom ALARP området där ytterligare skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnads-nytta synpunkt. De scenarion som främst bidrar till att höja samhällsrisk är skadehändelser kopplat till BLEVE och stora utsläpp av giftig gas. Sammantaget bedöms det att de åtgärder som är kostnads-nyttomässigt rimliga att vidta för att reducera dessa skadehändelser har rekommenderats och att det ej finns fler åtgärder som är praktiskt genomförbara eller kostnads-nyttomässigt försvarbara för planerad bebyggelse. En känslighetsanalys avseende reduktion av exploatering har visat att även mycket omfattande reduktion av exploateringen inte leder till en signifikant reduktion av samhällsrisk för dessa scenarion.

Samttaget bedöms beräknade individ- och samhällsrisker visa på att blandstadsbebyggelse med bostäder, kontor, handel och parkering i den omfattning som föreslås för planområdet är möjligt givet att rekommenderade skyddsåtgärder med avseende på farligt gods vidtas.

Utifrån genomförda beräkningar av individ- och samhällsrisk, kriterier och riktlinjer avseende farligt gods, platsspecifika förhållanden och kvalitativa värderingar föreslås följande skyddsåtgärder för planerad bebyggelse:

- Ett bebyggelsefritt område skall bevaras mellan planerad bebyggelse och studerade farligt godsleder. Det bebyggelsefria område skall ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Det bebyggelsefria området kan användas för ytparkering, lokalväg eller GC-bana.
- Barriär ska finnas som motverkar att vätska rinner in på området. Förslag på barriär kan vara: vall, dike eller plank som är tätt i nedkant. Enligt Sveriges kommuner och Regioner, räcker

det med att ett sådant skydd är ett par decimeter högt för att uppfylla syftet¹. Befintlig geometri mellan planområdet och studerade farligt godsleder bedöms uppfylla detta krav.

- Inom 100 meter från studerade farligt godsleder skall utrymning vara möjlig bort från närmsta farligt godsled. Syftet med denna åtgärd att möjliggöra säker utrymning av byggnaden i händelse av en farlig godsolycka.
- För ny bebyggelse skall ventilation och friskluftsintag placeras högt, förslagsvis på byggandens tak, och vänd bort från lederna. Detta krav gäller ej för parkeringshuset². För bemannade verksamhetstyper, så som t.ex. kontoren, där personal kan antas ha god kännedom om lokalen bör friskluftsintag vara centralt avstängningsbara³.
- För ny bebyggelse skall första radens bebyggelse som vetter mot studerade farligt godsleder ha ej öppningsbara fönster. Vidare tillåts ej heller balkonger i första radens bebyggelse som vetter mot studerade farligt godsleder.
- Åtgärd som reducerar spridning av giftig gas in på studerat planområde skall uppföras. Åtgärden ska reducera spridningen av giftig gas för dimensionerande scenarion i denna rapport (medelstort och stort utsläpp) i en sådan omfattning att antalet omkomna vid en olycka bedöms reduceras med 25%. Lämplig åtgärd för studerat planområde som bedöms uppfylla detta krav är att första radens byggnader placeras på ett sådant sätt att de utgör en tät sammanhängande bebyggelse som kan liknas vid en skyddande "skärm" för bakomliggande byggnader. Notera att "skärmen" inte behöver utgöras av en byggnadskropp utan att skyddet bedöms kunna uppnås genom att flera byggnader placeras tätare tillsammans. Placering och lägsta byggnadshöjd för första radens bebyggelse enligt gällande planförslag bedöms som tillräckligt tät och tillräckligt hög förutsatt att detta kompletteras med en skärm mellan lägre byggnadsdelar och/eller avbrott i den sammanhängande bebyggelsen för att skapa en sammanhängande avskärmade bebyggelse. Notera att öppningar i de nedre delarna av skärmen mellan huskropparna tillåts för att möjliggöra bil-, gång- och cykeltrafik.
- Fasader inom 50 meter från studerade farligt godsleder, som vetter mot lederna, skall utföras brandklassade motsvarande E30 för att hindra brandspridning in i byggnaden

¹ Utdrag från sidan 69 i *Transporter med farligt gods – Handbok för kommunernas planering*: "Mur, vall och plank begränsar hur långt i riktning mot bebyggelse som en vätskepöl (bestående av till exempel brandfarlig vätska) breder ut sig. För att uppnå detta delsyfte krävs inte mer än några decimeters höjdskillnad."

² Notera att kravet avseende placering av ventilation och friskluftsintag ej gäller parkeringshuset då personer som vistas i denna byggnad i beräkningarna antagits vistas utomhus för att möjliggöra öppningar i fasaden till denna byggnad.

³ Centralt avstängningsbara friskluftintag för bemannade verksamhetstyper är svårt att säkerställa både organisatoriskt (vem ansvarar för att stänga av friskluftsintagen, och när ska detta ske?) och tekniskt (hur säkerställer man att avstängningen fungerar när den behövs?) varför ingen riskreducerande effekt tillskrivits för denna skyddsåtgärd. Det bedöms dock vara en rimlig åtgärd för de bebyggelsetyper där det är möjligt att genomföra.

under 30 minuter (syftet är att möjliggöra säker utrymning). Detta krav gäller ej för parkeringshuset⁴.

- Stommen för ny bebyggelse (0-50 meter från studerade farligt godsleder) skall utformas så att de kan motstå en gasmolnsexplosion (10 kg gasol) med sitt centrum i mitten av det spår som ligger närmast byggnaderna. Detta krav syftar till att byggnaderna ska motstå dimensionerande last utan att utsättas för fortskridande ras.
- För första radens bebyggelse bör fönster/glaspartier i fasad som vetter mot studerade farligt godsleder förstärkas så att större splitterskador motverkas vid en explosion. Exempel på en åtgärd som bedöms uppfylla detta krav är att förse fönster/glaspartier med plastfilm som uppfyller funktionskravet.

⁴ Notera att kravet avseende brandklassad fasad ej gäller parkeringshuset då personer som vistas i denna byggnad i beräkningarna antagits vistas utomhus för att möjliggöra öppningar i fasaden till denna byggnad.

Förkortningar och förklaringar

Förkortning	Förklaring
ADR	<i>”European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road”</i> Europeiska föreskrifter för transport av farligt gods på väg och i terräng.
ALARP	<i>“As Low As Reasonably Practicable”</i> Det riskområde inom vilket fler restriktioner/åtgärder bör vidtas för att reducera risken förutsatt att restriktionerna/åtgärderna är rimliga utifrån både ett praktiskt och ett samhällsekonomiskt perspektiv.
BLEVE	<i>“Boiling Liquid Expanding Vapour Cloud Explosion”</i> Olyckshändelse som kan inträffa om en tank med tryckkondenserad brandfarlig gas utsätts för yttre brand. Trycket i tanken stiger och på grund av den inneslutna mängdens expansion kan tanken rämna. Vid en BLEVE bildas ett eldklot som ger upphov till värmestrålning och tryckeffekter på mycket stora avstånd.
FÖP99	Tillägg avseende farligt gods som antogs i Göteborgs fördjupade översiktsplan från år 1999 [1]. Detta tillägg har delvis ersatts utav en ny vägledning [2] avseende farligt gods till den nya översiktsplan som antogs år 2022. Detta innebär att tidigare kriterier avseende samhällsrisk i FÖP99 ej längre är gällande, däremot gäller fortsatt de rekommenderade skyddsavstånd som presenteras i FÖP99.
RID	<i>“Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail”</i> Europeiska föreskrifter för transport av farligt gods på järnväg.
UVCE	<i>“Unconfined Vapour Cloud Explosion”</i> En gasmolnsexplosion.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	1
1.3	Omfattning och avgränsningar	2
1.4	Regelverk och styrande dokument	2
1.4.1	Plan- och bygglagen (2010:900)	2
1.4.2	Miljöbalken (1998:808)	2
1.4.3	Riskpolicy från Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län	3
1.4.4	Stadsbyggnadskontoret i Göteborg	3
1.5	Underlag	5
2	RISKHÄNSYN VID FYSISK PLANERING	6
2.1	Fysisk planering	6
2.2	Risk	6
2.2.1	Riskhänsyn	6
2.3	Metodik, principer och kriterier för riskvärdering	6
2.3.1	Metodik för riskhantering	6
2.3.2	Allmänt om kriterier för riskvärdering	7
2.3.3	Räddningsverkets (MBS:s) fyra principer för riskvärdering	8
2.3.4	Risker för tredje man	8
2.3.5	DNV:s föreslagna kriterier	9
2.3.6	Jämförelse av andra olycksrisker i samhället	9
3	GRUNDLÄGGANDE FÖRUTSÄTTNINGAR	11
3.1	Planområdet och planförslag	11
3.1.1	Tidigare förutsättningar för planområdet	13
3.2	Personintensitet	14
3.3	Närliggande verksamheter	15
4	RISKIDENTIFIERING	16
4.1	Risker från omgivningen	16
4.1.1	Trafik och transporter med farligt gods	16
5	FAROR VID OLYCKA MED FARLIGT GODS	21
6	BEDÖMNING AV RISKNIVÅ AVSEENDE TRANSPORTER AV FARLIGT GODS	23
6.1	Individrisk för studerat område	23
6.1.1	Västkustbanan	23
6.1.2	Kust till kustbanan	24
6.1.3	E6/E20	24
6.1.4	Samlad individrisk	25

6.2	Samhällsrisk för studerat område	25
6.2.1	Västkustbanan	26
6.2.2	Kust till kustbanan	27
6.2.3	E6/E20	28
6.2.4	Samlad samhällsrisk	29
6.3	Diskussion kring resultat	30
6.3.1	Individrisk	30
6.3.2	Samhällsrisk	30
6.3.3	Osäkerhets- och känslighetsdiskussion	32
7	BEDÖMNING AV LÄMPLIGA SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER	33
7.1	Skyddsavstånd, disponering av byggnad och område samt utrymning	33
7.2	Skydd mot brandspridning	33
7.3	Ventilationsåtgärder för att skydda mot giftig gas	34
7.4	Åtgärder för att skydda mot gasmolnsexplosion	34
8	RISKBEDÖMNING OCH SLUTSATSER	35
8.1	Allmänt	35
8.2	Rekommendationer och skyddsåtgärder	36
	REFERENSER	38
	BILAGA A – BERÄKNING AV SANNOLIKHET FÖR OLYCKA	1
A.1	Olycka med massexplösivt ämne	3
A.2	Olycka med brandfarlig gas (propan)	4
A.3	Olycka med giftig gas	6
A.4	Olycka med brandfarlig vätska (bensin)	7
A.5	Olycka med oxiderande ämne	8
A.6	Riskreducerande faktorer	9
A.7	Resultat av beräkningar	10
	BILAGA B – BEDÖMNING AV KONSEKVENSER	1
B.1	Konsekvenser för massexplösivt ämne (klass 1.1)	3
B.2	Konsekvenser för utsläpp av brandfarlig gas vid olycka	6
B.3	Konsekvenser för utsläpp av brandfarlig gas vid olycka	9
B.4	Konsekvenser vid olycka med brandfarlig vara (klass 3)	12
B.5	Konsekvenser vid utsläpp av oxiderande ämne	14
	BILAGA C – KÄNSLIGHETSANALYS	1

C.1 – Diskussion kring skadade personer	5
---	---

BILAGA D – ANTAGANDEN SOM GJORTS VID UPPSKATTNING AV PERSONINTENSITET	1
--	----------

BILAGA E – MÖJLIGA SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER	1
E.1 – Dike	1
E.2 – Vall	1
E.3 – Mur/plank	2
E.4 – Skyddsavstånd	3
E.5 – Disposition av planområde	4
E.6 – Disposition av byggnad	5
E.7 – Placering av friskluftsintag	5
E.8 – Förstärkning av stomme/fasad	6
E.9 – Begränsning av fönsterarea	7
E.10 – Ej öppningsbara fönster	7
E.11 – Brandskyddad fasad	8
E.12 – Applicering av skyddsåtgärder för planområdet	9

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs Stad, arbetar med att upprätta en detaljplan för blandad stadsbebyggelse vid Almedals fabriker. Planområdet ligger mellan Mölndalsvägen och riksväg E6/E20, omedelbart söder om Lyckholms fabriker, och inrymmer idag kontor och flera olika verksamheter.

Detaljplanens syfte är att skapa en blandad stadsbebyggelse med bostäder, kontor, handel och parkering. Planförslaget innebär att befintlig industribebyggelse i stor utsträckning bevaras och kompletteras med ny bebyggelse. Utmed planområdets östra del kommer byggnaderna primärt att innehålla kontor och i den sydvästra delen av planområdet föreslås ett kvarter med bostäder. Mot Gamla Almedalsvägen planeras bottenvåningarna innehålla lokaler med centrumverksamhet.

Totalt planeras ca 270 bostäder (ca 17 000 m²) och ca 40 450 m² kontor, lokaler och andra verksamheter (ca 38 900 m² kontor och 1550 m² handel) i tillkommande bebyggelse inom detaljplanen. Utöver detta kommer ca 16 000 m² befintlig bebyggelse inom planområdet att bevaras, vilket primärt kommer att utgöras utav kontorsbebyggelse. Vidare kommer även parkering att uppföras i ett garage under mark samt i ett parkeringshus i områdets östra del. Totalt planeras ca 73 340 m² inom aktuell detaljplan. Längsmed Mölndalsån planerar man även att upprätta ett grönt promenadstråk.

En riskutredning för detaljplanen vid Almedals fabriker genomfördes ursprungligen i ett tidigare skede år 2015 [3]. Denna utredning uppdaterades under år 2021 [4] för att hantera inkomna synpunkter från Räddningstjänsten och Länsstyrelsen. Den uppdaterade riskutredningen hanterade bl.a. att vissa förändringar av tidigare planförslag skett avseende bland annat vissa hushöjder, ett utökat trafikprognosår till år 2040 samt uppdaterade antaganden avseende personintensitet.

Vid framtagandet av de tidigare versionerna av riskutredningen [3], [4] baserades värderingen utav den beräknade samhällsrisk på de riktlinjer avseende samhällsrisk som presenterades i Göteborgs stads tematiska tillägg om farligt gods i FÖP99 – Farligt gods [1]. År 2022 tog dock Stadsbyggnadsförvaltningen i Göteborg fram en ny översiktsplan med tillhörande vägledning för farligt gods [2] som ersatte det tidigare tematiska tillägget (FÖP99). Under år 2023 uppdaterades därför riskutredningen på nytt [5] för att belysa att de riktlinjer avseende samhällsrisk som tidigare angavs i Göteborgs stads tematiska tillägg om farligt gods [1] ej längre var gällande och att värdering utav samhällsrisk ej längre baserades på dessa kriterier. Sedan uppdateringen genomfördes år 2023 har ytterligare mindre justeringar skett avseende planförslaget vilket föranleder denna uppdatering (mars 2024).

1.2 Syfte

I anslutning till planområdet finns ett antal riskkällor vilka utgörs av rekommenderade transportleder för farligt gods (väg och järnväg). Med anledning av dessa riskkällor behöver en riskutredning avseende transporter av farligt gods på väg och järnväg förbi studerat område tas fram för det fortsatta arbetet med detaljplanen.

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

Denna riskutredning utgör en komplettering utav de tidigare versioner utav riskutredningen som har tagits fram i tidigare skeden. Syftet med denna komplettering är att uppdatera beskrivningen utav planområdet

utifrån de senast gällande förutsättningarna, förtydliga historiken kring riskutredningen för Almedals fabriker samt omhändertaga inkomna kommentarer från Stadsbyggnadskontoret. I detta skede har inga förnyade beräkningar genomförts då de beräkningar som genomfördes vid uppdateringen år 2021 [4] fortfarande bedöms vara rimliga, eller något konservativa, för detaljplanen och dess föreslagna markanvändning, då den totala mängden BTA minskat något.

1.3 Omfattning och avgränsningar

Risken analysen omfattar identifiering av skadehändelser samt beskrivning av mängder och typer av farligt gods som bedöms transporteras på vägen (E6/E20) och järnvägen (Västkustbanan och Kust till kustbanan) förbi området. Baserat på detta genomförs dels kvalitativa bedömningar av risker för skadehändelser, dels kvantitativa sannolikhets- och konsekvensberäkning för olyckor med farligt gods. Riskanalysen utmynnar i en värdering av risknivån för de personer som kommer att vistas inomhus och utomhus på området. Riskerna redovisas både som individ- och samhällsrisk.

Riskutredningen föreslår även riskreducerande åtgärder, där detta anses vara befogat, för att reducera sannolikheten för att en olycka inträffar, samt minimera konsekvenserna av en sådan. Riskanalysen är genomförd med avseende på den verksamhet som planeras för området och som beskrivs i denna analys. Annat användningsområde med förändrad personintensitet kan påverka risknivån.

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

1.4 Regelverk och styrande dokument

I detta avsnitt redovisas relevanta lagar, föreskrifter, rekommendationer och andra vägledande eller styrande dokument som utredningen omfattas utav.

1.4.1 Plan- och bygglagen (2010:900)

Plan- och bygglagen (2010:900) anger bestämmelser om planläggning av mark och vatten och om byggande. I dessa bestämmelser anges bland annat att bebyggelse och byggnadsverk ska lokaliseras till mark som är lämplig för ändamålet utifrån ett flertal aspekter, däribland människors hälsa och säkerhet. Vidare anger bestämmelserna även att bebyggelse och byggnadsverk ska utformas och placeras på ett sådant sätt att det ger ett lämpligt skydd mot uppkomst och spridning av brand, trafikolyckor och andra olyckshändelser.

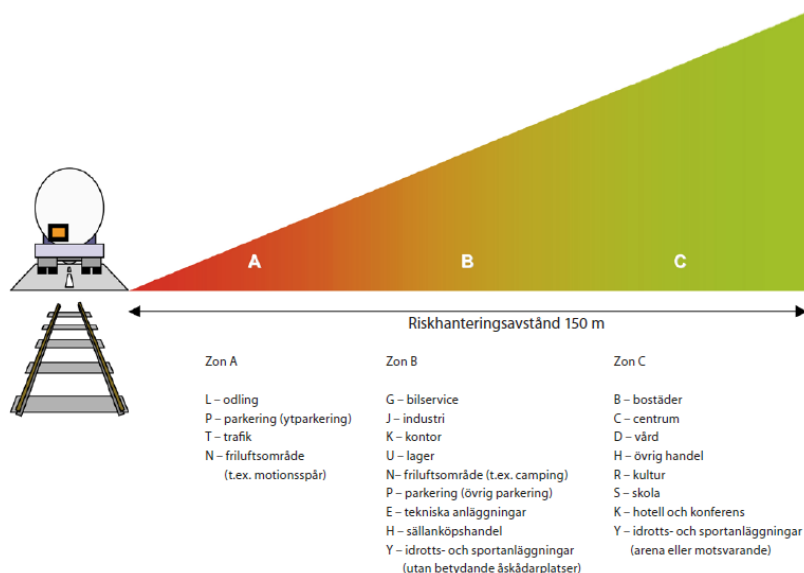
1.4.2 Miljöbalken (1998:808)

De allmänna hänsynsreglerna i miljöbalkens (1998:808) andra kapitel gäller alla verksamhetsutövare och syftar framför allt till att förebygga skada på människors hälsa och miljön. Det är i dessa regler som övriga miljökrav i miljöbalken har sin grund, därför ska hänsynsreglerna användas i alla de sammanhang där miljöbalkens bestämmelser gäller. Riskutredning av en verksamhet är ett viktigt verktyg för att uppfylla de allmänna hänsynsreglerna, som bland annat handlar om att lokalisera verksamheten till mest lämplig plats, vidta åtgärder för att minska negativ påverkan på människor och miljön, använda bästa möjliga teknik samt sträva efter att undvika en hantering av produkter är skadliga för miljön.

MSB har tagit fram publikationen *Olycksrisker och MKB* vilket är en vägledning avseende hur olycksrisker skall hanteras i MKB processen. Publikationen syftar till att bidra till ett systematiskt arbete med risk och säkerhetsfrågor i processen för miljökonsekvensbedömning av verksamheter. En vedertagen process bidrar till att öka förståelsen för frågorna och kvaliteten i MKB dokumenten. En ökad förståelse och kunskap bidrar förhoppningsvis också till att effektivisera processen och minska risken för att riskfrågor förbises.

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

Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götaland har tagit fram en gemensam riskpolicy 'Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods' där de anger att risker kopplat till farligt gods ska beaktas vid markanvändning inom 150 meter från en transportled för farligt gods [6]. Vidare ges i policyn även en rekommendation på lämplig markanvändning i närheten av transportleder. Rekommendationen har delats upp i tre olika zoner, se Figur 1-1, där zon A utgör området närmast transportleden och zon C längst bort. Inom respektive zon ges rekommendationer på lämplig bebyggelse där känslighetsgraden ökar med ökat avstånd till transportleden. Zonindelningen utgår inte från några fasta gränser eller avståndsangivelser utan styrs utav riskbilden för det aktuella planområdet.

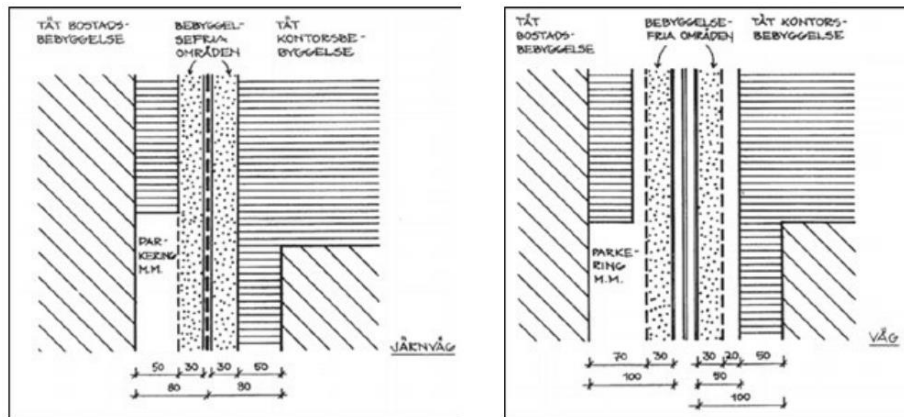


Figur 1-1. Zonindelning för riskhanteringsavstånd [6]. Zonerna representerar lämplig markanvändning i förhållande till transportled för farligt gods. Zonerna har inga fasta gränser.

1.4.4 Stadsbyggnadskontoret i Göteborg

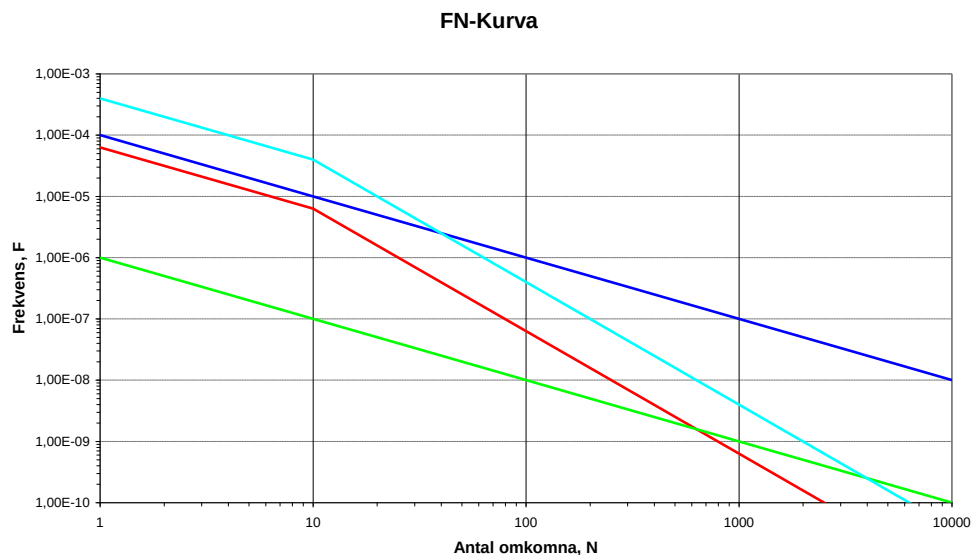
Vid tidigare version av riskutredningen [4] där kvantitativa beräkningar av individ- och samhällsrisk genomfördes fanns tidigare riktlinjer för Göteborgs Stad avseende rekommenderade skyddsavstånd och samhällsrisk (FÖP99) [1]. Stadsbyggnadsförvaltningen i Göteborg har nu tagit fram en ny översiktsplan samt ny vägledning för översiktsplanen [2] som ersätter det tidigare tematiska tillägget om farligt gods i FÖP99 – Farligt gods [1]. Till dess att en utredning med nya rekommenderade skyddsavstånd för respektive transportled för farligt gods i Göteborgs Stad har genomförts gäller dock fortsatt att de rekommenderade

skyddsavstånd som anges i FÖP99 – Farligt gods ska beaktas vid utarbetande av nya detaljplaner. Dessa avstånd redovisas i Figur 1-2.



Figur 1-2. Rekommenderat avstånd från järnväg till vänster och från väg till höger [1].

Däremot så är de tidigare kriterierna i FÖP99 [1] för bostäder och arbetsplatser vid värdering av samhällsrisk, se Figur 1-3, ej längre gällande enligt den nya vägledningen för översiktsplanen [2]. I de tidigare beräkningar av samhällsrisk som presenteras i denna utredning åskådliggörs fortfarande kriterierna från FÖP99, då dessa var gällande vid den tidpunkt då beräkningarna genomfördes. Tidigare kriterier från FÖP99 har dock inte använts för bedömning, eller värdering, av risknivå i denna utredning då de ej längre är gällande. Värdering av samhällsrisk har istället baserats på kriterier från DNV [7], se avsnitt 2.3.5.



Figur 1-3. Tidigare kriterier för bostäder (röd linje) och arbetsplatser (turkos linje) från FÖP99 [1]. I figuren redovisas som jämförelse även kriterier från DNV [7] (grön och blå linje), se avsnitt 2.3.5. Notera att kriterier för bostäder och arbetsplatser från FÖP99 ej längre är gällande och inte använts för värdering utav samhällsrisk.

1.5 Underlag

Nedan redovisas projektunderlag som nyttjats i utredningen. Externa referenser ingår ej här utan redovisas i separat referenslista.

Tabell 1-1. Projektunderlag som nyttjats i utredningen.

Datum	Handling	Upprättad av
2024-03-20	Illustrationsplan – Almedals fabriker	Mareld Arkitekter

2 Riskhänsyn vid fysisk planering

2.1 Fysisk planering

Fysisk planering regleras av plan- och bygglagen och miljöbalken och är en delprocess i samhällsplaneringen som reglerar användningen av mark- och vattenområden i tid och rum. Denna process utgörs vanligtvis utav översiktsplaner och detaljplaner vilka tas fram av kommunen som är självbestämmande i dessa frågor. I denna process har Länsstyrelsen en rådgivande och granskande roll. Vidare är Länsstyrelsens uppgift även att företräda och samordna statens intressen samt bevaka särskilda frågor kopplat till bland annat riksintressen och frågor som rör hälsa och säkerhet.

2.2 Risk

Risk är ett begrepp som kan tolkas på flera olika sätt. Det som avses med risk i denna utredning är kombinationen av en oönskad händelses sannolikhet multiplicerat med omfattningen av denna oönskade händelses konsekvens. Denna kombination kan vara kvalitativt och/eller kvantitativt bestämda. Vanligtvis diskuteras/kvantifieras risk utifrån två olika riskmått, individrisk och samhällsrisk.

Individrisk, eller platsspecifik risk, är risken per år för att en enskild individ ska omkomma till följd av en specifik händelse och på en specifik plats. Individrisk används för att se till att en enskild fiktiv person som stadigvarande antas vistas på en viss punkt inte ska utsättas för oacceptabelt höga risknivåer. Eftersom individrisken baseras på en enskild individ tar den inte hänsyn till hur många personer som faktiskt vistas inom ett specifikt område eller under hur långa tidsperioder de uppehåller sig på platsen [7].

Samhällsrisk, eller kollektivrisk, visar den ackumulerade sannolikheten för att ett visst antal personer skall omkomma till följd utav konsekvenserna av en specifik oönskad händelse. Till skillnad från individrisken så försöker samhällsrisk ta hänsyn till den faktiska befolkningssituation som råder inom studerat område – hur många som vistas på platsen, vid vilka tider på dygnet de vistas där samt hur länge de uppehåller sig på platsen innan de lämnar platsen [7].

2.2.1 Riskhänsyn

Kommunernas översiktsplaner och detaljplaner prövas utav Länsstyrelsen med avseende på miljö, hälsa och risk för olyckor. Riskhänsyn är således en högst relevant aspekt i fysisk planering och det är viktigt att lyfta redan tidigt i planeringsprocessen för att minska sårbarhet och öka planområdets robusthet [8].

Alla verksamheter är förknippade med risker som människor till viss grad accepterar, och nytta i en aspekt balanseras med en riskkostnad i densamma. I planprocessen innebär en alltför strikt riskhänsyn mycket stora skyddsavstånd från transportleder och verksamheter, vilket i sin tur kan innebära dålig stadsutveckling och ineffektiv markanvändning. En riskanalys i en planprocess syftar därför till att optimera markanvändningsnytta till en låg riskkostnad.

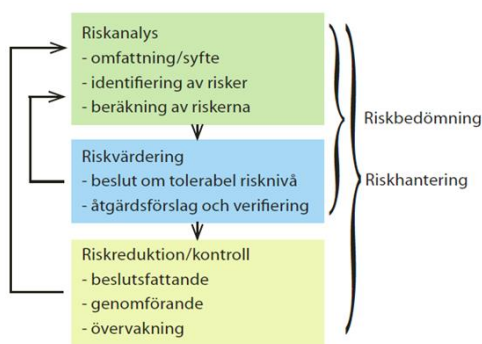
2.3 Metodik, principer och kriterier för riskvärdering

2.3.1 Metodik för riskhantering

Riskhanteringsprocessen består utav ett systematiskt och iterativt arbete för att kontrollera och/eller reducera olycksrisker. Processen kan övergripande delas in i tre olika steg:

- Riskanalys
- Riskvärdering
- Riskreduktion

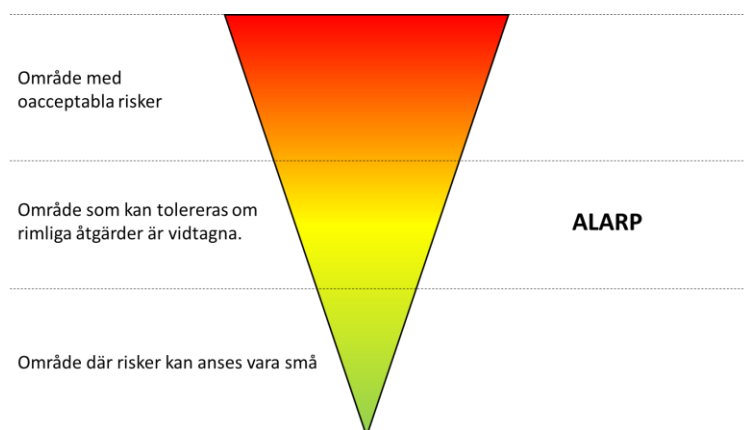
Dessa olika steg innefattar allt från identifiering av riskkällor, skyddsobjekt och potentiella olyckshändelser till värdering av sannolikhet för och konsekvens utav dessa olyckshändelser samt beslut om och genomförande av säkerhetshöjande åtgärder och uppföljning av att besluten resulterar i avsedd påverkan på riskbilden. I Figur 2-1 nedan redovisas en schematisk bild över processen.



Figur 2-1. Metodik för riskhantering [6].

2.3.2 Allmänt om kriterier för riskvärdering

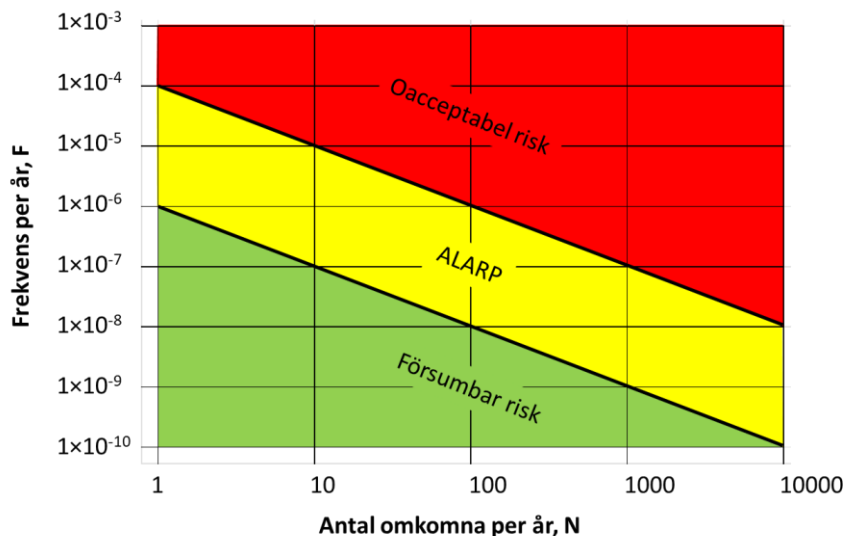
För att avgöra om risknivån är acceptabel eller ej används olika acceptanskriterier för riskvärdering. Dessa acceptanskriterier är uttryckta som en maximalt tillåten sannolikhet för att en olycka med en given konsekvens skall få tillåtas inträffa. Vidare är acceptanskriterierna definierade utifrån tre olika nivåer där en risk kan vara antingen acceptabla, acceptabla med restriktioner/åtgärder eller oacceptabla. Denna princip för riskvärdering åskådliggörs i Figur 2-2 nedan [7].



Figur 2-2. Princip för uppbyggnad av riskvärderingskriterier [7].

En risk anses vara acceptabel med restriktioner/åtgärder då risknivån hamnar inom ett område som vanligtvis benämns "ALARP" vilket står för "As Low As Reasonably Practicable". I de fall en risk för en olycka hamnar inom detta område bör mer restriktioner/åtgärder vidtas för att reducera risken så mycket som möjligt förutsatt att restriktionerna/åtgärderna är rimliga utifrån både ett praktiskt och ett

samhällsekonomiskt perspektiv. Konkret innebär detta en kombination av olika säkerhetshöjande restriktioner/åtgärder kan rekommenderas efter en avvägning avseende riskreduktionen i förhållande till restriktionens/åtgärdens kostnad. Restriktioner/åtgärder kan t.ex. utgöras av separering för att skapa ett större avstånd till riskkällan, differentierad bebyggelse för att minska bebyggelsens känslighetsgrad samt byggnadstekniska åtgärder och utformning av byggnaden och området intill riskkällan. I Figur 2-3 redovisas hur ALARP-zonen kan definieras med kvantitativa mått vid bedömning av samhällsrisk.



Figur 2-3. Illustration av ALARP-zonen för samhällsrisk med exempel på riskvärderingskriterier [7].

2.3.3 Räddningsverkets (MBS:s) fyra principer för riskvärdering

För olycksrisker som kan medföra risk för människors liv och hälsa bedöms risknivåerna utifrån fyra övergripande principer som tagits fram av tidigare Räddningsverket, nuvarande MSB [7]:

- **Rimlighetsprincipen** – Risker som kan elimineras eller reduceras med tekniskt och ekonomiskt rimliga medel ska alltid åtgärdas (oavsett den faktiska risknivån).
- **Proportionalitetsprincipen** – Den sammanlagda risknivån från en verksamhet bör stå i proportion till den nytta, i form av exempelvis produkter och tjänster, som verksamheten medför.
- **Fördelningsprincipen** – Riskerna bör, i relation till den nytta verksamheten medför, vara skäligt fördelade inom samhället.
- **Principen om undvikande av katastrofer** – Om risker inte kan elimineras bör konsekvensen hellre ske i form av mindre händelser som kan hanteras av befintliga resurser än i form av större katastrofer.

Proportionalitets- och fördelningsprincipen och principen om undvikande av katastrofer uppfylls vid en värdering av risken utifrån de kvantitativa värderingskriterierna för individ- och samhällsrisk. Rimlighetsprincipen kan uppfyllas genom exempelvis en så kallad kostnad-nytta-analys [7].

2.3.4 Risker för tredje man

När man genomför en riskvärdering eller diskuterar en olyckshändelse utifrån kriterier för risktolerans är det viktigt att beakta graden av frivillighet för en individ att exponeras för den aktuella risken. Med anledning av

detta så skiljer man på personer som har en anknytning till den aktuella riskkällan, t.ex. personer som arbetar vid riskkällan, och personer ur allmänheten, ofta benämnda som "tredje man". Denna uppdelning grundar sig i den fördelningsprincip, se avsnitt 2.3.3, som menar att enskilda individer inte ska utsättas för oproportionerligt stora risker i förhållande till den nytta som riskkällan medför till dem.

För verksamheter utgörs tredje man vanligtvis av utomstående personer som inte är inblandade i verksamhetens riskbild men som ändå riskerar att påverkas negativt i händelse av en olycka. Med avseende på transporter av farligt gods eller andra risker vid fysisk planering utgörs tredje man vanligtvis av närboende, personer som befinner sig på offentliga platser eller i lokaler i riskkällans närhet. Den risknivå som kan tolereras för tredje man bör vara mycket låg eftersom dessa personer vanligtvis endast har liten, eller ingen, nytta av den risk som verksamheten medför. För att risknivån ska bli tolerabel med avseende på tredje man kan därför säkerhetshöjande åtgärder bli nödvändiga, och markanvändning kan behöva regleras genom att planera för exploatering avsedd för låg persontäthet.

2.3.5 DNV:s föreslagna kriterier

Det finns för närvarande inget nationellt fastställt beslut om vilket tillvägagångssätt eller vilka kriterier som ska användas vid riskvärdering inom plan-/bygglovsprocessen i Sverige. Praxis är dock att vid riskvärdering använda sig utav "Det Norske Veritas" (DNV) förslag på riskkriterier för individ- och samhällsrisk [7].

För **individerisk** föreslog DNV följande kriterier:

- Övre gräns för område där risker, under vissa förutsättningar, kan accepteras: 10^{-5} per år.
- Övre gräns för område där risker kan kategoriseras som låga: 10^{-7} per år.

För **samhällsrisk** föreslog DNV följande kriterier:

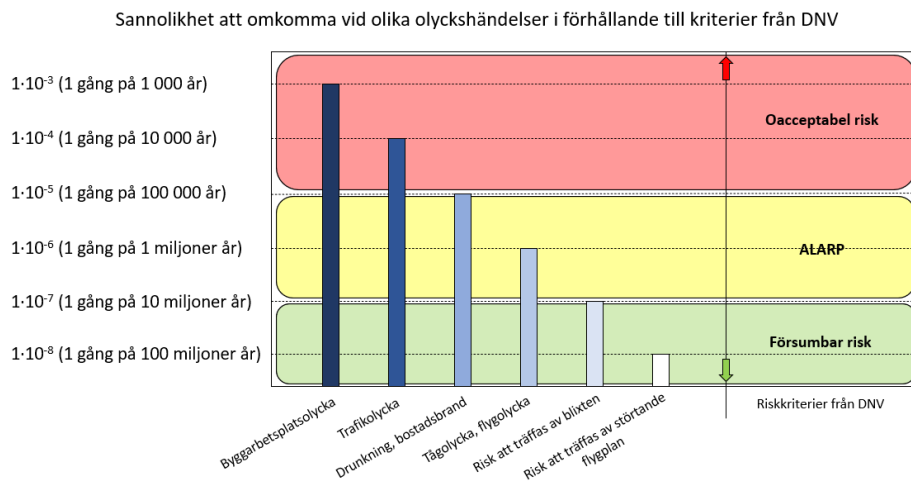
- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras: $F=10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutning på F/N -kurva: -1.
- Övre gräns för område där risker kan kategoriseras som låga: $F=10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutning på F/N -kurva: -1.

Samhällsriskkriterierna ovan beräknas med frekvenser för 1 km transportled och avser ett område på 1 km² med den tillkommande bebyggelsen placerad i mittpunkt.

2.3.6 Jämförelse av andra olycksrisker i samhället

IPS, Intresseföreningen för Processsäkerhet, har i sin publikation "Tolerabel risk inom kemikaliehanterande verksamheter" sammanställt ett antal olika risker för att omkomma som existerar i samhället. Risker att omkomma under sin livstid är 100%, eller uttryckt i termer av sannolikhet så är sannolikheten att omkomma 1 för alla människor. Om man antar att en livslängd uppgår till 100 år och risken att omkomma skulle fördelas jämnt under en livstid så skulle risken att omkomma ett enskilt år uppgå till 1/100 per år eller 1%. Sannolikheten är dock ej jämnt fördelad utan varierar över en livstid. Lägst sannolikhet att omkomma råder vid ca 7-års ålder då sannolikheten uppgår till ca. 0,0001 per år, eller 10^{-4} per år.

Befintlig statistik visar att risken att omkomma till följd av en olyckshändelse i Sverige uppgår till ca. $4 \cdot 10^{-4}$ per år för män och $3 \cdot 10^{-4}$ per år för kvinnor. Vidare visar statistiken att risken för att omkomma i arbetsolycka i Sverige är $2 \cdot 10^{-5}$ per år för män och $2 \cdot 10^{-6}$ per år för kvinnor. Även risken för att omkomma till följd av en byggnadsbrand är i storleksordningen $2 \cdot 10^{-5}$ per år och sannolikheten att omkomma pga. blixtnedslag är ca $4 \cdot 10^{-7}$ per år [9]. I Figur 2-4 görs en jämförelse mellan individrisker för olika olyckshändelser i samhället och de individrisker vid transport av farligt gods som anges i avsnitt 2.3.5.



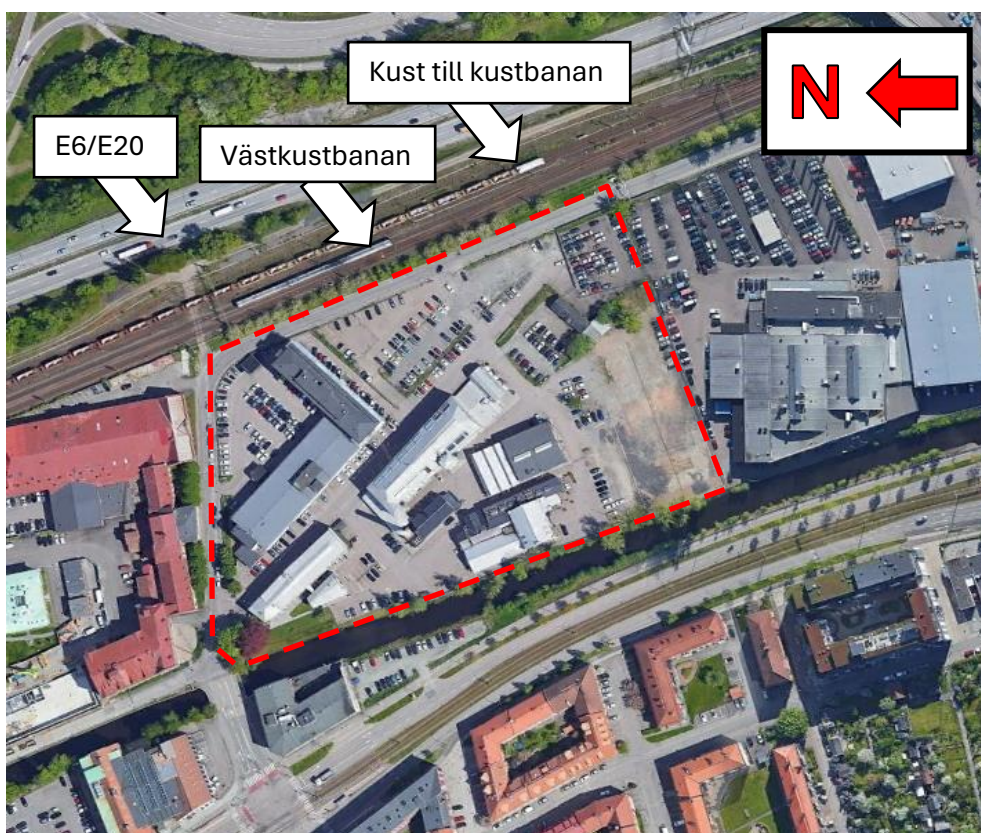
Figur 2-4. Jämförelse mellan olika individrisker i samhället och riskkriterier från DNV (se avsnitt 2.3.5).

3 Grundläggande förutsättningar

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

3.1 Planområdet och planförslag

Planområdet är beläget öster om Mölndalsvägen och gränsar till Västkustbanan, Kust till kustbanan och riksväg E6/E20 vilka löper öster om planområdet, se Figur 3-1. Planområdet ligger direkt söder om Lyckholms fabriker och inrymmer idag kontor och flera olika verksamheter.



Figur 3-1. Planområdets placering (röd markering) mellan Mölndalsån och studerade farligt godsleder.

Detaljplanens syfte är att skapa en blandad stadsbebyggelse med bostäder, kontor, handel och parkering. Planförslaget innebär att befintlig industribebyggelse i stor utsträckning bevaras och kompletteras med ny bebyggelse. Utmed planområdets östra del kommer byggnaderna primärt att innehålla kontor och i den sydvästra delen av planområdet föreslås ett kvarter med bostäder. Mot Gamla Almedalsvägen planeras bottenvåningarna innehålla lokaler med centrumverksamhet.

Totalt planeras ca 270 bostäder (ca 17 000 m²) och ca 40 450 m² centrumverksamhet innehållandes kontor, verksamheter, handel och utbildningslokaler (förskola och grundskola kommer ej att tillåtas enligt plankartan) i tillkommande bebyggelse inom detaljplanen. I dagsläget planeras centrumverksamheten att utgöras av ca 38 900 m² kontor och 1550 m² handel. Utöver detta kommer ca 16 000 m² befintlig bebyggelse inom planområdet att bevaras, vilket primärt kommer att utgöras utav kontorsbebyggelse. Vidare kommer även parkering att uppföras i ett garage under mark samt i ett parkeringshus i områdets östra del. Totalt

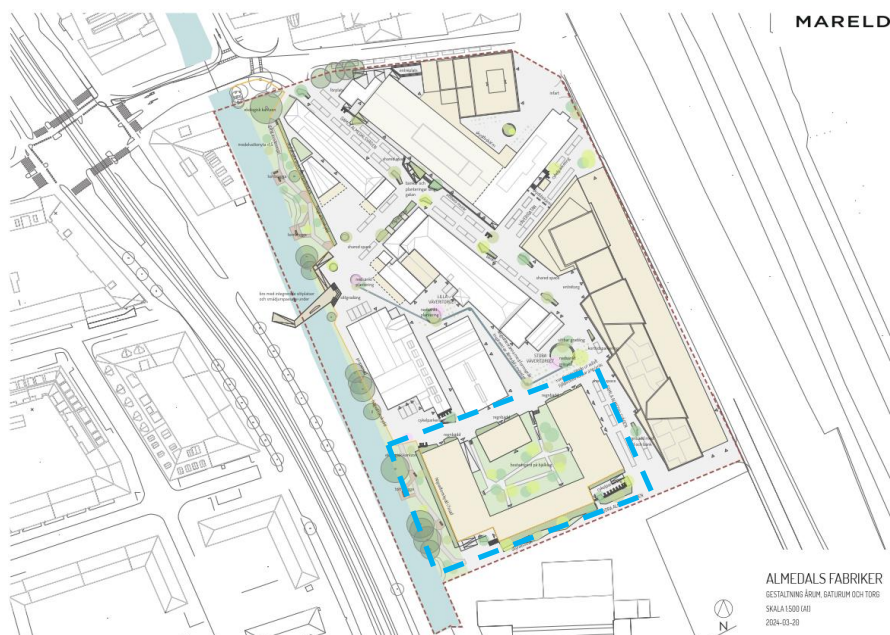
planeras ca 73 340 m² inom aktuell detaljplan. Längsmed Mölndalsån planerar man även att upprätta ett grönt promenadstråk, se Figur 3-2 och Figur 3-3 nedan.



Figur 3-2. Illustration av planerad bebyggelse vid Almedals fabriker där Mölndalsån syns till vänster i figuren och studerade farligt godsleder i figurens högra del. Illustration framtagen av Liljewall Arkitekter.

Bebyggelsen i planområdets östra del kommer att uppföras som en tät skärm i 6–7 våningar mot studerade farligt godsleder. Två av byggnadsvolymer planeras bli högre, upp till cirka 22–23 våningar. Principen är att den första raden av bebyggelse mot järnvägen och E6/E20 ska skydda bakomliggande bostadskvarter mot buller, luftföroreningar och olycka med farligt godstransporter. Där byggnad inte uppförs kommer denna avskärmande effekt att kompletteras med skärmar. I planområdets sydvästra del möjliggörs ett nytt kvarter för bostäder i 5–12 våningar.

Planområdet kan komma att uppföras i olika etapper. I tidigare versioner av riskutredningen diskuterades möjligheten att uppföra bostadsbebyggelsen (se blå markering i Figur 3-3) innan framförvarande bebyggelse för kontor och verksamheter uppfördes. Detta är dock ej längre en möjlighet då framförvarande bebyggelse krävs för att klara bullerkrav med avseende på bostadsbebyggelsen. Däremot kan Wallenstam istället för bostäder kunna komma uppföra kontor inom blå markering i Figur 3-3. I händelse av att kontorsbebyggelse uppförs istället för bostäder kan denna bebyggelse komma att uppföras innan framförvarande bebyggelse.



Figur 3-3. Föreslagen markanvändning inom planområdet. Grå byggnader anger befintlig bebyggelse, gula byggnader anger tillkommande bebyggelse. Blå markering anger var bostäder primärt planeras och grön markering anger var parkeringshuset planeras. Illustrationsplan framtagen av Mareld Arkitekter.

3.1.1 Tidigare förutsättningar för planområdet

Figur 3-2 och Figur 3-3 ovan redovisar de senast gällande förutsättningarna för detaljplanen. Som nämndes i avsnitt 1.1 så har arbetet med detaljplanen för Almedals fabriker genomgått ett flertal iterationer. På grund av de resultat som erhållits från bl.a. tidigare genomförd dagsljusstudie och bullerutredning har t.ex. byggnadshöjderna för olika byggnader inom planområdet kommit att förändras för att anpassas till dessa resultat. Dessa förändringar har även medfört att mängden BTA minskat något inom planområdet samt en viss omfördelning mellan de olika användningsområdena inom detaljplanen jämfört med det underlag som låg till grund för tidigare beräkning av individ- och samhällsrisk för planområdet [4]. Dessa förändringar bedöms ha en mycket begränsad påverkan på tidigare erhållna beräkningsresultat eftersom förändringen inom planområdet inte har medfört att mer BTA planeras närmre eller längre bort från studerade farligt godsleder, utan förskjutningen har skett inom de avståndintervall som legat till grund för beräkningarna, dvs. förskjutning längs med de aktuella farligt godslederna. Om något så bedöms de tidigare beräkningar som genomförts vara något konservativa för dagens planförslag då den totala mängden BTA inom planområdet minskat med ca 2 500 m² (ungefär 3%). I Tabell 3-1 nedan redovisas skillnaderna mellan nuvarande och tidigare förutsättningar för planområdet.

Tabell 3-1. Förändring av BTA inom planområde.

Användningsområde	Tidigare planförslag [4]	Nuvarande planförslag
Befintlig bebyggelse (kontor)	16 000 m ²	16 000 m ²
Tillkommande bostäder	16 800 m ²	17 000 m ²
Tillkommande centrumbebyggelse	43 000 m ²	40 450 m ²
Totalt	75 800 m ²	73 340 m ²

Baserat på ovanstående resonemang bedöms förändringarna inte medföra en signifikant påverkan på tidigare av individ- och samhällsrisker för planområdet [4], varför dessa resultat fortfarande bedöms vara

tillämpbara för studerad detaljplan. Det ska dock noteras att de beräkningsresultat som presenteras längre ner i riskutredningen är baserade på tidigare beräkningsförutsättningar för planområdet [4].

3.2 Personintensitet

Vid uppskattning av personintensitet har de uppgifter som presenteras i avsnitt 3.1.1 använts tillsammans med antaganden som presenteras i Bilaga D. Personintensiteten har beräknats med avseende på avstånd för samtliga farligt godsleder.

Då detaljplanen syftar till att utveckla Almedals fabriker till en integrerad stadsdel med blandstadskaraktär och en viktig knypunkt för staden kan det förväntas en större genomströmning av folk i och genom området samt att området och det gröna promenadområdet kan locka många besökare under kvällar och helger. Med anledning av detta har personintensiteten utökats med 50 personer dagtid och 20 personer nattetid som antagits vistas utomhus jämnt fördelade bakom första radens bebyggelse. Notera att detta antagande bedöms vara konservativt då det innebär att dessa personer vistas där under hela dagen/natten och under årets samtliga dagar.

I Tabell 3-2 till Tabell 3-4 nedan presenteras beräknad personintensiteten för studerat planområde med avseende på Västkustbanan, Kust till kustbanan respektive E6/E20. Personintensiteten tar hänsyn till såväl ny som befintlig bebyggelse inom det studerade planområdet samt de ytterligare personer som antagits uppehålla sig utomhus inom planområdet. Studerat planområde sträcker sig ca 250 meter längs studerat farligt godsleder.

Enligt erhållna uppgifter så kommer utbyggnaden av Västlänken intill planområdet inte att medföra att befintliga spårlägen för Västkustbanan och Kust till kustbanan kommer att flyttas närmare studerat planområde. De avstånd som anges i Tabell 3-2 och Tabell 3-3 nedan gäller således även efter att utbyggnaden av Västlänken är färdigställd.

Tabell 3-2. Antagen personintensitet för befintlig och tillkommande bebyggelse inom studerat planområde längsmed Västkustbanan. Avstånd är mätta från närmsta järnvägsspår.

Avstånd	Dagtid (10 h)		Natt (14 h)	
	Ute	Inne	Ute	Inne
0-25	0	0	0	0
25-50	33	633	0	2
50-100	60	1114	1	149
100-150	16	288	2	275
150-200	0	0	0	0

Tabell 3-3. Antagen personintensitet för befintlig och tillkommande bebyggelse inom studerat planområde längsmed Kust till kustbanan. Avstånd är mätta från närmsta järnvägsspår.

Avstånd	Dagtid (10 h)		Natt (14 h)	
	Ute	Inne	Ute	Inne
0-25	0	0	0	0
25-50	4	75	0	1
50-100	99	1531	8	87
100-150	39	391	9	338
150-200	21	40	7	0

Tabell 3-4. Antagen personintensitet för befintlig och tillkommande bebyggelse inom studerat planområde längsmed E6/E20. Avstånd är mätta från närmsta vägkant.

Avstånd	Dagtid (10 h)		Natt (14 h)	
	Ute	Inne	Ute	Inne
0-25	0	0	0	0
25-50	0	0	0	0
50-100	77	1104	7	3
100-150	58	716	8	212
150-200	28	216	8	212

Sammantaget bedöms beräknad personintensitet vara konservativ då all bebyggelse som ej utgörs av flerbostadshus eller parkering har ansatts till kontor, vilket har en hög personintensitet och beläggning över dagen jämfört med många andra typer av blandstadsbebyggelse. Utöver detta har alla dagar under året även behandlats som vardagar vid beräkningarna, dvs. bebyggelsen har antagits ha beläggning även under helger, semesterperioder och under andra lediga perioder under året.

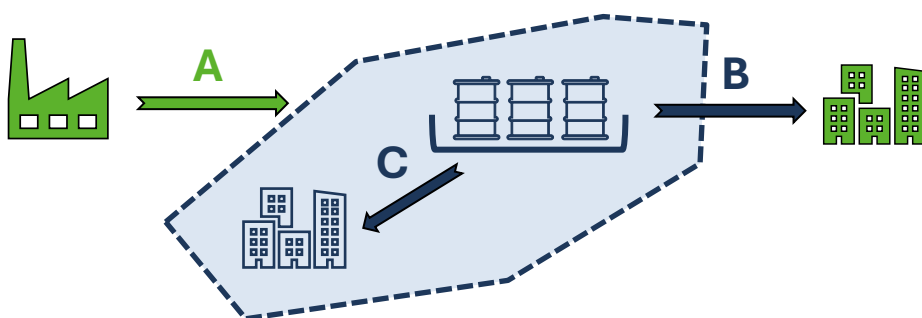
3.3 Närliggande verksamheter

Ingen ytterligare verksamhet i närområdet utöver studerade farligt godsleder bedöms påverka riskbilden för studerat planområde.

4 Riskidentifiering

Identifiering och bedömning av risker kan göras utifrån följande tre perspektiv:

- A. Risker från omgivningen som kan resultera i en negativ påverkan på planområdet.
- B. Risker från planområdet som kan resultera i en negativ påverkan på omgivningen.
- C. Risker inom planområdet som kan resultera i en negativ påverkan internt inom planområdet.



Figur 4-1. Illustration över risker från omgivningen som kan resultera i påverkan på planområdet (A), risker från planområdet som kan resultera i påverkan på omgivningen (B) och risker inom planområdet som kan resultera i påverkan inom planområdet (C).

Notera att inom ramen för denna riskutredning beaktas enbart externa som kan resultera i en negativ påverkan på planområdet, dvs. perspektiv A.

4.1 Risker från omgivningen

I denna riskutredning beaktas enbart risker med avseende på trafik och transporter av farligt gods i omgivningen.

4.1.1 Trafik och transporter med farligt gods

Inom det uppmärksamhetsavstånd på 150 meter som pekats ut av Länsstyrelserna i Skåne, Stockholm och Västra Götalands gemensamma riskpolicy [1] återfinns tre utpekade transportleder för farligt gods i närheten av studerat planområde. Dessa transportleder utgörs utav:

- Västkustbanan
- Kust till kustbanan
- E6/E20

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och produkter, som har sådana egenskaper att de kan skada människor, miljö, egendom och annat gods. Transport av farligt gods på land regleras i ADR⁵ för transport på väg och i RID⁶ för transport på järnväg. Farligt gods utgörs utav flera olika ämnen vars fysikaliska och kemiska egenskaper varierar. I ADR och RID delas farligt gods in i olika klasser beroende på vilka farliga egenskaper som ämnet har. Av alla transportklasser som redovisas i följande kapitel är det nedanstående klasser 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

Vid uppskattning av transporterat farligt gods på studerade farligt godsleder förbi studerat område 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 i beräkningarna fulla transporter vilket motsvarar ca 16 ton.
- För övriga kategorier av farligt gods på järnväg antas i beräkningarna att en genomsnittlig vagnslast är 25 ton med undantag från vagnslaster av brandfarliga gaser som antas vara 60 ton.
- 7% av det totala antalet godsvagnar antas innehålla farligt gods [10].
- Ett godståg antas bestå av i snitt 25 vagnar⁷
- Uppskattade mängder transporterat farligt gods har räknats upp för att representera ett framtidsscenario år 2040.

⁵ ADR är europeiska föreskrifter för transport av farligt gods på väg och i terräng. I Sverige används den nationella anpassningen ADR-S (MSBFS 2020:9).

⁶ RID är europeiska föreskrifter för transport av farligt gods på järnväg. I Sverige används den nationella anpassningen RID-S (MSBFS 2020:10).

⁷ 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.

4.1.1.1 Väst kustbanan

Väst kustbanan är en viktig länk för pendlingen och för godstrafiken i Västra Götaland, Halland och Skåne, samtidigt som den knyter ihop Göteborg med Öresundsregionen. Sträckan förbi studerat område är utbyggd till dubbelspår [11]. Väst kustbanan utgör transportled för farligt gods och samtliga ADR-klasser är representerade på Väst kustbanan. Minsta avstånd mellan Väst kustbanan och planerad bebyggelse uppgår till ca 25 meter.

4.1.1.1.1 Farligt gods på Väst kustbanan

Uppgifter gällande antal godståg (ÅDT) som transporteras på Väst kustbanan förbi studerat område har erhållits av Trafikverket och utgörs av en trafikprognos för år 2040. Fördelningen av godset inom respektive RID-klass baseras på SRV:s kartläggning av farligt gods från år 2006 [12]. Värdena är baserade på det nationella genomsnittet för samtliga järnvägar i Sverige, se Tabell 4-1 nedan. Erhållen information från Trafikverket är sekretessbelagd och redovisas därför inte i denna rapport. Uppgifter om antal godstransporter inom respektive RID-klass på Väst kustbanan som legat till grund för beräkningarna av individ- och samhällsrisk finns redovisade i Bilaga F som kan begäras ut av granskande myndigheter.

Tabell 4-1. Värden för fördelning mellan olika RID klasser med avseende på transport av farligt gods på järnväg baserat på SRV:s kartläggning [12].

RID-S klass	Andel transporterad mängd farligt gods på järnväg uttryckt i %
1. Explosiva ämnen och föremål	0,1%*
2.1 Brandfarliga gaser	11,1%
2.3 Giftiga gaser	3,7%
3. Brandfarlig vätska, klass 1	53,9%
5. Oxiderande ämnen	12,1%

*Enligt SRV:s kartläggning [12] transporteras inte klass 1 (0%) på järnväg enligt det nationella genomsnittet. Vid tidigare inventering har man ändå valt att ansätta 0,1% för att ta höjd för eventuella osäkerheter i underlaget.

4.1.1.2 Kust till kustbanan

Kust till kustbanan kallas järnvägen mellan Göteborg - Borås - Värnamo - Alvesta - Emmaboda, samt därifrån i två grenar till Kalmar och Karlskrona. Banan är enkelspårig och trafikerad av både person och godstrafik. Sedan 90-talet pågår en successiv upprustning av banan [13]. Minsta avstånd mellan Kust till kustbanan och planerad bebyggelse uppgår till ca 40 meter.

4.1.1.2.1 Farligt gods på Kust till kustbanan

Uppgifter gällande antal godståg (ÅDT) som transporteras på Kust till kustbanan förbi studerat område har erhållits av Trafikverket och utgörs av en trafikprognos för år 2040. Fördelningen av godset inom respektive RID-klass baseras på SRV:s kartläggning av farligt gods från år 2006 [12]. Värdena är baserade på det nationella genomsnittet för samtliga järnvägar i Sverige, se Tabell 4-1 ovan. Erhållen information från Trafikverket är sekretessbelagd och redovisas därför inte i denna rapport. Uppgifter om antal godstransporter inom respektive RID-klass på Kust till kustbanan som legat till grund för beräkningarna av individ- och samhällsrisk finns redovisade i Bilaga F som kan begäras ut av granskande myndigheter.

4.1.1.3 E6/E20

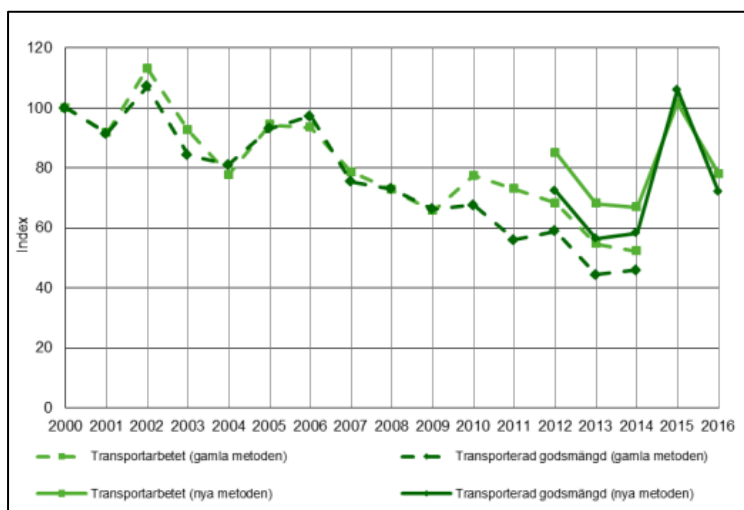
E6/E20 löper strax nordöst förbi planområdet. Vägen utgör motorväg med två filer i vardera riktningen. E6/E20 är utpekad som primär transportled för farligt gods och är starkt trafikerad. Hastighetsbegränsningen är 70 km/h norr om Kallebäcksmotet och variabel, men maximalt 80 km/h söder om detsamma. Minsta avstånd mellan E6/E20 och planerad bebyggelse uppgår till ca 62 meter.

Enligt den trafikutredning som genomförts [14] uppgår trafikflödet (ÅDT) på E6/E20 förbi planområdet till 81 300 och att 13% av trafikflödet utgörs av tungtrafik. Notera att dessa värden är uppräknat med Trafikverkets aktuella uppräkningsstatistik för att gälla ett prognosår 2040.

4.1.1.3.1 Farligt gods på E6/E20

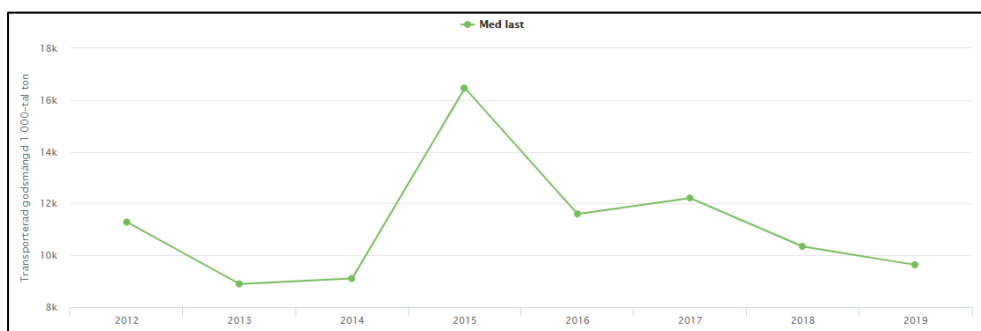
År 2017 transporterades totalt 449 miljoner ton gods av svenskregistrerade lastbilar inom Sverige. Samma år transporterades 12 miljoner ton farligt gods på svenska vägar vilket motsvarar ca 2,7 % av den totala mängden gods som transporterades.

Lastbilsbranschen arbetar aktivt med ett flertal projekt som syftar till att minska volymerna av farligt gods på de svenska vägarna. År 2000 transporterades 15,4 miljoner ton farligt gods på landets vägar. Sedan dess har såväl transporterad godsmängd som transportarbete med denna typ av last uppvisat en minskande trend, se Figur 4-2 [15].



Figur 4-2. År 2000 transporterades 15,4 miljoner ton farligt gods på landets vägar. Sedan dess har såväl transporterad godsmängd som transportarbete med denna typ av last uppvisat en minskande trend. I figuren visas trenden med år 2000 som bas.

Efter år 2017 har Trafikanalys inte själva publicerat några grafer avseende trenden i mängden farligt gods. Trafikanalys har dock fortsatt att publicera trafikuppgifter för mängden farligt gods som transporteras [16]. Dessa trafikuppgifter från Trafikanalys visar på att trenden med en minskande mängd farligt gods hållit i sig, vilket redovisas i Figur 4-3, som sammanställts av COWI i tidigare version av riskanalysen, utifrån publicerade data från Trafikanalys.



Figur 4-3. Trenden avseende mängd transporterat farligt gods har fortsatt att minska sedan år 2017.

År 2019 transporterades det totalt 449 miljoner ton gods varav 9 miljoner ton utgjorde farligt gods [17] vilket motsvara ca 2% av den totala mängden gods. Beräkningarna i denna rapport har utgått från detta värde vilket bedöms vara rimligt fram till ett prognosår 2040. Detta ger totalt ca 77 154 transporter med farligt gods på E6/E20 förbi planområdet vid ett prognosår 2040 ($81\,300 * 0,13 * 0,02 * 365 = 77\,154$).

Fördelningen av det farliga godset inom respektive ADR-klass baseras på SRV:s kartläggning av farligt gods från år 2006 [12]. Värdena är baserade på det nationella genomsnittet för samtliga vägar i Sverige, se Tabell 4-2 nedan.

Tabell 4-2. Värden för fördelning mellan olika ADR-S klasser med avseende på transport av farligt gods på väg baserat på SRV:s kartläggning [12].

ADR-S klass	Andel transporterad mängd farligt gods på järnväg uttryckt i %
1. Explosiva ämnen och föremål	0,1%
2.1 Brandfarliga gaser	1,8%
2.3 Giftiga gaser	1%*
3. Brandfarlig vätska, klass 1	69,6%
5. Oxiderande ämnen	0,6%

*Enligt SRV:s kartläggning [12] transporteras inte klass 2.3 (0%) på järnväg enligt det nationella genomsnittet. Vid tidigare inventering har man ändå valt att ansätta 1% för att ta höjd för eventuella osäkerheter i underlaget.

Enligt SRV:s fördelning [12], samt de antaganden som presenterades i avsnitt 4.1.1, erhålls följande antal godstransporter på E6/E20, se Tabell 4-3 nedan.

Tabell 4-3. Antal farligt godstransporter på E6/E20 fördelat på ADR-klass vid prognosår 2040.

ADR-klass	Uppskattat antal transporter på E6/E20, år 2040
1.1 Masseexplosiva ämnen (små)	6 st.
1.1 Masseexplosiva ämnen (stora)	2 st.
2.1. Brandfarliga Gaser	1 389 st.
2.3 Giftiga gaser	772 st.
3. Brandfarlig vätska	53 699 st.
5. Oxiderande ämnen	463 st.

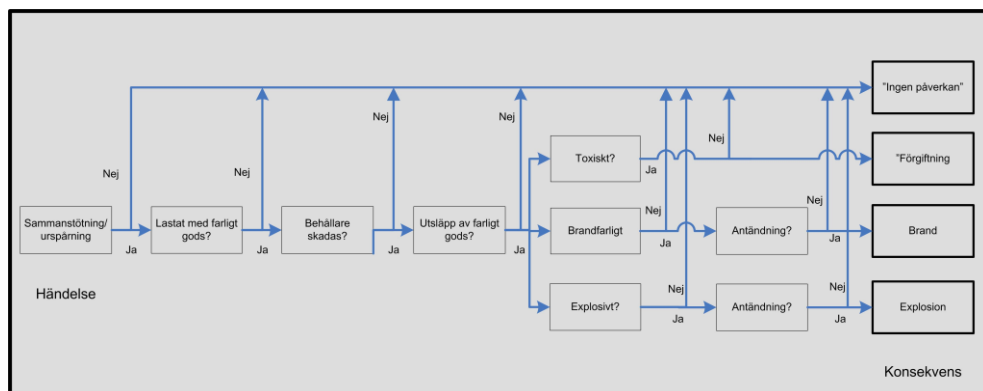
5 Faror vid olycka med farligt gods

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 5-1.



Figur 5-1. Schematiskt händelseförlopp vid farligt godsolycka.

I Tabell 5-1 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 [18].

Tabell 5-1. Generella faror med olika transportklasser av farligt gods.

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

Handling

Komplettering av riskutredning för
Almedals fabriker

Uppdragsgivare

Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs
Stad

Datum

2024-03-20

Status

Version 2.0

Uppdragsnummer

242016-Rapport-01

Uppdragsansvarig

Viktor Sturegård

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

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

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

Bedömning av konsekvenser i denna analys baseras på andelen omkomna personer vid en olyckshändelse med transport av farligt gods. Konsekvensbedömningen baseras på Göteborgs kommuns översiktsplan [1], VTI rapport 387:4 [19], konsekvensberäkningar i Effekt plus och PHAST [20] samt simuleringar i programmet Bfk (Beräkningsmodeller för kemikalieexponering) [21]. 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 risknivå. För beräknad risk redovisas först individrisken och därefter presenteras samhällsrisken.

I tabellerna och figurer nedan redovisas individrisken utan respektive med hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder. Notera att samtliga rekommenderade skyddsåtgärder inte kvantifierats, vilka skyddsåtgärder som rekommenderats återfinns i avsnitt 8.2 och vilka som kvantifierats återfinns i Bilaga A, avsnitt A.6. Notera även att skyddsåtgärder i beräkningarna endast har applicerats på ny bebyggelse samt att första radens skyddande effekt för personer i andra raden och utomhus antas vara en skyddsåtgärd (dvs effekten av denna barriär beaktas ej i resultat som presenterar risknivån utan skyddsåtgärder).

Som beskrevs i avsnitt 3.1.1 ovan är de beräkningsresultat avseende individ och samhällsrisk nedan baserade på de tidigare beräkningsförutsättningar för planområdet då beräkningarna genomfördes [4]. I enlighet med vad som beskrevs i avsnitt 3.1.1 ovan kan de förändringar som skett inom planområdet förväntas ha mycket begränsad påverkan på tidigare erhållna beräkningsresultat. Om något så bedöms de tidigare beräkningar som genomförts vara något konservativa för dagens planförslag då den totala mängden BTA inom planområdet minskat något.

6.1 Individrisk för studerat område

I Tabell 6-1 till Tabell 6-6 nedan redovisas individrisken med avseende på Västkustbanan, Kust till kustbanan samt E6/E20 baserat på identifierade olyckshändelser.

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.

6.1.1 Västkustbanan

Tabell 6-1. Individrisk längs med studerad sträcka med avseende på Västkustbanan, utan hänsyn till riskreducerande åtgärder för ny bebyggelse. Avstånd är mätta från närmsta järnvägsspår.

Avstånd	Individrisk för personer på olika avstånd från studerad sträcka	
	Utomhus	Inomhus
0-25 m	2,45E-07	1,93E-07
25-50 m	1,44E-07	9,19E-08
50-100 m	6,24E-08	2,45E-08
100-150 m	2,19E-08	< 1,00E-09
150-200 m	7,45E-09	< 1,00E-09

Tabell 6-2. Individrisk längs med studerad sträcka med avseende på Västkustbanan, med hänsyn till riskreducerande åtgärder för ny bebyggelse. Avstånd är mätta från närmsta järnvägsspår.

Avstånd	Individrisk för personer på olika avstånd från studerad sträcka	
	Utomhus	Inomhus
0-25 m	2,45E-07	4,60E-08
25-50 m	1,44E-07	1,19E-08
50-100 m	6,24E-08	3,78E-09
100-150 m	2,19E-08	< 1,00E-09
150-200 m	7,45E-09	< 1,00E-09

6.1.2 Kust till kustbanan

Tabell 6-3. Individrisk längs med studerad sträcka med avseende på Kust till kustbanan, utan hänsyn till riskreducerande åtgärder för ny bebyggelse. Avstånd är mätta från närmsta järnvägsspår.

Avstånd	Individrisk för personer på olika avstånd från studerad sträcka	
	Utomhus	Inomhus
0-25 m	4,58E-08	3,52E-08
25-50 m	2,78E-08	1,42E-08
50-100 m	8,06E-09	5,03E-09
100-150 m	1,28E-09	< 1,00E-09
150-200 m	5,77E-10	< 1,00E-09

Tabell 6-4. Individrisk längs med studerad sträcka med avseende på Kust till kustbanan, med hänsyn till riskreducerande åtgärder för ny bebyggelse. Avstånd är mätta från närmsta järnvägsspår.

Avstånd	Individrisk för personer på olika avstånd från studerad sträcka	
	Utomhus	Inomhus
0-25 m	4,58E-08	2,17E-08
25-50 m	2,78E-08	2,50E-09
50-100 m	8,06E-09	1,08E-09
100-150 m	1,28E-09	< 1,00E-09
150-200 m	5,77E-10	< 1,00E-09

6.1.3 E6/E20

Tabell 6-5. Individrisk längs med studerad sträcka med avseende på E6/E20, utan hänsyn till riskreducerande åtgärder för ny bebyggelse. Avstånd är mätta från närmsta vägkant.

Avstånd	Individrisk för personer på olika avstånd från studerad sträcka	
	Utomhus	Inomhus
0-25 m	2,25E-05	1,81E-05
25-50 m	4,50E-06	2,29E-06
50-100 m	1,22E-07	7,77E-08
100-150 m	1,82E-08	< 1,00E-09
150-200 m	8,40E-09	< 1,00E-09

Tabell 6-6. Individrisk längs med studerad sträcka med avseende på E6/E20, med hänsyn till riskreducerande åtgärder för ny bebyggelse. Avstånd är mätta från närmsta vägkant.

Avstånd	Individrisk för personer på olika avstånd från studerad sträcka	
	Utomhus	Inomhus
0-25 m	2,25E-05	3,51E-07
25-50 m	4,50E-06	4,30E-08
50-100 m	5,77E-08	9,09E-09
100-150 m	1,72E-08	< 1,00E-09
150-200 m	8,07E-09	< 1,00E-09

6.1.4 Samlad individrisk

I Tabell 6-7 nedan presenteras den samlade individrisken med avseende på samtliga leder för den bebyggelse som ligger närmast studerade farligt godsleder, det vill säga vad den högsta aggregerade individrisken för planområdet blir på 25-50 meters avstånd från Västkustbanan.

Tabell 6-7. Samlad individrisk längs med studerad sträcka med avseende på samtliga leder, utan respektive med hänsyn till riskreducerande åtgärder för ny bebyggelse. Avstånd är mätta från närmsta järnvägsspår/väggkant.

Samlad individrisk för personer i byggnaden närmast studerade farligt godsleder		
Med/utan skyddsåtgärder	Utomhus	Inomhus
Utan riskreducerande åtgärder	2,94E-07	1,84E-07
Med riskreducerande åtgärder	2,30E-07	2,34E-08

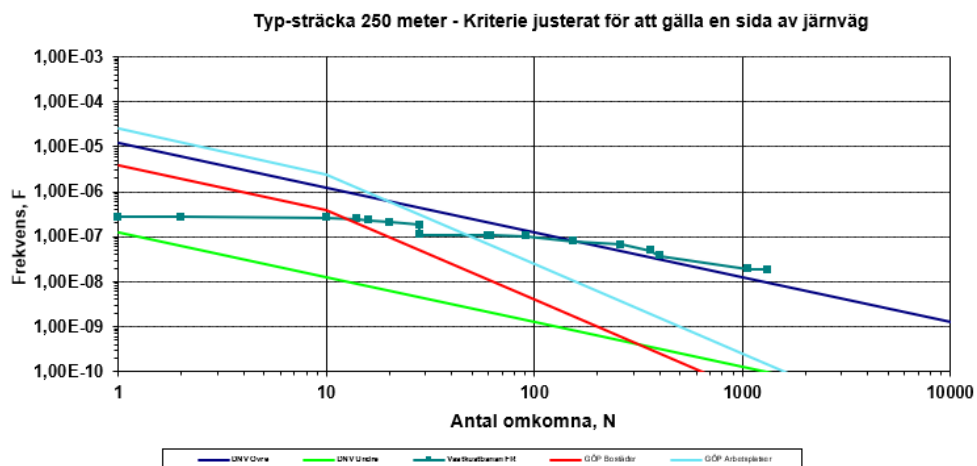
6.2 Samhällsrisk för studerat område

I detta kapitel presenteras FN-kurvor (samhällsrisk) för det studerade planområdet efter att den bebyggelse som presenteras i avsnitt 3.1.1 tillkommit. Samhällsrisk presenteras med respektive utan hänsyn till rekommenderade/kvantifierade skyddsåtgärder tillsammans med DNV:s och kriterier i FÖP99 [1]. Ursprungligen gäller DNV:s kriterier ett område på 1 km och kriterier i FÖP99 ett område på 2 km (båda sidor av vägen/järnvägen). Vid beräkning har dessa kriterier justerats så att de gäller ett område på 250 meter på en sida av järnvägen/vägen vilket motsvarar dimensionerande sträcka för beräkningar för det studerade området. Det vill säga acceptanskriteriet för DNV har multiplicerats med 0,125 och kriterier från FÖP99 har multiplicerats med 0,0625 (250 meter). Beräkningarna av samhällsrisk redovisas i Bilaga A.

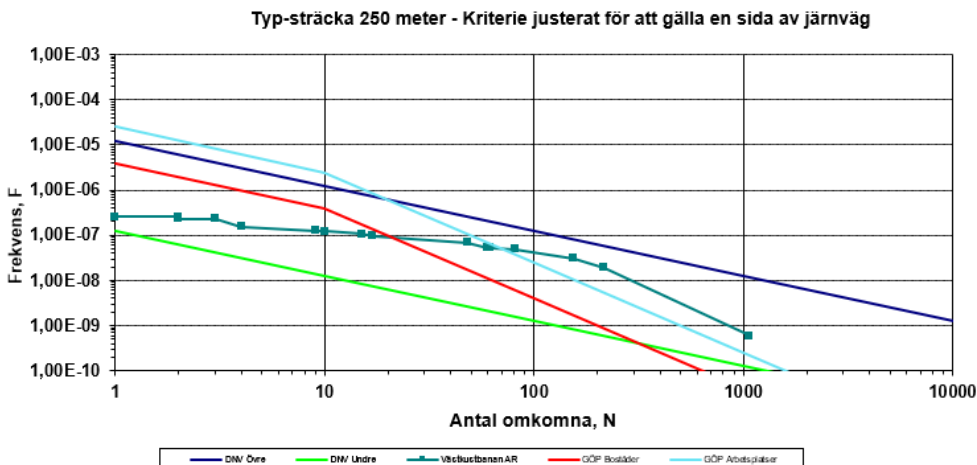
Som beskrevs ovan i avsnitt 1.4.4 så är de tidigare kriterierna för samhällsrisk från FÖP99 [1] avseende bostäder och arbetsplatser ej längre gällande enligt den nya vägledningen för översiktsplanen [2]. I de beräkningar av samhällsrisk som presenteras nedan åskådliggörs fortfarande kriterierna från FÖP99 (röd och turkos markering), då dessa var gällande vid den tidpunkt då beräkningarna genomfördes. Tidigare kriterier från FÖP99 har dock inte använts för bedömning eller värdering av risknivå i denna utredning då de ej längre är gällande.

6.2.1 Väst kustbanan

I Figur 6-1 och Figur 6-2 nedan redovisas samhällsrisker med avseende på Väst kustbanan för hela planområdet utan respektive med riskreducerande åtgärder för tillkommande bebyggelse.



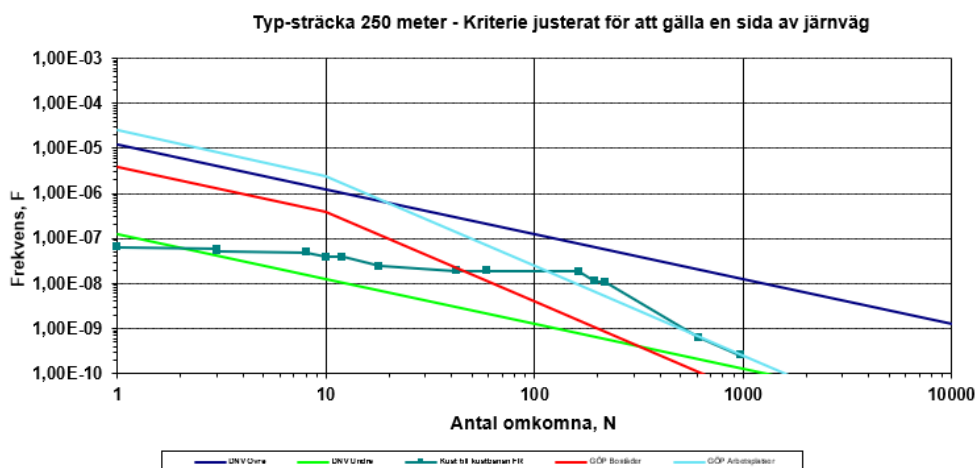
Figur 6-1. Samhällsrisker för hela det studerade planområdet efter etablering i enlighet med beskrivningar i avsnitt 3.1.1 med avseende på Väst kustbanan, utan hänsyn till riskreducerande åtgärder.



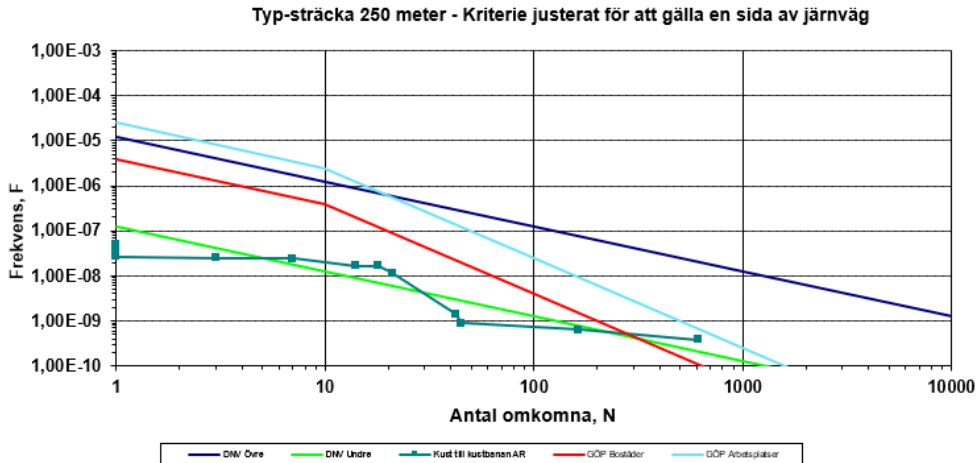
Figur 6-2. Samhällsrisker för hela det studerade planområdet efter etablering i enlighet med beskrivningar i avsnitt 3.1.1 med avseende på Väst kustbanan, med hänsyn till riskreducerande åtgärder för tillkommande bebyggelse.

6.2.2 Kust till kustbanan

I Figur 6-3 och Figur 6-4 nedan redovisas samhällsrisker med avseende på Kust till kustbanan för hela planområdet utan respektive med riskreducerande åtgärder för tillkommande bebyggelse.



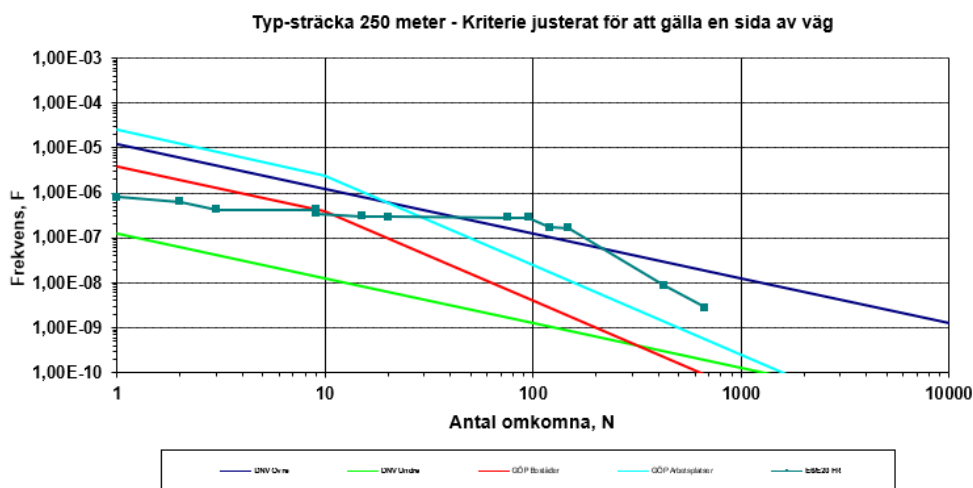
Figur 6-3. Samhällsrisker för hela det studerade planområdet efter etablering i enlighet med beskrivningar i avsnitt 3.1.1 med avseende på Kust till kustbanan, utan hänsyn till riskreducerande åtgärder.



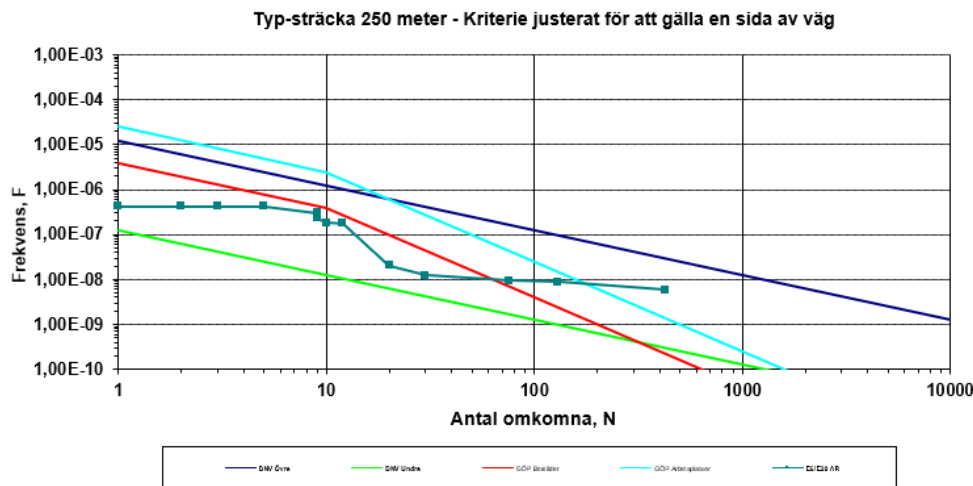
Figur 6-4. Samhällsrisker för hela det studerade planområdet efter etablering i enlighet med beskrivningar i avsnitt 3.1.1 med avseende på Kust till kustbanan, med hänsyn till riskreducerande åtgärder för tillkommande bebyggelse.

6.2.3 E6/E20

I Figur 6-5 och Figur 6-6 nedan redovisas samhällsrisker med avseende på E6/E20 för hela planområdet utan respektive med riskreducerande åtgärder för tillkommande bebyggelse.



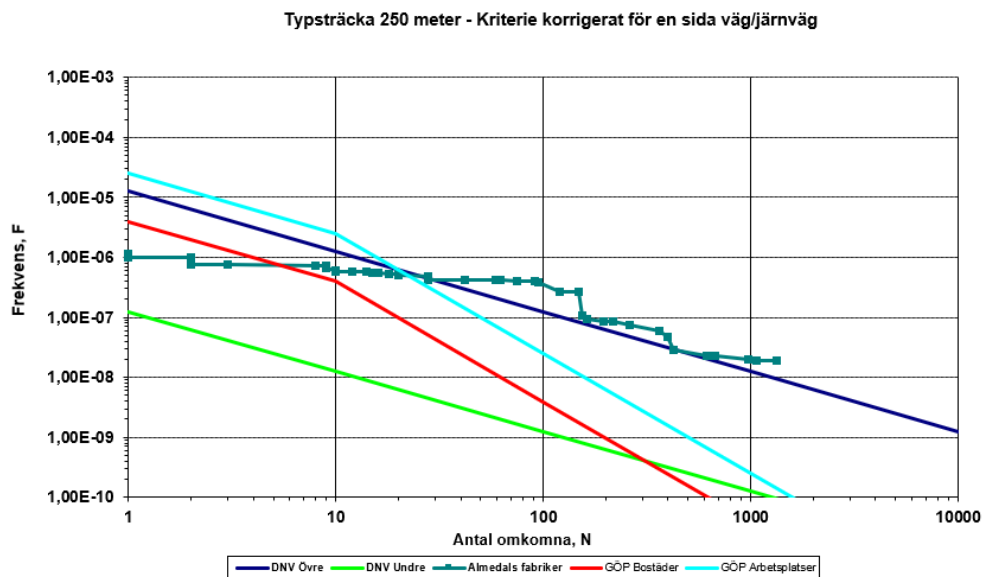
Figur 6-5. Samhällsrisker för hela det studerade planområdet efter etablering i enlighet med beskrivningar i avsnitt 3.1.1 med avseende på E6/E20, utan hänsyn till riskreducerande åtgärder.



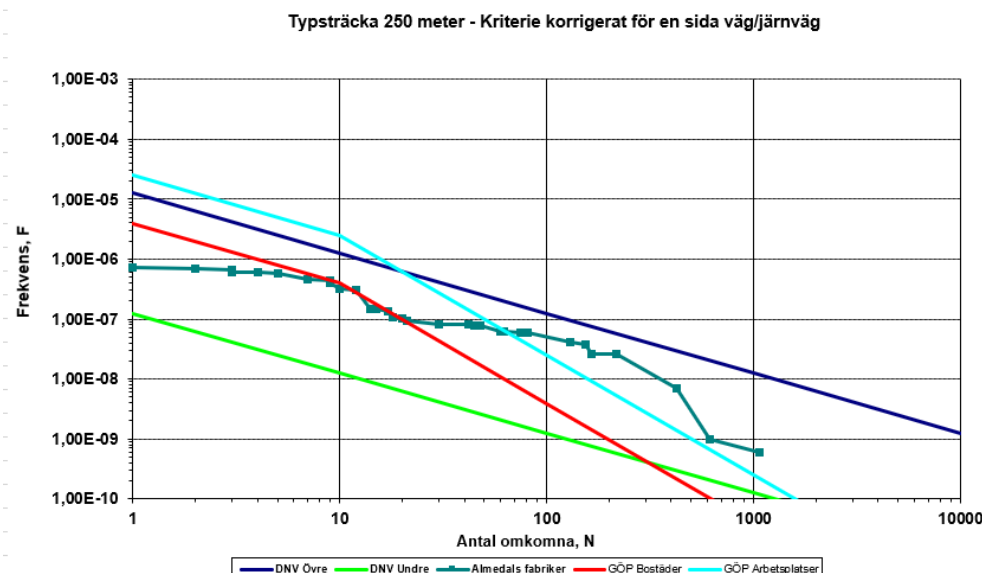
Figur 6-6. Samhällsrisker för hela det studerade planområdet efter etablering i enlighet med beskrivningar i avsnitt 3.1.1 med avseende på E6/E20, med hänsyn till riskreducerande åtgärder för tillkommande bebyggelse.

6.2.4 Samlad samhällsrisk

I Figur 6-7 och Figur 6-8 nedan redovisas den samlade samhällsrisk med avseende på det totala riskbidraget från samtliga studerade leder för hela planområdet utan, respektive med, riskreducerande åtgärder för tillkommande bebyggelse.



Figur 6-7. Samhällsrisk för hela det studerade planområdet efter etablering i enlighet med beskrivningar i avsnitt 3.1.1 med avseende på samtliga studerade leder, utan hänsyn till riskreducerande åtgärder.



Figur 6-8. Samhällsrisk för hela det studerade planområdet efter etablering i enlighet med beskrivningar i avsnitt 3.1.1 med avseende på samtliga studerade leder, med hänsyn till riskreducerande åtgärder för tillkommande bebyggelse.

6.3 Diskussion kring resultat

6.3.1 Individrisk

Beräkningarna av individrisk visar att E6/E20 och Västkustbanan står för det dominerande riskbidraget och att bidraget från Kust till kustbanan är relativt begränsat. Individrisken minskar med ökat avstånd ifrån farligt godsleder och individrisken reduceras när hänsyn tas till studerade skyddsåtgärder.

Jämfört med DNV:s kriterier hamnar den samlade individrisken **utomhus utan riskreducerande åtgärder** för den mest utsatta delen av planområdet på en nivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnads-nytta synpunkt. **Med riskreducerande åtgärder** minskar den samlade individrisken utomhus för den mest utsatta delen av planområdet något men hamnar fortsatt på en nivå där ytterligare skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnads-nytta synpunkt.

Jämfört med DNV:s kriterier hamnar den samlade individrisken **inomhus utan riskreducerande åtgärder** för den mest utsatta delen av planområdet på en nivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnads-nytta synpunkt. **Med riskreducerande åtgärder** hamnar den samlade individrisken inomhus för den mest utsatta delen av planområdet på en nivå som anses som låg och där behov av ytterligare skyddsåtgärder ej anses föreligga.

6.3.2 Samhällrisk

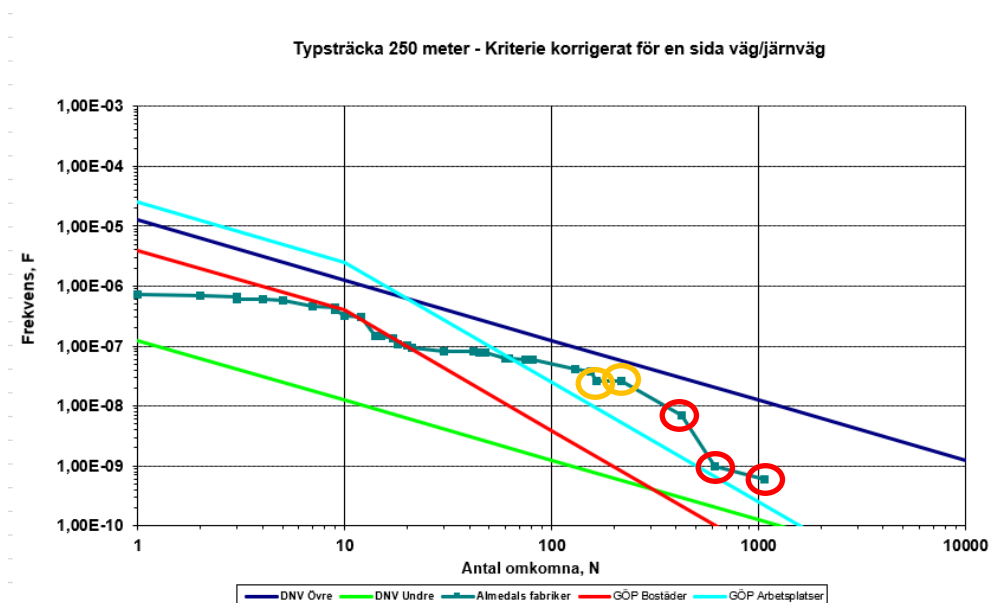
Jämfört med DNV:s kriterier hamnar samhällrisken över DNV:s övre kriterie när hänsyn ej tas till rekommenderade skyddsåtgärder. Detta innebär att samhällrisken utan några riskreducerande åtgärder inte är acceptabel.

Samhällrisken reduceras när hänsyn tas till rekommenderade skyddsåtgärder. När detta görs hamnar samhällrisken över DNV:s undre kriterie men under DNV:s övre kriterie, dvs inom ALARP området där ytterligare skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnads-nytta synpunkt.

I tidigare version av riskutredningen konstaterades att ett antal scenarion medförde att samhällrisken överskred det då gällande kriteriet i FÖP99 [1] för bostäder respektive kontor. Detta utgjordes primärt för de scenarion som resulterade i fler än 75 omkomna. Notera att tidigare kriterier i FÖP99 avseende arbetsplatser och kontor dock ej längre är gällande. Den diskussion, se avsnitt 6.3.2.1, som fördes kring dessa scenarion har dock lämnats kvar i nuvarande version av riskutredningen då den anses belysa hur man arbetat med att sänka samhällrisken för planområdet, vilket även är tillämpligt vid bedömning utifrån DNV:s kriterier.

6.3.2.1 Scenarion som höjer samhällrisken över kriterier i FÖP99

Beräkningar av samhällrisken visar på några punkter som överskrider kriteriet för kontor enligt FÖP99 [1] även när hänsyn tagits till rekommenderade skyddsåtgärder, se Figur 6-9 nedan. Den främsta bidragande faktorn till detta är händelsen BLEVE och stora utsläpp av giftig gas. Notera dock att sedan dessa beräkningar genomfördes har riktlinjerna avseende samhällrisk i FÖP99 ersatts och idag utgår man i Göteborg istället från kriterierna i rapporten "Värdering av risk" [7]. Utifrån dessa riktlinjer hamnar samhällrisken på nivåer där ytterligare skyddsåtgärder skall bedömas utifrån ett kostnads-nytta synpunkt.



Figur 6-9. Samhällsrisk för hela det studerade planområdet efter etablering i enlighet med beskrivningar i avsnitt 3.1.1 med avseende på samtliga studerade leder, med hänsyn till riskreducerande åtgärder för tillkommande bebyggelse. Röd ring anger scenarion med BLEVE och orange ring anger scenarion med stora utsläpp av giftig gas.

En BLEVE är en speciell händelse som kan inträffa om en tank med kondenserad brandfarlig gas utsätts för yttre brand under en längre tid. Trycket i tanken stiger och på grund av den inneslutna mängdens expansion kan tanken rämna. Vid en BLEVE bildas ett eldklot som ger upphov till värmestrålning och tryckeffekter. Storleken på eldklotet beror framförallt på tankens innehåll. En tank på 20 ton ger upphov till ett eldklot på 60-75 meters radie. Tryckeffekterna bedöms vara betydligt större än den dimensionerande explosionslasten av en explosion med 10 kg gasol som tidigare använts vid samhällsplanering längsmed farligt godsleder i Göteborg. Att dimensionera byggnader för att motstå en BLEVE och därmed skydda personer inomhus bedöms inte rimligt med avseende på kostnad/nytta. Att skydda människor utomhus mot effekterna av en BLEVE bedöms inte heller rimligt/möjligt.

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

- Ett bebyggelsefritt område som ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse närmast studerade farligt godsleder. Det bebyggelsefria området kan användas för ytparkering, lokalväg, GC-bana, promenadstråk eller grönområden.
- Att utrymning bort från studerade farligt godsleder är möjlig inom 100 meter från studerade farligt godsleder.

Utöver BLEVE är det utsläpp av giftig gas som medför att risknivån hamnar på nivåer över kriterier i FÖP99 [1]. I riskutredningen har relativt långtgående skyddsåtgärder rekommenderats för att minska risken med avseende på utsläpp av giftig gas. Dessa utgörs huvudsakligen av att:

- Ventilationsintag ska placeras högt upp och på motsatt sida farligt godsleder samt att för bemannade verksamhetstyper, så som t.ex. kontoren, där personal kan antas ha god kännedom om lokalen bör friskluftsintag vara centralt avstängningsbara.

- Första radens bebyggelse uppförs med en tät, buffrande och avskärmande bebyggelse. Detta innebär att fönster i första radens bebyggelse som vetter mot studerade farligt godsleder ej får vara öppningsbara. Vidare innebär det även att en skärm skall finnas mellan lägre byggnadsdelar och/eller gatt för att skapa en sammanhängande avskärmande bebyggelse.

Inga ytterligare skyddsåtgärder bedöms vara kostnads-nyttomässigt rimliga med avseende på planerad bebyggelse för att minska risken avseende BLEVE och utsläpp av giftig gas då det skulle medföra alltför stora funktionella begränsningar för den bebyggelse som detaljplanen syftar till att uppföra.

I Bilaga C har en känslighetsanalys genomförts för att undersöka hur samhällsriskerna påverkas om exploateringen av området skulle reduceras. Vidare redovisas i Bilaga C även en känslighetsanalys över hur samhällsriskerna påverkas vid en etappvis utbyggnad av planområdet där Wallenstams bebyggelse uppförs innan framförvarande bebyggelse uppförs och denna bebyggelse därmed inte åtnjuter den skyddseffekt som tillskrivits första radens bebyggelse.

6.3.3 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. Detta bl.a. då dagens planförutsättningar medför ca 2 500 m² mindre BTA jämfört de förutsättningar som legat till grund för tidigare beräkningar av individ- och samhällsrisk, se avsnitt 3.1.1.

För en djupare diskussion angående osäkerheter, se Bilaga C.

7 Bedömning av lämpliga säkerhetshöjande åtgärder

I Boverkets och Räddningsverkets vägledningsrapport *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner* [22] anges flera exempel på åtgärder som skyddar mot olyckor. Åtgärderna är kategoriserade efter typ av åtgärd och är sorterade efter hur de vanligen förhåller sig till byggnaden och byggskedet enligt följande:

- Åtgärder före byggskedet eller vid sidan av en byggnad – **markåtgärder**.
Markåtgärderna delas in i markåtgärder respektive separations-/barriäråtgärder.
- Åtgärder förknippade med byggskedet – **byggnadsåtgärder**.
Byggnadsåtgärder delas in i utformningsåtgärder och fasadåtgärder.

Exempel på markåtgärder är markbeläggning (genomsläpplig eller tät), invallning, och dike. Separationsåtgärder kan vara skyddsavstånd, vegetation, vall och mur. Utformningsåtgärder handlar om hur planområdet och byggnaderna disponeras, förstärkning av stomme, placering av friskluftsintag. Ej öppningsbara fönster och brandskyddad fasad är två exempel på fasadåtgärder. I vägledningsrapporten finns detaljerad information om utformning av dessa säkerhetshöjande åtgärder och deras effekt mot olika typer av olyckor [22]. Där finns också information om hur sådana åtgärder kan beskrivas i detaljplaner.

De övergripande kategorier av säkerhetshöjande åtgärderna som studerats närmare för aktuell detaljplan har utgjorts utav:

- Skyddsavstånd samt disponering av byggnader och område
- Skydd mot brandspridning
- Ventilationsåtgärder för att skydda mot giftig gas
- Fasadåtgärder för att skydda mot gasmolnexplosion

7.1 Skyddsavstånd, disponering av byggnad och område samt utrymning

Markanvändningen kan disponeras på sätt så att risknivån inom området reduceras. Detta kan till exempel innebära att markanvändning som innefattar fler personer, känsligare personer och personer som kan ha svårt att på egen hand utrymma placeras längre bort från riskkällor än annan markanvändning där dessa faktorer inte är lika påtagliga.

I händelse av en olycka på närliggande farligt godsled kan Räddningstjänsten besluta om evakuering av intilliggande fastigheter och det är då viktigt att detta ska kunna ske så säkert som möjligt. För att uppnå tillfredsställande säkerhet vid evakuering är det därför vanligt att byggnader lokaliserade nära en transportled för farligt gods, där personer vistas stadigvarande, ska vara möjliga att evakuera på säkert sätt. Detta konkretiseras ofta med utrymningsvägar i riktning bort från riskkällan eller i skydd utav bygganden.

7.2 Skydd mot brandspridning

Skydd mot brandspridning kan åstadkommas antingen genom ett tillräckligt stort skyddsavstånd till riskkällan eller genom en kombination av markåtgärder och skyddsavstånd alternativt genom upprättande av avskärmande bebyggelse mellan riskkällan och bebyggelsen.

Genom att vidta skydd mot brandspridning, t.ex. genom att byggnaden uppförs med brandklassad fasad, möjliggör man för personer att utrymma byggnaden innan dess att kritiska förhållanden uppnås och brand i byggnaden riskerar att uppstå.

Vanligtvis förordas inte några särskilda skydd mot brandspridning från pölbränder för byggnader som uppförs på större avstånd än cirka 40-50 meter från närmaste punkt vid transportleder för farligt gods eftersom pölbränder inte förväntas ge allvarlig påverkan på människor eller byggnader på större avstånd än så, se Bilaga B.

7.3 Ventilationsåtgärder för att skydda mot giftig gas

Giftiga gaser är ofta tyngre än omgivande luft, vilket innebär att de rör sig utmed marken. Placeringen av friskluftsintag högt uppe kan minska risken att giftiga gaser kommer in i byggnaderna. Effekten blir större ju närmre utsläppspunkten som byggnaden är placerad och ju högre luftintaget är placerat. Lokala väder- och vindförhållanden har dock fortfarande en stor betydelse för koncentrationen. En placering av friskluftsintag på 8 meters höjd ovan mark minskar påtagligt koncentrationen av giftiga gaser som riskerar att tränga in i byggnaden, men även lägre placeringar än 8 meter ovan mark ger en reducerande effekt.

Ett alternativ till högt placerade friskluftsintag är att placera dem på byggnadens oexponerade sidor. I Boverkets och Räddningsverkets vägledningsrapport redovisas effekten av att placera friskluftsintag på byggnaders oexponerade sidor [22]:

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

7.4 Åtgärder för att skydda mot gasmolnexplosion

Skydd mot en gasmolnexplosion kan åstadkommas antingen genom ett tillräckligt stort skyddsavstånd till riskkällan eller genom en kombination av markåtgärder och skyddsavstånd alternativt genom upprättande av avskärmande bebyggelse mellan riskkällan och bebyggelsen.

För att minimera de negativa konsekvenserna vid en gasmolnexplosion kan byggnadens stomme utformas för att kunna motstå en dimensionerande explosionslast för att förhindra ett fortskridande ras i byggnaden efter explosionen. Vidare kan även delar av byggnaden, t.ex. fönster eller andra glaspartier utformas för att begränsa splitterverkan i händelse av en explosion.

8 Riskbedömning och slutsatser

8.1 Allmänt

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 den nya vägledningen avseende farligt gods för översiktsplanen i Göteborg [2] som tagits fram anges inga nya rekommenderade skyddsavstånd för respektive transportled för farligt gods inom Göteborgs. Tillsvidare gäller därför fortsatt att de rekommenderade skyddsavstånd som anges i FÖP – Farligt gods [1] ska beaktas vid utarbetande av nya detalplaner. I dessa riktlinjer anges att området inom 30 meter från farligt godsleden 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.

Vidare anges enligt de riktlinjer för riskhanteringsprocessen som presenteras i FÖP [1] att kontor ska placeras på större avstånd än 50 meter från transportled för farligt gods för väg respektive 30 meter för järnväg. Enligt samma riktlinjer ska bostäder placeras på större avstånd än 100 meter från transportled för farligt gods för väg respektive 80 meter för järnväg. Dessa riktlinjer uppfylls av planförslaget med undantag för delar av kontorsbebyggelsen som ligger inom 30 meter från Västkustbanan.

I den riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods [6] 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 1-1. Enligt dessa riktlinjer bör bostäder och centrum i zon C, kontor i zon B och parkering i zon A där zon C ligger längst bort från leden. Denna princip bedöms uppfyllas av planförslaget då känsligare bebyggelse har placerats bakom mindre känslig bebyggelse på större avstånd från studerade farligt godsleder.

För det minsta avstånd som råder mellan planerad bebyggelse och studerade farligt godsleder hamnar den samlade individrisken utan hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder på en nivå där skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad-nytta synpunkt både inomhus och utomhus. När hänsyn tas till rekommenderade skyddsåtgärder minskar den samlade individrisken för det minsta avstånd som råder mellan planerad bebyggelse och studerade farligt godsleder. Utomhus hamnar den samlade individrisken fortsatt på en nivå där ytterligare skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnad-nytta synpunkt medan den samlade individrisken inomhus hamnar på en låg nivå där behov av ytterligare skyddsåtgärder ej anses föreligga. Individrisken minskar med ökat avstånd till studerade farligt godsleder och för merparten av planområdet kommer den samlade individrisken att hamna på en låg nivå där behov av ytterligare skyddsåtgärder ej anses föreligga både inomhus och utomhus. Detta vid en jämförelse med DNV:s kriterier.

Jämfört med DNV:s kriterier hamnar den samlade samhällsrisken, med hänsyn till rekommenderade skyddsåtgärder, på en nivå mellan DNV:s övre och undre kriterie, dvs inom ALARP området där ytterligare skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnads-nytta synpunkt. De åtgärder som är kostnads-nyttomässigt rimliga att vidta för planområdet bedöms redan ha rekommenderats i denna riskutredning och det bedöms

således ej finns fler åtgärder som är praktiskt genomförbara eller kostnads-nyttomässigt försvarbara för planerad bebyggelse. En känslighetsanalys avseende reduktion av exploatering har visat att även mycket omfattande reduktion av exploateringen inte leder till en signifikant reduktion av samhällsrisk för dessa scenarion.

Sammantaget bedöms beräknade individ- och samhällsrisker visa att föreslagen blandstadsbebyggelse med bostäder, kontor, handel och parkering i den omfattning som presenteras i kapitel 3 är möjligt inom planområdet. Detta givet att rekommenderade skyddsåtgärder med avseende på farligt gods vidtas.

8.2 Rekommendationer och skyddsåtgärder

De skyddsåtgärder som föreslås i denna riskutredning syftar till att:

- Reducera/motverka möjliga olyckslaster i form av strålningseffekter, effekt av explosion samt effekt av giftig gas.
- Begränsa antalet människor som kan bli utsatta för en viss olyckseffekt.
- Säkerställa möjligheter till insats i händelse av olycka.

Utifrån genomförda beräkningar av individ- och samhällsrisk, kriterier och riktlinjer avseende farligt gods, platsspecifika förhållanden och kvalitativa värderingar föreslås följande skyddsåtgärder för planerad bebyggelse:

- Ett bebyggelsefritt område skall bevaras mellan planerad bebyggelse och studerade farligt godsleder. Det bebyggelsefria område skall ej utformas på ett sätt som uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Det bebyggelsefria området kan användas för ytparkering, lokalväg eller GC-bana.
- Barriär ska finnas som motverkar att vätska rinner in på området. Förslag på barriär kan vara: vall, dike eller plank som är tätt i nedkant. Enligt Sveriges kommuner och Regioner [23], räcker det med att ett sådant skydd är ett par decimeter högt för att uppfylla syftet⁸. Befintlig geometri mellan planområdet och studerade farligt godsleder bedöms uppfylla detta krav.
- Inom 100 meter från studerade farligt godsleder skall utrymning vara möjlig bort från närmsta farligt godsled. Syftet med denna åtgärd att möjliggöra säker utrymning av byggnaden i händelse av en farlig godsolycka.
- För ny bebyggelse skall ventilation och friskluftsintag placeras högt, förslagsvis på byggandens tak, och vänd bort från lederna. Detta krav gäller ej för parkeringshuset⁹. För bemannade

⁸ Utdrag från sidan 69 i *Transporter med farligt gods – Handbok för kommunernas planering*: "Mur, vall och plank begränsar hur långt i riktning mot bebyggelse som en vätskepöl (bestående av till exempel brandfarlig vätska) breder ut sig. För att uppnå detta delsyfte krävs inte mer än några decimeters höjdskillnad."

⁹ Notera att kravet avseende placering av ventilation och friskluftsintag ej gäller parkeringshuset då personer som vistas i denna byggnad i beräkningarna antagits vistas utomhus för att möjliggöra öppningar i fasaden till denna byggnad.

verksamhetstyper, så som t.ex. kontoren, där personal kan antas ha god kännedom om lokalen bör friskluftsintag vara centralt avstängningsbara¹⁰.

- För ny bebyggelse skall första radens bebyggelse som vetter mot studerade farligt godsleder ha ej öppningsbara fönster. Vidare tillåts ej heller balkonger i första radens bebyggelse som vetter mot studerade farligt godsleder.
- Åtgärd som reducerar spridning av giftig gas in på studerat planområde skall uppföras. Åtgärden ska reducera spridningen av giftig gas för dimensionerande scenarion i denna rapport (medelstort och stort utsläpp) i en sådan omfattning att antalet omkomna vid en olycka bedöms reduceras med 25%. Lämplig åtgärd för studerat planområde som bedöms uppfylla detta krav är att första radens byggnader placeras på ett sådant sätt att de utgör en tät sammanhängande bebyggelse som kan liknas vid en skyddande "skärm" för bakomliggande byggnader. Notera att "skärmen" inte behöver utgöras av en byggnadskropp utan att skyddet bedöms kunna uppnås genom att flera byggnader placeras tätare tillsammans. Placering och lägsta byggnadshöjd för första radens bebyggelse enligt de förutsättningar som presenteras i avsnitt 3.1.1 bedöms som tillräckligt tät och tillräckligt hög förutsatt att detta kompletteras med en skärm mellan lägre byggnadsdelar och/eller avbrott i den sammanhängande bebyggelsen för att skapa en sammanhängande avskärmande bebyggelse. Notera att öppningar i de nedre delarna av skärmen mellan huskropparna tillåts för att möjliggöra bil-, gång- och cykeltrafik.
- Fasader inom 50 meter från studerade farligt godsleder, som vetter mot lederna, skall utföras brandklassade motsvarande E30 för att hindra brandspridning in i byggnaden under 30 minuter (syftet är att möjliggöra säker utrymning). Detta krav gäller ej för parkeringshuset¹¹.
- Stommen för ny bebyggelse (0-50 meter från studerade farligt godsleder) skall utformas så att de kan motstå en gasmolnsexplosion (10 kg gasol) med sitt centrum i mitten av det spår som ligger närmast byggnaderna. Detta krav syftar till att byggnaderna ska motstå dimensionerande last utan att utsättas för fortskridande ras.
- För första radens bebyggelse bör fönster/glaspartier i fasad som vetter mot studerade farligt godsleder förstärkas så att större splitterskador motverkas vid en explosion. Exempel på en åtgärd som bedöms uppfylla detta krav är att förse fönster/glaspartier med plastfilm som uppfyller funktionskravet.

Inga ytterligare skyddsåtgärder anses nödvändiga att beakta för studerad detaljplan.

¹⁰ Centralt avstängningsbara friskluftintag för bemannade verksamhetstyper är svårt att säkerställa både organisatoriskt (vem ansvarar för att stänga av friskluftsintagen, och när ska detta ske?) och tekniskt (hur säkerställer man att avstängningen fungerar när den behövs?) varför ingen riskreducerande effekt tillskrivits för denna skyddsåtgärd. Det bedöms dock vara en rimlig åtgärd för de bebyggelsetyper där det är möjligt att genomföra.

¹¹ Notera att kravet avseende brandklassad fasad ej gäller parkeringshuset då personer som vistas i denna byggnad i beräkningarna antagits vistas utomhus för att möjliggöra öppningar i fasaden till denna byggnad.

Referenser

- [1] Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, "Bilagor 1-5," i *Översiktsplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods*, 1999.
- [2] Norconsult AB på uppdrag av stadsbyggnadskontoret, Göteborgs Stad, "Översiktsplan för Göteborg - Vägledning för hantering av risker vid anläggningar och transporterleder med farligt gods," Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs Stad, Göteborg, December 2021.
- [3] COWI, "Kvantitativ Riskanalys för Almedals Fabriker," 2015-10-12.
- [4] COWI, "Uppdaterad kvantitativ riskanalys för Almedals fabriker, A132706-4-02-RAP001," 2021-07-05.
- [5] COWI, "A243161-4-02-RAP001 - Komplettering av riskutredning för Almedals fabriker," 2023-03-08.
- [6] Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län, Västra Götalands län, "Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods," 2006.
- [7] Räddningsverket, "Värdering av risk," Statens Räddningsverk, Karlstad, 1997.
- [8] Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB), "Riskhänsyn i fysisk planering," [Online]. Available: <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/samhallsplanering/riskhansyn-i-fysisk-planering/>.
- [9] F. Nystedt, "Deaths in Residential Fires - an Analysis of Appropriate Fire Safety Measures," Department of Fire Safety engineering, Lund University, Lund, 2003.
- [10] WSP, "Riskbedömning avseende farligt gods – Detaljplan för Gamlestads torg Etapp 1," 2012-10-05.
- [11] Trafikverket, "Väst kustbanan," 26 oktober 2022. [Online]. Available: <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/jarnvag/sveriges-jarnvagsnat/vastkustbanan/>. [Använd 18 februari 2023].
- [12] Räddningsverket, "Kartläggning av farligt godstransporter," Statens Räddningsverk, september 2006.
- [13] Trafikverket, "Kust till kust-banan," 26 oktober 2022. [Online]. Available: <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/jarnvag/sveriges-jarnvagsnat/kust-till-kust-banan/>. [Använd 18 februari 2023].
- [14] SWECO, "Trafikutredning i anslutning till detaljplan för blandad stadsbebyggelse vid Almedals fabriker," 2021-03-16.
- [15] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2016," 2017. [Online]. Available: <https://www.trafa.se/globalassets/statistik/vagtrafik/lastbilstrafik/2016/lastbilstrafik-2016-helar.pdf>. [Använd 19 maj 2021].

- [16] Trafikanalys, "Lastbilstrafik," 2021. [Online]. Available: <https://www.trafa.se/vagtrafik/lastbilstrafik/>. [Använd 2021].
- [17] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2019," 2020. [Online]. Available: <https://www.trafa.se/globalassets/statistik/vagtrafik/lastbilstrafik/2019/lastbilstrafik-2019.pdf>. [Använd 19 maj 2021].
- [18] FOA, "Risker i Västernorrlands län, metodstudie med exempel för samhällsplaneringen FOA-R-00153-4.5," 1995.
- [19] VTI, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer av farligt gods på väg och järnväg. VTI rapport Nr 387:4," 1994.
- [20] DNV, "PHAST v6.6, 2010 DNV Software," Oslo, 2010.
- [21] RIB, "Bfk beräkningsmodell för kemikalieexponering RIB (Integrerat beslutsstöd för skydd mot olyckor)," 2012.
- [22] Räddningsverket och Boverket, "Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner," 2006.
- [23] Sveriges Kommuner och Landsting (SKL), "Transporter med farligt gods – Handbok för kommunernas planering," 2012.
- [24] Länsstyrelsen Hallands län, "Riskanalys av farligt gods i Hallands län," 2014.
- [25] SIKA, "Inrikes och utrikes trafik med svenska lastbilar, år 2007, SIKA 2008:13," 2008.
- [26] Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen," Banverket, 2001.
- [27] WUZ, "Strategi för bebyggelseplanering intill rekommenderade färdvägar för transport av farligt gods. Helsingborg stad," 2011.
- [28] TNO, "Guideline for Quantitative Risk Assessment, part one Establishments and part two Transport. Purple book.," 2005.
- [29] Räddningsverket, "Riskbedömning vid transport av farligt gods. B20-194/96," Statens räddningsverk, 1996.
- [30] WSP, "Detaljerad riskbedömning för fördjupad översiktsplan – Transport av farligt gods på väg och järnväg Mölndalsåns dalgång inom Göteborg och Mölndal – KONCEPTHANDLING," 2014-12-18.
- [31] Clancey, V.J., "Diagnostic Features of Explosion Damage, 6th int. Meeting of Forensic Sciences, Edinburgh," 1972.
- [32] Yellow book. van den Bosch, C.J.H and Weterings, R.A.P.M , "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," 1997.
- [33] FOA, "Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - metoder för bedömning av risker. FOA rapport 97-00490-990-SE," 1997.

Handling

Komplettering av riskutredning för
Almedals fabriker

Uppdragsgivare

Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs
Stad

Datum

2024-03-20

Status

Version 2.0

Uppdragsnummer

242016-Rapport-01

Uppdragsansvarig

Viktor Sturegård

[34] Arbetsmiljöverket, "Arbetsmiljöverkets PM Hur trångt får det vara?," 2006. [Online]. Available: <http://docplayer.se/65678-Hur-trangt-far-det-vara.html>. [Använd 18 juni 2018].

[35] Statistiska Centralbyrån (SCB), "Hushållens boende 2017," 2018. [Online]. Available: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/hushallens-ekonomi/inkomster-och-inkomstfordelning/hushallens-boende/pong/statistiknyhet/hushallens-boende/>. [Använd 18 juni 2018].

Bilaga A – Beräkning av sannolikhet för olycka

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

Frekvens för vägolycka med farligt gods

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

Olycksfrekvens som används för grundberäkningar kommer ifrån en bedömning av material som inrapporterats till MSB. Det finns olika uppgifter om antalet inrapporterade olyckor till MSB och sammanställningar visar på allt från 13 olyckor per år till upp mot 80 inrapporterade händelser per år där farligt godsskyttade fordon varit inblandade. Vid en jämförelse mellan olika metoder och källor har bedömningen gjorts att 40 olyckor per år är ett lämpligt värde att använda för beräkningar med nationella värden. Ansatt värde används även i *'Riskanalys av farligt gods i Hallands län'* [24] som är granskad av såväl Räddningstjänsten som 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 [25]
- Antagandet att andelen farligt gods utgör 4 % av de tunga transportererna baserat på uppgifter från trafikanalys om transportarbete.
- Total körsträcka med farligt godsfordon blir då: $0,04 \cdot 2,5 \cdot 10^9 = 1 \cdot 10^8$ km/år

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

Frekvens för järnvägsolycka

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

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

När det gäller risker för farligt gods är de viktigaste olyckstyperna urspårning och sammanstötning. Utsläpp av farligt gods kan uppkomma om behållare skadas i samband med urspårning eller sammanstötning.

Utsläpp av farligt gods kan även uppkomma utan föregående olycka, t.ex. genom läckage i flänsar och ventiler. Denna typ av läckage är relativt vanligt förekommande men ger som regel ingen påverkan på omgivningen. Däremot kan insats från räddningstjänst, t.ex. tömning av läckande tank, erfordras. Läckaget upptäcks vanligtvis inte under transport utan i samband med uppställning av vagnar vid t.ex. rangering.

Exempel på orsaker till urspårning är rälsbrott, solkurva, spårlägesfel, 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 [19]. Detta arbete utvecklades senare i Fredén [26]. 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 [19] och används även i FÖP99 [1]. Risk för urspårning ger det dominerande bidraget. Använt värde är något konservativt jämfört med Fredén [26] 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 [19] och Fredén [26].

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.

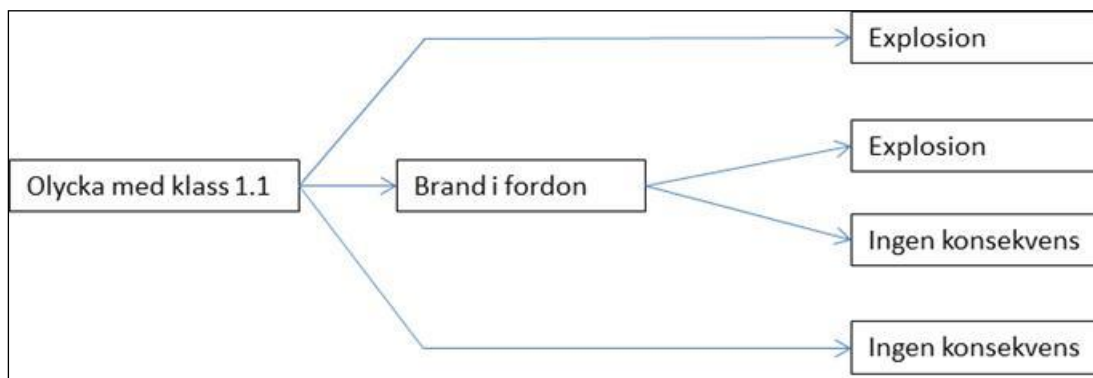
Vid beräkning av samhällsrisk reduceras konsekvensområdet i motsvarande omfattning.

A.1 – Olycka med massexplösivt ämne

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

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

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



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

Vägolycka

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

Utöver risken för olycka med transport av farligt gods finns risken för brand i fordonet som är skattat till $1 \cdot 10^{-7}$ enligt Sv. försäkringsförbundets statistikavdelning. Det antas att 1 % av brand i fordon resulterar i en explosion. I FÖP99 [1] 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) [27] 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

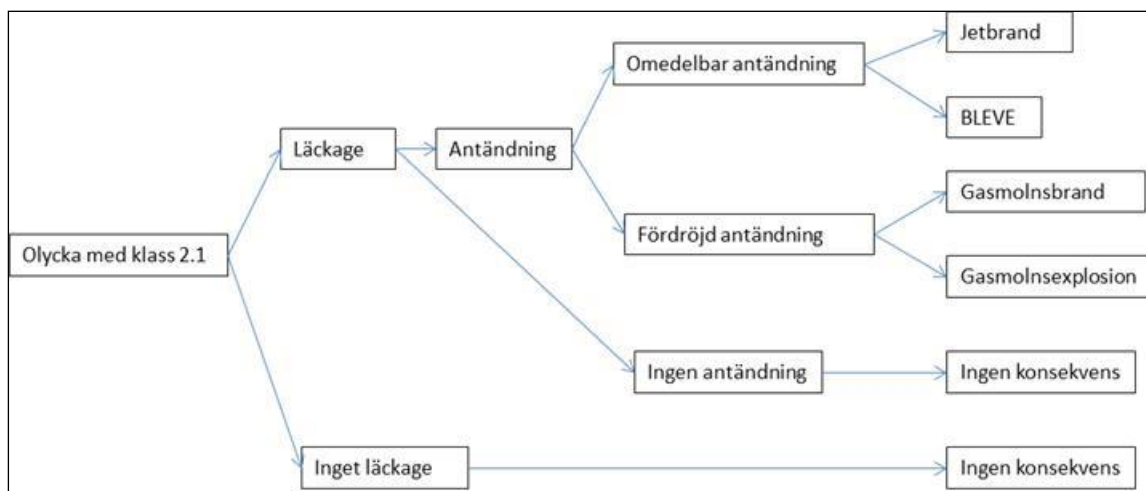
Vid en olycka bedöms att 1 % av fallen leder till explosion av lasten.

Sannolikheten för olycka med massexplodivt ämne är beräknad i FÖP99 [1] och innefattar både, kollision, urspärning och brand i vagn. Den totala sannolikheten för massexplodion är beräknad till $4.8 \cdot 10^{-8}$ för 2 km typbebyggelse. Sannolikheten beskrivs här för 1 km och kan därmed beskrivas enligt följande:

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

A.2 – Olycka med brandfarlig gas (propan)

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



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

Ett läckage av brandfarlig gas kan resultera i följande scenario:

- Ingen antändning.
- Omedelbar antändning som ger upphov till jetbrand.
- Om jetbranden tillåts värma upp tanken under längre tid, eller om tanken havererar/försvagas på grund av skador kan en BLEVE 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 gasmolnsexplodion.

Fördelning av dessa scenarier varierar ganska kraftigt mellan olika källor. I WUZ [27] relateras till ett antal källor och följande sannolikheter används:

- **Ingen antändning:** 30 %
- **Jetbrand:** 19 %
- **BLEVE:** 1 %
- **UVCE:** 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 [28].

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

Vägo olycka

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 [29] 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 [1]. Läckagesannolikhet ingår då med 0,01 och antändningssannolikhet med 0,7. Detta innebär att frekvensen för att en gasolvagn utsätts för olycka är $= 0,93 \cdot 10^{-7}$ per vagn och år för en km.

Följande frekvenser erhålls för möjliga scenarier:

Jetbrand

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

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

Gasmolnsbrand

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

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

Gasmolnsexplosion

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

Olycka * läckage * antal transporter med brandfarlig gas * andel gasmolnsexplosion

BLEVE

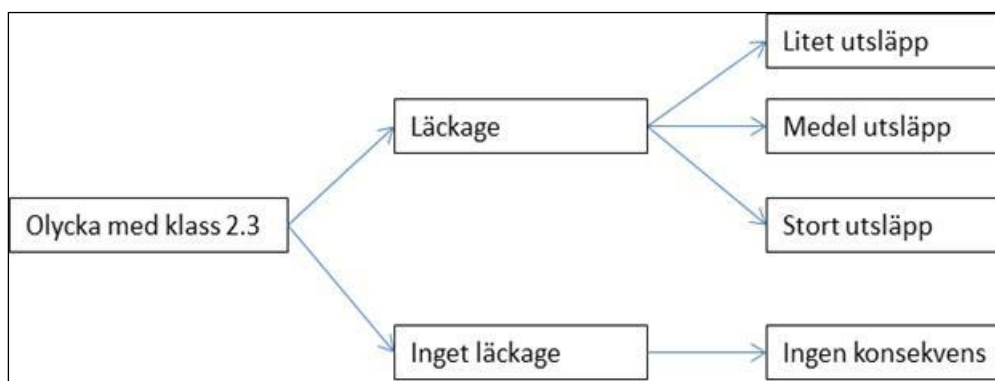
Då utfallet av en BLEVE ofta sker med en fördröjning görs här antagandet att i 50 % av fallen kommer området hinnas utrymmas innan en BLEVE inträffar.

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

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

A.3 – Olycka med giftig gas

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



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

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

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

I denna analys antas att medelstort och stort utsläpp kan leda till scenarion där människor omkommer varför de finns med i beräkningar. Fördelningen mellan medelstort och stort utsläpp är satt till 50/50 vilket resulterar i liknande storleksordning som finns angivet i TNO [28] för liknande händelser. I denna analys bortses från packningsläckage.

Vägoilycka

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

$$4 \cdot 10^{-7} \cdot 0.3 \cdot (1/30) \cdot N_{\text{klass 2,3}} \cdot 0,5$$

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

Järnvägsolycka

Sannolikheten för att en olycka med kondenserad giftig gas ska inträffa och utflöde sker är $1.8 \cdot 10^{-9}$ per vagn och år och på en sträcka av två km [1].

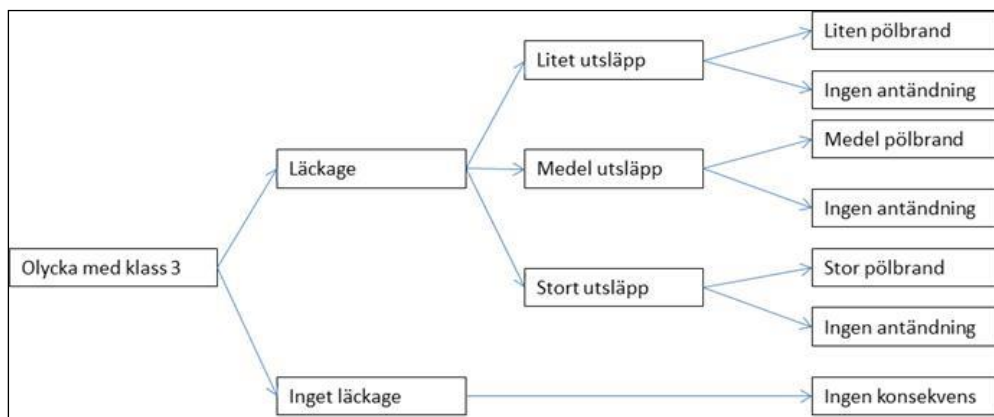
Antalet vagnar med giftig gas fås från tabell i huvudrapport och sannolikheten kan beskrivas enligt följande:

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

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

A.4 – Oilycka med brandfarlig vätska (bensin)

Händelseförloppet för en olycka med brandfarlig vara illustreras i 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:

- **Liten litet utsläpp** (bedöms inte ha någon betydande omgivningspåverkan)
- **Medel utsläpp**
- **Stort utsläpp**

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. I denna riskanalys har det dock konservativt antagits att samtliga transporter av brandfarlig vara utgörs utav klass 1 produkter, så som bensen.

Vägoolycka

Sannolikheten för att ett läckage inträffar antas vara 0,3 för den aktuella vägsträckan [29]. 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 [28].

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 [26]. Beräkningar utgår från scenarier enligt ovan samt antaganden baserade på uppgifter från TNO [28]. 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*

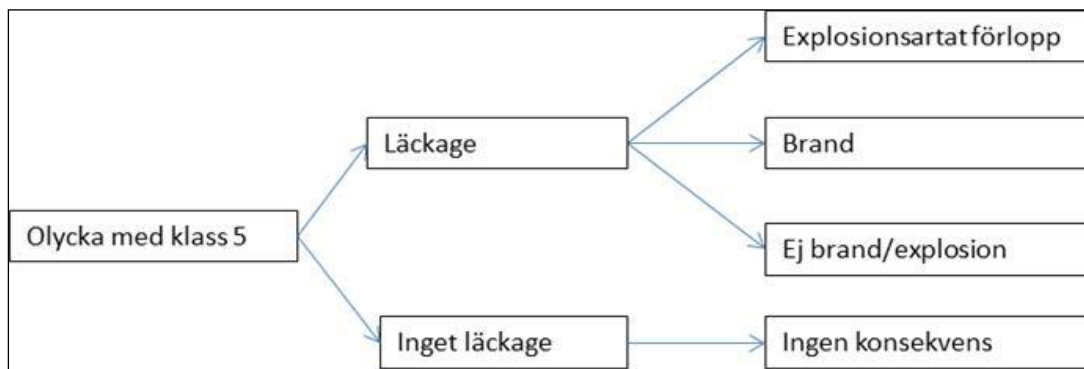
Sannolikhet för mellan och stort läckage är satt till 0,2 och 0,1 och antändning till 0,05. Värdet för antändning är hälften av värdet som används för väg.

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

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

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.

Vägoolycka

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 FÖP99 [1] 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 [1]. 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 – Riskreducerande faktorer

Nedan redovisas de riskreducerande faktorer som använts vid beräkning av samhällsriskerna med studerade skyddsåtgärder. Här redovisas de händelser för vilka skyddsåtgärder har en konsekvensreducerad effekt. Se även Tabell B.2 i Bilaga B.

- Skyddsåtgärd: **Ventilationsintag ska placeras högt upp och på motsatt sida farligt godsled.** Med ventilationsåtgärder för den första radens bebyggelse bedöms andelen omkomna inomhus i denna zon kunna korrigeras från grundberäkningens 10% till 1% för olyckor med giftig gas.
- Skyddsåtgärd: **Alla fasader inklusive tak (fram till 50 meter ifrån farligt godsled) skall utformas/är utformade med ytskikt i obrännbart material.** Skyddsåtgärder beräknas medföra att personer inomhus inte omkommer vid brand förutsatt att de utrymmer byggnaden.
- Skyddsåtgärd: Vidare förutsätts att planerad bebyggelse från studerade farligt godsleder **dimensioneras så att den kan motstå en gasmolnexplosion (10 kg gasol)** med sitt centrum på

studerade farligt godsleder, detta föreslås som en åtgärd (skall-krav) i avsnitt 8.2. Skyddsåtgärden har ansatts i flertalet utbyggnadsprojekt i Göteborg under senare år och har i samband med dessa projekt stämts av med Räddningstjänsten och Länsstyrelsen i Göteborg. Exempel på projekt där detta stämts av är Partille arena, planerad utbyggnad med höghus vid Gårda/Ullevi (Ullevigatan) och Munspelsgatan. Notera att skyddsåtgärden enbart tillgodoräknas för gasmolnsexplosioner och inte explosioner med klass 1.1 vid beräkning av individ- och samhällsrisk.

Notera att vid beräkningar där flera skyddsåtgärder bedöms reducera sannolikheten för en och samma händelse tas endast hänsyn till den skyddsåtgärd med högst riskreducerande faktor (för respektive händelse). Syftet med detta är att inte överskatta den totala riskreducerande förmågan och således även underskatta risknivån.

- Skyddsåtgärd: **Ej första radens bebyggelse**. Med tät, buffrande och avskärmande bebyggelse närmst riskkällorna bedöms andelen omkomna kunna sänkas med 25% för explosioner och giftiga gaser och 75% för bränder [30]. Notera att reduktionen endast sker i området bakom första radens bebyggelse. I Räddningsverket [22] står följande avseende en vall som skyddsåtgärd:

"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."

En reduktion med 25% vid tät, buffrande och avskärmande bebyggelse närmst riskkällorna bedöms därför rimlig med avseende på giftig gas. Om en byggnad är så pass stor och sammanhängande att en gasmolnsbrand inte bedöms kunna omsluta hela byggnaden bedöms det rimligt att även i dessa fall kunna anta en riskreducerande faktor med 75% för gasmolnsbrand.

A.7 – Resultat av beräkningar

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

Tabell A.1. Beräknad sannolikhet för resp. händelse med farligt gods på Väst kustbanan för hela planområdet.

Händelse	Sannolikhet (per år)
Olycka med klass 1.1 – Massexlosion (stor)	2,84E-08
Olycka med klass 2.1 – Jetbrand	5,42E-08
Olycka med klass 2.1 – Gasbrand	1,14E-07
Olycka med klass 2.1 – Gasmolnsexplosion	2,85E-08
Olycka med klass 2.1 – BLEVE	1,43E-09
Olycka med klass 2.3 – Utsläpp av giftig gas (rörbrott)	1,35E-07
Olycka med klass 2.3 – Utsläpp av giftig gas (punktering)	1,35E-07
Olycka med klass 3.1 – Brandfarlig vätska (medel utsläpp)	6,33E-09
Olycka med klass 3.1 – Brandfarlig vätska (stort utsläpp)	3,58E-07
Olycka med klass 5 – Explosion	1,79E-07

Tabell A.2. Beräknad sannolikhet för resp. händelse med farligt gods på Kust till kustbanan för hela planområdet.

Händelse	Sannolikhet (per år)
Olycka med klass 1.1 – Massexlosion (stor)	0,00E+00
Olycka med klass 2.1 – Jetbrand	3,45E-08
Olycka med klass 2.1 – Gasbrand	7,25E-08
Olycka med klass 2.1 – Gasmolnsexlosion	1,81E-08
Olycka med klass 2.1 – BLEVE	9,07E-10
Olycka med klass 2.3 – Utsläpp av giftig gas (rörbrott)	1,85E-09
Olycka med klass 2.3 – Utsläpp av giftig gas (punktering)	1,85E-09
Olycka med klass 3.1 – Brandfarlig vätska (medel utsläpp)	1,21E-08
Olycka med klass 3.1 – Brandfarlig vätska (stort utsläpp)	2,93E-08
Olycka med klass 5 – Explosion	1,47E-08

Tabell A.3. Beräknad sannolikhet för resp. händelse med farligt gods på E6/E20 för hela planområdet.

Händelse	Sannolikhet (per år)
Olycka med klass 1.1 – Massexlosion (liten)	1,79E-07
Olycka med klass 1.1 – Massexlosion (stor)	1,85E-09
Olycka med klass 2.1 – Jetbrand	5,37E-07
Olycka med klass 2.1 – Gasbrand	1,13E-06
Olycka med klass 2.1 – Gasmolnsexlosion	2,83E-07
Olycka med klass 2.1 – BLEVE	1,41E-08
Olycka med klass 2.3 – Utsläpp av giftig gas (rörbrott)	2,00E-08
Olycka med klass 2.3 – Utsläpp av giftig gas (punktering)	2,00E-08
Olycka med klass 3.1 – Brandfarlig vätska (medel utsläpp)	1,16E-07
Olycka med klass 3.1 – Brandfarlig vätska (stort utsläpp)	5,18E-05
Olycka med klass 5 – Explosion	5,18E-05

Bilaga B – Bedömning av konsekvenser

I detta kapitel redovisas först en övergripande tabell över möjliga konsekvenser i händelse av en olycka med farligt gods och därefter sammanställs en tabell med resultat från konsekvensberäkningar/simuleringar. Under respektive delkapitel beskrivs bakgrund för bedömning av konsekvenser/olyckseffekter för respektive ämnesklass. 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
Klass 1 Explosiva ämnen	Övertryck som kan skada/rasera byggnader, ge upphov till splitter och skada på människor	Massexplosiva ämnen kan ge effekter på flera tiotals meter upp till något hundratal meter beroende på tillgänglig mängd.
Klass 2 Brännbar gas	Jetflamma – värmestrålning	Direkta effekter oftast begränsade till närområdet ¹ .
	Brännbart gasmoln – gasmolnsbrand	Små effekter utanför gasmolnet, mkt allvarliga konsekvenser för personer som omfattas av molnet.
	Gasmolnsexplosion	Oftast begränsade övertryck vid fritt gasmoln. Personskador kan uppkomma genom splitter och raserade byggnader.
	BLEVE	Värmestrålning kan ge effekter inom några hundratal meter, "missiler" kan ge effekter på längre avstånd.
Klass 2 Giftig gas	Gasmoln – toxiska effekter	Kan ge effekter över mycket stora områden beroende på ämne, tillgänglig mängd, utflöde, atmosfäriska förhållanden och topografi.
Klass 3 Brandfarliga vätskor	Pölbrand – värmestrålning	Risk för brännskador oftast begränsade till närområdet. Allvarligare konsekvenser kan uppstå beroende på lutning, risk för brandspridning, mm
Klass 4 Brandfarliga fasta ämnen, mm	Brand – värmestrålning	Risk för brännskador oftast begränsade till närområdet.

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
Klass 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.
Klass 6 Giftiga ämnen, mm	Toxiska effekter	Risker begränsade till närområdet
Klass 7 Radioaktiva ämnen	Strålskada	Ger normalt ej upphov till akuta effekter, däremot kan kroniska effekter uppstå.
Klass 8 Frätande ämnen	Frätskada	Risker begränsade till närområdet
Klass 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 kommuns översiktsplan [1], VTI rapport 387:4 [19], konsekvensberäkningar i Effekt plus och PHAST [20] samt simuleringar i programmet Bfk (Beräkningsmodeller för kemikalieexponering) [21].

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. De olycksscenarion som studerats inte är "worst case"-scenarion vilket bedöms vara 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 D och bygger på det planförslag som presenteras i avsnitt 3.

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

Ämnesklass	Olycksscenario	0-25 m	26-50 m	51-100 m	101-150 m	151-200 m
Klass 1.1 Massexplсивt	Liten explosion (200 kg)	1/0,15	0/0,05	0/0,01	0/0	0/0
	Stor explosion (6 ton)	1/0,3	1/0,3	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 massexplсивt 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 [31] 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 [32]. 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) [33].

Högsta explosionsstyrka 10 (detonation) har antagits och beräkningsmetoden följer 'The Multi Energy Method' [33].

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 massexplosivt ämne

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

För varje avståndintervall 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 FÖP99 [1]. Vid tryck större än 180 kPa, (total destruktion av byggnader) antas att 30 % omkommer inomhus på avståndet 0-49 meter ifrån explosionskällan. På avståndet 50 meter antas 15 % omkomma inomhus (första radens hus). På avståndet större än 100 meter antas 5 % omkomma vid första radens hus om trycket är så högt att det resulterar i total destruktion av byggnaden.

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

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

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

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

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

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

Tabell B.7. 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 FÖP99 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 FÖP99 [1].

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:

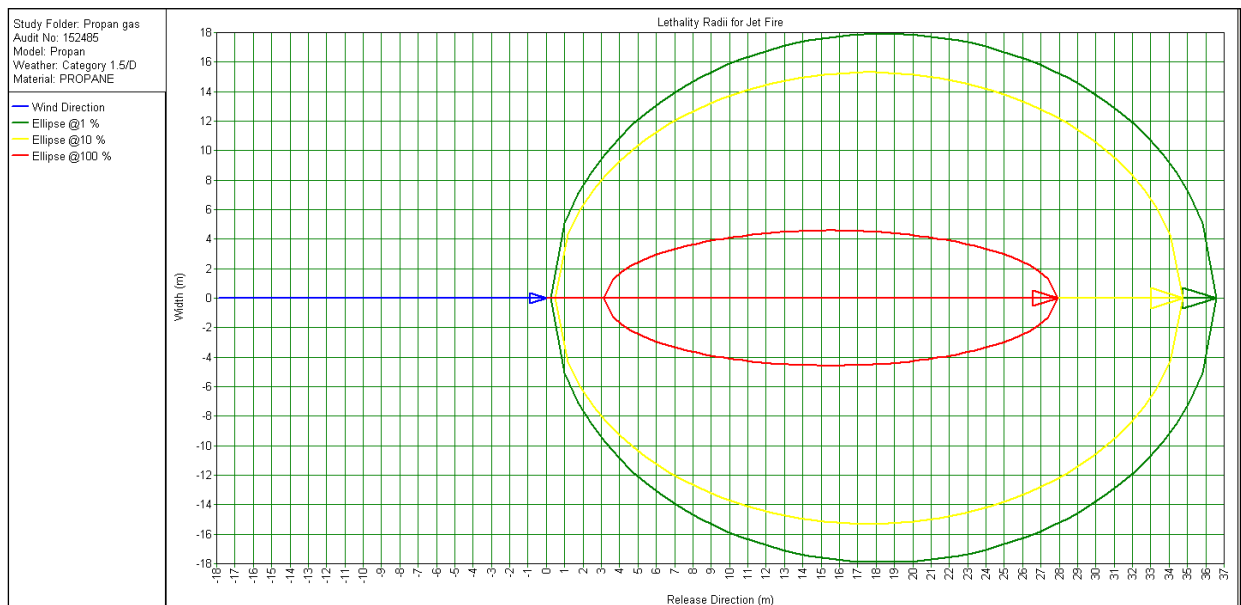
- Omedelbar antändning som ger upphov till jetbrand.
- Uppvärmning av tank eller tankhaveri som leder till BLEVE.
- Fördörd antändning som ger upphov till en gasmolnsbrand.
- Fördörd antändning som ger upphov till en gasmolnsexplosion.

Beräkningar är utförda i programvaran PHAST [20]. Bedömningar av konsekvenser för strålningsnivåer och övertryck baseras huvudsakligen på TNO [28]. 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. Det bedöms 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 omkomma på längre avstånd än 50 meter ifrån en olycka.

BLEVE

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

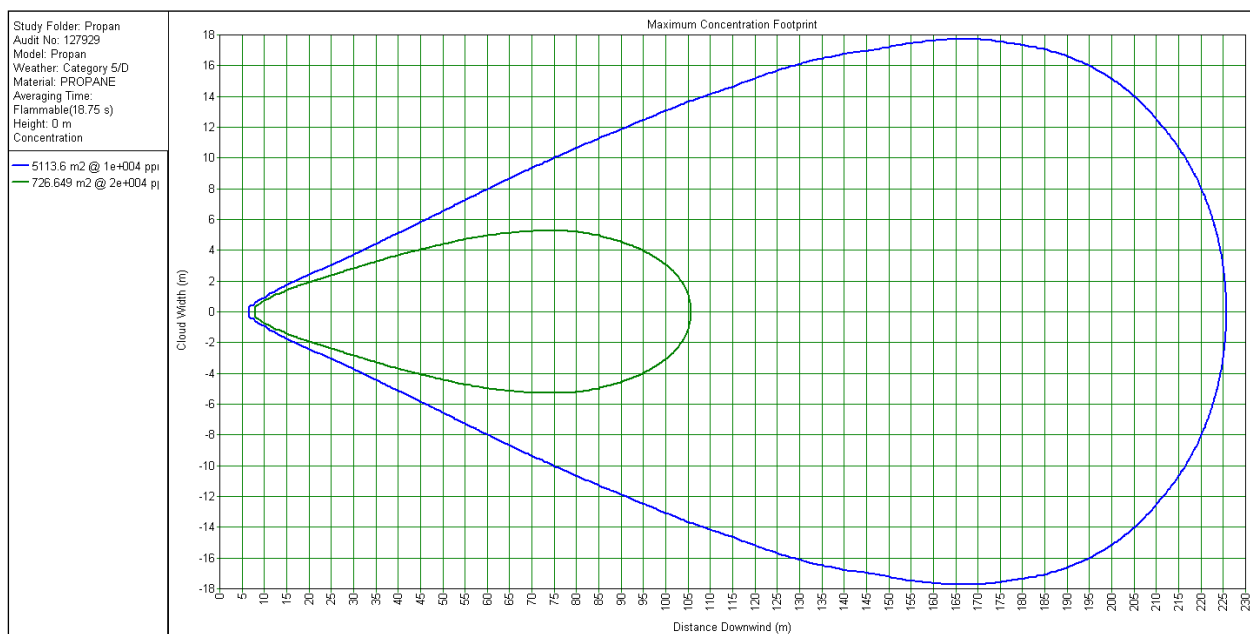
Storleken på eldklotet beror framförallt på tankens innehåll. En tank på 20 ton ger upphov till ett eldklot på 60-75 meters radie [28].

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 [28]. 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 B.2 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.

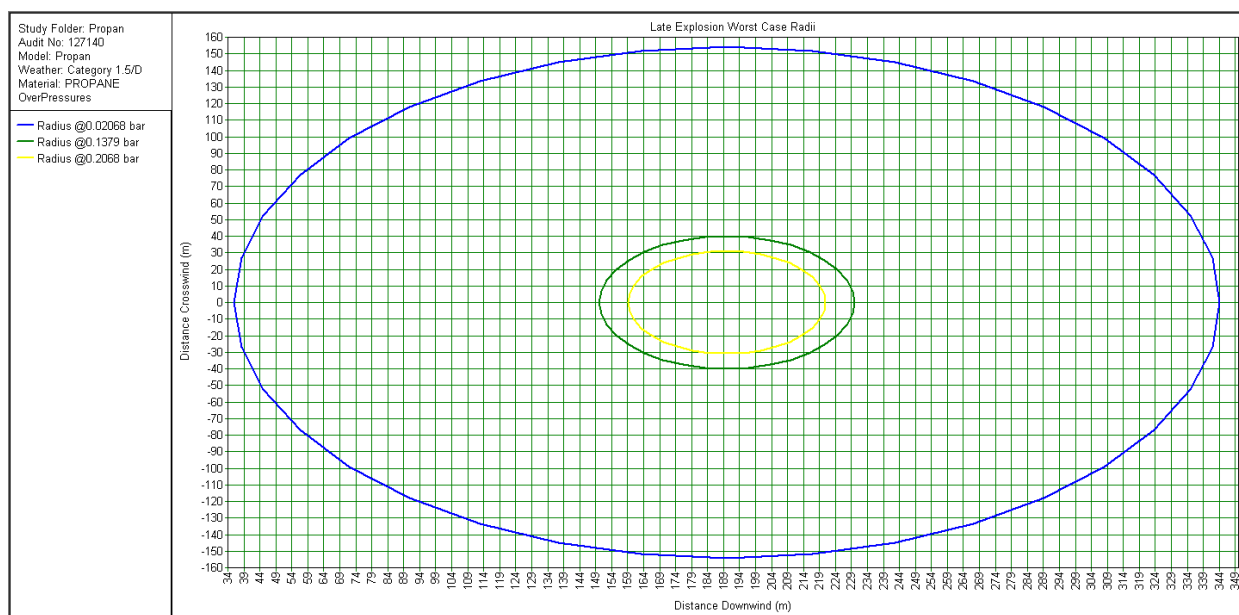
Vid en antändning kommer moln inom LEL gränsen att forma ett brinnande gasmoln. Område för gasmolnsbrand sätts här till samma som LEL [28]. I vissa sammanhang används $\frac{1}{2}$ LEL för att bedöma risk för antändning, i de fall tändkällor saknas i närområdet. Genom att ansätta en hög antändningssannolikhet bedöms att denna inte påverkas av att istället baseras på $\frac{1}{2}$ 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 bedöms vara 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 [28], 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 B.3 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 för utsläpp av brandfarlig gas vid olycka

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 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 [21]. Beräkningarna resulterar i koncentration av den utsläppta gasen på olika avstånd, i höjdled 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 till Tabell B.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	3 luftväxlingar
~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	3 luftväxlingar
~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)

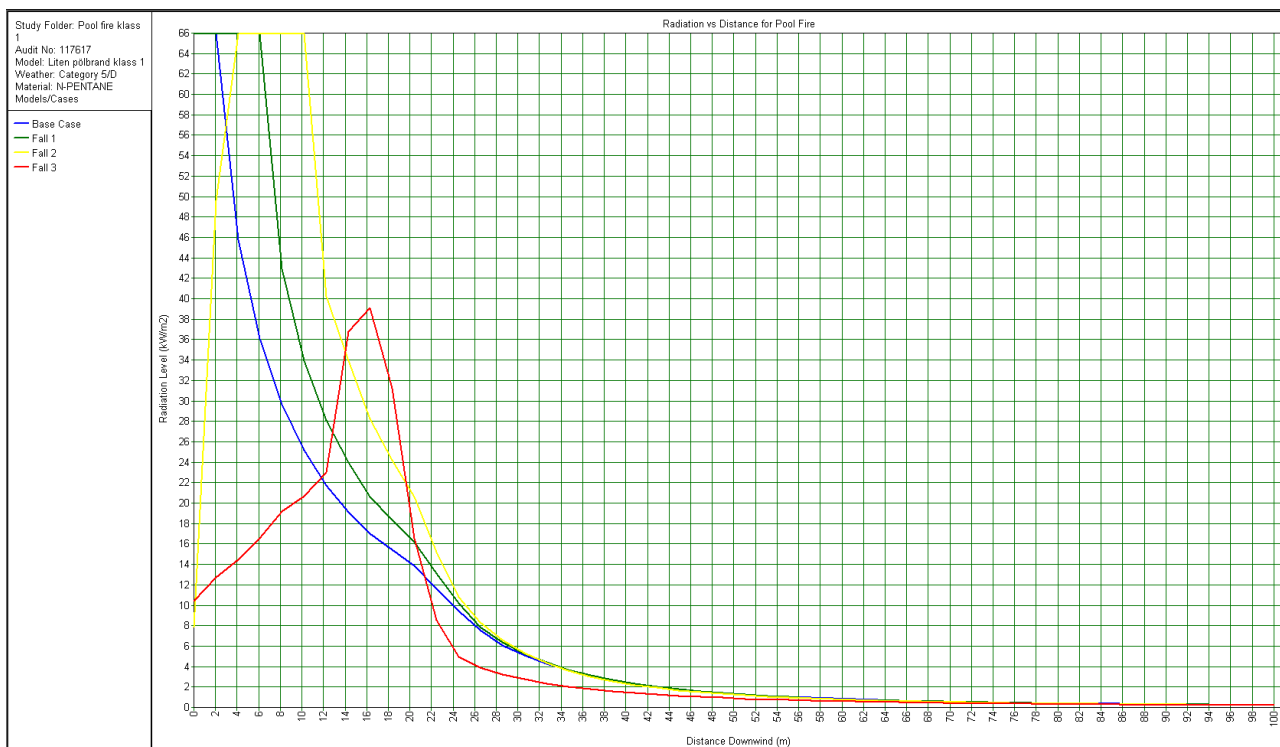
En tankbilsolycka som leder till utsläpp av brandfarlig vätska kan antändas och resultera i en pölbrand (brinnande vätska på marken). Beroende på utformning av området kring vägen kan vätskan antingen sprida sig närmre byggnader eller så kan en utspridning begränsas av exempelvis ett dike.

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.

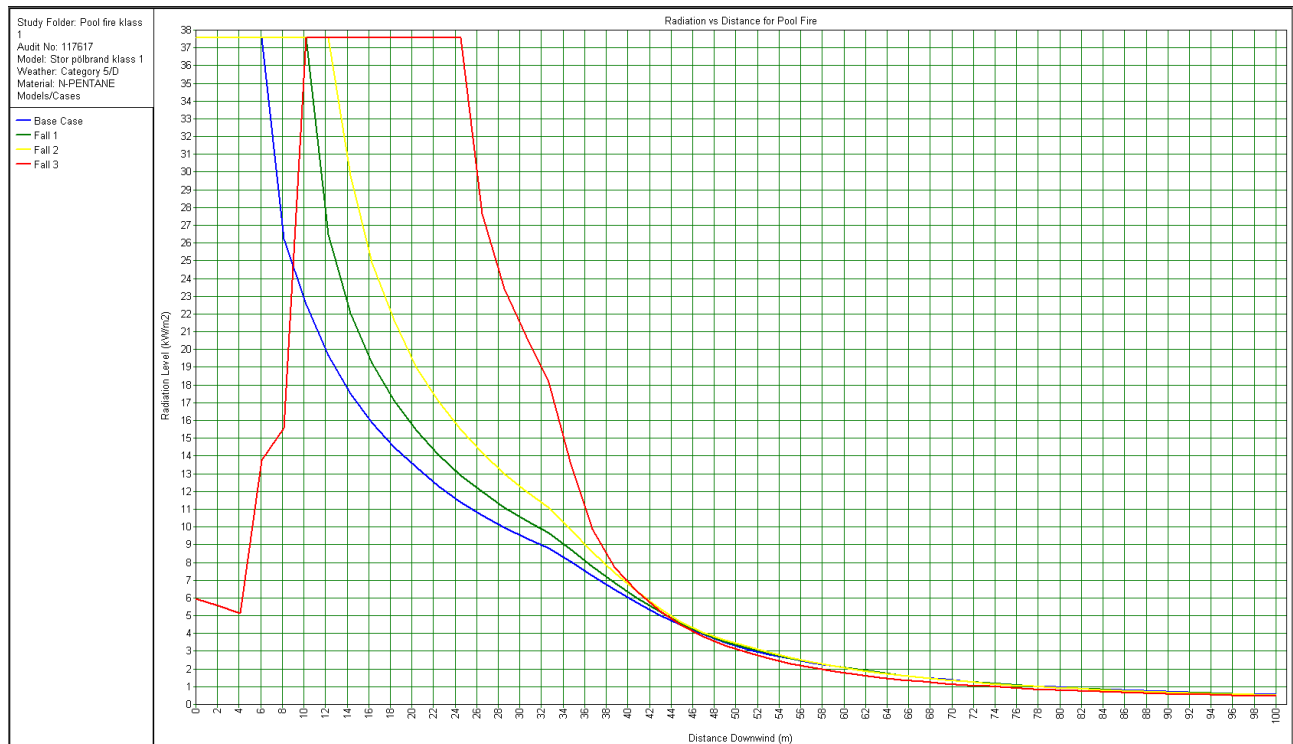
Ett utsläpp som inte antänds har främst en påverkan på miljön, skadliga konsekvenser för människor uppstår om vätskan antänds och bildar en pölbrand (brinnande vätska på marken). Hur stor pölbranden blir beror på storleken på utsläppet och pölens utbredning. Följande scenario har definierats:

- **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 m² respektive 200 m² pölbrand i Figur B.4 och Figur 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 10-40	1-14 1-18	<1 <1
200	>14 5-38	4-14 4-38	<4 <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 FÖP99 [1]. Enligt FÖP99 beräknas dödliga skador ske inom 30 meter och väggar kan raseras inom 70 meter ifrån explosionen med oxiderande ämnen.

Bilaga C – Känslighetsanalys

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

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

Exempel på områden som kan påverka resultatet är:

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

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

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

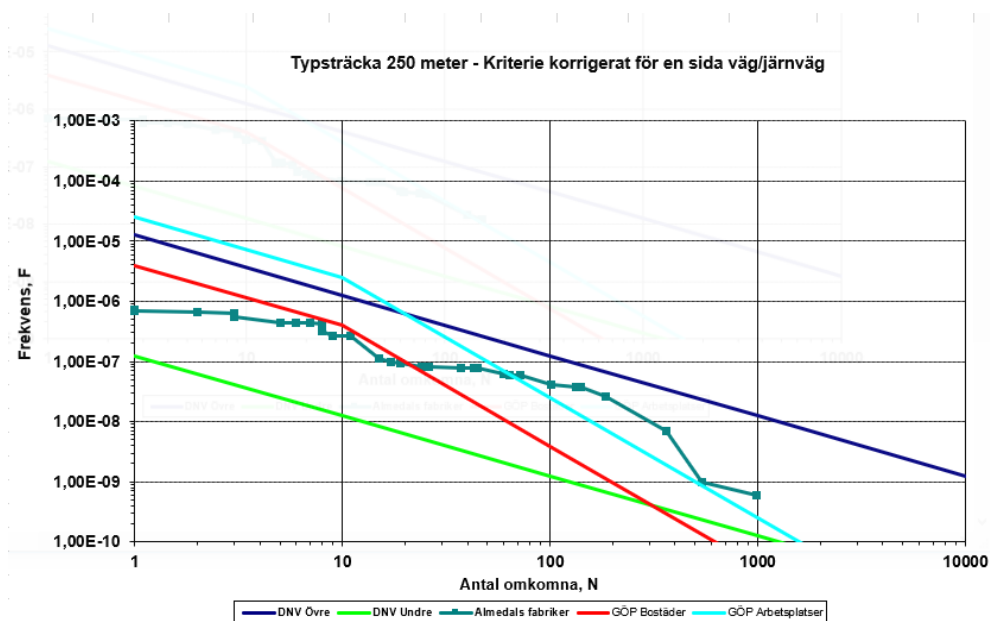
Farligt gods:

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

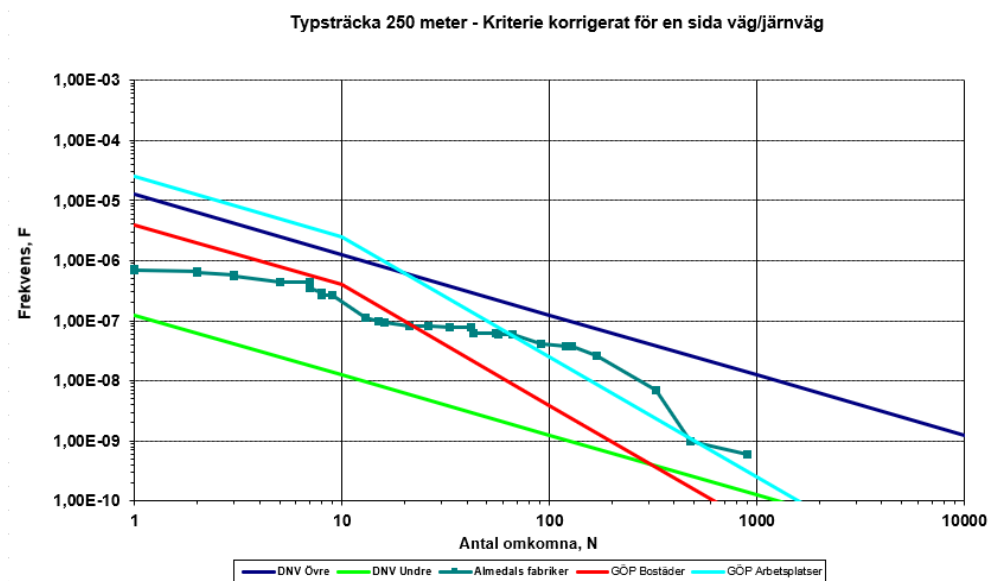
Exploateringsgrad:

Hur många personer som befinner sig på området kan ha stor påverkan på resultatet för samhällsrisk. Störst påverkan har antaganden om människor som befinner sig utomhus nära väg-/järnvägsområdet. Då samhällsrisk för planområdet vid tidigare genomförda beräkningar delvis överskrider det då gällande kriteriet för kontor enligt FÖP99 [1] genomfördes en känslighetsanalys för att undersöka hur samhällsrisk påverkades om exploateringen av området hade reducerats. Även om kriteriet för kontor enligt FÖP99 [1] ej längre är gällande bedöms nedanstående känslighetsanalys bidra med relevant information kring kostnads-nyttoperspektivet kring att reducera BTA inom planområdet varför detta avsnitt har bevarats.

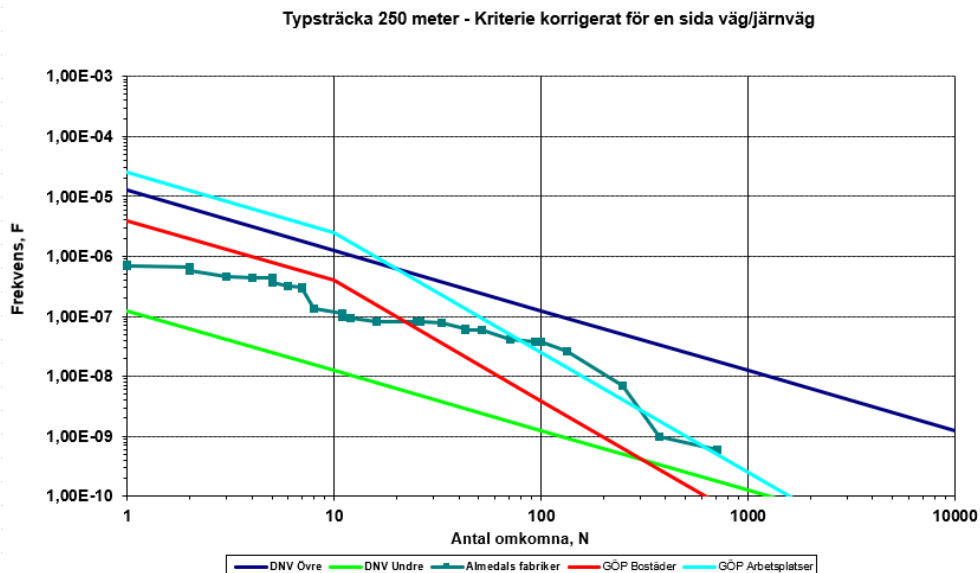
I Figur C.1 till Figur C.3 nedan redovisas erhållen samhällsrisk om exploateringen (BTA) av de kontorsbyggnader som ligger närmast studerade farligt godsleder hade reducerats med 10%, 25% respektive 50%. Att reduktionen av BTA skett i dessa huskroppar är för att de pga. sin närhet till studerade leder bidrar mest till samhällsrisk.



Figur C.1. Samhällsrisk för hela det studerade planområdet efter etablering i enlighet med beskrivningar i avsnitt 3.1.1 och 10% reduktion av BTA i kontorsbyggnader närmast studerade leder med avseende på samtliga studerade leder, med hänsyn till riskreducerande åtgärder för tillkommande bebyggelse.



Figur C.2. Samhällsrisk för hela det studerade planområdet efter etablering i enlighet med beskrivningar i avsnitt 3.1.1 och 25% reduktion av BTA i kontorsbyggnader närmast studerade leder med avseende på samtliga studerade leder, med hänsyn till riskreducerande åtgärder för tillkommande bebyggelse.



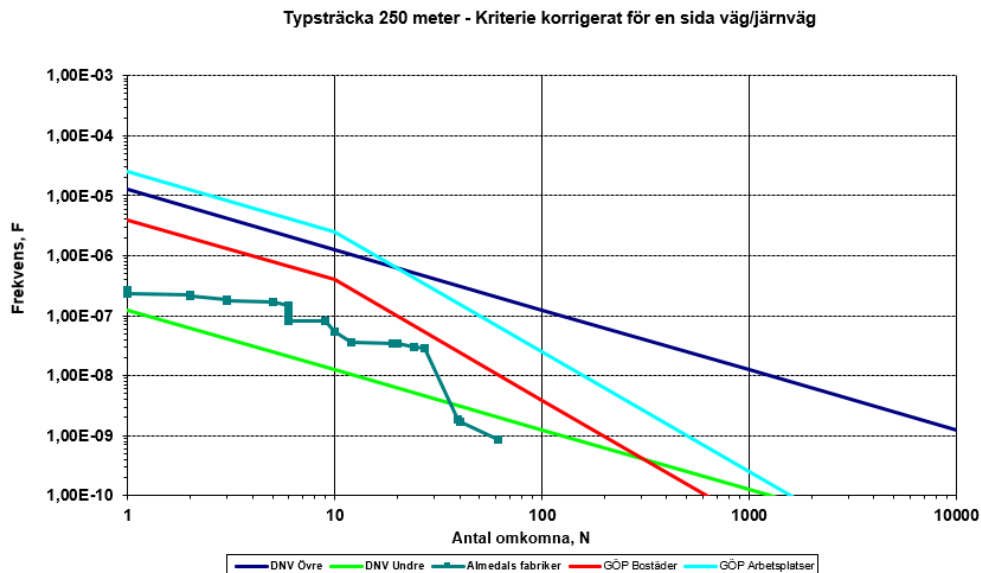
Figur C.3. Samhällsrisk för hela det studerade planområdet efter etablering i enlighet med beskrivningar i avsnitt 3.1.1 och 50% reduktion av BTA i kontorsbyggnader närmast studerade leder med avseende på samtliga studerade leder, med hänsyn till riskreducerande åtgärder för tillkommande bebyggelse.

Känslighetsanalysen visar att även med omfattande reduktion av exploateringsgraden så ger det endast marginella skillnader gentemot tidigare beräknade risknivåer. Detta bedöms huvudsakligen bero på det stora antal personer som antagits vistas utomhus. Baserat på känslighetsanalysen bedöms det inte vara kostnads-nyttomässigt försvarbara att reducera exploateringen för att minska risknivån givet den marginella reduktion av samhällsrisk som det resulterar i även vid omfattande reduktioner av BTA.

Etapptvis utveckling av området:

Planområdet kan komma att uppföras i olika etapper. Tidigare diskuterades möjligheten att uppföra bostadsbebyggelsen innan framförvarande bebyggelse för kontor och verksamheter uppförs. Detta är dock ej längre en möjlighet då framförvarande bebyggelse krävs för att klara bullerkrav med avseende på bostadsbebyggelsen. Däremot kan Wallenstam istället för bostäder uppföra kontor. I händelse av att kontorsbebyggelse uppförs istället för bostäder kan denna bebyggelse komma att uppföras före framförvarande bebyggelse.

Detta skulle under en tid medföra att antalet människor som förväntas uppehålla sig på området är lägre på grund av minskad exploatering, men att de personer som befinner sig på området under denna tid inte skulle åtnjuta det skydd första radens tät, buffrande och avskärmande bebyggelse antagits utgöra (se avsnitt A.6). För att undersöka hur detta skulle påverka resultaten genomfördes en känslighetsberäkning med avseende på etappvis utbyggnad. Denna känslighetsberäkning genomfördes då det fortfarande var aktuellt med etappvis utbyggnader av bostäder utan framförvarande bebyggelse. Som nämnts ovan är detta ej längre aktuellt, men resultaten bedöms fortfarande vara tillämpbara eftersom kontor är en mindre känslig verksamhet samt att den underliggande principen är den samma. I känslighetsberäkningen beräknades samhällsrisk för befintlig bebyggelse och tillkommande bostadsbebyggelse. Vid dessa beräkningar applicerades samma skyddsåtgärder som tidigare, med undantag för att ingen riskreducerande effekt tillskrevs från första radens bebyggelse. I Figur C.4 redovisas erhållen samhällsrisk utan med skyddsåtgärder (dock ej skydd mot spridning av giftig gas som tillskrivs första radens bebyggelse).



Figur C.4. Samhällsrisk vid beräkningsfall med etappvis utveckling av området där bostäder uppförs innan framförvarande kontor/verksamheter uppförts. Vid beräkningarna har riskreducerande åtgärder för tillkommande bebyggelse beaktats, dock har framförvarande bebyggelse inte längre tillskrivits någon riskreducerande effekt för bakomvarande bebyggelse då den i detta fall ännu inte uppförts.

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 studier av farligt gods och beräkningar som genomförts i olika simuleringsprogram. Dessa ansatser stämmer i många fall väl överens med de ansatser som gjorts i VTI [19] och FÖP99 [1]. 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 FÖP99 [1], beräkningar utförda i Bfk [21] 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 – Antaganden som gjorts vid uppskattning av personintensitet

Generella antaganden

- Dag ansätts till 10 h.
Kommentar: Antagandet bedöms bidra till en konservativ riskbedömning då detta innebär att kontor antas vara befolkade under 10 h vilket är en överskattning då en arbetsdag normalt är 8 h.
- Natt ansätts till 14 h.
Kommentar: Antagandet bedöms som ett rimlig antagande för denna riskbedömning.

Kontor

- Antal personer per BTA: 0,04
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning. Värdet är hämtat ur *Risikanalys av farligt gods i Hallands län [24]* som är granskad av såväl Räddningstjänsten som Länsstyrelsen i Hallands län samt publicerad av Länsstyrelsen i Hallands län. Ansatt värde stämmer även väl överens med vad Arbetsmiljöverket förespråkar. I Arbetsmiljöverkets PM 'Hur trångt får det vara?' från 2006 [34] står följande:

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

I FÖP99 [1] ansätts 30 m²/arbetsplats för kontor. Det finns exempel på mindre kontorsplatser dock anses det värde som ansatts här rimligt för denna riskbedömning i förhållande till planerad bebyggelse samt de övriga värden som ansatts avseende kontor, exempelvis belägningsgrad.
- Andel personer dagtid (beläggning): 0,9
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.
- Andel personer ute dagtid (av de som är på kontoret): 0,05
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.
- Andel personer inne dagtid (av de som är på kontoret): 0,95
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.
- Andel personer kvälls-/nattetid: 0
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.
- Andel personer ute kvälls-/nattetid (av de som är på kontoret): 0
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.
- Andel personer inne kvälls-/nattetid (av de som är på kontoret): 0
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning.

Bostäder

- Antal personer per lägenhet: 2,25
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för denna riskbedömning, om möjligt något konservativt. Samma antagande återfinns i FÖP99 [1]. Sett till statistik avseende personer per hushåll i Sverige är antagandet något konservativt. I Sverige bor det i genomsnitt 2,2 personer/hushåll. Flest personer/hushåll bor det i ägt småhus, 2,7 personer. I flerbostadshus är genomsnittet 1,9 personer/hushåll. Att det bor fler personer per hushåll i småhus beror till stor del på att småhus i genomsnitt är större än andra bostäder. Det genomsnittliga antalet boende skiljer sig åt i hyresrätt och bostadsrätt. I flerbostadshus bor det i genomsnitt 2,0 personer per hushåll i hyresrätt och 1,8 personer per hushåll i bostadsrätt. I småhus är det istället hushållen i bostadsrätt som är något större med 2,4 personer per hushåll mot 2,3 personer i hyresrätt. Antal personer/hushåll för lägenheter i flerbostadshus varierar ofta beroende på antal rum i lägenheten, i Tabell D.1 presenteras genomsnittligt antal personer/hushåll utifrån antalet rum och kök i flerbostadshus under år 2017 baserat på uppgifter från SCB [35].

Tabell D.1. Genomsnittligt antal personer/hushåll utifrån antalet rum och kök i flerbostadshus under år 2017 [35].

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

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

Parkering

- Antal personer per bil: 2
Kommentar: Antagandet bedöms som ett rimlig antagande för denna riskbedömning.
 - Antal bilar per p-plats under dagtid: 4
Kommentar: Antagandet bedöms som ett rimlig antagande för denna riskbedömning.
 - Antal bilar per p-plats under kvälls-/nattetid: 1
Kommentar: Antagandet bedöms som ett rimlig antagande för denna riskbedömning.
 - Tid som spenderas på parkeringen: 10 minuter/person
Kommentar: Antagandet innebär att varje person som parkerar befinner sig totalt 10 minuter på parkeringen (5 minuter när de anländer och 5 minuter när de lämnar). Antagandet bedöms som rimligt i den här riskbedömningen.
 - Beläggingsgrad dagtid: 90 %
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för den här riskbedömningen.
- Beläggingsgrad kvälls-/nattetid: 50 %
Kommentar: Antagandet bedöms som rimligt för den här riskbedömningen.

Bilaga E – Möjliga säkerhetshöjande åtgärder

Möjliga säkerhetshöjande åtgärder utgår framför allt ifrån den skrift som Räddningsverket (idag MSB) gav ut tillsammans med Boverket år 2006, *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner – Vägledningsrapport 2006* [22]. I denna bilaga presenteras en mer utförlig beskrivning av respektive åtgärd som presenteras i kapitel 7. Notera att de åtgärder som rekommenderas i den här riskutredningen presenteras i avsnitt 8.2 samt att de åtgärder som kvantifierats vid beräkning av individ- och samhällsrisk presenteras i Bilaga A, avsnitt A.6.

E.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.

E.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 avåkningar blir relativt enkla att ta hand om, brand-spridning från eventuella pölbränder kan sannolikt förhindras.
- Åtgärden kan skydda mot tryckvåg vid explosion.
- Åtgärden kräver ingen skötsel för att den säkerhetshöjande effekten ska bestå.
- Kan ge räddningstjänsten problem med tillgängligheten till t.ex. spårområde.
- Hög tillförlitlighet. Väl genomförd är det sannolikt att åtgärden finns kvar och fungerar över en längre tidsperiod.

Andra aspekter

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

Kommentarer

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

E.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 (försvårar utbredning av vättskor) 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.

E.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 räddnings-arbete.
- 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.

E.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.

E.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.

E.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.

E.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.

E.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.

E.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.

E.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.

E.12 – Applicering av skyddsåtgärder för planområdet

I DNV:s riktlinjer [7] presenteras förslag på kriterier avseende samhällsrisk. Dessa kriterier utgår från principen om att säkerhetshöjande åtgärder ska vidtas för att sänka samhällsriskerna givet att kriterierna överstigs.

Konsekvensen av flertalet av de olycksscenario som kan uppstå till följd utav en farligt godsolycka har vid studerat planområdet reducerats med hjälp utav en eller flera av de säkerhetshöjande åtgärder som beskrivs ovan (Se avsnitt 8.2 för samtliga föreslagna skyddsåtgärder).

För vissa enskilda scenarion vilka bidrar till att öka samhällsriskerna, primärt BLEVE, ger ovanstående säkerhetshöjande åtgärder begränsad, eller ingen riskreducerande effekt. Som tidigare nämnts i avsnitt 6.3.2.1 bedöms det inte vara möjligt/rimligt med avseende på kostnad/nytta att dimensionera byggnader för att motstå en BLEVE och därmed skydda personer inomhus. Vidare bedöms det inte heller rimligt att med tekniska skyddsåtgärder skydda människor utomhus mot effekterna av en BLEVE. De skyddsåtgärder som primärt skyddar mot effekterna av en BLEVE utgörs således utav skyddsavstånd och disposition inom planområdet. Då BLEVE är ett utdraget förlopp där en tank med kondenserad brandfarlig gas utsätts för yttre brand under en längre tid utgör även möjligheten att utrymma området ett viktigt skydd.

Genomförd känslighetsberäkning i Bilaga C visar på att även mycket omfattande reduktion av exploateringen inom området inte medför en nämnvärd reduktion av samhällsriskerna, vilket till stor del beror på riskbidraget från just BLEVE. Därmed är det även sannolikt att det hade krävts relativt omfattande utökade skyddsavstånd för att reducera riskbidraget från BLEVE.

Vad gäller dispositionen, vilket utgör det andra primära skyddet mot BLEVE, inom planområdet har känsligare bebyggelse (t.ex. bostäder) placerats bakom mindre känslig bebyggelse (t.ex. kontor) för att på så vis skapa ett större skyddsavstånd för känsligare bebyggelse. Vidare bedöms även följande föreslagna skyddsåtgärder hjälpa i händelse av en BLEVE. Notera att dessa effekter inte har kvantifierats och inte ingått i beräkningar av individ- och samhällsrisk.

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

Handling

Komplettering av riskutredning för
Almedals fabriker

Uppdragsgivare

Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs
Stad

Datum

2024-03-20

Status

Version 2.0

Uppdragsnummer

242016-Rapport-01

Uppdragsansvarig

Viktor Sturegård

-
- Att utrymning bort från studerade farligt godsleder är möjlig inom 100 meter från studerade farligt godsleder.

Baserat på riktlinjerna i "*Värdering av risk*" [7] hamnar samhällsriskerna på nivåer där ytterligare skyddsåtgärder skall bedömas ur kostnads-nytta synpunkt. Baserat på det resonemang som förts ovan bedöms samtliga kostnads-nyttomässigt rimliga åtgärder för studerat planområde redan vidtagits i och med föreslagna skyddsåtgärder (se avsnitt 8.2). Genomförda känslighetsberäkningar i Bilaga C visar även på att ytterligare begränsningar i form utav minskad exploatering inom planområdet får en begränsad effekt på samhällsriskerna varför detta inte bedöms vara rimligt givet den påverkan det skulle medföra för planområdet.