

Fördjupad Riskanalys

Lommarstranden

Underlag för detaljplanearbete

2020-11-27



Dokumenttyp: Fördjupad Riskanalys
Uppdragsnamn: Lommarstranden
Norrtälje
Uppdragsnummer: 112249/ 502712
Datum: 2020-11-27
Status: Underlag för detaljplanearbete
Uppdragsledare: Alexander Elias
Handläggare: Alexander Elias
Tel: 08-588 188 04
E-post: alexander.elias@bsl.se
Uppdragsgivare: Norrtälje Kommun

Datum	Egenkontroll	Internkontroll	Revidering avser
2017-10-16	AES	LSS	Underlag för detaljplanearbete granskningshandling
2019-03-25	AES	RKL	Omtag bebyggelsestruktur, underlag för detaljplanearbete granskningshandling
2020-11-27	AES	LSS	Uppdatering avseende trafikförutsättningar samt bebyggelsestruktur

Revideringar i förhållande till föregående version markeras i marginalen, likt detta stycke.

Sammanfattning

Norrtälje Kommun upprättar en ny detaljplan för stadsutvecklingsprojektet Lommarstranden i utkanten av Norrtälje stad. Området som ska förvandlas till ett bostadsområde är en del av ett stort naturområde, som idag är ett populärt rekreativsområde. För att kunna spara så mycket natur som möjligt och skapa attraktiva bostäder med närhet till Norrtäljes stadskärna föreslås ny bebyggelse på Lommarberget intill Väg 76. Väg 76, Västra vägen, färdigställdes 2014 för att minska trafikbelastningen genom centrala Norrtälje och utgör en primär transportled för farligt gods. Västra vägen utgör det planerade bostadsområdets östra gräns.

Den planerade bebyggelsen befinner sig i delar så nära Väg 76 som ca 25 meter. Dessa planerade delar utgörs bland annat av radhusbebyggelse, parkeringshus, förskola samt flerbostadshus.

Enligt Länsstyrelsen i Stockholms län ska riskerna från transportleder för farligt gods och järnväg analyseras vid ny bebyggelse inom 150 meter från sådan transportled. Närheten till Väg 76 ställer krav på att olycksrisker förknippade med vägen undersöks inför ny bebyggelse inom planområdet.

Syftet med riskanalysen är att undersöka lämpligheten med aktuellt planförslag genom att utvärdera vilka risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås. Riskanalysen ska utgöra underlag för den nya detaljplanen.

Analysen omfattar endast plötsliga och oväntade händelser med akuta konsekvenser för liv och hälsa för människor som vistas inom det studerade området. I analysen har hänsyn inte tagits till långsiktiga effekter av hälsofarliga ämnen, buller eller miljöfarliga utsläpp.

I analysen har en inventering gjorts av identifierade riskkällor. Utifrån inventeringen identifieras olycksscenarioer kopplade till riskkällorna. En kvalitativ uppskattning (inledande analys) av riskerna, d.v.s. sannolikhet och konsekvens, för respektive olycksscenario har gjorts i syfte att fastställa vilka olycksscenarioer som bedöms kunna medföra skadliga konsekvenser för människor inom det studerade området och som därför behöver beaktas vid fortsatt planering.

Resultatet av den inledande riskanalysen visar att det finns ett antal olycksrisker förknippade med trafiken på Väg 76 som bedöms påverka risknivån inom det studerade området. Dessa har därför studerats i en fördjupad riskanalys. Den fördjupade analysen har genomförts med hänsyn tagen till den prognostiserade trafiksituationen för prognosåret 2040.

I den fördjupade riskbedömningen har risknivån beräknats i form av individrisk och samhällsrisk. I en känslighetsanalys har dessutom ett scenario med en trafikmängd ökad med en faktor 5 studerats.

Den fördjupade riskbedömningen visar att olycksrisker förknippade med trafiken på Väg 76 påverkar risknivån inom det studerade området på så vis att den beräknade risknivån generellt ligger under den nedre ALARP-gränsen (det vill säga en acceptabel risknivå). Inom ett område för lägre konsekvenser tangerar dock samhällsriskerna den lägre ALARP-gränsen.

Av de olycksrisker som påverkar risknivån inom planområdet är det främst explosion med massexplosiva ämnen samt stor gasmolnsexplosion utmed Väg 76 som leder till en förhöjd samhällsrisknivå. Även om konsekvenserna av en explosion kan bli omfattande med avseende på närheten till den planerade bebyggelsen bedöms den sammanvägda risknivån förknippad med transporter av explosivämne samt brännbar gas på Väg 76 vara extremt låg. Riskbidraget bedöms inte vara så omfattande att olycksrisken innebär en oacceptabel risknivå inom planområdet.

Olycksrisker förknippade med övriga farligt godstransporter på Väg 76 har en relativt begränsad påverkan på samhällsrisken.

För att hantera identifierade risker ges nedanstående förslag på åtgärder för att minska konsekvenserna av en eventuell olycka. De åtgärder som föreslås nedan är de som bedömts rimliga att genomföra med hänsyn till den riskreducerande effekten och begränsning av planerade verksamheter avseende bland annat syfte, funktion och kostnad. Observera att åtgärderna endast utgör ett förslag och att det är upp till kommunen/projektet att ta beslut om åtgärder. De åtgärder som man beslutar om ska sedan formuleras som planbestämmelser på ett sådant sätt att de är förenliga med **Plan- och bygglagen (2010:900)**.

- Ny bebyggelse placeras som närmast 25 meter från riskkällan (Väg 76).
- Bebyggelse inom 75 meter från riskkällan (Väg 76), med undantag för parkeringshus, ska utföras med minst en utrymningsväg som mynnar bort från Väg 76. Denna utgörs med fördel av normal entré för att ta hänsyn till individens benägenhet att utrymma samma väg som de kom in.
- Obebyggda ytor inom 25 meter från riskkällan (Väg 76) ska utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Bebyggelse inom 75 meter från riskkällan (Väg 76) ska utföras med friskluftsintag vänt bort från riskkällan, samt att förskolans ventilation på ett enkelt sätt kan stängas av vid händelse av olycka.

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	3
1. INLEDNING	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Syfte	6
1.3 Omfattning.....	6
1.4 Underlag	6
1.5 Internkontroll.....	6
1.6 Förutsättningar	6
2. ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV OMRÅDET	8
2.1 Områdesbeskrivning	8
2.2 Planerad bebyggelse / förändring inom planområdet	8
3. RISKINVENTERING	10
3.1 Allmänt.....	10
3.2 Identifiering av riskkällor	10
4. INLEDANDE RISKANALYS	12
4.1 Metodik.....	12
4.2 Identifiering av olycksrisker	12
4.3 Kvalitativ uppskattning av risk	12
4.4 Slutsats inledande riskanalys	16
5. FÖRDJUPAD RISKANALYS	16
5.1 Metodik.....	16
5.2 Resultat riskberäkningar	18
5.3 Värdering av risk	19
5.4 Hantering av osäkerheter	20
6. SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER	21
6.1 Allmänt.....	21
6.2 Diskussion kring åtgärder	21
6.3 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning	24
7. SLUTSATSER	25
8. BILAGOR	26
9. REFERENSER	27

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Norrtälje kommun upprättar en ny detaljplan för stadsutvecklingsprojektet Lommarstranden i utkanten av Norrtälje stad. Området som ska förvandlas till ett bostadsområde är en del av ett stort naturområde, som idag är ett populärt rekreationsområde. För att kunna spara så mycket natur som möjligt och skapa attraktiva bostäder med närhet till Norrtäljes stadskärna föreslås nu bebyggelse på Lommarberget intill Väg 76 som utgör en transportled för farligt gods. Väg 76, Västra vägen, färdigställdes 2014 för att minska trafikbelastningen genom centrala Norrtälje. Västra vägen utgör det planerade bostadsområdets östra gräns.

Med anledning av närheten till Västra vägen ställs krav på att olycksriskerna förknippade med denna analyseras i planprocessen, varför denna riskanalys upprättas.

1.2 Syfte

Syftet med riskanalysen är att undersöka lämpligheten med aktuellt planförslag genom att utvärdera vilka risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås.

1.3 Omfattning

Analysen omfattar endast plötsliga och oväntade händelser med akuta konsekvenser för liv och hälsa för människor som vistas inom det studerade området. I analysen har hänsyn inte tagits till långsiktiga effekter av hälsofarliga ämnen, buller eller miljöfarliga utsläpp.

Trafikanter på omgivande vägar omfattas inte av analysen.

1.4 Underlag

Underlag för riskanalysen utgörs av handlingar tillhandahållna av beställare:

- Avrop riskanalys Lommarstranden Brandskyddslaget, daterat 2017-08-29
- Översiktskarta
- Lommarstranden Samrådshandling etapp I (Norrtälje kommun), daterad 2018-06-27, reviderad 2019-02-25
- Utformningsplaner, tillhandahållna via e-post från Norrtälje kommun 2020-10-21

Övriga dokument där information inhämtats redovisas löpande och i avsnitt 9.

1.5 Internkontroll

Riskanalysen omfattas av Brandskyddslagets kvalitetsledningssystem som innebär att en annan konsult i företaget har genomfört en övergripande granskning av rimligheten i de bedömningar som gjorts och de slutsatser som dragits (internkontroll). Initialer i kolumnen för internkontroll på sidan 2 bekräftar kontrollen.

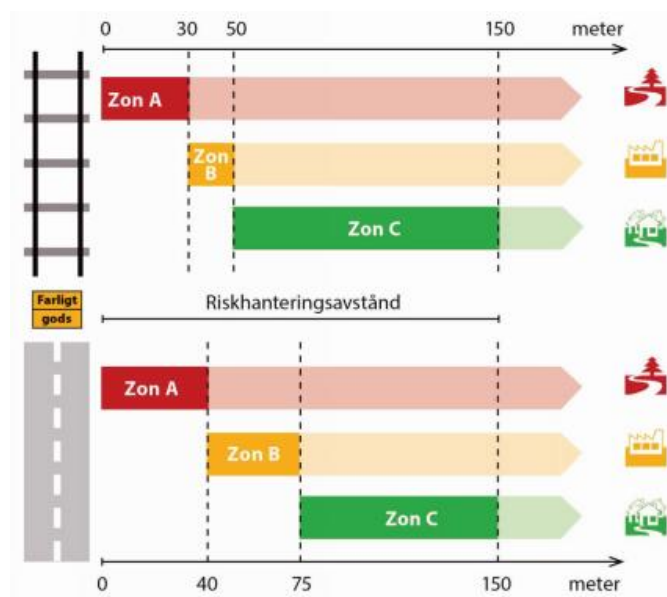
1.6 Företsättningar

1.6.1 Riskhänsyn vid ny bebyggelse

Ett flertal olika lagar reglerar när riskanalyser skall utföras. Enligt Plan- och bygglagen (2010:900) skall bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till boendes och övrigas hälsa. Sammanhållen bebyggelse skall utformas med hänsyn till behovet av skydd mot uppkomst av olika olyckor. Översiktsplaner skall redovisa riskfaktorer och till detaljplaner ska vid behov en miljökonsekvensbeskrivning tas fram som redovisar påverkan på bland annat hälsa. Utförande av miljökonsekvensbeskrivning regleras i Miljöbalken (1998:808).

Länsstyrelsen i Stockholms Län har tagit fram riktlinjer för hur risker från transporter med farligt gods på väg och järnväg ska hanteras vid exploatering av ny bebyggelse /1/. Syftet med riktlinjerna är att ge vägledning och underlätta hanteringen av riskfrågor. Länsstyrelsen anser att möjliga risker ska studeras vid exploatering närmare än 150 meter från en riskkälla. I vilken utsträckning och på vilket sätt riskerna ska beaktas beror på hur riskbilden ser ut för det aktuella planförslaget.

I riktlinjerna presenterar Länsstyrelsen riktlinjer för skyddsavstånd till olika verksamheter. Dessa rekommendationer redovisas i *Figur 1.1*.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

Zon A	Zon B	Zon C
G Drivmedelsförsörjning (obemannad)	E Tekniska anläggningar	B Bostäder
L Odling och djurhållning	G Drivmedelsförsörjning (bemannad)	C Centrum
P Parkering (ytparkering)	J Industri	D Vård
T Trafik	K Kontor	H Detaljhandel
	N Friluftsliv och camping	O Tillfällig vistelse
	P Parkering (övrig parkering)	R Besöksanläggningar
	Z Verksamheter	S Skola

Figur 1.1. Rekommenderade skyddsavstånd till olika typer av markanvändning /1/.

Avstånden i figuren mäts från närmaste väggkant respektive närmaste spårmitte.

Länsstyrelsen anger i sina riktlinjer generellt att skyddsavstånd är att föredra framför andra skyddsåtgärder. Vid korta avstånd lägger Länsstyrelsen större vikt vid konsekvensen av en olycka än frekvensen av olyckan.

För ny bebyggelse inom redovisade skyddsavstånd behöver en riskutredning göras som undersöker om planförslaget är lämpligt och vilka eventuella skyddsåtgärder som behövs.

Intill primära transportleder för farligt gods rekommenderas ett skyddsavstånd på minst 25 meter, samt att åtgärder ska vidtas åtminstone inom 30 meter från vägen.

2. Översiktlig beskrivning av området

2.1 Områdesbeskrivning

Det aktuella planområdet är beläget i utkanten av Norrtälje. Marken, som idag till stor del är oexploaterad och utgörs av naturmark, avgränsas i öster av Väg 76 (Västra vägen) och i norr av vatten i form av Lommarsjön. I väster gränsar planområdet till naturmark samt en mindre landsväg och i söder till glesare bebyggelse och naturmark. Området är bitvis mycket kuperat.



Figur 2.1. Översikt av studerat område. Aktuellt planområdes ungefärliga utbredning är markerat i rött.

2.1.1 Omgivande planer

Inom Norrtälje kommun finns ett flertal pågående detaljplanearbeten. Inget av dessa bedöms utgöra någon påverkan på risknivån inom det studerade området. Troligtvis innebär planarbete i närliggande områden en ökning av antalet bostäder, vilket i sin tur innebär en ökad persontäthet och möjlig påverkan på samhällsriskerna för området.

2.1.2 Omkringliggande bebyggelse

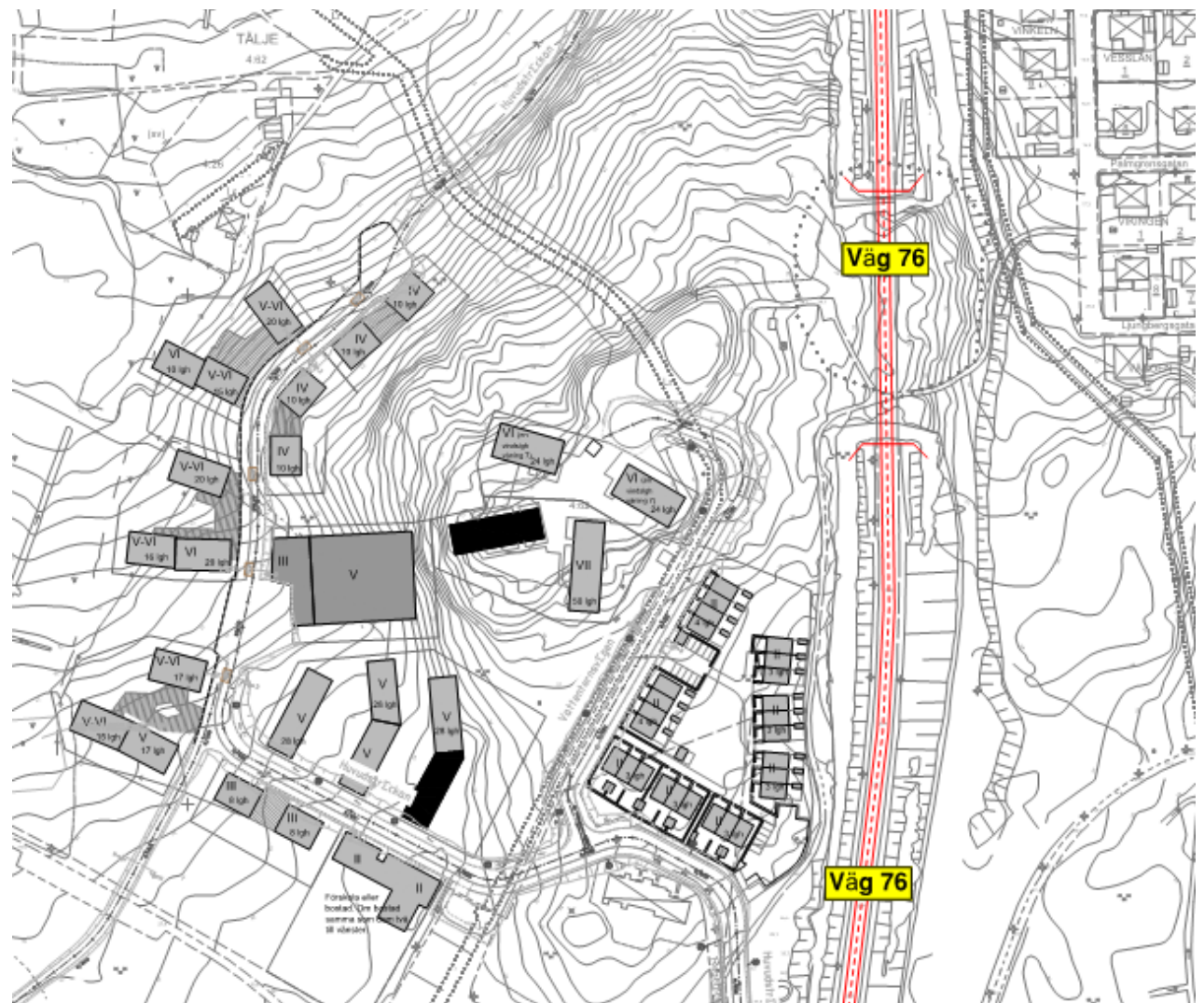
Den yta som planområdet omfattar är idag till stor del obebyggd. Detta föranleder att ett genomförande av den planerade bebyggelsen snarare är att beakta som ett rent tillskott av bebyggelse, snarare än en förändring av befintlig struktur.

Östra sidan av Väg 76, i höjd med planområdet, är bebyggd med ett antal villor, flerfamiljshus i tre våningsplan samt en förskola. Avståndet från Västra vägen till denna bebyggelse uppgår till ungefär 50 - 300 meter.

2.2 Planerad bebyggelse / förändring inom planområdet

Inom ramen för detaljplanearbetet planeras bebyggelse av området i form av ett flertal bostäder (flerfamiljshus, radhus och villor), förskola, samt parkeringshus. Planerad bebyggelse framgår mer utförligt av Figur 2.2 nedan.

Planområdet angränsar i öster till Väg 76 (Västra vägen). Avståndet till denna väg, som utgör primär transportled för farligt gods, uppgår som minst till ungefär 25-30 meter. Den planerade bebyggelsen i dessa lägen utgörs primärt av radhusbebyggelse.



Figur 2.2. Planerad bebyggelse enligt aktuellt planförslag.

3. Riskinventering

3.1 Allmänt

Inledningsvis görs en inventering av riskkällor i anslutning till det studerade området. Riskinventeringen omfattar de riskkällor (transportleder för farligt gods och verksamheter som hanterar farligt gods) som kan innebära plötsliga och oväntade olyckshändelser med konsekvens för det aktuella området. Utifrån gällande riktlinjer (se avsnitt 1.6.1) avgränsas inventeringen till riskkällor inom 150 meter från planområdet.

3.1.1 Farligt gods

Ämnen klassade som farligt gods är det som till stor del kan ge upphov till oväntade och plötsliga olyckshändelser och kunskap om dessa är därför viktigt i en riskanalys.

Farligt gods är en vara eller ett ämne med sådana kemiska eller fysikaliska egenskaper att de i sig själv eller vid kontakt med andra ämnen, t.ex. luft eller vatten, kan orsaka skada på människor, djur och miljö eller påverka transportmedlets säkra framförande. Farligt gods delas in i klasser (riskkategorier) utefter de egenskaper ämnet har. De olika ämnesklasserna delas i sin tur in i underklasser.

I *Tabell 3.1* redovisas de olika klasserna samt typ av ämnen.

Tabell 3.1. Farligt gods indelat i olika klasser enligt ADR/RID.

Klass	Ämne	Beskrivning
1	Explosiva ämnen	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut, fyrverkerier etc.
2	Gaser	2.1. Brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) 2.2. Icke brandfarliga, icke giftiga gaser (kväve, argon etc.) 2.3. Giftiga gaser (klor, ammoniak, svaveldioxid etc.)
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, etanol, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel och industrikemikalier etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Kiseljörn (metallpulver), karbid, vit fosfor etc.
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider, kaliumklorat etc.
6	Giftiga ämnen	Arsenik, bly- och kvicksilversalter, cyanider, bekämpningsmedel etc.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Transporteras vanligen i mycket små mängder.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium, kaliumhydroxid (lut) etc.
9	Övriga farliga ämnen	Gödningsämnen, asbest etc.

3.2 Identifiering av riskkällor

I aktuellt projekt har följande riskkälla identifierats:

- Väg 76 (Västra vägen) – primär transportled för farligt gods

Övriga riskkällor så som bensinstationer, andra farligt godsleder eller farliga verksamheter ligger 150 meter eller mer från studerat planområde och studeras därmed inte i denna riskanalys.

I kommande avsnitt görs en beskrivning av den identifierade riskkällan.

3.2.1 Väg 76, Västra vägen

Allmänt

Väg 76 sträcker sig från väg E18 söder om Norrtälje till Gävle i norr där den ansluter till väg E4. Denna vägsträcka färdigställdes 2014 i syftet att minska trafikbelastningen genom centrala Norrtälje. På sträckan förbi planområdet består vägen av två filer, en i vardera riktningen, och den skyltade hastighetsbegränsningen är 80 km/h.

Topografin utmed vägen är varierad på så vis att planområdet är högre beläget än vägen (uppskattningsvis är körbanan belägen ca 6-12 m lägre än planområdet längs aktuell vägsträcka), och längs med en mindre del av sträckningen förbi planområdet går vägen genom tunnel. Denna utformning medger att vägbanan i princip är förlagd i ett tråg, med sidor i form av bergssidor och branta slänter både åt öster och väster i höjd med planområdets sträckning.

Enligt den bullerutredning som gjorts för planområdet uppgår ÅDT (årsdygnstrafik) för prognosåret 2040 till 20 000 fordon per årsmedeldygn, varav ungefär 10 % utgörs av tung trafik /2/. Dessa siffror har inhämtats genom Nordisk vägdatabas NVDB på webb och gällande trafikuppräkningsstal för prognosår 2040 i enlighet med *Trafikuppräkningsstal för EVA 2014-2040-2060*.

Transporter av farligt gods

Väg 76 är klassad som en primär transportled för farligt gods förbi det aktuella området. Det primära vägnätet är tänkt att utnyttjas för genomfartstrafik, vilket medför att transporter av farligt gods sannolikt endast kommer att passera förbi området på Väg 76.

Då Väg 76 är en primär transportled för farligt gods antas att samtliga klasser av farligt gods transporteras där. I analysen antas att antalet transporter av farligt gods i förhållande till antalet totala transporter är i linje med den nationella statistik som finns att tillgå /3/. Enligt grova inventeringar av verksamheter norr och söder om Norrtälje, vilka skulle kunna föranleda transport av farligt gods på Väg 76 kan det konstateras att de faktiska antalet transporter sannolikt understiger använd beräkningsdata, vilket medför att beräkningarna utförs konservativt.

Sammanställning

Då ingen kartläggning av transport av farligt gods finns utförd för den aktuella vägsträckan används nationellt genomsnitt som riktvärde vid vidare studie av Väg 76:s bidrag till risknivån mot planområdet.

4. Inledande riskanalys

4.1 Metodik

Utifrån riskinventeringen görs en uppställning av möjliga olycksrisker som kan påverka människor inom det studerade området.

För identifierade olycksrisker görs en kvalitativ bedömning (inledande analys) av möjlig konsekvens av respektive händelse. En grov bedömning görs även av sannolikheten för att en olycka ska inträffa. Denna bedömning syftar i huvudsak till att avgöra om händelsen kan inträffa överhuvudtaget, d.v.s. om riskkällan omfattar just de förutsättningar som krävs för att den identifierade olycksrisken ska finnas.

Utifrån de kvalitativa bedömningarna av sannolikhet och konsekvenser görs sedan en sammanvägd bedömning av huruvida identifierade olycksrisker kan påverka risknivån inom aktuellt planområde. För olycksrisker som anses kunna påverka risknivån inom planområdet genomförs en fördjupad (kvantitativ) riskanalys. Olycksrisker som med hänsyn till små konsekvenser och/eller låg sannolikhet ej anses påverka risknivån inom planområdet bedöms vara acceptabla och bedöms därför ej nödvändiga att studera vidare i en fördjupad analys.

4.2 Identifiering av olycksrisker

Utifrån riskinventeringen är bedömningen att det endast är transporter av farligt gods på Väg 76 som kan medföra olyckshändelser med möjlig konsekvens för det aktuella planområdet.

4.3 Kvalitativ uppskattning av risk

4.3.1 Olycka vid transport av farligt gods

Allmänt

Som tidigare nämnts delas farligt gods in i nio olika klasser utifrån ADR-S.

I tabellen nedan görs en övergripande beskrivning av vilka ämnen som tillhör respektive klass och vilka konsekvenser en olycka med respektive ämne kan leda till.

Tabell 4.1. Konsekvensbeskrivning för olycka med respektive ADR-klass.

Klass	Konsekvensbeskrivning
1. Explosiva ämnen	Riskgrupp 1.1: Risk för massexplosion. Konsekvensområden kan vid stora mängder (≥ 2 ton) överstiga 50–200 meter. Begränsade områden vid mängder under 1 ton. Riskgrupp 1.2–1.6: Ingen risk för massexplosion. Risk för splitter och kaststycken. Konsekvenserna normalt begränsade till närområdet.
2. Gaser	Klass 2.1: Brännbar gas: jetflamma, gasmolnsexplosion, BLEVE. Konsekvensområden mellan ca 20–200 meter. Klass 2.2: Icke brännbar, icke giftig gas: Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan. Klass 2.3: Giftig gas: Giftigt gasmoln. Konsekvensområden över 100-tals meter.
3. Brandfarliga vätskor	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvensområden vanligtvis inte över 40 m.
4. Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidlösningar med konc. $> 60\%$ eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. Skadeområde ca 70 m radie.
6. Giftiga ämnen	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7. Radioaktiva ämnen	Utsläpp av radioaktivt ämne, kroniska effekter mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8. Frätande ämnen	Utsläpp av frätande ämne. Konsekvenser begränsade till närområdet.
9. Övriga farliga ämnen	Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet.

Utifrån beskrivningen ovan bedöms det vara ämnen ur följande klasser som kan vara relevanta att beakta vid bedömning av risknivån för det aktuella planområdet:

- Klass 1.1. Massexplosiva ämnen
- Klass 2.1. Brännbara gaser
- Klass 2.3. Giftiga gaser
- Klass 3. Brandfarliga vätskor
- Klass 5. Oxiderade ämnen och organiska peroxider

Konsekvenserna av olycka med övriga klasser är begränsade till det absoluta närområdet och bedöms därför inte påverka risknivån inom planområdet.

Nedan redovisas separata bedömningar av de fem farligt godsklasserna som redovisas ovan med avseende på hur de bedöms påverka risknivån inom planområdet:

Klass 1.1 Massexplosiva ämnen

Vid en olycka med transport av ämnen ur riskgrupp 1.1 kan en massexplosion uppstå antingen till följd av stora påkänningar eller till följd av en brand som sprids till lasten. Konsekvenserna av olyckan är beroende av mängden explosivämnen som exploderar.

Med hänsyn till avståndet mellan den planerade bebyggelsen och Väg 76 bedöms en olycka med en större mängd massexplosiva ämnen på vägen kunna innebära konsekvenser inom det aktuella området. Sannolikheten för att en massexplosion med större mängder ska inträffa på Väg 76 i anslutning till planområdet bedöms dock vara extremt låg. Detta beror främst på det begränsade antalet transporter med produkter som kan leda till massexplosion (klass 1.1) och dessutom finns det detaljerade regler för hur explosivämne ska förpackas och hanteras vid transport för att reducera sannolikheten för explosion. Utöver detta bidrar även vägens utformning och topografin utmed planområdet till den låga risknivån, då de avskärmande slänterna på var sida om vägen agerar som skyddande avskärmning vid händelse av olycka med massexplosiva ämnen.

Även om konsekvenserna av en explosion kan bli omfattande med avseende på närheten till den planerade bebyggelsen bedöms den sammanvägda risknivån förknippad med transporter av explosivämne på Väg 76 vara extremt låg. Riskbidraget bedöms inte vara så omfattande att olycksrisken innebär en oacceptabel risknivå inom planområdet.

Med hänsyn till konsekvenserna av en större explosion bör dock olycksrisken studeras vidare i en fördjupad analys för att verifiera det låga riskbidraget och för att avgöra behovet av säkerhetshöjande åtgärder.

Klass 2.1. Brännbara gaser

En olycka med brännbar gas innebär att gas läcker ut och antänds (antingen under tryck eller när den spridits bort från utsläppskällan) eller att en gastank utsätts för utvändig brand vilket hettar upp gasen så att den expanderar snabbt. Beroende på utsläpps- och antändningsscenario kan konsekvenserna variera.

Brännbara gaser transporteras normalt trycksatta (och tryckkondenserade) i tankbilar eller i flaskpaket. Detta medför att behållarna normalt har högre hållfasthet än vanliga tankar för t.ex. vätsketransporter vilket i sin tur ger en begränsad sannolikhet för läckage även vid stor påverkan som vid exempelvis en trafikolycka. Då gasen kan spridas bort från olycksplatsen ökar dock sannolikheten för att utsläppet kommer i kontakt med en tändkälla och antänds.

Bidraget till risknivån bedöms vara begränsat men scenariot behöver studeras vidare i en fördjupad analys för att utreda eventuellt behov av skyddsåtgärder.

Klass 2.3. Giftiga gaser

Även giftiga gaser transporteras trycksatta i tankar. Större transporter av t.ex. klor, som är en av de giftigaste gaserna som transporteras i Sverige, går normalt på järnväg medan mindre transportmängder kan ske på väg. På väg transporteras ammoniak och svaveldioxid i större mängder.

Giftig gas behöver inte aktiveras genom antändning för att bli farlig. Den är farlig så snart den läcker ut. Beroende på vind och topografi kan gasen spridas långa sträckor och fortfarande ha dödliga koncentrationer. Vid större utsläpp kan människor både utomhus och inomhus skadas eller omkomma på upp till flera hundra meters avstånd från utsläppet.

Även om konsekvenserna av ett utsläpp kan bli omfattande bedöms den sammanvägda risknivån förknippad med giftiga gaser vara mycket begränsad. Dock kan ett omfattande utsläpp orsaka svåra konsekvenser på stora avstånd från läckaget. Med anledning av detta bör olycka vid transport av giftig gas undersökas vidare i en fördjupad analys.

Klass 3. Brandfarliga vätskor

Brandfarliga vätskor utgör den klass av farligt godstransporter som är vanligast förekommande. Transporter sker i tankbilar med eller utan släp.

Enligt tabell 4.1 kan en olycka med brandfarliga vätskor generellt innebära skadeområden uppåt 40–50 meter vid ett stort utsläpp som antänds. Detta är beräknat utifrån en öppen geometri och horisontell strålning.

Bebyggelse inom planområdet ligger ca 25 meter eller mer från Väg 76 och är dessutom högre belägen än vägen, vilket resulterar i lägre påverkansområden från en eventuell brand. Även om påverkan mot planområdet bedöms bli liten vid en olycka kan detta inte uteslutas. Scenariot bör därför studeras vidare i en fördjupad analys för att utreda eventuellt behov av skyddsåtgärder.

Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Vissa oxiderande ämnen och organiska peroxider ur klass 5 kan, om de blandas med brännbart material bilda en blandning som kan självantända. Blandningen kan till och med innebära ett explosionsartat brandförlopp som motsvarar explosion med massexplosiva ämnen. Ett scenario som kan inträffa vid utsläpp till följd av en olycka är att ämnet blandas med exempelvis drivmedel från lastbilen. Ett större utsläpp kan bilda en explosiv blandning som motsvarar flera ton explosivämne. Enligt beskrivningen av olycka med explosiva ämnen ovan bedöms ett sådant skadescenario kunna medföra mycket stora konsekvenser med avseende på personskador inom det studerade området.

Sannolikheten för att en olycka med ämnen ur klass 5 ska leda till ett skadescenario som påverkar planområdet bedöms dock vara mycket låg. Dessutom är det endast en mycket begränsad andel av ämnena ur klass 5 som kan leda till denna typ av kraftiga brand- och explosionsförlopp. Det är nämligen i huvudsak ej stabiliserade väteperoxider och vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid samt organiska peroxider som kan ge upphov till sådana förlopp. Vattenlösningar av väteperoxider med mindre än 60 % väteperoxid bedöms däremot inte kunna leda till explosion. För att stabilisera det oxiderande ämnet blandas ofta en stabilisator, flegmatiseringsmedel, in för att minska reaktionsbenägenheten. Enligt regelverket ADR-S /4/ är det inte ens tillåtet att transportera ej stabiliserade väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid på väg. Det är inte heller tillåtet att transportera ammoniumnitrat med mer än 0,2 % brännbara ämnen, utom när det utgör beståndsdel i ett ämne eller föremål i klass 1 (explosiva ämnen). Andelen av de oxiderande ämnena på vägen som bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material antas därför vara mycket begränsad.

Utifrån ovanstående beskrivning bedöms den sammanvägda risknivån förknippad med transporter av oxiderande ämnen och organiska peroxider på Väg 76 vara mycket begränsad. Med hänsyn till konsekvenserna av en olycka bör dock olycksrisken studeras vidare i en fördjupad analys för att verifiera det låga riskbidraget och för att avgöra behovet av säkerhetshöjande åtgärder.

4.4 Slutsats inledande riskanalys

Utifrån den inledande analysen har det bedömts nödvändigt att genomföra en fördjupad analys av vissa olycksrisker. Av de identifierade riskerna i anslutning till området har följande bedömts vara av sådan omfattning att mer detaljerade analyser bedömts nödvändiga:

- Explosion vid transport av massexplosiva ämnen (klass 1.1)
- Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
- Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
- Utsläpp och antändning av brandfarliga vätskor (klass 3)
- Olycka där ämne ur klass 5 blandas med brännbart ämne och orsakar explosionsartad självantändning (klass 5)

5. Fördjupad riskanalys

5.1 Metodik

De identifierade olyckshändelserna som i den inledande analysen bedöms kunna inträffa samt kan medföra konsekvenser för det aktuella området studeras vidare i en fördjupad, kvantitativ, riskanalys.

Beräkning av frekvens och konsekvenser

I den fördjupade analysen kvantifieras frekvensen för, samt konsekvenserna av, respektive olycksrisk. Vilken metod som används är beroende av riskkällans egenskaper.

Frekvensberäkningarna utförs i enlighet med den metod som anges i *Farligt gods – Riskbedömning vid transport /5/*. Som underlag till beräkningarna när det gäller antalet transporter med farligt gods har analysen utgått från ett nationellt snitt avseende andel farligt gods av den totala godsmängden. Frekvensberäkningarna baseras på ett uppskattat maxvärde. Frekvensberäkningarna är genomförda för dagens trafik och en uppskattad framtida trafik (se bilaga A).

Konsekvensberäkningar har genomförts genom att för respektive scenario bedöma inom vilka skadeområden som personer antas omkomma inomhus respektive utomhus. Eftersom egenskaperna hos ämnena i de olika farligt godsklasserna skiljer sig mycket från varandra har olika metoder använts för att uppskatta konsekvenserna för respektive olycksrisk. För scenarier med gasol har beräkningar genomförts med hjälp av simuleringsprogrammet **Gasol** som är utgivet av MSB /6/. Utsläpp av giftig gas har simulerats med hjälp av programmet **Spridning i luft 1.2** /6/. Beräkningar av explosionslaster samt strålningsberäkningar för utsläpp och antändning av brännbar vätska har utförts med handberäkningar.

Beräkningarna redovisas i sin helhet i bilagorna A och B.

Sammanvägning av risk

Risker avseende personsäkerhet presenteras och värderas i form av individrisk och samhällsrisk:

Individrisk är den risk som en enskild person utsätts för genom att vistas i närheten av en riskkälla. Individrisken redovisas som platsspecifik individrisk. Detta görs i form av individriskkonturer som visar frekvensen för att en fiktiv person på ett visst avstånd omkommer till följd av en exponering från den studerade riskkällan. Individrisken beräknas dels för personer som vistas utomhus och även för personer som vistas inomhus. Beräkningarna i sin helhet återfinns i bilaga A.

Samhällsrisk är det riskmått som en riskkälla utgör mot hela den omgivning som utsätts för risken. Frekvenser för olika händelser vägs samman med konsekvenserna av dessa. Detta redovisas sedan i ett F/N-diagram (frequency/number of fatalities) där den kumulerade frekvensen plottas mot konsekvenser i ett logaritmerat diagram. Frekvenser uttrycks i förväntat antal olyckor per år (år^{-1}) och konsekvenser i antal omkomna, då dessa enheter ger en uppfattning om vilken risk samhället utsätts för till följd av en riskkälla. Detta riskmått beräknas utifrån specifika förutsättningar avseende riskkällan, den planerade bebyggelsestrukturen och byggnadsutformning.

Riskberäkningar redovisas i bilaga B och C.

Värdering av risk

För att avgöra om de beräknade risknivåerna är acceptabla eller inte så jämförs de mot angivna acceptanskriterier.

Vilken risknivå som kan betraktas som acceptabel är inte entydigt specificerat eller uttryckt i någon idag gällande lagstiftning. I publikationen *Värdering av risk /7/* ges förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk vilka rekommenderas av Länsstyrelsen i Stockholms län och som därför används i denna analys, se *Tabell 5.1*.

Tabell 5.1. Förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk.

Riskkriterier	Individrisk	Samhällsrisk för en vägsträcka på 1 km
Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras	10^{-5}	$F=10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1
Övre gräns för områden där risker kan anses vara små	10^{-7}	$F=10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutning på FN-kurva: -1

Enligt *Tabell 5.1* anges kriterierna i form av en övre och en undre gräns. Risker över den övre gränsen anses som oacceptabla medan risker under den nedre gränsen bedöms som acceptabla.

Området mellan kriterierna benämns ALARP (As Low As Reasonably Practicable). I detta område ska man sträva efter att med rimliga medel sänka riskerna, d.v.s. att kostnaderna för åtgärderna ska vara rimliga i förhållande till den riskreducerande effekt som erhålls. För att bedöma rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder bör man därför även beakta begreppet *tolerabel risk*:

1. Till att börja med är det viktigt att beakta att omfattningen av riskreducerande åtgärder normalt är beroende av den planerade verksamheten, d.v.s. acceptansnivån varierar något mellan olika verksamheter. De undre av kriteriegränserna nyttjas vanligtvis för bebyggelse där påverkan från externa risker (t.ex. förknippade med transport av farligt gods etc.) ska vara låg. Detta gäller exempelvis för bostäder, hotell och svårutrymda lokaler (sjukhus, skolor och personintensiva lokaler etc.). Jämfört med bostäder bedöms ofta påverkan av externa risker vara något mer tolerabla för t.ex. kontors- och vissa typer av restaurang- och butiksverksamheter. Orsaken till detta är främst att dessa typer av verksamheter innebär att personer normalt är vakna, samt att verksamheterna huvudsakligen nyttjas dagtid. För bebyggelse och utrymmen som inte innebär stadigvarande vistelse, t.ex. parkeringsplatser samt gång- och cykelstråk, accepteras normalt en risknivå som överstiger angivna riskkriterier.

2. Rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder beror även inom vilken del av ALARP som risknivån ligger. Risker inom övre delarna av ALARP bör enbart tolereras om det bedöms vara praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. För risker i de lägre delarna av ALARP bör kraven på riskreduktion inte vara lika hårda, men möjliga åtgärder ska dock fortfarande beaktas. I de flesta fall anses risknivån vara acceptabel även om den hamnar inom ALARP-området, förutsatt att de åtgärder som bedöms vara rimliga ur ett kostnads-/nyttoperspektiv vidtas.

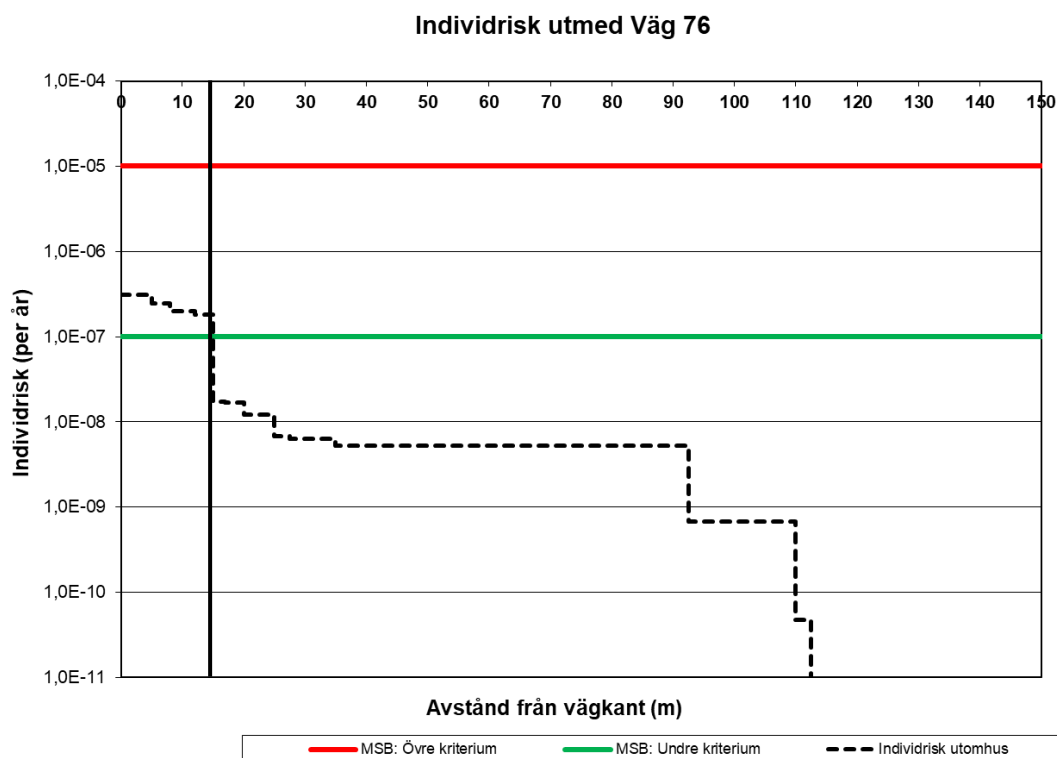
Hantering av osäkerheter

Risikanalysen utgår från underlag som innefattar relativt omfattande osäkerheter, främst med avseende på antalet transporter av farligt gods. I avsnitt 5.4 redovisas ytterligare diskussion kring hanteringen av ovanstående osäkerheter m.m. samt hur detta påverkar analysens resultat. För att studera hur olika antaganden påverkar resultatet av den fördjupade risikanalysen genomförs en känslighetsanalys.

5.2 Resultat riskberäkningar

5.2.1 Individrisk

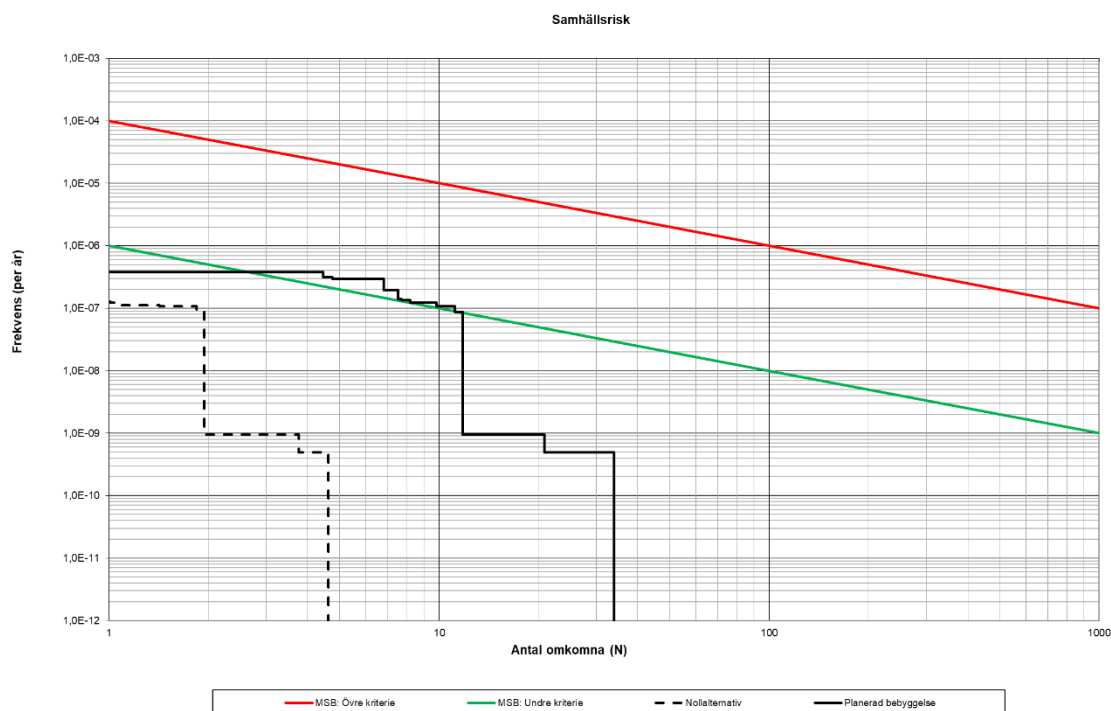
Nedan redovisas den beräknade risknivån inom områden utmed Väg 76. Individrisken presenteras för oskyddade personer utomhus, vilket bedöms innebära en större exponering och därmed en högre risknivå än för personer som vistas inomhus (se *Figur 5.1*). Individrisken redovisas utifrån trafiksiffror för prognosåret 2040.



Figur 5.1. Individrisk utomhus utmed Väg 76. Svart streck anger kortaste avstånd mellan Väg 76 och planområdesgräns. (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala).

5.2.2 Samhällsrisk

I Figur 5.2 redovisas den beräknade samhällsrisk utmed Väg 76, dvs. aktuellt planområde och kringliggande bebyggelse. Samhällsrisk presenteras med planerad ny bebyggelse inom det aktuella planområdet samt för nollalternativet (utan ny bebyggelse). Beräkningarna har gjorts för trafiksituationen vid prognosåret 2040.



Figur 5.2. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för planområdet och dess närmaste omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med Väg 76. (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala).

5.3 Värdering av risk

Enligt genomförda beräkningar ligger individrisken under det rekommenderade ALARP-området utifrån planerad bebyggelsestruktur samt planerat avstånd mellan planområdet och riskkällan. Med avseende på **individrisk** bedöms risker förknippade med Väg 76 därmed vara acceptabla.

Genomförda beräkningar avseende samhällsrisk visar att risknivån generellt ligger under det lägre acceptanskriteriet, samt till viss del inom den lägre delen av ALARP-området. Med avseende på **samhällsrisk** bedöms risker förknippade med planerad bebyggelse utmed Väg 76 därmed som acceptabla, förutsatt att säkerhetshöjande åtgärder vidtas.

Av identifierade risker är det främst explosion med massexplosiva ämnen samt stor gasmolnexplosion som leder till att samhällsrisk överstiger den undre ALARP-gränsen.

Det ska i samband med detta även noteras att beräkningarna bygger på data för transport av farligt gods enligt nationellt snitt. Enligt grova inventeringar av verksamheter norr och söder om Norrtälje, vilka skulle kunna föranleda transport av farligt gods på Väg 76 kan det konstateras att de faktiska antalet transporter sannolikt understiger använd beräkningsdata. Dock kan genomfartstransporter mellan E18 och E4 inte uteslutas. Detta medför att beräkningarna är att betrakta som konservativa avseende risknivån mot det planerade planområdet.

5.4 Hantering av osäkerheter

Som indata i bedömningar och beräkningar erfordras värden på eller information om bl.a. utformning, olycksstatistik, väder, vind och hur olika ämnen beter sig med mera. Underlaget har i vissa fall varit bristfälligt och antaganden har varit nödvändiga för att kunna genomföra analysen. I denna analys är bedömningen att det främst är följande beräkningar, antaganden och förutsättningar som är belagda med osäkerheter:

- Frekvensberäkningarna har utförts med schablonmetoder.
- Uppskattad mängd och antal transporter med farligt gods förbi planområdet.
- Val av olycksscenarier
- Uppskattat personantal

5.4.1 Känslighetsanalys

En av de största osäkerheterna i riskanalysen bedöms ligga i den antagna mängden farligt gods på Väg 76. Dessa osäkerheter har föranlett en känslighetsanalys som beaktar antalet transporter av respektive farligt godsklass. Känslighetsanalysen omfattar frekvens- och konsekvensberäkningar (bilaga A och B) samt beräkning av individrisken och samhällsrisk (bilaga C) på motsvarande sätt som den fördjupade riskanalysen.

Känslighetsanalysen beaktar följande olycksscenarier:

- **Förändrat transportantal**

Det uppskattade antalet transporter har antagits öka med en faktor 5 i förhållande till de uppskattade transportmängderna **år 2040**.

Av genomförd känslighetsanalys framgår att individrisken stiger på så vis att individrisk inom ett avstånd om 0-15 meter från vägkanten ligger inom det mellersta ALARP-området. På det avstånd som utgör kortaste avstånd mellan planområde och vägkant ligger individrisken bibehållet under det lägre acceptanskriteriet.

Gällande samhällsrisk resulterar känslighetsanalysen i att risknivån stiger något, men befinner sig fortfarande inom ALARP-områdets lägre och mellersta delar, det vill säga aldrig på en oacceptabel nivå.

Utifrån genomförd känslighetsanalys samt med hänsyn till att övriga antaganden har genomförts konservativa innebär att hänsyn tas till ingående osäkerheter i analysen.

Se Bilaga C för mer ingående beskrivning av genomförd känslighetsanalys.

6. Säkerhetshöjande åtgärder

6.1 Allmänt

Enligt den detaljerade analysen bedöms risknivån inom det aktuella planområdet vara så hög att riskreducerande åtgärder ska beaktas vid exploatering. Åtgärdernas omfattning behöver dock diskuteras, då risknivån innebär att åtgärder som syftar till att reducera risker förknippade med transporter av farligt gods enbart ska vidtas i den mån de bedöms vara rimliga ur ett kostnads-/nyttoperspektiv. Åtgärdernas kostnader ska med andra ord ställas i relation till deras riskreducerande effekt.

6.2 Diskussion kring åtgärder

Med utgångspunkt i ovanstående resonemang redovisas i nedanstående avsnitt separata bedömningar av rimligheten i att vidta åtgärder med avseende på de olycksrisker som studeras i den fördjupade riskanalysen.

Respektive avsnitt inleds med en generell beskrivning av restriktioner och åtgärder. I *kursiv text* redovisas en specifik bedömning för det aktuella området. I avsnitt 6.3 redovisas sedan en sammanställning av vilka restriktioner och åtgärder som rekommenderas för det aktuella projektet.

6.2.1 Placering av verksamheter

Vid lokalisering i ett utsatt område bör man alltid sträva efter att lokalisera bebyggelsen på ett tillräckligt stort avstånd från eventuella störningskällor. Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd (se 1.6.1) bör användas som riktvärden för placering av verksamheter. I centrala områden där det är ont om mark kan detta dock vara svårt.

Normalt innebär uppfyllande av Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd att ytterligare säkerhetshöjande åtgärder inte behöver vidtas. Vid bebyggelse som inte uppfyller de rekommenderade skyddsavstånden kommer kompletterande byggnadstekniska åtgärder generellt behöva vidtas. Omfattningen av åtgärderna är beroende av hur mycket skyddsavstånden underskrids samt vilka olycksrisker som behöver beaktas. Syftet med åtgärderna är att reducera det "nettotillskott" av oönskade händelser som avsteget medför i förhållande till om riktlinjerna skulle följas.

Den nya bebyggelsen placeras som minst 25 meter från Väg 76, vilket innebär ett avsteg från rekommenderade skyddsavstånd om 75 meter för sammanhållen bostadsbebyggelse enligt avsnitt 1.6.1. Den rekommenderade bebyggelsefria zonen på minst 25 meter uppfylls dock med aktuellt planförslag. Risknivån inom området (enbart samhällsrisk) är sådan att det krävs kompletterande åtgärder för att föreslagen bebyggelsestruktur ska accepteras. Dock utgör risktillskottet som följer av att bebyggelsen placeras närmare vägen än rekommenderat skyddsavstånd en relativt liten del av den totala risknivån. Detta då motsvarande risknivå bedöms uppstå även om skyddsavstånd om 75 meter uppfylls.

För att tillgodose föreslagen bebyggelsestruktur och att avståndet mellan väg och ny bebyggelse motsvarar föreslagen situationsplan behöver detta anges som krav i detaljplan, se vidare i avsnitt 6.3.

6.2.2 Utformning av obebyggda ytor

Utformningen av obebyggda områden i anslutning till riskkällor bör göras med hänsyn tagen till den förhöjda risknivån. Detta gäller främst för områden mellan ny bebyggelse och riskkällan. Detta område bör inte utformas så att de uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

Med hänsyn till risknivån samt Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd, rekommenderas att ytor inom ca 25 meter från Väg 76 inte utformas så att de uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Med stadigvarande vistelse avses exempelvis uteplatser, lekplatser, utegym m.m. Markparkering samt gång- och cykelvägar är ytor som inte bedöms ge upphov till stadigvarande vistelse och som därmed kan placeras inom 25 meter från Väg 76.

Föreslagen utformning innebär att det generellt sett inte planeras för uteplatser, lekplatser eller liknande som uppmuntrar till stadigvarande vistelse utomhus mellan planerad bebyggelse och Väg 76.

Det föreslås att åtgärden anges som krav i detaljplan alternativt planbeskrivning, se vidare i avsnitt 6.3.

6.2.3 Byggnadstekniska åtgärder

Enligt ovan innebär föreslagen bebyggelse att de rekommenderade skyddsavstånd som redovisas i avsnitt 1.6.1 underskrids. Den planerade bebyggelsen innebär enligt den fördjupade riskanalysen att samhällsriskerna hamnar inom den lägre delen av ALARP. För att acceptera avstegen samt för att reducera risknivån behöver kompletterande byggnadstekniska åtgärder vidtas. Nedan redovisas diskussioner kring behovet av åtgärder.

Allmänt om utformning av ny bebyggelse

Utrymningsstrategin för ny bebyggelse i anslutning till riskkällan behöver utformas med beaktande av möjliga olyckor. Detta innebär att utrymningsvägar ska dimensioneras och utformas så att utrymning kan ske tillfredställande även vid en olycka på Väg 76.

Ovanstående innebär att planerade bostadsbyggnader inom planområdet ska utformas med åtminstone en utrymningsväg som mynnar bort från riskkällan. Det rekommenderas att denna utrymningsväg utgörs av "normal" entré för att på så sätt ta hänsyn till personers benägenhet att utrymma samma väg som de kom in. Åtgärderna bör åtminstone vidtas för byggnader inom 75 meter från Väg 76 (rekommenderat skyddsavstånd enligt Länsstyrelsen).

Det föreslås att åtgärden anges som krav i detaljplan alternativt planbeskrivning, se vidare i avsnitt 6.3.

Skydd mot explosion

För explosioner där konsekvenserna kan bli stora på stora avstånd kan effekten mildras genom att byggnaderna konstrueras med hänsyn till höga tryck. Exempelvis kan man dimensionera stommen för en ökad horisontallast samt bygga en rasdämpande stomme. Detta ställer krav på seghet/deformationsförmåga i stommen samt att stommen klarar bortfall av delar av bärningen.

Ytterligare säkerhetshöjande åtgärder är att fönster förses med härdat och laminerat glas alternativt trycktåligt glas. Detta förhindrar att människor innanför fönster skadas till följd av att glas trycks in i byggnaden till följd av tryckvågen.

Ovanstående åtgärdsförslag innebär stor begränsning i byggmetod och materialval samt innebär stora kostnader.

Det nettotillskott i fråga om risknivå, som avsteget från rekommenderade skyddsavstånd om 75 meter innebär är litet. Motsvarande skadeutfall bedöms uppstå även om skyddsavstånd på 75 meter till sammanhållen bebyggelse uppfylls. Vidare ska det även noteras att transporterade mängder av de farligt godsklasser som kan ge upphov till explosion, i verkligheten sannolikt understiger det nationella snittet, vilket använts som

beräkningsunderlag. Detta medför att genomförda beräkningar är att beakta som konservativa. Utöver detta regleras transport av explosivämnen mycket hårt i gällande lagstiftning. Detta i kombination med att åtgärder som lindrar konsekvenserna av en explosion innebär omfattande kostnader görs bedömningen att inga åtgärder med hänsyn till explosion är nödvändiga inom planområdet.

Skydd mot gaser

För att reducera sannolikheten för att brandgaser samt brännbara och giftiga gaser tar sig in i byggnader kan ventilationssystemet utformas så att:

- friskluftsintag för lokaler där personer vistas stadigvarande placeras mot en trygg sida, det vill säga bort från riskkällan.
- det på ett enkelt sätt kan stängas, av t.ex. fastighetsskötare eller brandförsvaret, genom exempelvis central nödavgång. Frånluftssystem med tilluft via uteluftsventil kan utföras med möjlighet att manuellt stänga ventilen.

Åtgärden innebär normalt en låg kostnad, men kan vara svår att följa upp och kan inte helt regleras som en planbestämmelse.

Enligt den fördjupade riskbedömningen är det främst stor gasmolnsexplosion samt BLEVE till följd av olycka med brännbar gas som bidrar till att samhällsriskerna överstiger den undre ALARP-gränsen. Övriga olycksrisker förknippade med brännbara och giftiga gaser har en begränsad påverkan på risknivån inom planområdet. Dock utgör ventilationstekniska skyddsåtgärder ett kostnadseffektivt och motiverat säkerhetshöjande ingrepp. Det rekommenderas därför att bebyggelse inom 75 meter från Väg 76 utförs med friskluftsintag vänd bort från riskkällan. Det anses även skäligt att utföra förskolans ventilation med möjlighet till nödavgång.

Skydd mot brand

För att minska sannolikheten att en brand (olycka med brännbar gas eller brandfarlig vätska) sprider sig in i byggnader nära riskkällan innan människor i byggnaden har hunnit utrymma kan fasader som vetter mot riskkällan utföras i material som förhindrar brandspridning in i byggnaden under den tid det tar att utrymma. Som ett riktvärde bör brandspridning begränsas i åtminstone 30 minuter för att säkerställa utrymningen. Hur omfattande kraven behöver vara för att erhålla skydd mot brandspridning är beroende av avståndet mellan byggnad och riskkälla. Nivåskillnader och framförallt bebyggelse och barriärer behöver också beaktas.

Enligt den fördjupade riskbedömningen har olycka med brandfarlig vätska på Väg 76 en mycket begränsad påverkan på risknivån inom planområdet. Även olycka med brännbar gas, med undantag för BLEVE har en begränsad påverkan på risknivån. Skyddsavstånd enligt placering av planerad bebyggelse anses ge ett betryggande skydd mot olycka med brandfarliga vätskor och begränsar dessutom risken för brandspridning in i byggnader vid olycka med brännbar gas. Utöver detta är nivåskillnaden mellan Väg 76 och planerad bebyggelse stor längs med planområdets gräns vilket bidrar till att reducera den infallande strålningen mot planerad bebyggelse. Detta bidrar ytterligare till att minska bebyggelsens exponering vid en eventuell olycka med brandfarlig vätska eller brännbar gas. Med hänsyn till ovanstående behöver således inga åtgärder till skydd mot brand vidtas.

6.3 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning

Vid ny bebyggelse inom planområdet rekommenderas att följande restriktioner och byggnadstekniska åtgärder vidtas:

- Ny bebyggelse placeras som närmast 25 meter från riskkällan (Väg 76).
- Bebyggelse inom 75 meter från riskkällan (Väg 76) ska utföras med minst en utrymningsväg som mynnar bort från Väg 76. Denna utgörs med fördel av normal entré för att ta hänsyn till individens benägenhet att utrymma samma väg som de kom in.
- Obebyggda ytor inom 25 meter från riskkällan (Väg 76) ska utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Bebyggelse inom 75 meter från riskkällan (Väg 76) ska utföras med friskluftsintag vänt bort från riskkällan, samt att förskolans ventilation på ett enkelt sätt kan stängas av vid händelse av olycka.

Observera att ovanstående åtgärder endast utgör förslag och det är upp till kommunen/projektet att ta beslut om åtgärder. För att säkerställa att ovanstående åtgärder vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser i detaljplanen. De åtgärder som man beslutar om ska formuleras som planbestämmelser på ett sådant sätt att de är förenliga med **Plan- och bygglagen (2010:900)**. Vid formulering av planbestämmelser är det viktigt att funktionen i åtgärden bevakas och får ett juridiskt skydd. Det är lika viktigt att inte låsa fast sig vid en viss teknik eller ett specifikt material eftersom det kan dröja flera år innan planen realiserar.

6.3.1 Åtgärdernas riskreducerande effekt

De åtgärder som redovisas ovan bedöms ha följande effekt inom planområdet:

- Begränsning av sannolikheten för att personer utsätts för en förhöjd risknivå under längre tidsperioder genom att tillgodose skyddsavstånd till ny bebyggelse samt områden med stadigvarande vistelse utomhus.
- Reducering av konsekvenserna inomhus till följd av en större utvändig brand genom skyddsavstånd och nivåskillnad gentemot Väg 76.
- Ökad möjlighet för personer att utrymma byggnader innan kritiska förhållanden uppstår inomhus till följd av en olycka på Väg 76 genom att tillgodose utrymningsmöjligheter bort från riskkällan.

Med hänsyn till den beräknade risknivån inom planområdet samt planerad verksamhet och bebyggelse bedöms de föreslagna åtgärderna ha en tillräcklig riskreducerande effekt.

7. Slutsatser

Det aktuella planområdet ligger i direkt anslutning till Väg 76, Västra vägen, på vilken transporter av farligt gods förekommer. Planerad bebyggelse uppförs som närmast ca 25 meter från vägkanten, vilket understiger Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd till transportled för farligt gods.

Genomförd riskbedömning av identifierade risker förknippade med Väg 76 visar att olycksriskerna påverkar risknivån inom det studerade området. Av identifierade risker är det främst explosion med massexplosiva ämnen samt stor gasmolnsexplosion som leder till att samhällsriskerna överstiger den undre ALARP-gränsen. Brandpåverkan genom strålning från en pölbrand vid utsläpp av brandfarlig vätska anses begränsad till följd av nivåskillnaden mellan bebyggelse inom planområdet och riskkällan. Detta tillsammans med avståndet om 25 meter mellan planerad bebyggelse och vägen föranleder att inga brandtekniska åtgärder krävs i bebyggelsens fasad.

Olyckor förknippade med övriga farligt godsklasser bedöms ha en relativt begränsad påverkan på samhällsriskerna. Då utförda beräkningar är genomförda utifrån underlag för det nationella snittet gällande transport av farligt gods är de att betrakta som mycket konservativa. Detta då upptagningsområdet för delsträckan av Väg 76 förbi planområdet sannolikt inte ger upphov till en omfattning av transporter motsvarande nationellt snitt.

Individrisken inom planområdet är generellt låg och ligger under ALARP.

Med anledning av den något förhöjda samhällsrisknivån samt avsteg från Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd föreslås att säkerhetshöjande åtgärder vidtas i syfte att reducera "nettotillskottet" av oönskade händelser som avsteget medför.

I avsnitt 6 redovisas de åtgärder som rekommenderas vid föreslagen bebyggelse och markanvändning inom planområdet. För att säkerställa att åtgärderna vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser i kommande detaljplan.

Föreslagna åtgärder innebär en reduktion av samhällsriskerna. Åtgärderna medför att planerad ny bebyggelse och markanvändning får en begränsad påverkan på samhällsriskerna för det aktuella planområdet och dess omgivning, och bedöms innebära att erforderlig säkerhet uppnås.

8. Bilagor

BILAGA A – Frekvensberäkningar

BILAGA B – Konsekvensberäkningar

BILAGA C – Riskberäkningar

9. Referenser

- /1/ Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Fakta 2016:4, Länsstyrelsen Stockholm, 2016-04-11
- /2/ Lommarstranden Norrtälje – Trafikbullenutredning, Norconsult 2020-10-29
- /3/ Statistikrapport från Trafikanalys: Lastbilstrafik 2017 (Rapportnr. 2018:13)
- /4/ ADR-S 2017, Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2016:8
- /5/ Farligt gods – Riskbedömning vid transport, Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg, Räddningsverket 1996
- /6/ Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps informationsbank, RIB Xm, 2009
- /7/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997

Bilaga A - Frekvensberäkningar**Uppdragsnamn**

Lommarstranden

Uppdragsgivare

Norrtälje Kommun

Uppdragsnummer

112249/ 502712

Datum

2020-11-27

Handläggare

Alexander Elias

Egenkontroll

AES

2020-11-27

Internkontroll

LSS

2020-11-27

1. Inledning

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med den angränsande Väg 76:

- Olycka med farligt gods
 - Explosion vid transport av massexplosivt ämne (klass 1.1.)
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
 - Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)
 - Explosionsartat brandförlopp vid utsläpp av oxiderande ämne (klass 5.1) eller organiska peroxider (klass 5.2)

2. Indata

2.1 Allmänt – Väg 76

Planområdet angränsar mot Väg 76 (Västra vägen) längs en sträcka om ca 500 meter. På den aktuella sträckan utgörs vägen av en relativt rak sträckning med en fil i vardera riktningen, samt en rondell. Tillåten maxhastighet är 80 km/h.

Topografin utmed vägen är varierad på så vis att planområdet är högre beläget än vägen, och längs med en mindre del av sträckningen förbi planområdet går vägen genom tunnel.

2.1.1 Trafik

Enligt statistik från Trafikverket är årsmedeldygnstrafiken på den aktuella vägsträckan ca 14 000 fordon summerat i båda köriktningar /1/. För prognosåret 2040 väntas årsdygnsmedeltrafiken uppgå till 20 000 fordon. Andelen tung trafik utgör ca 10 % av det totala trafikflödet.

2.1.2 Transport av farligt gods

Väg 76 utgör en rekommenderad primär transportled för farligt gods.

/1/ NVDB på webb, datauttag 2020-11-02, <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>

De primära vägarna bildar stommen i det rekommenderade vägnätet och ska användas för genomfartstransporter. Normalt finns inga restriktioner kring vilka farligt godsklasser som är tillåtna att transportera på vägen. Frekvensberäkningarna kommer att utgå från nationell statistik där antalet transporter samt fördelningen mellan olika klasser på den aktuella vägen uppskattas utifrån den genomsnittliga andelen av tung trafik i Sverige som transporterar farligt gods.

Information har hämtats från Trafikanalys (tidigare SIKa) som bland annat ansvarar för statistik inom området vägtrafik. Utifrån statistik över antal transporter per farligt godsklass under perioden 2013-2017 /2/ uppskattas det totala antalet farligt godstransporter respektive antalet transporter av respektive farligt godsklass på den aktuella sträckan.

Enligt statistiken för den studerade perioden utgör farligt godstransporter i genomsnitt ca 1,2 % av det totala antalet lastbilstransporter. För den aktuella vägen motsvarar detta ca 8760 transporter år 2040 (prognosåret).

I *Tabell A.1* redovisas fördelningen på respektive farligt godsklass.

Tabell A. 1. Antal transporter av farligt gods per år på Väg 76 år 2040.

Klass	Andel	Uppskattat antal farligt godstransporter 2040
1. Explosiva ämnen och föremål	0,6%	51
2. Gaser	18,3%	1613
3. Brandfarliga vätskor	55,7%	4897
4. Brandfarliga fasta ämnen	1,0%	90
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	2,7%	240
6. Giftiga ämnen	4,8%	421
7. Radioaktiva ämnen	0,0%	0
8. Frätande ämnen	13,0%	1146
9. Övriga farliga ämnen och föremål	3,8%	336
Totalt		8794

3. Beräkningar Trafikolycka

I detta avsnitt beräknas frekvensen för trafikolycka på den aktuella vägsträckan där denna passerar planområdet. Avsnittet behandlar först skadescenariot trafikolycka, där resultatet sedan nyttjas för frekvensberäkningar för scenarier förknippade med transporter av farligt gods. Frekvensberäkningarna utförs utifrån den metodik som presenteras i MSB:s rapport "Farligt gods – riskbedömning vid transport" /3/.

/2/ Statistikrapporter från Trafikanalys:
Lastbilstrafik 2015 (Rapportnr. 2016:27),
Lastbilstrafik 2016 (Rapportnr. 2017:14)
Lastbilstrafik 2017 (Rapportnr. 2018:13)
Lastbilstrafik 2018 (Rapportnr. 2019:13)
Lastbilstrafik 2019 (Rapportnr. 2020:14)

/3/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

Beräkningarna utgår från den indata som redovisas i avsnitt 2.1.1 avseende faktorerna:

- Antal fordonkm – aktuell sträcka x antal fordon
- Vägstandard
- Hastighetsbegränsning

3.1 Trafikolycka allmänt

Vid beräkning av frekvensen för en trafikolycka på den aktuella vägsträckan används schablon-olyckskvot för aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning vilket ger en olyckskvot på 0,8 trafikolyckor per 10^6 fordonskilometer /3/.

Vid beräkning av antal förväntade fordonsolyckor används följande ekvation:

$$\text{Antal förväntade fordonsolyckor} = O = \text{Olyckskvot} \times \text{Totalt trafikarbete} \times 10^{-6}$$

Där det totala trafikarbetet per år beräknas enligt följande:

$$\text{Totalt trafikarbete} = 365 \text{ dygn} \times \text{Årsmedeldygnstrafik} \times \text{Aktuell vägsträcka}$$

Frekvensen för trafikolycka har beräknats utifrån ovanstående indata och sammanställs i *Tabell A. 2*. Frekvensen beräknas för total trafik respektive godstrafik på en **1 km vägsträcka** i anslutning till det aktuella planområdet.

Tabell A. 2. Beräknad frekvens för trafikolycka.

Scenario	Olycksfrekvens (per år) 2040
Trafikolycka Väg 76	5,8

3.1.1 Fordonsbrand

En fordonsbrand kan antingen uppstå till följd av en trafikolycka eller till följd av fordonsfel. Det statistiska underlag som ska användas för beräkning av frekvensen för fordonsbrand går dock inte att dela upp avseende dessa två scenarier. Detta beror på att underlaget utgör antalet fordonsbränder i Sverige vid polisrapporterade vägtrafikolyckor och huruvida trafikolyckan startade som en fordonsbrand eller om branden uppkom till följd av trafikolyckan går ej att urskilja.

Under åren 1994-1999 rapporterades årligen i genomsnitt 64,7 fordonsbränder i Sverige vid polisrapporterade vägtrafikolyckor till Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS) /4/. Under motsvarande år rapporterades ca 15 700 trafikolyckor med personskada per år /5/. Utifrån detta så uppskattas sannolikheten för brand i fordon vid olycka till ca 0,4 % (64,7 / 15 700). Detta bedöms vara ett konservativt antagande då de polisrapporterade olyckorna med personskador inte utgör samtliga olyckor som kan leda till fordonsbrand.

3.2 Trafikolycka med farligt gods

Den förväntade frekvensen för en trafikolycka där farligt godstransport är inblandad beräknas utifrån följande ekvation /3/:

/4/ Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS), uppgifter erhållna av Arne Land, Statens Väg- och Transportforskningsinstitut 2003-05-27

/5/ Vägtrafikskador 2004, Statens institut för kommunikationsanalys (SIKA), Rapport 2005:14, 2005

Antal fordon skyltade med farligt gods i trafikolyckor = $O_{FaGo} = O \cdot ((X \cdot Y) + (1 - Y) \cdot (2X - X^2))$
där

X = Andelen transporter skyltade med farligt gods (antal farligt godstransporter delat med totalt antal fordon)

Y = Andelen singelolyckor på vägdelen (antaget 0,25 för aktuell vägsträcka /3/)

Vid frekvensberäkningen antas det att sannolikheten för trafikolycka är oberoende av vilken last som ryms i lastbilen, d.v.s. sannolikheten för att en farligt godstransport är inblandad i en olycka är inte direkt kopplad till hur stor andel av det totala antalet transporter som rymmer farligt gods. Fördelningen av olyckor mellan de olika klasserna antas vara densamma som andelen av respektive klass.

I Tabell A.3 redovisas den förväntade frekvensen för trafikolycka med farligt gods år 2040.

Tabell A. 3. Beräknad olycksfrekvens per farligt godsklass på studerad vägsträcka.

Scenario	Olycka med farligt gods	
	Andel	År 2040
Klass 1	0,6%	7,2E-05
Klass 2	18,3%	2,3E-03
Klass 3	55,7%	6,9E-03
Klass 4	1,0%	1,3E-04
Klass 5	2,7%	3,4E-04
Klass 6	4,8%	5,9E-04
Klass 7	0,0%	0,0E+00
Klass 8	13,0%	1,6E-03
Klass 9	3,8%	4,7E-04
Totalt		1,2E-02

3.2.1 Klass 1. Explosiva ämnen

Explosiva ämnen och föremål är uppdelad i flera olika undergrupper (riskgrupper) utifrån risk för bl.a. brand, massexplosion, splitter och kaststycken. Enligt ADR-S är det enbart ämnen ur klass 1.1 som innebär risk för massexplosion som påverkar så gott som hela lasten praktiskt taget samtidigt /6/. Med avseende på olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom det aktuella planområdet bedöms det enbart vara en explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 som är aktuella att studera.

/6/ ADR-S – Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2012:6, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2012

Konsekvenserna av en masseexplosion är kraftigt beroende av mängden som exploderar, vilket i sin tur beror av hur mycket explosivämne som transporteras. Enligt ADR-S är det tillåtet att transportera massexplosiva ämnen i så stora mängder som 16 ton vid transporter i EX/III-fordon. Hur stor andel av transporterna som rymmer maxmängd är dock oklart.

Transportmängden och antalet transporter av massexplosiva ämnen har uppskattats utifrån en separat utredning som upprättades inom projektet med överdäckningen av Norra Stationsområdet /7/. Denna kartläggning beaktar uppgifter från bl.a. Räddningsverket (numera MSB), Polisen samt transportörer i Stockholms län.

- Enligt uppgifter från MSB utgörs ca 80-90 % av transporter med explosivämnen av ämnen ur klass 1.1. Klass 1.3 och 1.4 står för ca 5-10 % och övriga klasser transporteras i stort sett inte alls. I de fortsatta beräkningarna antas det konservativt att samtliga transporter rymmer klass 1.1.
- Enligt uppgifter från MSB utgör enbart 0,5 % av transporterna med klass 1.1 i Stockholmsregionen s.k. transitttransporter (genomfart) medan resterande transporter sker till avnämare inom länet. Transitttransporterna rymmer troligtvis maximala transportmängder, d.v.s. 16 ton massexplosivämnen per transport. Resterande transporter transporteras till avnämare inom länet och rymmer troligtvis mindre mängder explosivämnen.
- Utifrån de uppgifter som erhållits i kartläggningen som utförts i projektet Norra Stationsområdet har följande fördelning antagits mellan olika transportmängder på E18:

○ <500 kg/transport:	ca 85 %
○ 500 – 2 000 kg /transport:	ca 10 %
○ 2 000 – 4000 kg / transport:	ca 5 %
○ 16 000 kg / transport:	ca 0,3 %

Vid en olycka med transport av ämnen ur riskgrupp 1.1. kan en masseexplosion uppstå antingen till följd av stora påkänningar eller till följd av brand som sprids till lasten. Ämnen ur riskgrupp 1.1 får enbart transporteras i fordon som uppfyller krav för s.k. EX/II- eller EX/III-fordon, vilket innebär krav på utförandet av elektronik, bromsar och förebyggande åtgärder mot brandrisker/8/. Det finns även regler för förpackning etc. Detta bedöms medföra en mycket låg sannolikhet för detonation:

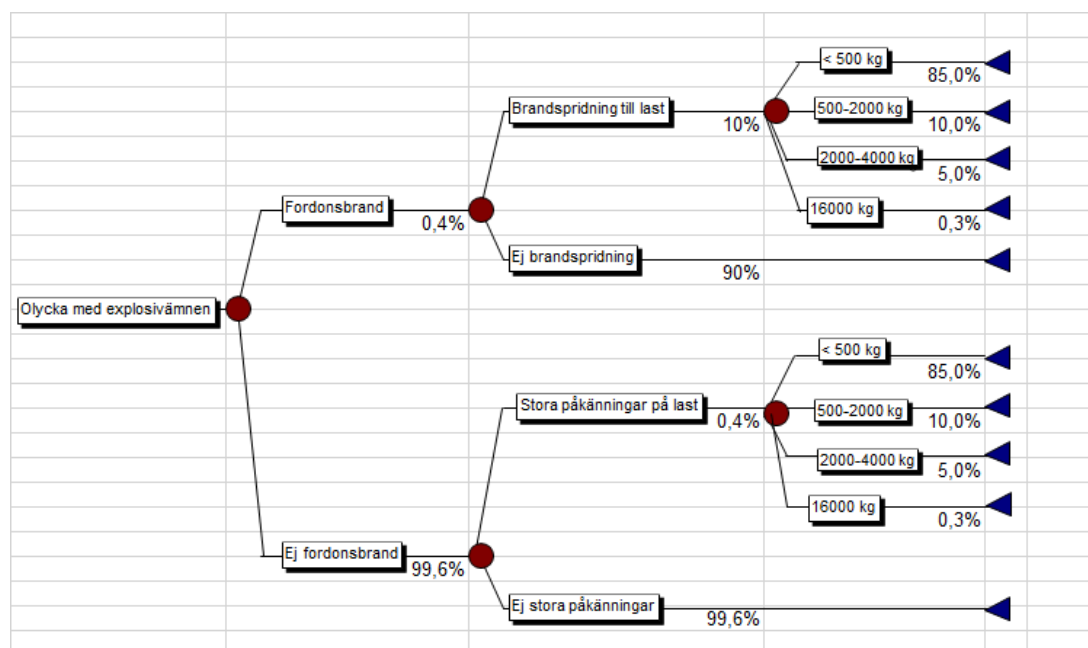
- Sannolikheten för att fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna uppskattas enligt tidigare till ca 0,4 % (se avsnitt 3.1.1). Krav på utförandet av EX/II- och EX/III-fordon innebär att sannolikheten för brandspridning till det explosiva ämnet bedöms vara låg. Sannolikheten för detonation (och mycket grovt massexplosion) till följd av fordonsbrand som sprider sig till lasten uppskattas grovt till 50 %.

/7/ Samrådsunderlag avseende omledningsvägnät för explosiva ADR-S transporter – Intunnling av Norra Station, WSP, 2008-11-14

/8/ ADR-S – Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2012:6, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2012

- Sannolikheten för detonation till följd av stora påkänningar vid trafikolycka uppskattas vara mycket låg. Det finns idag ingen känd forskning kring hur stor kraft som behövs för att initiera detonation av det fraktade godset vid en trafikolycka. Med hänsyn till kraven på transportfordon för massexplosivämnen som bl.a. avser utformning som innebär att energin vid en kollision ska tas upp av olika energiabsorberande zoner så bedöms sannolikheten för att en trafikolycka innebär så omfattande krafter på lasten att det leder till detonation inte vara större än sannolikheten för att ett fordon börjar brinna vid en trafikolycka, d.v.s. 0,4 %.

Figur A.1 redovisar ett händelseträd över följdscenarier vid en olycka med transport av explosiva ämnen som redovisar de förutsättningar som krävs för att en massexplosion ska antas inträffa. Beräkningsresultaten redovisas i Tabell A.4.



Figur A. 1. Händelseträd olycka med transport av explosiva ämnen (klass 1).

Tabell A. 4. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen.

Scenario	Frekvens (per år) 2040
Trafikolycka med explosivämne (klass 1)	7,2E-05
Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)	
<500 kg	
- P.g.a. fordonsbrand	2,4E-08
- P.g.a. starka påkänningar	2,4E-07
- Totalt	2,7E-07
500–2000 kg	
- P.g.a. fordonsbrand	2,9E-09
- P.g.a. starka påkänningar	2,9E-08
- Totalt	3,2E-08
2000–4000 kg	
- P.g.a. fordonsbrand	1,4E-09
- P.g.a. starka påkänningar	1,4E-08
- Totalt	1,6E-08
16 000 kg	
- P.g.a. fordonsbrand	8,6E-11
- P.g.a. starka påkänningar	8,6E-10
- Totalt	9,5E-10

3.2.2 Klass 2. Gaser

Gaser (klass 2) delas in i följande undergrupper:

- brännbara gaser (klass 2.1)
- icke giftiga och icke brännbara gaser (klass 2.2)
- giftiga icke brännbara gaser (klass 2.3).

Gaser ur klass 2.2 utgör sådana gaser som normalt inte orsakar personskador vid utsläpp mer än i det direkta närområdet. Därför beaktas inte transporter av dessa gaser i riskanalysen. Fördelningen av transport av gaser antas enligt följande: Klass 2.1 - 20%, Klass 2.2 – 79 % samt Klass 2.3 – 1 % /8/.

Det antas grovt att samtliga gastransporter på den aktuella vägsträckan utgörs av tankbilar. Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för läckage till följd av en trafikolycka med farligt godstransport antas vara 11 % (Index för farligt godsolyckor) /3/. Gaser transporteras dock i regel under tryck i tankar med större tjocklek, vilket innebär högre tålighet. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset då sänks till 1/30 /3/. Sannolikheten för läckage av gas blir då $11 \% \times 1/30 = 0,37\%$.

Givet läckage antas fördelningen mellan olika läckagestorlekar till följande i enlighet med /3/:

- Litet läckage: 62,5 %
- Medelstort läckage: 20,8 %
- Stort läckage: 16,7 %

För **brännbara gaser** kan tre scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

- *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck
- *Gasmolnsexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck
- *BLEVE*: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion kan uppkomma om tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en utbredd brand under en längre tid.

Beroende på utsläppsstorleken varierar sannolikheten för direkt respektive fördröjd antändning. För utsläpp vid trafikolycka finns fördelningsstatistik /9/:

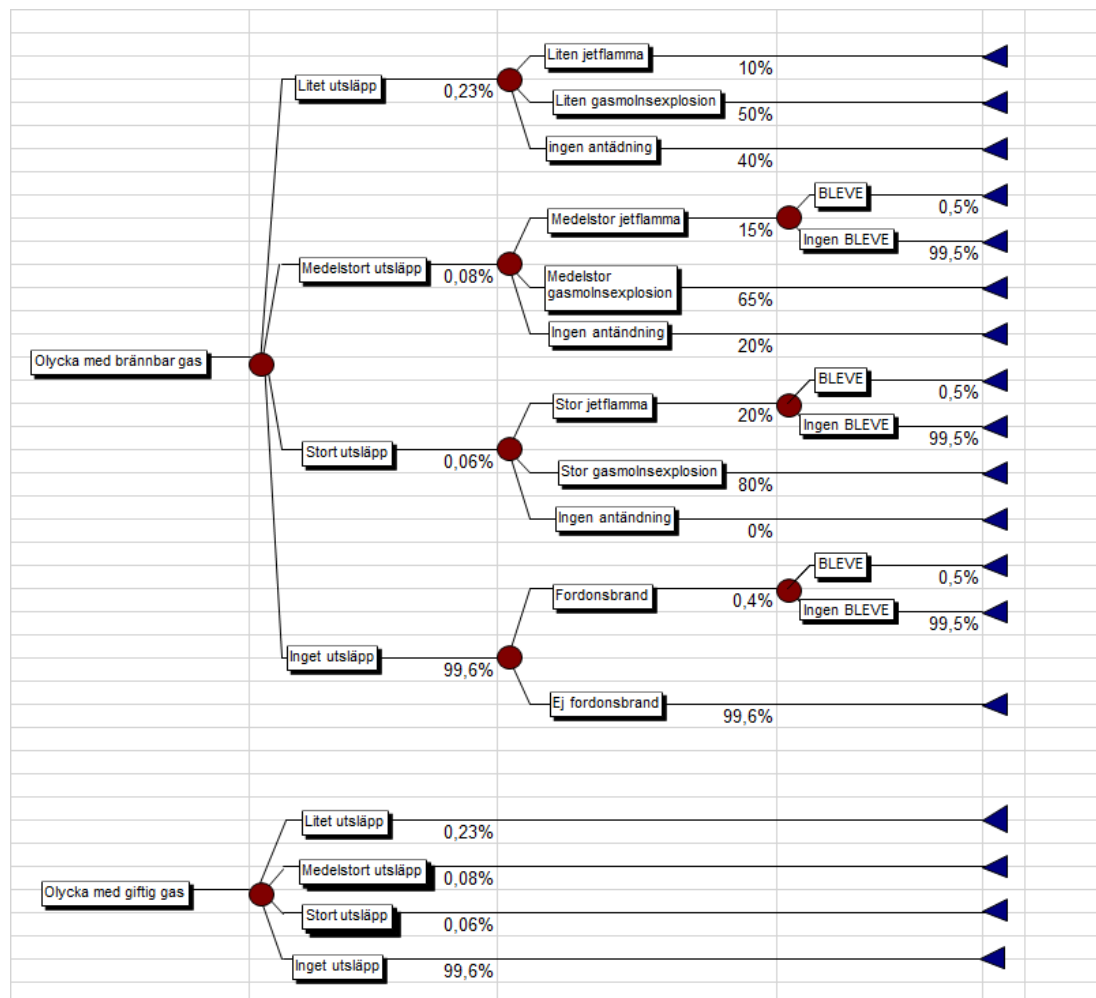
	Litet utsläpp	Medelstort utsläpp	Stort utsläpp
• omedelbar antändning (jetflamma):	10 %	15 %	20 %
• fördröjd antändning (gasmolnsexplosion):	50 %	65 %	80 %
• ingen antändning:	40 %	20 %	0 %

En BLEVE antas kunna uppstå i en oskadad tank utan fungerande säkerhetsventil antingen om en medelstor eller stor jetflamma från intilliggande skadad tank är riktad direkt mot tanken eller om trafikolyckan leder till fordonsbrand som är så omfattande att större delar av den oskadade tanken påverkas under en längre tid. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning. Sannolikheten för att förhållandena kring något av ovanstående scenarier är sådana att en BLEVE uppstår bedöms dock vara mycket låg, uppskattningsvis mindre än 0,5 % för respektive scenario.

/9/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993

För **giftiga gaser** studeras följande scenarier beroende av läckagestorlek: litet, medelstort och stort.

I *Figur A.2* redovisas ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av gaser. Beräkningsresultaten redovisas i *Tabell A.5*.



Figur A. 2. Händelsetråd olycka med transport av gas (klass 2).

Överst: Klass 2.1. Brännbar gas

Underst: Klass 2.3. Giftig gas

Tabell A. 5. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av gaser.

Scenario	Frekvens (per år)
	2040
Trafikolycka med gas (klass 2)	2,3E-03
Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)	2,7E-04
Liten jetflamma	6,2E-08
Liten gasmolnexplosion	3,1E-07
Medelstor jetflamma	3,1E-08
Medelstor gasmolnexplosion	1,3E-07
Stor jetflamma	3,3E-08
Stor gasmolnexplosion	1,3E-07
BLEVE	
- P.g.a. jetflamma riktad mot oskadad tank	3,2E-10
- P.g.a. fordonsbrand under oskadad tank	5,4E-09
- Totalt	5,7E-09
Utsläpp av giftig gas	3,8E-06
Litet utsläpp giftig gas	8,6E-09
Medelstort utsläpp giftig gas	2,9E-09
Stort utsläpp giftig gas	2,3E-09

3.2.3 Klass 3. Brandfarliga vätskor

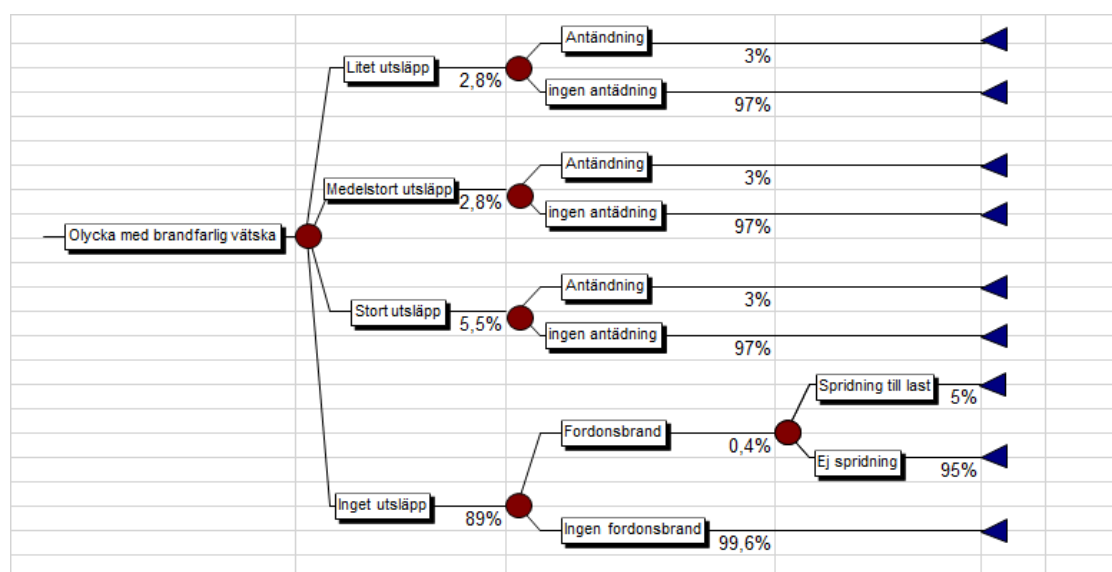
En mycket hög andel av de brandfarliga vätskor som transporteras uppskattas vara petroleumprodukter, d.v.s. transporter av bensin och diesel till bl.a. bensinstationer. I de fortsatta beräkningarna så antas det konservativt att samtliga vätsketransporter rymmer klass 1-vätskor, d.v.s. vätskorna har en låg flampunkt som innebär en hög sannolikhet för antändning.

Sannolikheten för att en trafikolycka med farligt godstransport inblandad där ämnet transporteras i tunnväggig tank leder till läckage uppskattas vara 11 % /3/. Det uppskattas att en stor andel av transporterna utgörs av tankbil med släp, vilket för tunnväggiga tankar innebär att sannolikhetsfördelningen, givet läckage, mellan litet, medelstort och stort utsläpp är 25 %, 25 % respektive 50 % /3/.

Sannolikheten för att klass 1-vätskor antänds vid utsläpp till följd av en trafikolycka antas vara ca 3 % /3, 9/ oberoende av utsläppsstorleken.

Omfattande brand kan även uppstå om t.ex. en motorbrand sprider sig till lasten vid en olycka med brandfarliga vätskor. Enligt tidigare uppskattas sannolikheten för att en trafikolycka leder till fordonsbrand till ca 0,4 %. I ADR-S /6 / anges det krav på fordon som ska användas för transport av brandfarliga vätskor, vilket bl.a. innebär en begränsad sannolikhet för spridning av t.ex. motorbränder till lasten. Sannolikheten för antändning av lasten till följd av fordonsbrand vid trafikolycka uppskattas grovt vara ca 5 %.

Figur A.3 redovisar ett händelseträd över följdscenarier vid en olycka med transport av brandfarlig vätska. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i Tabell A.6.



Figur A. 3. Händelseträd olycka med transport av brandfarlig vätska (klass 3).

Tabell A. 6. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av brandfarlig vätska.

Scenario	Frekvens (per år)
	År 2040
Trafikolycka med brandfarlig vätska (klass 3)	6,9E-03
Liten pölbrand	5,7E-06
Medelstor pölbrand	5,7E-06
Stor pölbrand	1,1E-05
Tankbilsbrand	1,2E-06

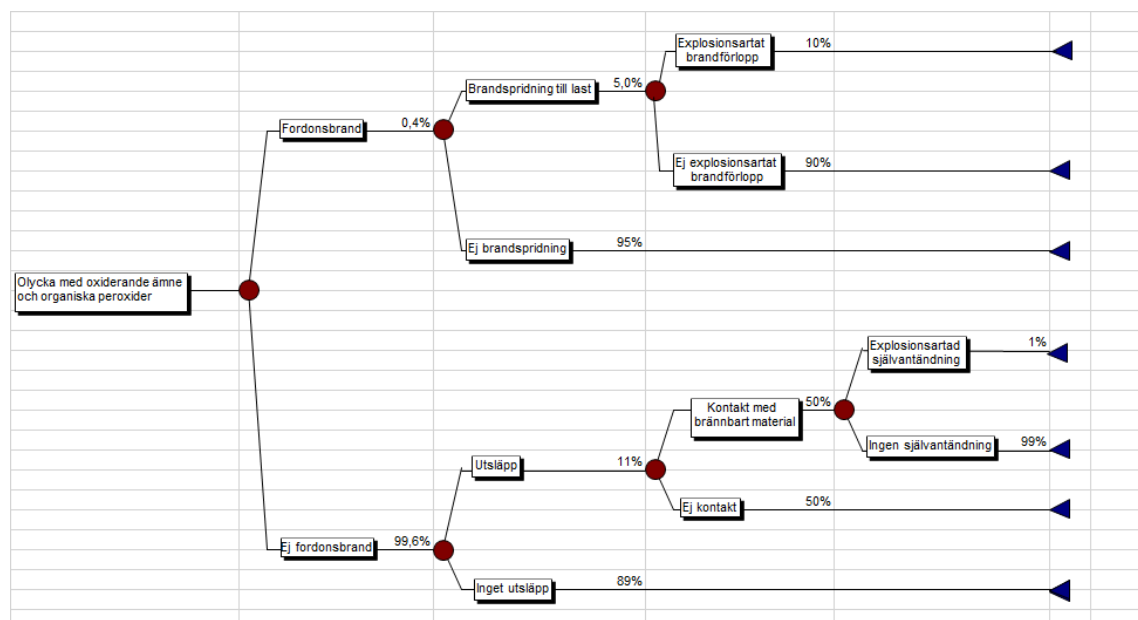
3.2.4 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Händelser involverande oxiderande ämnen (klass 5.1) och organiska peroxider (klass 5.2) brukar vanligtvis inte leda till personskador. Vissa ämnen kan dock, om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex bensin, motorolja etc.), leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. De ämnen inom klassen som bedöms kunna leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp är i huvudsak ej stabiliserade väteperoxider och vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid samt organiska peroxider. Vattenlösningar av väteperoxider med mindre än 60 % väteperoxid bedöms däremot inte kunna leda till explosion. För att stabilisera det oxiderande ämnet blandas ofta en stabilisator, flegmatiseringsmedel, in för att minska reaktionsbenägenheten.

Enligt ADR-S /6 / är det inte tillåtet att transportera ej stabiliserade (d.v.s. utan flegmatiseringsmedel) väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid på väg. Det är inte heller tillåtet att transportera ammoniumnitrat med mer än 0,2 % brännbara ämnen (inklusive alla organiska ämnen som kolektivvalent), utom när det utgör beståndsdel i ett ämne eller föremål i klass 1 (explosiva ämnen).

Det antas grovt att 50 % av den totala mängden klass 5 som transporteras på vägen utgör ämnen som kan självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material. Oxiderande ämnen och organiska peroxider transporteras i tunnväggiga tankar och sannolikheten för läckage är då 11 % /3/. Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska komma i kontakt med brännbart material bedöms vara relativt hög (antaget 50 %). Ovanstående resonemang kring förbud och stabilisering innebär dock att sannolikheten för ett explosionsartat brandförlopp bedöms vara lägre än 1 %. Detta antagande gäller både för oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Figur A.4 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i Tabell A.7.



Figur A. 4. Händelsetråd olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5).

Tabell A. 7. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Scenario	Frekvens (per år)
	År 2040
Trafikolycka med oxiderande ämne (klass 5)	3,4E-04
Explosionsartat brandförlopp vid självantändning	
- P.g.a. fordonsbrand	6,7E-09
- P.g.a. förorening av brännbart material	1,8E-07
Totalt	1,9E-07

4. Känslighetsanalys

4.1 Förändrat transportantal

Med hänsyn till osäkerheter i det statistiska underlaget upprättas en känslighetsanalys som beaktar förändringar i antalet transporter av farligt gods. I detta avsnitt genomförs frekvensberäkningar för olycka med farligt gods enligt motsvarande metodik som i avsnitten ovan, men där antalet transporter har antagits öka med en **faktor 5** i förhållande till de uppskattade transportmängderna **år 2040**, se *Tabell A.8*. Resultaten av känslighetsanalysen redovisas i huvudrapporten samt i huvudrapportens bilaga C.

Tabell A. 8. Känslighetsanalys. Beräknade frekvenser vid förändrat transportantal.

Scenario	Olycka med farligt gods		
	Andel	År 2040	KA (faktor 5)
Klass 1	0,6%	7,2E-05	3,6E-04
Klass 2	18,3%	2,3E-03	1,1E-02
Klass 3	55,7%	6,9E-03	3,4E-02
Klass 4	1,0%	1,3E-04	6,3E-04
Klass 5	2,7%	3,4E-04	1,7E-03
Klass 6	4,8%	5,9E-04	2,9E-03
Klass 7	0,0%	0,0E+00	0,0E+00
Klass 8	13,0%	1,6E-03	8,0E-03
Klass 9	3,8%	4,7E-04	2,4E-03
Totalt		1,2E-02	6,2E-02

Bilaga B - Konsekvensberäkningar

Uppdragsnamn

Lommarstranden

Uppdragsgivare

Norrtälje Kommun

Handläggare

Alexander Elias

Uppdragsnummer

112249/ 502712

Datum

2020-11-27

Egenkontroll

AES 2020-11-27

Internkontroll

LSS 2020-11-27

1. Inledning

I denna bilaga beräknas konsekvenserna av de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med den angränsande vägen, Väg 76:

- Olycka med farligt gods
 - Explosion vid transport av massexplosivt ämne (klass 1.1.)
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
 - Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)
 - Explosionsartat brandförlopp vid utsläpp av oxiderande ämne (klass 5.1) eller organiska peroxider (klass 5.2)

Konsekvenserna för skadescenarierna beräknas alternativt bedöms med simuleringsprogram, handberäkningar samt litteraturstudier.

I riskanalysen används riskmåten **individerisk** och **samhällsrisk**. Med hänsyn till detta består konsekvensberäkningarna av beräkning av skadeavstånd/-område respektive beräkning/bedömning av antal omkomna till följd av respektive olycksrisk.

2. Trafikolycka med farligt gods – beräkning av skadeavstånd/skadeområden

2.1 Klass 1. Explosiva ämnen

2.1.1 Metodik

Enligt bilaga A begränsas den detaljerade riskanalysen till att studera explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 då det endast bedöms vara dessa olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom planområdet. Konsekvensberäkningarna omfattar fyra skadescenarier utifrån den uppdelning som redovisas i bilaga A:

500 kg (transporter med <500 kg)

2000 kg (transporter med 500–2000 kg)

4000 kg (transporter med 2000–4000 kg)

16 000 kg (transporter med 16 000 kg)

Konsekvensberäkningarna följer den metodik som anges i FOA:s kurskompendium *Konsekvenser vid explosioner* /1/. Risken för att byggnadsdelar eller hela byggnader rasar till följd av en explosion beror på huruvida explosionens maximala övertryck (P_+) och impulstäthet (I_+) överstiger en byggnadsdels karaktäristiska tryck (P_C) och impuls (I_C). För att byggnadsdelen ej ska rasa så ska följande ekvation uppfyllas:

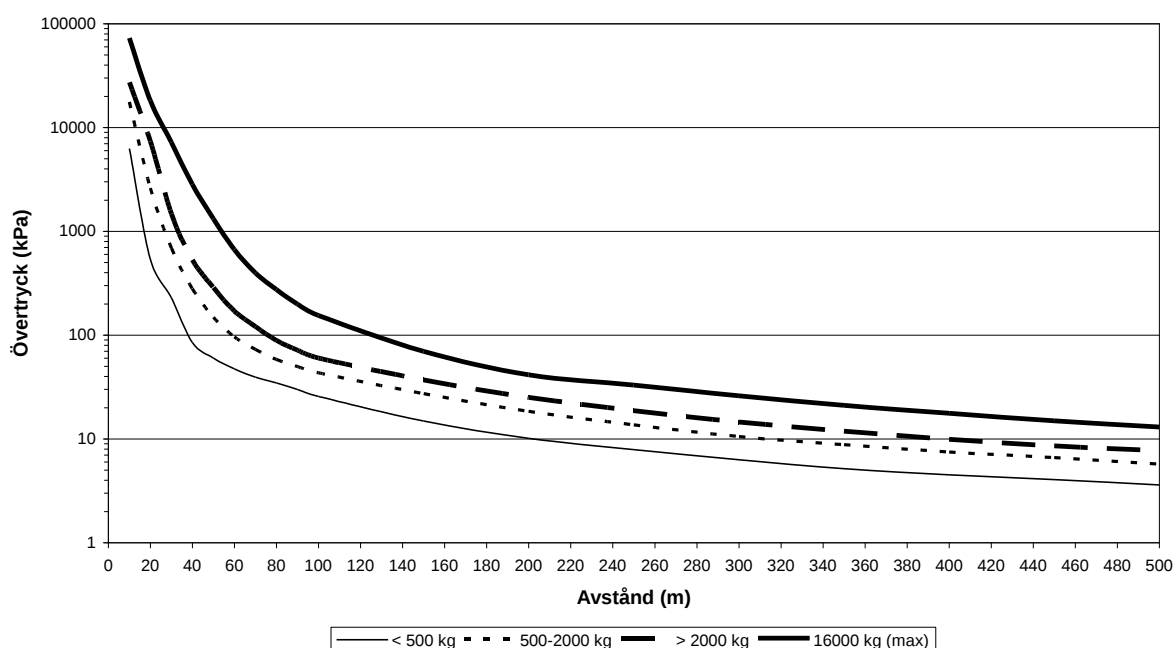
$$I_C / I_+ + P_C / P_+ \geq 1$$

Konsekvensberäkningarna utgår från beräkningar av maximalt övertryck (P_+), impulstäthet (I_+) samt varaktighet (t_+) för de studerade explosionsscenarierna. I *Figur B. 1* och *Figur B. 2* redovisas beräkningar avseende tryck respektive impulstäthet som en funktion av avståndet från explosionen. Respektive explosionsscenario förutsätts inträffa på eller nära marken, vilket för en detonation av X kg motsvarar en detonation av $1,8 \cdot X$ kg i fri luft. För byggnader beaktas tryck och impulstäthet som har beräknats med avseende på ett vinkelrätt tryckinfall. Det reflekterande trycket innebär högre infallande tryck och impulstäthet.

Då människor är relativt små bedöms inget reflekterande tryck uppstå vilket innebär att man vid bedömning av skadeområdet för konsekvenser utomhus studerar strykande tryck (180°).

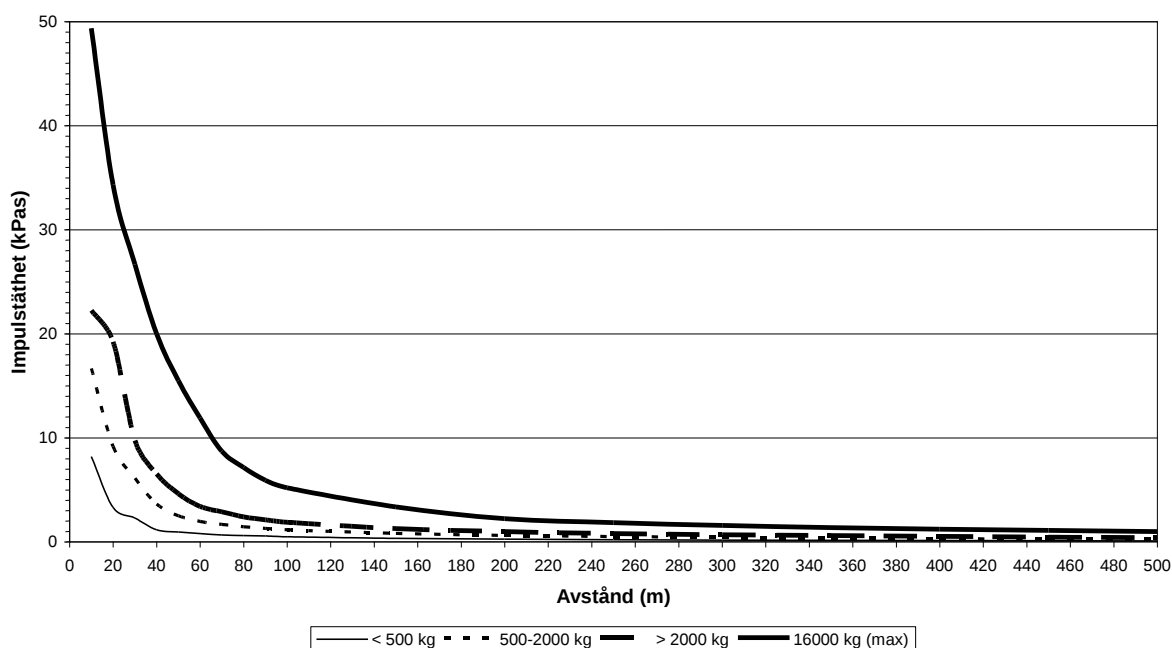
Explosionens varaktighet t_+ beräknas grovt enligt följande ekvation och blir samma oavsett infallande vinkel /1/:

$$t_+ = \frac{2 \times I_+}{P_+}$$



Figur B. 1. Max övertryck som funktion av avståndet från explosion vid detonation av trotyl på eller nära mark vid vinkelrätt infall.

/1/ Konsekvenser vid explosioner – kompendium framtaget i samband med FOAs kurs explosivämneskunskap, FOA, Rickard Forsén 1999-09-03 (Bearbetat av Stefan Olsson 2001-09-16)



Figur B. 2. Impulstäthet som funktion av avståndet från explosion vid detonation av trotyl på eller nära mark vid vinkelrätt infall.

2.1.2 Bedömningskriterier

Inomhus: Enligt ovan beror konsekvenserna inomhus på explosionens maximala övertryck (P_c) och impulstäthet (I_c) i förhållande till byggnadsdelarnas karaktäristiska tryck (P_c) och impuls (I_c), se ekvationen i avsnitt 2.1.1. I Tabell B.1 anges karaktäristiska tryck (P_c) respektive impulstäthet (I_c) för olika byggnadsdelar beroende på byggnadsstrategi och bärlighet /1/.

Tabell B. 1. Karaktäristiska tryck (P_c) respektive impuls (I_c) för olika byggnadsdelar.

Byggnadsdel	P_c (kPa)	I_c (kPas)
Bärande konstruktioner		
Stomme i platsgjuten betong		
- Bärande ytterväggar av 20 cm betong (och invändiga pelare)	200	2,5
- Bärande tvärväggar och utfackade längsgående ytterväggar	200	2,5
Stomme i monterad betong		
- Pelar/balk-stomme	200	3,1
- Bärande väggar i elementhus	200	3,1
Icke bärande konstruktioner		
- Lätta utfackningsväggar (plåtkassetter) i pelarhus	5	0,5
- Medeltunga utfackningsväggar (regelstomme & fasadtegelskal)	5	1,0

De infallande tryck som redovisas i *Figur B. 1* gäller för en punkt (byggnad eller människa) som är helt oskyddad mot riskkällan. Den stora nivåskillnaden, samt den första bebyggelsen reducerar med stor sannolikhet det infallande trycket mot bakomliggande byggnader relativt mycket. Det uppskattas grovt att nivåskillnaden och den första byggnaden medför att trycket och impulstätheten mot nästföljande byggnad reduceras med ca 50 % i förhållande till vad som anges i *Figur B. 1* respektive *Figur B. 2*. Detta beaktas i de fortsatta konsekvensberäkningarna avseende skadeområden och uppskattat antal omkomna.

Sannolikheten för att omkomma inomhus är beroende av antalet våningsplan i byggnaden och ökar med ökande våningsantal. I konsekvensberäkningarna kommer det uppskattas grovt att ca 80 % av personer som vistas inom totalkollapsade byggnadsdelar omkommer. Inom byggnadsdelar som endast rasar lokalt antas ca 15 % omkomma.

Utomhus: En människa tål tryck relativt bra och riskerar i huvudsak att förolyckas p.g.a. kringflygande föremål eller att de trillar omkull av tryckvågen. Med avseende på tryck så går gränsen för dödliga skador vid /2/:

- | | | | |
|----------------|---------|----------------|---------|
| • 1 % omkomna | 180 kPa | • 90 % omkomna | 300 kPa |
| • 10 % omkomna | 210 kPa | • 99 % omkomna | 350 kPa |
| • 50 % omkomna | 260 kPa | | |

Sannolikheten för att omkomma utomhus bedöms vara beroende av explosionslastens storlek. För de beräknade skadeavstånden som redovisas i avsnitt 2.1.3 uppskattas innebära följande sannolikhet för att omkomma:

- | | | | |
|-----------------|------|---------------|-------|
| • <500 kg: | 10 % | • > 2 000 kg: | 50 % |
| • 500–2 000 kg: | 25 % | • 16 000 kg: | 100 % |

2.1.3 Resultat

Utifrån beräkningarna av övertryck, impulstäthet och varaktighet bedöms huruvida olika byggnadsdelar rasar eller ej, som funktion av avståndet. Denna bedömning har resulterat i skadeavstånd för respektive skadescenario. I bedömningen har även riskreduceringen på grund av nivåskillnad mellan riskkälla och planområde beaktats. I *Tabell B.2* redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario.

/2/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – metoder för bedömning av risker, FOA, september 1997

Tabell B. 2. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen.

Skadesscenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
<500 kg massexplosion	100 % <u>inomhus</u>	10
	15 % <u>inomhus</u>	40
	10 % <u>utomhus</u>	15
500–2 000 kg massexplosion	100 % <u>inomhus</u>	17,5
	15 % <u>inomhus</u>	87,5
	25 % <u>utomhus</u>	25
>2 000 kg massexplosion	100 % <u>inomhus</u>	25
	15 % <u>inomhus</u>	100
	50 % <u>utomhus</u>	25
16 000 kg massexplosion	100 % <u>inomhus</u>	40
	15 % <u>inomhus</u>	150
	100 % <u>utomhus</u>	35

2.2 Klass 2.1 Brännbara Gaser

2.2.1 Metodik

För **brännbara gaser** kan tre scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

- *Jetflamma*: omedelbar antändning av läckande gas under tryck
- *Gasmolnsexplosion*: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck
- *BLEVE*: Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion kan uppkomma om tank utan fungerande säkerhetsventil utsätts för en utbredd brand under en längre tid.

För ovanstående skadescenarier har utsläppssimuleringar gjorts med simuleringsprogrammet **Gasol** för att avgöra storleken på de områden inom vilka personer kan förväntas omkomma. Utsläppssimuleringarna har utförts för tankbil med ca 25 ton tryckkondenserad gas. Det antas grovt att samtliga transporter innehåller tryckkondenserad gasol. Nedan redovisas den indata som anges i **Gasol** med avseende på tankutformning, väder etc.

- Lagringstemperatur: 15°C
- Lagringstryck: 7 bar övertryck vid 15°C
- Tankdiameter: 2,0 m
- Tanklängd: 18 m
- Tankfyllnadsgrad: 80 %

- Tankens tomma vikt: 50 000 kg
- Designtryck: 15 bar övertryck
- Bristningstryck: 4 x designtrycket
- Luftryck: 760 mmHg
- Väder: 15°C, 50 % relativ fuktighet, dag och klart
- Omgivning: Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)

Skadescenarierna jetflamma respektive gasmolnexplosion har simulerats för följande utsläppsstorlekar /3/:

Tankbil

- Litet utsläpp: 0,09 kg/s
- Stort utsläpp: 11,7 kg/s

Skadeområdena för jetflamma och gasmolnexplosion beror utöver utsläppsstorleken, även på om läckaget utgörs av gasfas, vätskefas eller i gasfas nära vätskeytan. I beräkningarna antas det konservativt att utsläppet sker nära vätskeytan då detta leder till de största skadeområdena.

Skadeområdena för gasmolnexplosion är dessutom beroende av vindstyrkan, där skadeområdet blir större ju lägre vindstyrka. Även här antas det konservativt en relativt låg vindstyrka, ca 3 m/s.

2.2.2 Bedömningskriterier

Sannolikheten för att omkomma är bl.a. beroende av den infallande värmestrålningen. Hur hög värmestrålning en person klarar utan att erhålla skador beror bl.a. på dess varaktighet. Detsamma gäller med avseende på hur hög strålning som krävs för att antända olika byggnadsmaterial. Ju längre strålningspåverkan, ju högre sannolikhet för skada.

Utomhus: I tabell B.3 redovisas skadeområden där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2: a-3:e gradens brännskada. Enligt /3/ är sannolikheten att omkomma vid 2: a gradens brännskador ca 15 %. Det uppskattas grovt att motsvarande för de som får 2: a-3:e gradens brännskada är ca 50 %.

Inomhus: Sannolikheten för att personer som befinner sig inomhus omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Det uppskattas grovt att skadeområdet för brandspridning till byggnad för de studerade scenarierna motsvarar skadeområdet där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2: a gradens brännskada. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvärdig brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område där värmestrålningen kan leda till 2: a gradens brännskada omkommer.

/3/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

2.2.3 Resultat

I *Tabell B.3* redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat, varför dess bredder även presenteras.

Beräkningarna i **Gasol** utgår från fri spridning av gas och tar ingen hänsyn till framförliggande objekt och avskärmningar som kan reducera jetflammans längd, spridningen av gasmoln respektive BLEVE m.m. vilket i sin tur reducerar skadeavstånden.

Vid tät bebyggelsestruktur eller höga avskärmade barriärer så reduceras spridningen av gaser och det infallande trycket mot bakomliggande byggnader relativt mycket. Det uppskattas grovt att nivåskillnaden och bebyggelsestrukturen inom det aktuella området medför att skadeavståndet reduceras med minst 50 % i förhållande till vad som redovisas i **Gasol**. Detta beaktas i de fortsatta konsekvensberäkningarna avseende skadeområden och uppskattat antal omkomna.

Tabell B. 3. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brännbara gaser.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	
		<i>bredd</i>	<i>längd</i>
Liten jetflamma	5 % <u>inomhus</u>	6	2,5
	50 % <u>utomhus</u>	6	2,5
Liten gasmolnexplosion	5 % <u>inomhus</u>	2	2,5
	50 % <u>utomhus</u>	2	2,5
Medelstor jetflamma	5 % <u>inomhus</u>	15	7,5
	50 % <u>utomhus</u>	15	7,5
Medelstor gasmolnexplosion	5 % <u>inomhus</u>	50	35
	50 % <u>utomhus</u>	50	35
Stor jetflamma	5 % <u>inomhus</u>	60	27,5
	50 % <u>utomhus</u>	60	27,5
Stor gasmolnexplosion	5 % <u>inomhus</u>	215	92,5
	50 % <u>utomhus</u>	215	92,5
BLEVE	5 % <u>inomhus</u>	220	110
	50 % <u>utomhus</u>	220	110

2.3 Klass 2.3 Giftiga Gaser

2.3.1 Metodik

Den icke brännbara men giftiga gasen antas bestå av **tryckkondenserad ammoniak**, som är en av de giftigaste gaserna som transporteras i större tankar på vägarna i Sverige. Giftigare gaser, som t.ex. klor transporteras normalt i begränsade mängder på väg, medan de större transporterarna går på järnväg. Beräkningar har även utförts för **svaveldioxid** som förväntas bli allt vanligare vid farligt godstransporter på väg.

Med simuleringsprogrammet **Spridning i Luft 1.2** beräknas storleken på det område där koncentrationen ammoniak respektive svaveldioxid antas vara dödlig (inomhus och utomhus). Utsläppssimuleringarna har utförts för tankbil rymmandes ca **24 ton ammoniak** respektive **24 ton svaveldioxid**.

Nedan redovisas den indata som anges i **Spridning i Luft 1.2** med avseende på tankutformning, omgivningsstruktur och väder etc.

Kemikalie:	Ammoniak	Svaveldioxid
Emballage:	Tankbil (24 ton)	Tankbil (24 ton)
Bebyggelse:	Tät skog/ stad ($\rho = 1,0$)	Tät skog/ stad ($\rho = 1,0$)
Lagringstemperatur:	15°C	15°C
Väder:	15°C, vår, dag och klart	15°C, vår, dag och klart

Följande, i **Spridning i Luft 1.2** fördefinierade, utsläppsscenarier har simulerats för utsläpp av giftig gas:

	Ammoniak	Svaveldioxid
• Litet utsläpp (packningsläckage):	0,34 kg/s	0,27 kg/s
• Medelstort utsläpp (brott på rör):	10 kg/s	4,6 kg/s
• Stort utsläpp (stor punktering):	85 kg/s	67 kg/s

Gasernas spridning beror bland annat på vindstyrka, bebyggelse och tid på dygnet. **Spridning i Luft 1.2** genererar spridningskurvor och uppskattningar av hur stor andel av befolkningen inom området som förväntas omkomma. Denna andel avtar med avståndet både i längd med och vinkelrätt mot gasmolnets riktning. Skadeområdena för ett utsläpp av giftig gas blir större ju lägre vindstyrkan är. I simuleringarna antas därför vindstyrkan vara relativt låg, ca 3 m/s.

Skadeområdet inomhus är dessutom beroende av på vilken nivå som ventilationsintag är placerade. Det antas att ventilationsintagen är placerade ca 3 meter över vägen.

2.3.2 Bedömningskriterier

Vid simulering av gasutsläpp med **Spridning i Luft 1.2** erhålls spridningskurvor samt uppskattningar på hur stor andel av befolkningen i området som förväntas omkomma beroende på avståndet till utsläppskällan. Andelen avtar med avståndet både i längd samt vinkelrätt mot utsläppets riktning.

2.3.3 Resultat

I *Tabell B.4* redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario. Skadeavstånden utgör en sammanvägning av respektive skadescenario med ammoniak respektive svaveldioxid, där avstånden som redovisas utgör de största enligt simuleringarna.

Enligt avsnitt 2.3.1 utgår beräkningarna i **Spridning i Luft 1.2** från bebyggelse med avseende på ytråheten (d.v.s. möjligheten för gasmolnet att spridas). Beräkningarna avser relativt fri spridning av gas som inte tar någon hänsyn till framförliggande objekt och avskärmningar som kan reducera spridningen av gasmoln vilket i sin tur reducerar skadeavstånden.

Tät bebyggelsestruktur eller höga avskärmande barriärer i direkt anslutning till riskkällan bedöms ha en kraftigt avskärmande effekt som reducerar skadeavståndet (längden) för respektive skadescenario. Det uppskattas grovt att nivåskillnaden och bebyggelsestrukturen inom det aktuella området medför att skadeavståndet reduceras med minst 50 % i förhållande till vad som redovisas i **Spridning i Luft 1.2**. Detta beaktas i de fortsatta konsekvensberäkningarna avseende skadeområden och uppskattat antal omkomna.

Tabell B. 4. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av giftiga gaser.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)			
		Inomhus		Utomhus	
		bredd	längd	bredd	längd
Litet utsläpp (packningsläckage)	100%	0	0	2	3
	50%	0	0	6	5
	5%	0	0	10	10
Medelstort utsläpp (brott på rör)	100%	0	0	20	15
	50%	10	10	30	30
	5%	20	18	50	45
Stort utsläpp (stor punktering)	100%	10	5	100	80
	50%	25	28	130	113
	5%	40	50	150	138

2.4 Klass 3. Brandfarliga vätskor

2.4.1 Metodik

För denna farligt godsklass utgörs skadescenarierna av att tanken skadas så allvarligt att vätska läcker ut och sedan antänds. Vid beräkning av konsekvensen av en farligt godsolycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensin. Beroende på utsläppstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas vilket leder till olika mängder värmestrålning. Konsekvensberäkningar utförs för följande pölbrandscenarier:

- Liten pölbrand: 50 m²
- Medelstor pölbrand: 200 m²
- Stor pölbrand: 400 m²
- Tankbilsbrand ca 300 MW /4/ (antas grovt motsvara stor pölbrand, exkl. pölradie)

Beräkningarna av den infallande värmestrålning som analyserade området utsätts för i händelse av olycka med påföljande brand genomförs med handberäkningar:

Brandeffekt (Q) – Brandeffekten beräknas utifrån pölarean och ansätts till att 1 MW genereras per kvadratmeter pölarea /5/.

Flamhöjd (H_f) – Flamhöjden (m) kan beräknas som funktion av brandeffekten och pöldiametern (D) enligt följande ekvation /6/: $H_f = 0.23 \cdot \dot{Q}^{2/5} - 1,02D$

Ovanstående förhållande mellan brandeffekt och pölarea innebär att flamhöjden grovt kan uppskattas till $H_f = D / 6$.

Utfallande strålning (I₀) – Den utfallande strålningen (kW/m²) är beroende av pölbrandens diameter. Upp till en viss pölstorlek ökar strålningen från flamman, men efter en viss nivå minskar effektiviteten i förbränningen med påföljd att rökutvecklingen tilltar och temperaturen i flamzonen sjunker. En del av värmestrålningen absorberas därmed i omgivande rök, vilket innebär att den utfallande strålningen sjunker med ökande värde på pölbrandens storlek. Den utfallande strålningen kan beräknas med följande ekvation /7/:

$$I_0 = 58 \cdot 10^{-0,00823D}$$

Synfaktor (F) – Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se Figur B.3). Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill.

Synfaktorn $F_{1,2}$ mellan flamman och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt /8/: $F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$

där $F_{A1,2}$, $F_{B1,2}$, $F_{C1,2}$ och $F_{D1,2}$ beräknas enligt följande:

$$F_{A1,2} = \int_0^{A_1} \frac{\cos \Theta_1 \cos \Theta_2}{\pi d^2} \cdot dA_1 \quad \text{där}$$

$\Theta_1 = \Theta_2 =$ infallande vinkel (d.v.s. 0) och $A_1 = L_1 \times L_2$ enligt /8/.

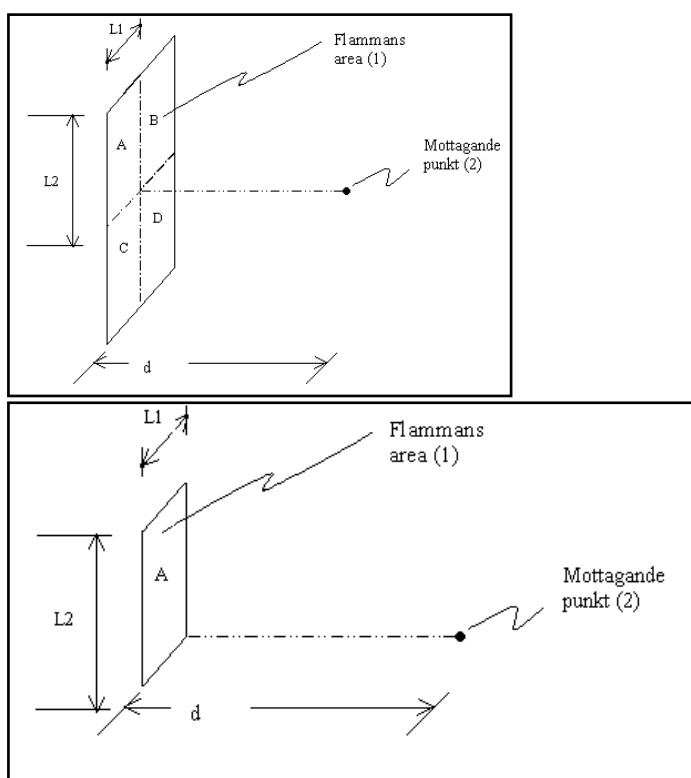
/4/ Fire and Smoke Control in Road Tunnels, PIARC Committee of Road Tunnels, 1999

/5/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005

/6/ Enclosure Fire Dynamics, Karlsson & Quintiere, 2000

/7/ Radiation from large pool fires, Journal of Fire Protection Engineering, 1 (4), pp 141-150, Shokri & Beyler, 1989

/8/ An Introduction to Fire Dynamics – second edition, Drysdale, University of Edinburgh, UK 1999



Figur B. 3. Synfaktor.

Ovanstående ekvation kan omvandlas till följande ekvation för beräkning av respektive ytas (A, B, C och D) synfaktor /9/:

$$F_{A12} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right) \quad \text{där}$$

$$X = \frac{L_1}{d} \quad \text{och} \quad Y = \frac{L_2}{d} \quad \text{enligt Figur B.3.}$$

Infallande strålning (I) – Den från branden infallande värmestrålningen (kW/m^2) som når omgivningen minskar med avståndet från branden och beräknas genom: $I = F \times I_0$

Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flamhöjden beräknats för de olika pölbrandscenarierna (se Tabell B.5).

/9/ Thermal Radiation Heat Transfer, 3rd ed., Seigel & Howell, USA 1992

Tabell B. 5. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flamhöjd samt utfallande värmestrålning.

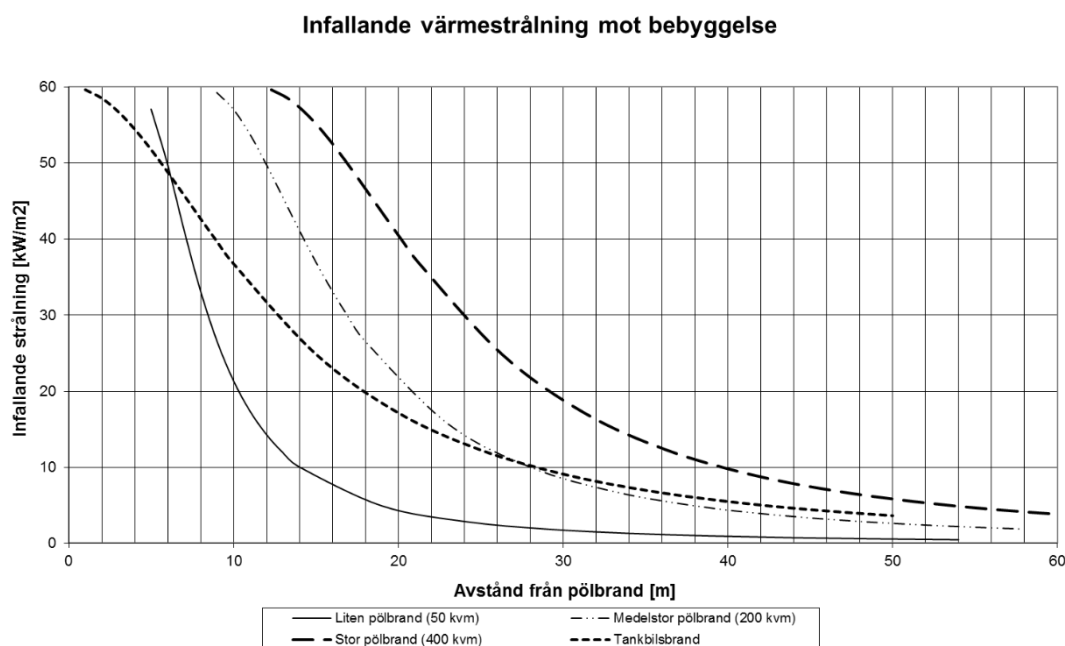
Scenario	Brinnande yta A_F (m ²)	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter D_r (m)	Flamhöjd H_r (m)	Utfallande strålning I_0 (kW/m ²)
Liten pölbrand	50	50 000	8,0	8,0	49,8
Medelstor pölbrand	200	200 000	16,0	16,0	42,8
Stor pölbrand / Tankbilsbrand	400	400 000	22,6	22,6	37,7

Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i Tabell B.6. Strålningen har beräknats på halva flammans höjd. I strålningsberäkningarna används konservativt ett värde på den utfallande strålningen på 60 kW/m² för samtliga brandscenarier.

Tabell B. 6. Beräkning av strålning och synfaktor på halva flammans höjd för olika avstånd från pölbranden.

Avstånd (m)	Liten pölbrand		Medelstor pölbrand		Stor pölbrand / Tankbilsbrand	
	$F_{1,2}$	q_r''	$F_{1,2}$	q_r''	$F_{1,2}$	q_r''
5	0,44	26,6	0,76	45,5	0,86	51,7
10	0,17	10,0	0,44	26,6	0,61	36,7
15	0,08	4,9	0,26	15,8	0,41	24,9
20	0,05	2,9	0,17	10,0	0,29	17,1
25	0,03	1,9	0,11	6,9	0,20	12,3
30	0,02	1,3	0,08	4,9	0,15	9,1
35	0,02	1,0	0,06	3,7	0,12	7,0
40	0,01	0,7	0,05	2,9	0,09	5,5
45	0,01	0,6	0,04	2,3	0,07	4,4
50	0,01	0,5	0,03	1,9	0,06	3,6

I Figur B. 4 redovisas den infallande strålningen som funktion av avståndet från branden. I figuren beaktas även pölens radie, vilket ej beaktas i de avstånd som anges i Tabell B.6 som utgår från flammans kant.



Figur B. 4. Infallande strålning som funktion av avståndet från pölbrand inkl. pölradie

2.4.2 Bedömningskriterier

Hur hög värmestrålning en person klarar utan att erhålla skador beror bl.a. på dess varaktighet. Detsamma gäller med avseende på hur hög strålning som krävs för att antända olika byggnadsmaterial. Ju längre strålningspåverkan, ju högre sannolikhet för skada.

Sannolikheten för att personer som befinner sig **inomhus** omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Den kritiska värmestrålningen ansätts till 15 kW/m² om inga byggnadstekniska åtgärder beaktas, vilket motsvarar det kriterium som anges i BBRAD 3 /10/ avseende brandspridning mellan byggnader. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändig brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område kring pölbranden där strålningsnivån överstiger 15 kW/m² omkommer.

En oskyddad person **utomhus** som upptäcker en större brand försöker med stor sannolikhet sätta sig i säkerhet. Tiden för varseblivning samt beslut och reaktion innebär dock att personen kan utsättas för värmestrålning under en kortare stund innan hen reagerar. Sannolikheten för att oskyddade personer utomhus omkommer bedöms utifrån uppgifter avseende effekten av olika strålningsnivåer beroende på varaktighet /11,6/. Outhärdlig smärta kan uppnås vid mycket kortvarig bestrålning (<5-10 sekunder) med strålningsnivåer över 20 kW/m². Vid bestrålning under 1 minut innebär denna strålningsnivå även mycket hög sannolikhet för andra gradens brännskada. Nedan redovisas uppskattad andel omkomna beroende på strålningsnivå för personer som befinner sig utomhus:

/10/ BBRAD – Boverket allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd, BFS 2011:27 med ändringar till och med BFS 2013:12 – BBRAD 3, Boverket, Karlskrona

/11/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – metoder för bedömning av risker, FOA, september 1997

10 kW/m²: <5 % sannolikhet att omkomma
 15–20 kW/m²: 50 % sannolikhet att omkomma
 > 40 kW/m²: 100 % sannolikhet att omkomma

2.4.3 Resultat

I Tabell B.7 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario utifrån *Figur B. 4* ovan. I det aktuella fallet är samtliga byggnader inom resulterande skadeområden planerade i ett sådant läge att dessa, vid händelse av brand, är direkt exponerade för riskkällan. Med anledning av detta utgår beräkningarna inte från att det finns någon skyddad bebyggelse. Dock har hänsyn tagits till det faktum att vägen är belägen ca 10 m lägre än kringliggande bebyggelse, varför skadeavstånden antas reduceras med minst 50 % i förhållande till om pölbranden hade legat i nivå med bebyggelsen.

Tabell B. 7. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
Liten pölbrand	5 % inomhus	5
	100 % utomhus	5
	50 % utomhus	5
	5 % utomhus	5
Medelstor pölbrand	5 % inomhus	8
	100 % utomhus	5
	50 % utomhus	8
	5 % utomhus	12
Stor pölbrand	5 % inomhus	15
	100 % utomhus	5
	50 % utomhus	15
	5 % utomhus	20
Tankbilsbrand	5 % inomhus	12
	100 % utomhus	5
	50 % utomhus	12
	5 % utomhus	17

2.5 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

2.5.1 Metodik

En olycka med utsläpp av oxiderande ämnen eller organiska peroxider ska normalt inte leda till något följdscenario som innebär allvarliga personskador. Det finns dock ämnen inom denna farligtgodsklass som, om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex bensin, motorolja etc.), kan leda till självantändning och kraftiga explosionsförlopp. Explosionen kan då liknas vid en explosion av massexplosiva ämnen.

Vid transport på väg kan ett utsläpp innebära att det oxiderande ämnet blandas med fordonets smörj- och drivmedel (organiskt material). Denna blandning kan motsvara ca 3 ton trotyl /12/. Konsekvensberäkningarna för detta skadescenario motsvarar alltså det scenario som redovisas i avsnitt 2.1.

Det genomförs inga detaljerade konsekvensberäkningar för detta skadescenario. De fortsatta riskberäkningarna kommer istället att utgå från resultatet som redovisas i avsnitt 2.1 med avseende på explosion med 4 000 kg massexplosivämne. Detta är ett konservativt antagande.

2.5.2 Bedömningskriterier

Se avsnitt 2.1.

2.5.3 Resultat

I Tabell B.8 redovisas skadeavstånden för skadescenario med ämne ur klass 5.

Tabell B. 8. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
Dimensionerande scenario (motsvarar 2 000–4 000 kg massexplosion)	100 % inomhus	25
	15 % inomhus	100
	50 % utomhus	25

3. Beräkning av antalet omkomna

3.1 Förutsättningar

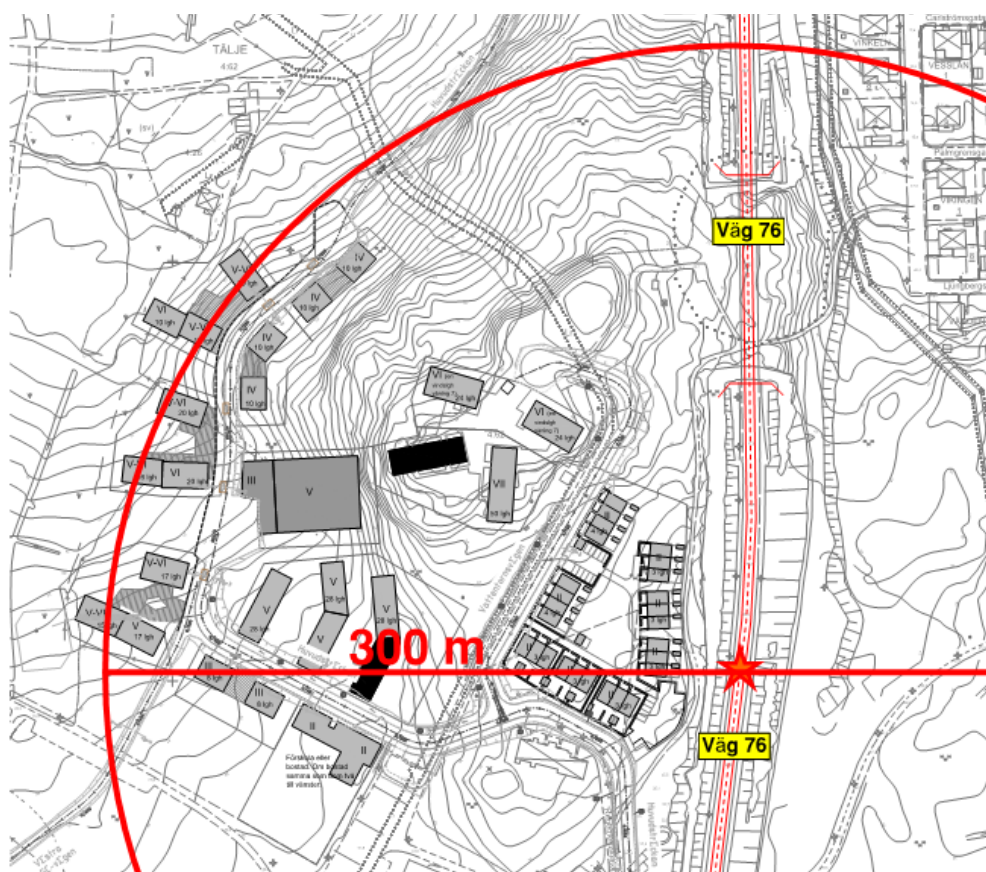
För att kunna få en uppfattning om hur stora konsekvenserna blir för respektive skadescenario kommer följande förutsättningar och antaganden att gälla i beräkningarna:

- Det område som kommer att studeras omfattar både aktuellt planområde samt omgivande bebyggelse. Konsekvenserna kommer att beräknas för det planerade utförandealternativet (med planerad ny bebyggelse) samt för nollalternativet (utan planerad bebyggelse).
- Figur B.5 visar det aktuella området som studeras i denna riskanalys samt dess närmaste omgivning. Frekvensberäkningarna i bilaga A omfattar en 1 km lång sträcka, men konsekvensberäkningarna avgränsas till att studera respektive olycksscenario där det innebär så stora konsekvenser som möjligt för bebyggelsen inom det studerade planområdet. Beräkningarna utförs konservativt med utgångspunkt att olyckan inträffar där avståndet mellan riskkälla och planområdet är som kortast (25 meter), vilket innebär ungefär mitt för det studerade området.
- Konsekvensberäkningarna utgår från planerad exploatering i enlighet med beskrivning i huvudrapporten. Som underlag till de fortsatta beräkningarna har antagande om antal personer inom planområdet och kringliggande bebyggelse varit nödvändiga.

/12/ Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, 1996

- De obebyggda ytorna inom planområdet mellan riskkälla och bebyggelse förväntas inte utföras så att de uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Avståndet till ytor utomhus där personer vistas stadigvarande bedöms därför ungefär motsvara avstånden till bebyggelsen. Utformningen av ytorna inom området antas inte innebära att det tillkommer några ytterligare personer till området som vistas inom de obebyggda ytorna, utan de personer som vistas utomhus beaktas redan i uppskattningarna av personantal. I de kommande konsekvensberäkningarna antas det dock grovt att 10% vistas utomhus vid händelse av olycka.

Figur B. 5 utgör en översiktsbild som visar det studerade området efter planerad exploatering av planområdet.



Figur B. 5. Situationsplan inkl. bebyggelse enligt aktuellt planförslag. Röd stjärna visar antagen placering av olycka. Cirkeln markerar omfattning av området som studeras i konsekvensberäkningarna och motsvarar maximalt skadeområde för aktuella skadescenarier.

3.1.1 Planerad bebyggelse planområde

Inom planområdet planeras ny bebyggelse i form av bostäder, förskola samt parkeringshus. För mer utförlig beskrivning av området, se huvudrapport. Det kortaste avståndet till riskkällan (Väg 76) uppgår till ungefär 25 meter.

3.1.2 Kringliggande bebyggelse

Kringliggande bebyggelse inom det studerade området utgörs av bostäder i form av villabebyggelse och flerbostadshus samt en förskola. Dessa ligger öster om studerad Väg 76.

3.1.3 Nollalternativ

Området som studeras inom ramarna för denna analys är i huvudsak obebyggt och utgörs av naturmark. Markanvändningen innebär inte någon stadigvarande vistelse och persontätheten är mycket låg.

3.1.4 Sammanställning

För att kunna bedöma hur stort antal personer som befinner sig inom respektive skadeområde görs grova uppskattningar inom aktuella områden. Persontätheten bedöms variera under dygnet med hänsyn till olika verksamheter. Konsekvensberäkningarna utförs dock konservativt för ett scenario där maximalt personantal förväntas inom området, d.v.s. "beläggningen" ansätts till 100 %.

För lägenheter finns ingen dimensionerande persontäthet. Därför antas grovt 1 person per 20–30 m² BOA. Personantalet inom det studerade området uppskattas således grovt utifrån följande förutsättningar:

- I en enfamiljsbostad förutsätts 4 personer bo.
- I flerfamiljshus förutsätts 2 personer per lägenhet.

3.2 Resultat

3.2.1 Explosiva ämnen

I Tabell B.9 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 2.1 samt avsnitt 3.1) inom det studerade området med ny bebyggelse inom planområdet.

Tabell B. 9. Beräknade konsekvenser – antal omkomna, för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Uppskattat antal omkomna
<500 kg massexplosion	100 % <u>inomhus</u>	0
	15 % <u>inomhus</u>	1
	10 % <u>utomhus</u>	0
500–2 000 kg massexplosion	100 % <u>inomhus</u>	0
	15 % <u>inomhus</u>	7
	25 % <u>utomhus</u>	0
2 000–4000 kg massexplosion	100 % <u>inomhus</u>	0
	15 % <u>inomhus</u>	9
	50 % <u>utomhus</u>	0
16 000 kg massexplosion	100 % <u>inomhus</u>	4
	15 % <u>inomhus</u>	23
	100 % <u>utomhus</u>	0

3.2.2 Brännbara gaser

I Tabell B.10 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 2.2 samt avsnitt 3.1) inom det studerade området med ny bebyggelse inom planområdet respektive för nollalternativet (befintliga förutsättningar inom planområdet).

Tabell B. 10. Beräknade konsekvenser – antal omkomna, för skadescenarier vid transport av brännbara gaser.

Skadesscenario	Sannolikhet att omkomma	Uppskattat antal omkomna
Liten jetflamma	5 % <u>inomhus</u>	0
	50 % <u>utomhus</u>	0
Liten gasmolnsexplosion	5 % <u>inomhus</u>	0
	50 % <u>utomhus</u>	0
Medelstor jetflamma	5 % <u>inomhus</u>	0
	50 % <u>utomhus</u>	0
Medelstor gasmolnsexplosion	5 % <u>inomhus</u>	0
	50 % <u>utomhus</u>	0
Stor jetflamma	5 % <u>inomhus</u>	0
	50 % <u>utomhus</u>	0
Stor gasmolnsexplosion	5 % <u>inomhus</u>	5
	50 % <u>utomhus</u>	5
BLEVE	5 % <u>inomhus</u>	4
	50 % <u>utomhus</u>	4

3.2.3 Giftiga gaser

I Tabell B.11 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 2.3 samt avsnitt 3.1) inom det studerade området med ny bebyggelse inom planområdet respektive för nollalternativet (befintliga förutsättningar inom planområdet).

Tabell B. 11. Beräknade konsekvenser - antal omkomna, för skadescenarier vid transport av giftiga gaser och oskyddad bebyggelse.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Uppskattat antal omkomna
Litet utsläpp (packningsläckage)	100%	0
	50%	0
	5%	0
Medelstort utsläpp (brott på rör)	100%	0
	50%	0
	5%	0
Stort utsläpp (stor punktering)	100%	4
	50%	2
	5%	0

3.2.4 Brandfarliga vätskor

I Tabell B.12 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 2.4) inom det studerade området med ny bebyggelse inom planområdet.

Tabell B. 12. Beräknade konsekvenser - antal omkomna, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Uppskattat antal omkomna
Liten pölbrand	5 % <u>inomhus</u>	0
	100 % <u>utomhus</u>	0
	50 % <u>utomhus</u>	0
	5 % <u>utomhus</u>	0
Medelstor pölbrand	5 % <u>inomhus</u>	0
	100 % <u>utomhus</u>	0
	50 % <u>utomhus</u>	0
	5 % <u>utomhus</u>	0
Stor pölbrand	5 % <u>inomhus</u>	0
	100 % <u>utomhus</u>	0
	50 % <u>utomhus</u>	0
	5 % <u>utomhus</u>	0
Tankbilsbrand	5 % <u>inomhus</u>	0
	100 % <u>utomhus</u>	0
	50 % <u>utomhus</u>	0
	5 % <u>utomhus</u>	0

3.2.5 Organiska peroxider

I Tabell B.13 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 2.5 samt avsnitt 3.1) inom det studerade området med ny bebyggelse inom planområdet respektive för nollalternativet (befintliga förutsättningar inom planområdet).

Tabell B. 13. Beräknade konsekvenser – antal omkomna, för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Uppskattat antal omkomna
Dimensionerande scenario (motsvarar 2 000–4 000 kg massexplosion)	100 % <u>inomhus</u>	0
	15 % <u>inomhus</u>	9
	50 % <u>utomhus</u>	0

Bilaga C - Riskberäkningar**Uppdragsnamn**

Lommarstranden

Uppdragsgivare

Norrtälje Kommun

Uppdragsnummer

112249/ 502712

Datum

2020-11-27

Handläggare

Alexander Elias

Egenkontroll

AES 2020-11-27

Internkontroll

LSS 2020-11-27

1. Inledning

I denna bilaga beräknas den sammanvägda risken (frekvens x konsekvens) för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet. Den sammanvägda risken kommer att redovisas med riskmåten individrisk respektive samhällsrisk.

2. Beräkning av individrisk

2.1 Metodik

Den platsspecifika individrisken redovisas i form av individriskprofiler som anger den avståndsberoende frekvensen för att en fiktiv person ska omkomma till följd av en negativ exponering från de studerade riskkällorna.

Individrisken beräknas som den kumulativa frekvensen för att omkomma på ett specifikt avstånd från riskkällan. Detta innebär att på en punkt t.ex. 100 meter från riskkällan så är individrisken densamma som frekvensen för alla skadescenarier med ett skadeområde > 100 meter.

Vid redovisning av individrisken är det ett par faktorer som behöver beaktas, dels var en olycka antas inträffa och dels skadeområdets utbredning:

1. De konsekvensberäkningar som redovisas i bilaga B visar att andelen personer inom skadeområdet som bedöms omkomna minskar med avståndet från riskkällan. Detta innebär även att sannolikheten för att den fiktiva personen som studeras vid beräkning av individrisk omkommer också minskar med avståndet för respektive skadescenario. Med avseende på respektive skadescenario reduceras därför individrisken för olika avståndsnivåer enligt konsekvensberäkningarna.
2. De beräknade skadeområden för olycksscenarierna skiljer sig i förhållande till den vägsträcka som studeras (1 000 m). Detta innebär att det inte är givet att en person som befinner sig inom kritiskt område i planområdet omkommer om en olycka inträffar på den aktuella sträckan. För skadescenarier med mycket stort skadeområde kan fallet vara det motsatta, d.v.s. personer inom planområdet kan omkomma även om olyckan inträffar utanför den studerade sträckan.

För att ta hänsyn till detta reduceras frekvensen beroende på skadeområdets utbredning. Grovt antas att ett scenario kan påverka en så stor andel av den studerade sträckan som scenariots skadeområde i båda riktningar utgör. Exempelvis innebär detta för ett olycksscenario med beräknat skadeområde ca 100 meter att frekvensen multipliceras med 0,2 för en 1 km lång vägsträcka.

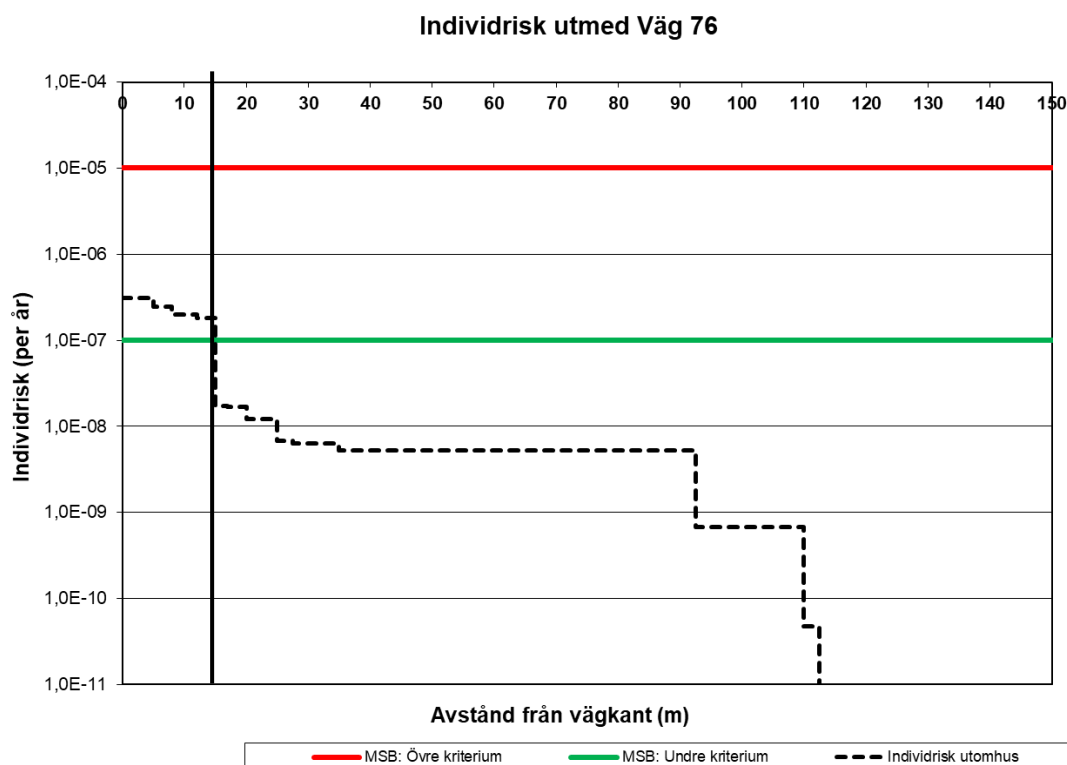
3. För vissa olycksscenarier förknippade med gaser (både brännbara och giftiga) blir skadeområdet inte cirkulärt. Detta innebär i sin tur att det inte är givet att en person som befinner sig inom det kritiska området omkommer. För dessa scenarier reduceras frekvensen ytterligare med avseende på gasplymens spridningsvinkel.

2.2 Bedömningskriterier

Den beräknade individrisken kommer att värderas utifrån de kriterier för acceptans av risk som redovisas i *Värdering av risk /1/*, se avsnitt 5.3 i huvudrapporten. Riskkriterierna redovisas även i *Figur C. 1*.

2.3 Resultat

I *Figur C. 1* redovisas individrisken utomhus för planområdet som funktion av avståndet till Väg 76. Avståndet utgår från närmaste vägkant och kortaste avstånd mellan närmaste vägkant och planområdesgräns är markerad med heldragen, svart linje i figuren. Individrisken redovisas för prognosåret år 2040. Riskprofiler som redovisas gäller för obebyggd mark där ingen hänsyn tas till eventuella konsekvensreducerande effekter av exempelvis framförliggande bebyggelse.



Figur C. 1. Individriskprofiler för person utomhus inom planområdet som funktion av avståndet till Väg 76. Svart streck anger på ett ungefär kortaste avstånd mellan Väg 76 och planområdesgräns. (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala).

/1/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997

3. Beräkning av Samhällsrisk

3.1 Metodik

Samhällsrisknivån presenteras som en F/N-kurva, vilket anger den kumulativa frekvensen för N, eller fler än N, antal omkomna inom det studerade området till följd av olycka på Väg 76. I bilaga B redovisas omfattningen av det studerade området, vilket omfattar både aktuellt planområde samt omgivande bebyggelse inom ca 300 meter från vägen.

Det finns ett flertal olika parametrar som påverkar samhällsrisken, framförallt med avseende på konsekvensernas storlek vid händelse av en olycka. Enligt bilaga B har konsekvensberäkningarna genomförts konservativt med avseende på den nya bebyggelsen:

- Respektive skadescenario antas bl.a. inträffa där det medför så stora konsekvenser som möjligt för det aktuella planområdet, vilket innebär där avståndet är som kortast mellan vägen och bebyggelse inom planområdet, dvs. ungefär mitt för planområdet. Med hänsyn tagen till bebyggelsestrukturen inom kringliggande områden utmed den studerade vägsträckan (500 m) bedöms sannolikheten för att de beräknade konsekvenserna skulle uppstå oavsett var på sträckan som olycka inträffar vara låg. Vid sammanställningen av samhällsrisken för den studerade vägsträckan antas att dessa konsekvenser kan inträffa oavsett var på sträckan som olyckan inträffar. Detta är ett mycket konservativt antagande som säkerställer att risknivån för det aktuella planområdet inte underskattas med hänsyn till kringliggande bebyggelse.
- Vidare antas respektive skadescenario inträffa då personantalet inom det studerade området är som störst, vilket innebär största möjliga konsekvenser. Vid sammanställningen av samhällsrisken antas att dessa konsekvenser uppstår oavsett vilken tid på dygnet eller året som olyckan inträffar. Även detta innebär en konservativ skattning av samhällsrisken.
- Enligt avsnitt 2.1 så blir skadeområdet för vissa skadescenarier förknippade med gaser inte cirkulära. Konsekvensberäkningarna för dessa scenarier har genomförts för förutsättningar som medför så stora konsekvenser som möjligt för det aktuella planområdet, d.v.s. skadeområdet är riktat mot planområdet. Vid sammanställningen av samhällsrisken antas att dessa konsekvenser uppstår oavsett riktningen på utsläppet, vilket innebär en konservativ skattning av samhällsrisken med avseende på bidraget från planområdet.

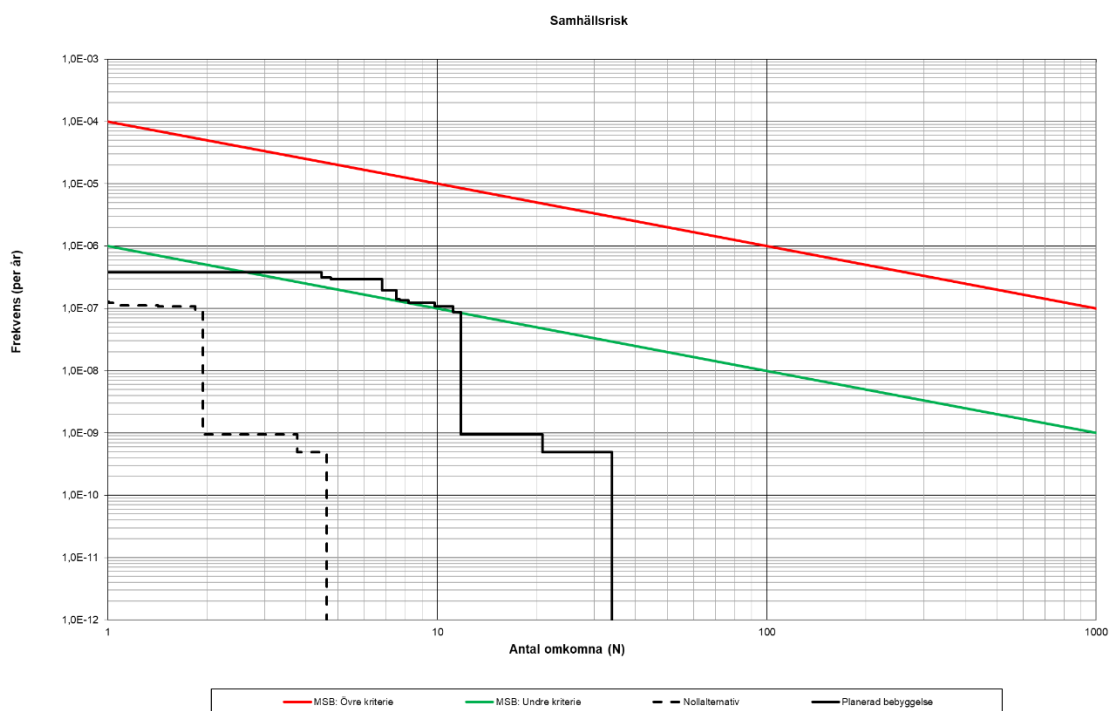
3.2 Bedömningskriterier

Den beräknade samhällsrisken kommer att värderas utifrån de kriterier för acceptans av risk som redovisas i *Värdering av risk /1/*, se avsnitt 5.3 i huvudrapporten. Riskkriterierna redovisas även i Figur C.2.

3.3 Resultat

I Figur C.2 redovisas den beräknade samhällsrisken inom det studerade området, vilket omfattar både aktuellt planområde samt kringliggande bebyggelse. Samhällsrisken beräknas för planerat utförandealternativ samt för nollalternativet.

Samhällsrisken beräknas för prognosåret år 2040.



Figur C. 2. F/N-kurva som redovisar samhällsriskenivån för planområdet samt kringliggande bebyggelse med avseende på olycksrisker förknippade med Väg 76. (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala).

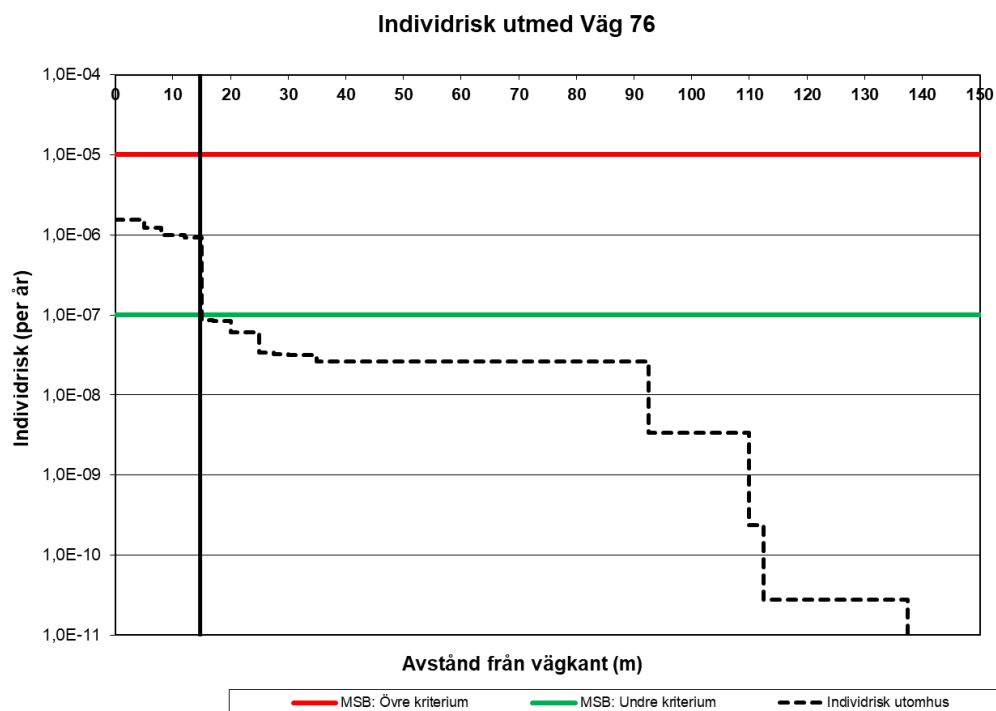
4. Känslighetsanalys

Med hänsyn till osäkerheter i det statistiska underlaget upprättas en känslighetsanalys som beaktar förändringar i antalet transporter av farligt gods.

Det uppskattade antalet farligt godstransporter på Väg 76 antas därför öka med en faktor 5 i förhållande till de dimensionerande transportmängderna för prognosåret 2040.

4.1 Känslighetsanalys – individrisk

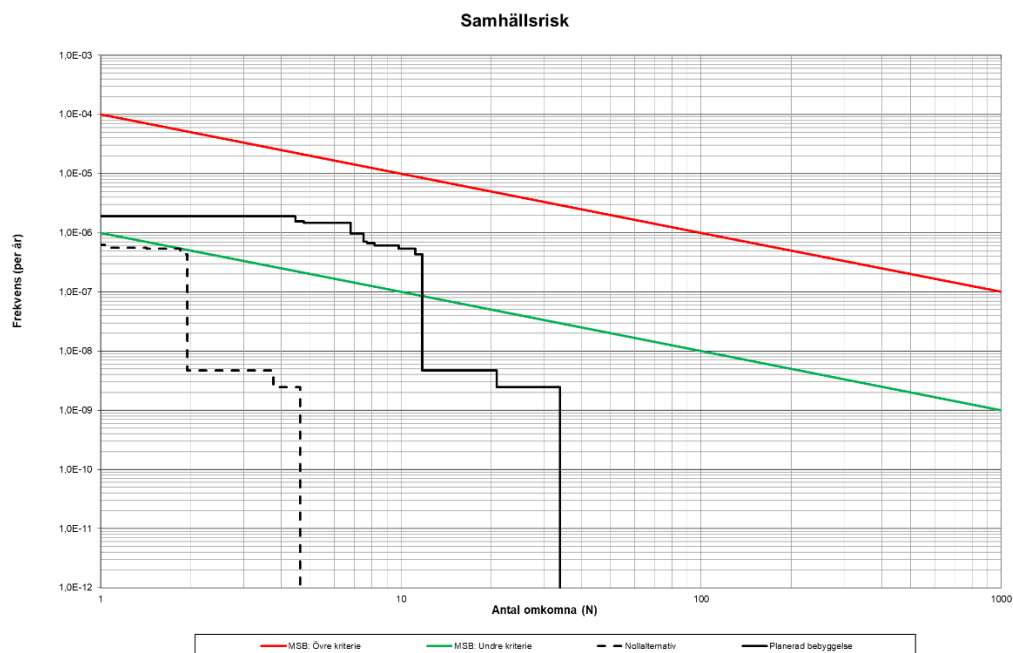
I Figur C.3 redovisas individrisken utomhus för den känslighetsanalys som har utförts avseende förändringar i antalet farligt godstransporter.



Figur C. 3. Känslighetsanalys – individrisk. Svart streck anger kortaste avstånd mellan Väg 76 och planområdesgräns. (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala).

4.2 Känslighetsanalys – samhällsrisk

I Figur C.4 redovisas samhällsrisk för den känslighetsanalys som har utförts avseende förändringar i antalet farligt godstransporter.



Figur C. 4. Känslighetsanalys – Samhällsrisk. (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala).