

Detaljerad riskanalys

Fotsacken och Pucken (Västberga 1:1)

Underlag till detaljplan

2018-10-25



Dokumenttyp: Detaljerad riskanalys

Uppdragsnamn: Fotsacken och Pucken (Västberga 1:1)
Stockholm

Uppdragsnummer: 109759/ 110235

Datum: 2018-10-25

Status: Underlag till detaljplan

Uppdragsledare: Rosie Kvål

Handläggare: Rosie Kvål
Tel: 08-588 188 84
E-post: rosie.kval@brandskyddslaget.se

Uppdragsgivare: AB Familjebostäder, AB Stockholmshem, Sveafastigheter Bostad

Datum	Egenkontroll	Internkontroll	Revidering avser
2017-01-19	RKL	EMM	Inledande analys - Granskningshandling
2017-01-31	RKL	-	Inledande analys - Slutgiltig handling
2017-05-23	RKL	EMM	Inledande analys - Slutgiltig handling, ver 2
2017-10-19	RKL	LSS	Detaljerad analys - Granskningshandling
2017-11-20	RKL	-	Detaljerad analys, ver 1
2018-03-27	RKL	EMM	Detaljerad analys, ver 2
2018-05-29	RKL	-	Detaljerad analys, ver 3
2018-08-23	RKL	LSS	Detaljerad analys, ver 4
2018-10-05	RKL	-	Detaljerad analys, ver 5
2018-10-25	RKL	-	Detaljerad analys, ver 6

Analysen har reviderats i förhållande till Detaljerad analys, version 4. Revideringen har gjorts utifrån inkommet granskningsyttrande från Länsstyrelsen i Stockholms län samt ny illustration för Pucken. Revideringarna är markerade med streck i marginalen.

Sammanfattning

Familjebostäder, Stockholmshem och Sveafastigheter undersöker tillsammans med Stockholms stad möjligheten att uppföra ny bostadsbebyggelse inom två olika planområden i stadsdelen Västertorp i södra Stockholm. Projekten omfattar s k Stockholmshus, som är ett resultat av ett samarbete mellan de kommunala bostadsbolagen, påbyggnad av bostäder på befintligt hotell samt ett lamellhus med smålägenheter.

De aktuella planområdena utgör del av fastigheten Västberga 1:1 och Fotsacken 1. Planområdena ligger utmed E4/E20 Södertäljevägen som utgör en rekommenderad transportled för farligt gods. Med anledning av detta görs denna riskanalys.

De båda detaljplanerna omfattar totalt ca 400 bostäder som planeras som minst 50 respektive 35 meter från E4/E20 Södertäljevägen.

Syftet med riskanalysen är att undersöka lämpligheten med aktuella exploateringsförslag genom att utvärdera vilka risker som människor inom de aktuella områdena kan komma att utsättas för.

I analysen har en inventering gjorts av transporter med farligt gods på E4/E20 Södertäljevägen. Antalet transporter är relativt omfattande. Den dominerande volymen utgörs av brännbara vätskor och brännbara gaser som tillsammans utgör ca 70 % av alla transporter med farligt gods. Utifrån inventeringen har ett antal möjliga olycksscenarier identifierats. En kvalitativ värdering har sedan gjorts av dessa. För scenarier med bedömt hög risk har en mer detaljerad analys genomförts. Denna visar att individrisknivån är acceptabel inomhus i de planerade bostäderna samt för områden utomhus över 40 meter från vägen. Samhällsriskerna är dock höga och föranleder behov av säkerhetshöjande åtgärder.

Inom studerade exploateringsområden planeras ny bebyggelse i huvudsak 35 meter eller mer från E4/E20 Södertäljevägen. Det innebär att det främst är olyckor med ämnen som kan leda till stora skadeområden som kan påverka den planerade bebyggelsen. Störst påverkan på risknivån medför olyckor med brännbara gaser (gasol, naturgas).

En genomgång har gjorts av möjliga åtgärder för att sänka risknivån. Utifrån denna har en bedömning gjorts av vilka åtgärder som kan vara rimliga att vidta, dessa redovisas nedan.

- Obebyggda ytor inom 40 meter från E4/E20 Södertäljevägen ska utföras så att de ej uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Bostadshus inom 75 meter från E4/E20 Södertäljevägen ska utföras med:
 - Utrymningsvägar placerade och utformade så att utrymning kan ske till säker plats vid olycka på E4/E20.
 - Friskluftsintag ska inte placeras på en sida som vetter mot E4/E20.
Lämplig placering är på sida bort från E4/E20 eller på tak, men då bör byggnaden vara minst ca 12 meter hög.
 - Ventilationssystem utformas så att de på ett enkelt sätt kan stängas av, exempelvis genom central nödavstängning. Mekanisk ventilation utförs med manuell avstängning.
 - Fasader exponerade mot E4/E20 ska utföras så att vidare brandspridning förhindras i minst 30 minuter.

Exempelvis med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning avseende täthet och isolering, motsvarande klass EI 30.

- Fönster och glaspartier som exponeras mot E4/E20 utförs så att de är intakta vid en explosion med motsvarande 100 kg dynamit.

Ovanstående åtgärder omfattar bebyggelse direkt exponerad av vägen. Byggnader eller fasader som skyddas av topografi eller framförvarande bebyggelse omfattas inte av redovisade åtgärder.

Det är upp till kommunen/projektet att ta beslut om vilka åtgärder som ska vidtas. Dessa ska sedan formuleras som planbestämmelser för respektive detaljplan.

Brandskyddslagets bedömning är att planerad bebyggelse kan genomföras enligt studerade förslag om föreslagna åtgärder vidtas.

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.....	8
3. RISKINVENTERING.....	12
3.1 Allmänt.....	12
3.2 E4/E20 Södertäljevägen.....	12
4. INLEDANDE RISKANALYS.....	16
4.1 Metodik.....	16
4.2 Identifiering av olycksrisker.....	16
4.3 Kvalitativ uppskattning av risk.....	16
5. FÖRDJUPAD RISKANALYS.....	20
5.1 Metodik.....	20
5.2 Resultat riskberäkningar.....	23
5.3 Värdering av risk.....	25
5.4 Hantering av osäkerheter.....	26
6. RIKTLINJER FÖR FORTSATT PLANERING.....	27
6.1 Allmänt.....	27
6.2 Diskussion kring åtgärder.....	27
6.3 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder.....	31
7. SLUTSATSER.....	33
8. BILAGOR.....	34
9. REFERENSER.....	34

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Familjebostäder, Stockholmshem och Sveafastigheter undersöker tillsammans med Stockholms stad möjligheten att uppföra ny bostadsbebyggelse inom två olika planområden i stadsdelen Västertorp i södra Stockholm. Projekten omfattar sk Stockholmshus, som är ett resultat av ett samarbete mellan de kommunala bostadsbolagen, samt bostadshus invid och ovanpå befintlig hotellbyggnad. Stockholmshusen ska vara exempel på hur en hustyp kan byggas med hög kvalitet avseende god arkitektur och bra material. Stockholmshusen togs fram med syfte att hantera den stora bostadsbristen i Stockholm.

De aktuella planområdena utgör del av fastigheten Västberga 1:1 invid kv Fotsacken respektive kv Pucken. Planområdena ligger utmed E4/E20 Södertäljevägen som utgör en rekommenderad transportled för farligt gods. Det innebär att möjliga risker från vägen behöver studeras i samband med utveckling av området. Med anledning av detta görs denna riskanalys.

1.2 Syfte

Syftet med riskanalysen är att undersöka lämpligheten med aktuella exploateringsförslag genom att utvärdera vilka risker som människor inom de aktuella områdena 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 till riskanalysen har utgjorts av information från Stockholmshem, Familjebostäder och Sveafastigheter samt skisser över de aktuella planområdena (se avsnitt 2.2).

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). Signatur i kolumnen för internkontroll på sidan 2 bekräftar kontrollen.

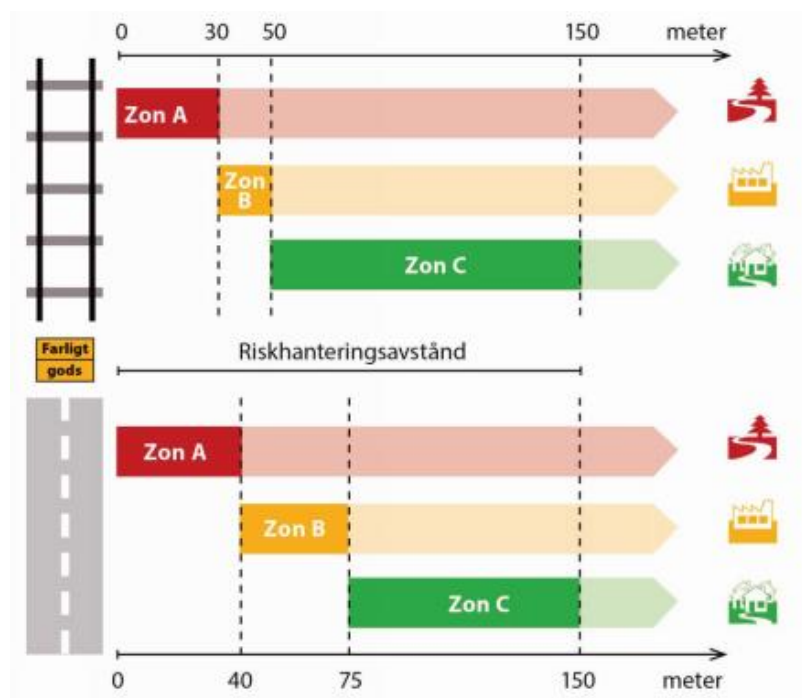
1.6 Föresattningar

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

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

Avstånden i figuren mäts från närmaste väggkant respektive närmaste spårmitt.

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.

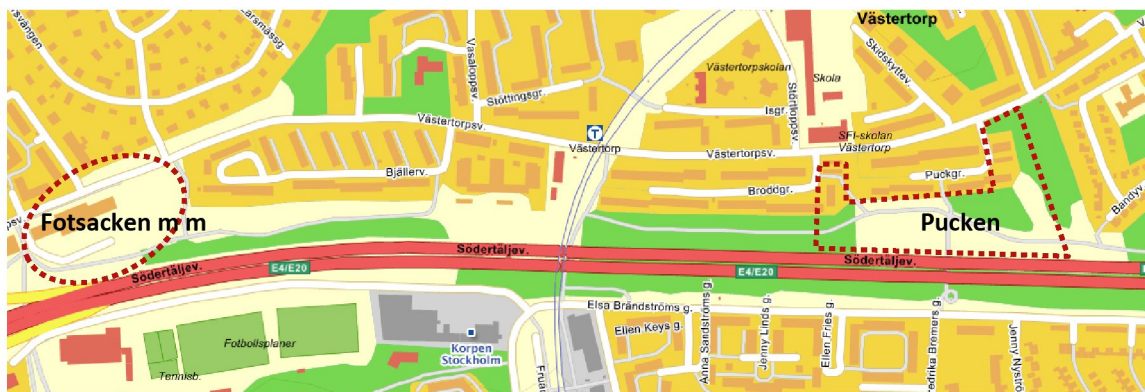
För ny bebyggelse inom redovisade skyddsavstånd behöver en riskutredning göras som undersöker om planförslaget är lämpligt och vilka eventuella skyddsåtgärder som behövs.

Intill primära transportleder för farligt gods rekommenderas ett skyddsavstånd på minst 25 meter. Vid ny bebyggelse inom 30 från vägen ska åtgärder vidtas, oavsett risknivå.

2. Översiktlig beskrivning av området

2.1 Områdesbeskrivning

Denna riskanalys omfattar två planområden belägna utmed E4/E20 Södertäljevägen, ca 1 km från varandra, i stadsdelen Västertorp. Planområdena omges i öster och väster av befintlig bebyggelse, Västertorpsvägen i norr och E4/E20 Södertäljevägen i söder (se figur 2.1).



Figur 2.1. Översikt över de aktuella planområdena. Ungefärligt läge för aktuella planområdena markerade.

Planområdena upptas i dagsläget i huvudsak av natur- och skogsmark.

2.1.1 Omgivande planer

Enligt Stockholm stads hemsida finns inga pågående planarbeten i direkt närhet av de studerade planområdena. Det har inte heller identifierats några planer i närområdet som innebär tillkommande riskkällor som bedöms kunna påverka riskpåverkan för den planerade nya bebyggelsen.

På andra sidan E4/E20 Södertäljevägen har uppförandet av en ny gymnastikhall i anslutning till Mälarhöjdens idrottsplats påbörjats. Denna ligger ca 40 meter från E4/E20. Verksamheten innebär ingen risk i sig men innebär en liten ökning av persontätheten inom närområdet under vissa tider.

2.2 Planerad bebyggelse

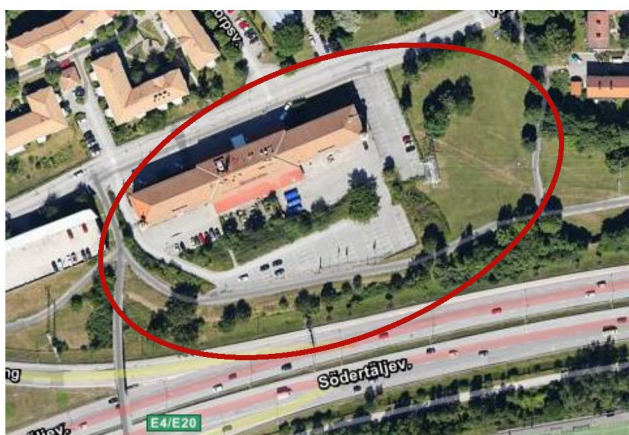
Riskanalysen omfattar två planområden som berör fastigheterna Västberga 1:1 och Fotsacken 1. Det västra planområdet omfattar del av Västberga 1:1 och Fotsacken 1 (till vänster i figur 2.1) och det östra planområdet omfattar del av Västberga 1:1 invid kv Pucken (till höger i figur 2.1). En redovisning av de båda planområdena görs nedan.

2.2.1 Västberga 1:1, del av fastigheten, samt Fotsacken 1

Planområdet är beläget längst västerut av de två studerade planområdena (se figur 2.1). Befintlig bebyggelse i väst utgörs av en hotellbyggnad (Mercure) i fyra våningar (se figur 2.2). Öster om planområdet finns flerfamiljshus i två till tre våningar.

Planområdet är huvudsakligen plant.

Genom området gick tidigare en kraftledning. Den har ersatts av en markförlagd ledning under 2016 och luftledningen har rivits.



Figur 2.2. Aktuellt planområde.

Inom den östra delen av planområdet planerar Stockholmshem att uppföra 90 lägenheter fördelade på 7 byggnadskroppar, varav några är sammanbyggda. Byggnaderna uppförs i 4-5 våningar (se figur 2.3). Bebyggelsen planeras som minst ca 50 meter från E4/E20 Södertäljevägen. Vägen ligger i nivå med planområdet. I figur 2.4 redovisas en sektion genom Stockholmshems del av planområdet.

Inom den västra delen av planområdet planerar Sveafastigheter att uppföra en lamellbyggnad i 6-7 våningar med 126 små lägenheter mellan befintligt hotell och E4 (se figur 2.3). Mot E4 planeras en korridor som ansluter till trapphusen. Lägenheterna ligger således inte direkt innanför fasad. Det finns tre huvudentréer mot gården och tre mot E4/E20. De mot E4/E20 placeras mot denna sida med syftet att öka trygghetskänslan på gång- och cykelvägen som går mellan byggnaden och vägen. Ovanpå de lägre byggnadsdelarna planeras takterrasser som nås via trapphusen.

Hotellbyggnaden byggs på med två våningar som nås via loftgång mot gården (söder). Totalt är det 41 studentlägenheter i påbyggnaden.



Figur 2.3. Situationsplan Fotsacken (Larsson Ark, 2018).



Väster om planområdet finns avfart mot Bredäng. Minsta avståndet mellan byggnad inom planområdet och avfarten är ca 40 meter.

Planområdet är beläget längst österut av de två studerade planområdena (se figur 2.1).

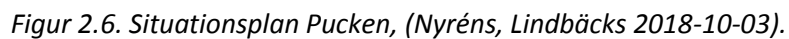
Omgivande befintlig bebyggelse består av bostadshus, både enfamiljshus och flerfamiljshus i 2-7 våningar. Inom planområdet finns några lokala mindre höjdskillnader.

I figur 2.5 redovisas planområdets utsträckning.



Inom området planerar Familjebostäder att uppföra flerfamiljshus i 4-5 våningar. Totalt planeras ca 160 lägenheter (se figur 2.6).

Bebyggelsen planeras som minst 42-50 meter från E4/E20 Södertäljevägen. Utmed vägen går en bullervall med bullerplank utmed hela planområdet (se figur 2.7). Vägen ligger i nivå med planområdets södra delar.



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, järnvägar, 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.

I aktuellt projekt har enbart E4/E20 Södertäljevägen identifierats som riskkälla i aktuella planområdets närhet. Närmaste annan riskkälla (bensinstation) ligger mer än 300 meter från de studerade områdena. Det finns inte heller några industrier i närheten och därmed inga farliga verksamheter eller Sevesoanläggningar.

3.2 E4/E20 Södertäljevägen

3.2.1 Allmänt

Söder om planområdet passerar E4/E20 Södertäljevägen. På den aktuella sträckan består vägen av tre huvudkörfält i norrgående och fyra huvudkörfält i södergående riktning. De båda körriktningarna är åtskilda med ett dike samt avåkningsskydd på båda sidor om diket. Vägen är även försedd med vägräcke utmed de båda planområdena. Hastighetsbegränsningen är 80 km/h. Det finns inga av- eller påfarter utmed den aktuella sträckan, dock finns avfart mot Bredäng direkt väster om planområdet vid kv Fotsacken.

Utmed planområdena finns ett bullerplank mot E4/E20. Bullerplanket är ca 2 meter högt. I höjd med Pucken, finns även en vall som bullerplanket står på. Vall plus plank uppskattas ha en sammanlagd höjd på ca 3-4 meter.

3.2.2 Trafik

Enligt trafikmätningar som Trafikverket har utfört för den aktuella vägsträckan /3/ uppgick årsmedeldygnstrafiken 2016 till ca 125 000 fordon summerat i båda riktningarna. Tung trafik utgjorde under mätperioden ca 8 % av den totala trafiken.

I Trafikbullerutredningen för kv Pucken gjordes en prognos för trafikflödet 2040 /4/. Den innebär ett totalt trafikflöde på aktuell vägsträcka på 176 200 fordon per dygn. Andelen tung trafik är satt till 9 %. Prognosen har genomförts utifrån Trafikverkets EVA-metod.

3.2.3 Transport av farligt gods

Allmänt

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 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.

Klass	Ämne	Beskrivning
1	Explosiva ämnen	<p>Omfattar fasta eller flytande ämnen som genom kemisk reaktion kan alstra gaser med sådan temperatur, sådant tryck och sådan hastighet att de kan skada omgivningen samt föremål som innehåller ett eller flera explosiva ämnen eller pyrotekniska ämnen. T ex sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut, fyrverkerier etc.</p> <p>Klassen delas in i sex riskgrupper:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1.1: Risk för massexplosion. Konsekvensområden kan vid stora mängder (≥ 2 ton) överstiga 50-200 meter. Begränsade områden vid mängder under 1 ton. - 1.2: Risk för splitter och kaststycken, men ej massexplosion - 1.3: Risk för brand och mindre risk för tryckvåg, splitter och kaststycken men ej massexplosion. - 1.4: Obetydlig explosionsrisk vid antändning eller initiering under transport. Verkningar i stort sett begränsade till kollit och splitter förväntas ej i betydande storlek eller utbredning. - 1.5: Risk för massexplosion men med mycket låg sannolikhet för initiering eller för övergång från brand till detonation. - 1.6: Extremit okänsliga föremål utan risk för massexplosion.
2	Gaser	<p>2.1. Brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.)</p> <p>2.2- Icke brandfarliga, icke giftiga gaser (kväve, argon etc.)</p> <p>2.3. Giftiga gaser (klor, ammoniak, svaveldioxid etc.)</p>
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, etanol, diesel- och eldningsoljor, lösningsmedel och industrikemikalier etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Kiseljärn (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.

Transporter

E4/E20 Södertäljevägen utgör primär transportled för farligt gods, vilket innebär att Länsstyrelsen i Stockholms län rekommenderar att farligt gods transporteras på denna väg, även genomfartstransporter /5/. Alla typer av gods kan därför transporteras på vägen.

Det finns ingen exakt bild över hur stora mängder farligt gods som transporteras på den aktuella vägsträckan. Antalet transporter bedöms vara relativt stort.

Det har genomförts ett antal kartläggningar som ger information om vad som har transporterats/transporteras under vissa perioder:

- I maj och oktober 2015 genomfördes mätning av antalet farligt godsfordon vid 15 mätpunkter i Stockholm /6/. Den mätpunkt som ligger närmast studerad vägsträcka mäter trafiken på Essingeleden, ca 4 km norr om aktuellt område. Den mätpunkten bedöms kunna vara relevant att titta på även för detta område. Dock omfattas inte de mätningarna av transporter som går mellan södra Stockholm och Nynäsvägen samt Södra Länken, men som passerar aktuellt område. Avsaknaden av de transporterna kan dock åtminstone till viss del kompenseras av att mätningarna omfattar trafik som går mellan norra Stockholm och Nynäsvägen respektive Södra Länken som inte passerar aktuellt område. Det är dock svårt att veta om det innebär att siffrorna överskattas eller underskattas. Mätningen genomfördes via detektion med hjälp av trafikameror. Mätningarna visar bland annat att merparten av trafiken sker utanför rusningstrafik samt att det är relativt få fordon som genomför samtliga passager. På Essingeleden utgjorde transporterna med farligt gods 2,2 % av den tunga trafiken. Totalt passerade under oktober 4 912 transporter med farligt gods på Essingeleden. Vanligast förekommande ämnen var bensen och diesel.
- Trafikanalys, som bl.a. ansvarar för statistik inom området vägtrafik, upprättar årliga statistikrapporter över den totala lastbilstrafiken, inkl. farligt gods, på Sveriges vägar. Utifrån statistik över antal transporter per farligt godsklass under perioden 2011-2015/7/ uppskattas farligt godstransporter i genomsnitt utgöra ca 1-1,5 % av det totala antalet lastbilstransporter på svenska vägar (om man istället studerar transporterade godsmängder så utgör farligt gods ca 2,5-3 % av de totala transporterade godsmängderna). Enligt tidigare trafikmätningar för E4/E20 Södertäljevägen /3/ utgör tung trafik ca 11 % av den totala trafiken. För den studerade sträckan av E4/E20 Södertäljevägen så skulle detta motsvara ca 66 000 farligt godstransporter per år. Detta skiljer sig relativt markant från uppmätta värden via kameradetektion om man bortser från styckegodstransporter (se tabell 3.2).
- MSB har genomfört kartläggningar av transporter med farligt gods i Sverige, bl.a. under september månad 2006 då statistik över farligt godstransporter samlades in /8/. Kartläggningen redovisas som intervall över transporterade godsmängder per farligt godsklass. Kartläggningen bedöms vara för gammal för att använda som tillförlitligt underlag för riskhantering. Dock finns information om bland annat fördelning av underklasser som kan vara relevant att beakta.

Den studerade informationen är inte heltäckande, men ger ändå en indikation på hur situationen ser ut samt hur den har förändrats de senaste åren. I tabell 3.2 redovisas en sammanställning av de studerade underlagen. Tabellen redovisar uppskattat antal transporter per farligt godsklass idag. Underlaget från 2015 har räknats om till årsbasis, vilket utgör ett grovt antagande. I bilaga A redovisas även underlag avseende prognosåret 2040.

Tabell 3.2. Farligt gods indelat i olika klasser enligt ADR-S med uppskattat antal transporter på E4/E20 Södertäljevägen.

Klass	Ämne	Kameradetektion maj och oktober 2015		Trafikanalys (idag)	
		Andel (%)	Antal trp	Andel (%)	Antal trp
1	Explosiva ämnen	0,0	0	0,5%	234
2	Gaser	12,2	7313	20,1%	9577
3	Brandfarliga vätskor	54,9	32 909	53,1%	25324
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	0,6	360	0,7%	353
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	0,4	240	3,4%	1641
6	Giftiga ämnen	0,3	180	2,4%	1122
7	Radioaktiva ämnen	0,0	0	0,0%	21
8	Frätande ämnen	2,3	1 379	14,7%	7022
9	Övriga farliga ämnen	5,9	3537	5,1%	2431
1-9	styckegods	23,4	13 793	-	-
Totalt			59 944 (med styckegods) 45 918 (utan styckegods)		47 723

Framtid

Det är svårt att bedöma den framtida transportsituationen när det gäller farligt gods på E4/E20 Södertäljevägen. Antalet och typen av transporter beror av förändringar i Stockholmsregionen, bland annat Förbifart Stockholm, flytt av Loudden, invigning av Norviks hamn etc.

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 över huvudtaget, 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.

4.2 Identifiering av olycksrisker

Utifrån riskinventeringen är bedömningen att det är transporter av farligt gods på E4/E20 Södertäljevägen 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, gasmolnexplosion, 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
Samtliga transporter med klass 1 förutsätts tillhöra riskgrupp 1.1 (se bilaga A), vilket innebär att även övriga riskgrupper inom klassen hanteras. Antagandet är dock mycket konservativt.
- 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

En olycka med transport av vissa typer av explosivämnen kan leda till mycket omfattande explosioner antingen till följd av stora påkänningar eller till följd av brand som sprids till lasten. Konsekvenserna av olyckan är beroende av mängden som exploderar, vilket i sin tur beror av hur mycket explosivämne som transporteras. Den maximala transportmängden på väg är 16 ton massexplodivt ämne. Andelen transporter som rymmer maximal transportmängd bedöms dock vara mycket begränsad.

Sannolikheten för att en explosion ska inträffa på E4/E20 Södertäljevägen bedöms vara extremt låg. Enligt tabell 3.2 utgör antalet transporter med explosivämnen en mycket begränsad andel av det totala antalet farligt godstransporter. Det gällande regelverket ADR -S /9/ anger dessutom detaljerade och omfattande regler för hur explosiva ämnen skall förpackas och hanteras vid transport för att reducera sannolikheten för explosion.

Olycka med explosivämnen bedöms kunna medföra påverkan på den sammanvägda risknivån. Olyckshändelser som leder till explosion kan också medföra mycket stora konsekvenser. Scenariot bör därför studeras vidare i en fördjupad analys för att utreda behovet av åtgärder.

Klass 2.1. Brännbara gaser

En olycka med brännbar gas kan innebära att gas läcker ut och antänds eller att en gastank utsätts för utvändig brand vilket hettar upp gasen så att den expanderar snabbt och spränger tanken. Beroende på utsläpps- och antändningsscenario kan konsekvenserna av olyckan variera. Vid stora utsläpp kan skadeområdena överstiga 100-200 meter. Oskyddade personer utomhus löper störst risk för att förolyckas, men olyckan kan även leda till omfattande brandspridning till kringliggande bebyggelse.

Brännbara gaser transporteras normalt trycksatta i tankvagnar eller i färdiga flaskpaket, vilket innebär att behållarna har högre hållfasthet än vanliga tankar för t.ex. bensintransporter. Antalet gastransporter på E4/E20 Södertäljevägen bedöms vara relativt omfattande och en relativt stor andel kan utgöras av tanktransporter. Sannolikheten för utsläpp till följd av en olycka bedöms dock vara låg.

Med hänsyn till konsekvensområdena för större skadescenarier med brännbar gas så uppskattas den sammanvägda risknivån förknippad med transporter av brännbara gaser kunna bli omfattande. Det är därför troligt att åtgärder för att lindra konsekvenserna av en olycka med brännbar gas är nödvändiga för den planerade bebyggelsen. Scenariot bör studeras i en fördjupad analys så att behov och omfattning av åtgärder kan klargöras.

Klass 2.3. Giftiga gaser

Giftiga gaser 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 giftiga gaser transporteras trycksatta i tankar vilket innebär att sannolikheten för utsläpp vid en olycka är liten.

Andelen gastransporter som rymmer giftig gas är generellt mycket lågt. I den kartläggning som utfördes av MSB i september 2006 /8/ redovisas mycket begränsade transportmängder av klass 2.3 på aktuell vägsträcka (0-25 ton under september 2006).

Sannolikheten för ett utsläpp av giftig gas på aktuell vägsträcka bedöms vara extremt låg. Trots potentiella stora konsekvenser så bedöms olycksscenariot innebära ett mycket litet bidrag till den sammanvägda risknivån. Olyckshändelser som leder till läckage av giftig gas kan dock medföra mycket stora konsekvenser. Scenariot bör därför studeras vidare i en fördjupad analys för att utreda behovet av åtgärder.

Klass 3. Brandfarliga vätskor

Brandfarliga vätskor utgör en stor andel av det totala antalet transporter av farligt gods på Sveriges vägar. En stor del av transportererna utgörs av tankbilar med drivmedel till bensinstationer m.m. På E4/E20 Södertäljevägen utgör en mycket stor andel av transportererna med farligt gods av brännbara vätskor.

Ett stort utsläpp av exempelvis bensin kan, om det antänds, innebära att hög värmestrålning drabbar omgivningen och kan orsaka brännskador på oskyddade människor eller brandspridning in i byggnader. Allvarliga konsekvenser kan normalt uppkomma inom maximalt 40 meter från olycksplatsen. Skadeområdet kan påverkas, öka eller minska, om vägen ligger högre eller lägre än planområdena. I aktuellt fall ligger vägen ungefär i nivå med planområdena, utmed vägen går dock ett dike där vätska sannolikt samlas upp. Utmed planområdet vid kv Pucken finns dessutom en vall samt bullerplank. Med hänsyn till topografin mellan vägbana och planområden bedöms ingen risk för ökade skadeområden föreligga.

Sannolikheten för olycka med transport av brandfarliga vätskor på E4/E20 Södertäljevägen uppskattas vara relativt hög. Avståndet från vägen till planerad bebyggelse är dock relativt stort, 35 respektive 50 meter, vilket innebär liten påverkan på planerad bebyggelse.

Påverkan inom områden utomhus kan dock inte uteslutas och beror på hur dessa markområden planeras. Påverkan kan inte heller uteslutas mot bebyggelsen som ligger närmast E4/E20. Scenariot bör därför studeras i en fördjupad analys för att utreda behov och omfattning av eventuella åtgärder.

Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

En olycka med utsläpp av oxiderande ämnen eller organiska peroxider leder normalt inte till något följdscenario som innebär allvarliga personskador. Det finns dock ämnen inom denna farligt godsklass som, om de kommer i kontakt med brännbart, organiskt material (t ex bensen, motorolja etc.), kan leda till självantändning. Blandningen kan till och med innebära ett explosionsartat brandförlopp som liknar en stor massexplosion.

Transporter av klass 5 utgör troligtvis en relativt begränsad andel (< 5 %) av det totala antalet farligt godstransporter på E4/E20 Södertäljevägen. Vidare så är det en mycket begränsad andel av ämnen ur denna klass som kan leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp. Majoriteten av dessa ämnen är inte tillåtna att transportera på väg utan att man t.ex. stabiliserar ämnet för att minska reaktionsbenägenheten /9/.

Olycka med oxiderande ämnen eller organiska peroxider bedöms utifrån ovanstående beskrivning innebära ett mycket litet bidrag till den sammanvägda risknivån utmed aktuell vägsträcka. Olyckshändelser som leder till olycka med klass 5 ämne kan dock medföra mycket stora konsekvenser. Scenariot bör därför studeras vidare i en fördjupad analys för att utreda behovet av åtgärder.

Sammanfattning

Utifrån den inledande analysen bedöms det nödvändigt att göra en fördjupad studie av riskerna från E4/E20 Södertäljevägen. I avsnitt 5 och 6 redovisas resultatet av den fördjupade analysen.

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 /10/*. Som underlag till beräkningarna när det gäller antalet transporter med farligt gods har vi valt att använda oss av underlag baserat på nationell statistik eftersom indata från Kameradetektion endast omfattar två mättillfällen under ett år samt genomfördes 4 km från aktuell plats. Det underlaget redovisar dessutom nästan 20 000 färre transporter med farligt gods per år om ej hänsyn tas till transporter med styckegods.

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 /11/. Utsläpp av giftig gas har simulerats med hjälp av programmet **Spridning i luft 1.2** /11/. 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.

Med hänsyn till ovanstående parametrars inverkan på framförallt konsekvenserna av respektive olycksrisk bedöms dock denna risknivå inte ge en rättvis bild av aktuella förhållanden inom det studerade området. Individrisken beräknas därför även med hänsyn till planerad bebyggelsestruktur, där det beaktas att den planerade bebyggelsen antingen har en reducerande eller eskalerande effekt på skadeavstånd och sannolikhet att omkomma.

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.

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 fatality) där den kumulerade frekvenser 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.

Liksom individrisken beräknas samhällsrisk utifrån vissa förutsättningar och antaganden rörande bebyggelsestruktur, byggnadsutformning, topografi etc.

Det finns ett flertal olika parametrar som påverkar samhällsrisk, 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 mitt för planområdet. Vid sammanställningen av samhällsrisk 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 samhällsrisk antas att dessa konsekvenser uppstår oavsett vilken tid på dygnet eller året som olyckan inträffar. Även detta innebär en konservativ skattning av samhällsrisk.

- Skadeområdet för vissa skadescenarier förknippade med gaser blir 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 samhällsrisker antas dessa konsekvenser uppstå oavsett riktningen på utsläppet, vilket innebär en konservativ skattning av samhällsrisker med avseende på bidraget från planområdet.

Enligt avsnitt 5.1.3 avser acceptanskriterierna för samhällsrisk 1 km² med den tillkommande bebyggelsen placerad i mittpunkt och beräknas med frekvenser för 1 km väg. Samhällsrisker beräknas därmed för det studerade området samt omgivande bebyggelse.

Konsekvensberäkningarna avseende antal omkomna kommer därför att omfatta både det studerade planområdet samt omgivande bebyggelse.

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 /12/* 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 väg-/järnvägssträcka 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.

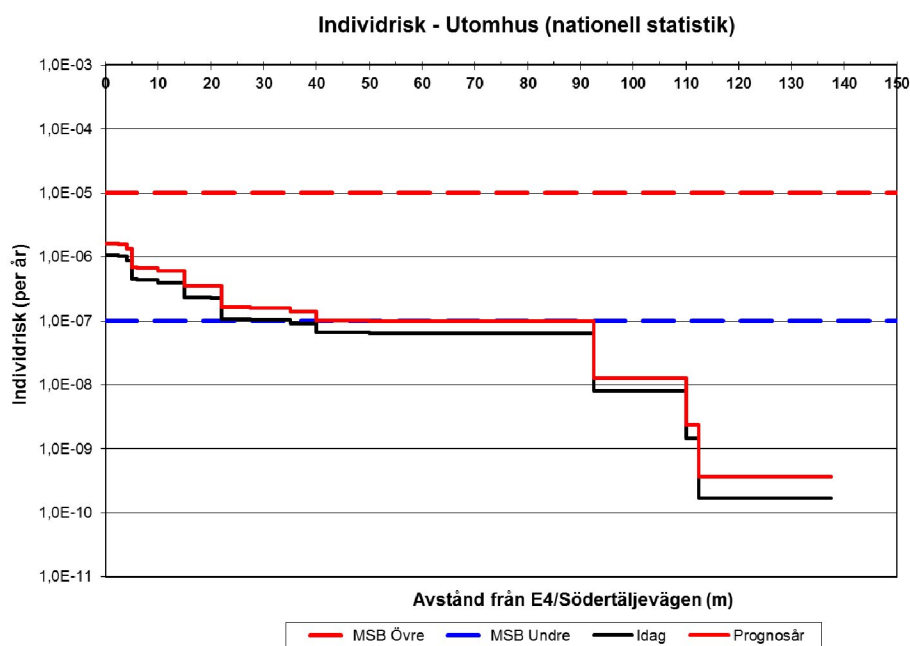
Området mellan kriterierna benämns ALARP (As Low As Reasonably Practicable). I detta område ska man sträva efter att med rimliga medel sänka riskerna, d.v.s. att kostnaderna för åtgärderna ska vara rimliga i förhållande till den riskreducerande effekt som erhålls. För att bedöma rimligheten i att vidta 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.
3. Slutligen bör riskvärderingen beakta hur stor påverkan som den aktuella förändringen har på den totala risknivån. Detta avser främst samhällsrisker där det studerade planområdet normalt utgör en mycket liten del. Värdningen av samhällsrisk utgår därför inte enbart från de angivna riskkriterierna utan även från en jämförelse mot risknivån om den planerade ändringen inte genomförs.

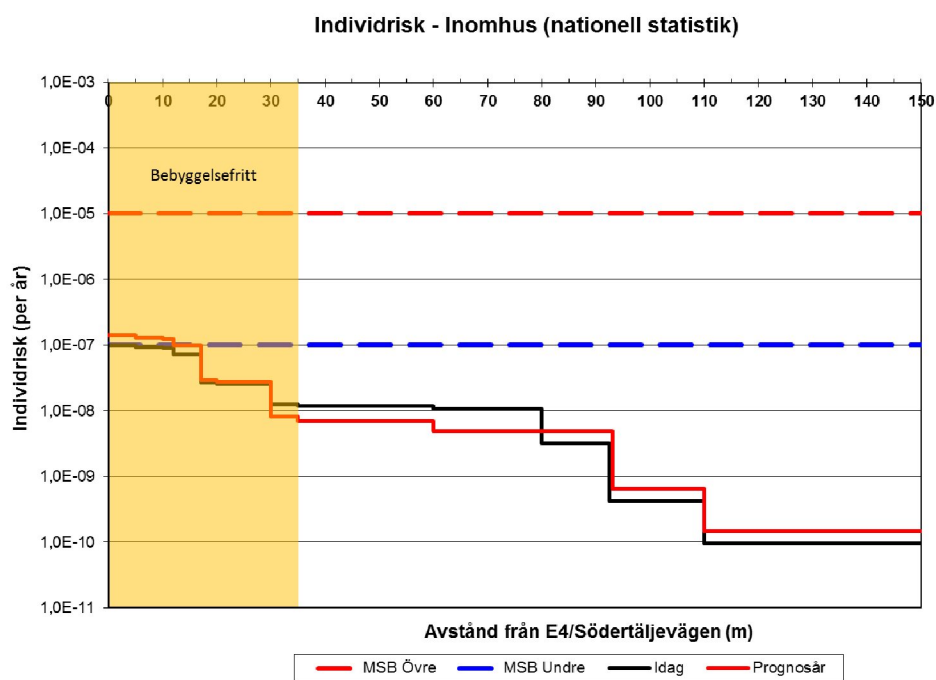
5.2 Resultat riskberäkningar

5.2.1 Individrisk

Nedan redovisas den beräknade risknivån inom områden utmed E4/E20 Södertäljevägen. Individrisken presenteras dels för oskyddade personer utomhus (se *Figur 5.1*) och dels för personer inomhus (se *Figur 5.2*).



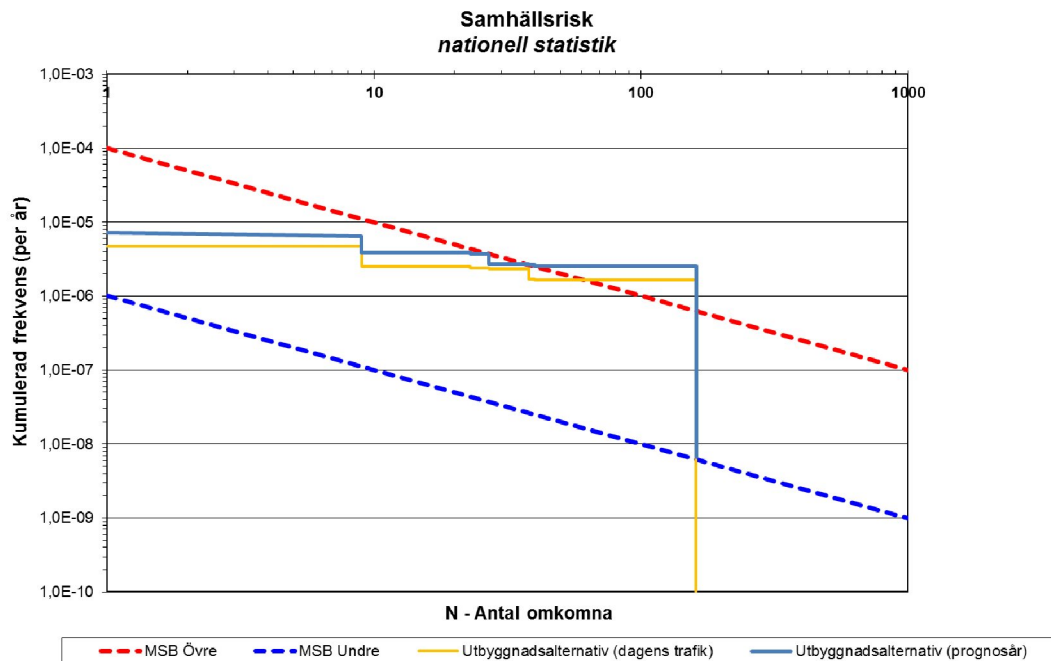
Figur 5.1. Individrisk utomhus utmed E4/E20 Södertäljevägen.
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)



Figur 5.2. Individrisk inomhus utmed E4/E20 Södertäljevägen.
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

5.2.2 Samhällsrisk

I Figur 5.3 redovisas den beräknade samhällsrisk utmed E4/E20 Södertäljevägen. Samhällsrisk presenteras med planerad ny bebyggelse inom det aktuella planområdet. Beräkningarna har gjorts för dagens trafik.

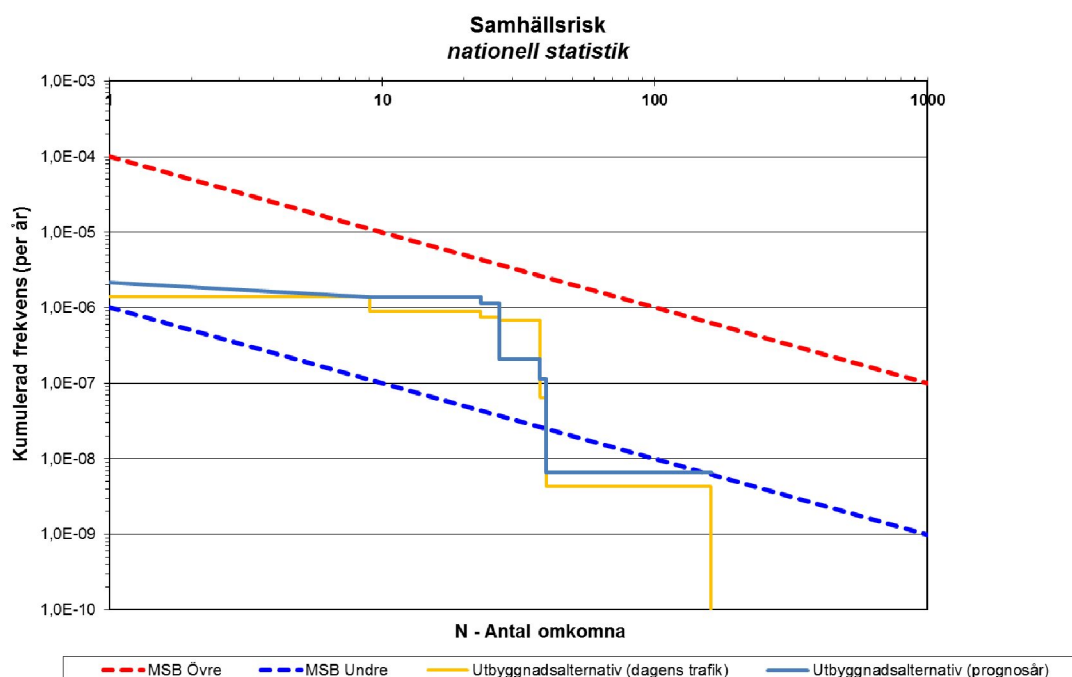


Figur 5.3. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för studerade områden och den närmaste omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med E4/E20 Södertäljevägen. (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)

5.3 Värdering av risk

När det gäller **individrisk** ligger den inom ALARP för områden utomhus inom ca 40 meter från E4/Södertäljevägen. Det innebär att åtgärder ska övervägas för dessa områden. Inomhus är individrisk acceptabel på avstånd över ca 20 meter. Det innebär att individrisk är låg i samtlig planerad bebyggelse och därför inte föranleder något behov av åtgärder.

Samhällsrisk utmed E4/Södertäljevägen är hög och ligger huvudsakligen inom ALARP, men på oacceptabla nivåer för olyckshändelser med många omkomna. Med avseende på **samhällsrisk** föreligger därför ett behov av åtgärder för att sänka risknivån. Det är främst olyckor som leder till gasolnsexplosion som bidrar till den höga, och i delar oacceptabla, risknivån. I figur 5.4 redovisas samhällsrisk med scenarier som leder till gasolnsexplosion borttagna. Åtgärder som minimerar påverkan från en gasolnsexplosion bör således undersökas.



Figur 5.4. Samhällsrisk utan scenariot gasmolnsexplosion.

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 är osäkert och utgår från nationell statistik.
- Val av olycksscenarier
- Uppskattat personantal

För att ta hänsyn till de osäkerheter som förenklingar och antaganden innebär används överlag konservativa uppskattningar. Sammantaget kan sägas att de uppskattningar och förenklingar som görs vid beräkning av risken med stor sannolikhet ger en överskattning av risknivån. Utförda antaganden innebär att hänsyn tas till ingående osäkerheter i analysen.

6. Riktlinjer för fortsatt planering

6.1 Allmänt

Enligt genomförd analys konstateras att risknivån utmed E4/E20 Södertäljevägen är så hög att det finns behov av riskreducerande åtgärder. Beräkning av individrisken visar ett behov av att undersöka åtgärder utomhus för områden inom 40 meter från vägen. Beräkningar av samhällrisken visar att åtgärder är nödvändiga och att det är scenarier som leder till gasmolnsexplosion som utgör störst bidrag till risknivån.

I detta avsnitt redovisas en sammanställning och en bedömning över möjliga åtgärder.

6.2 Diskussion kring åtgärder

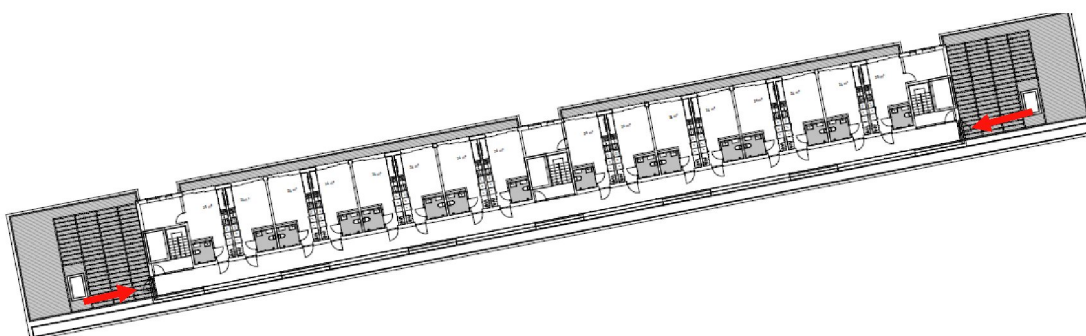
Med utgångspunkt från ovanstående resonemang så redovisas i nedanstående avsnitt separata bedömningar av rimligheten i att vidta åtgärder med avseende på de olycksrisker som studeras i den fördjupade riskanalysen.

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.

Den nya bebyggelsen omfattar bostäder som placeras 35, 50, respektive 85 meter från närmaste vägkant på E4/E20 Södertäljevägen. Placeringen av de närmaste Stockholmshusen samt den nya lamellbyggnaden innebär avsteg från Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd på 75 meter till bostäder. Den största delen av Stockholmshusen, hotellet inklusive planerad påbyggnad håller rekommenderade skyddsavstånd. Det har inte identifierats något ökat behov av skyddsavstånd för dessa byggnader.

På lamellbyggnaden planeras två takterrasser om ca 150 kvadratmeter styck. Terrasserna skulle kunna ses som stadigvarande vistelse. De kommer dock endast att nyttjas under en begränsad del av året. Det kan förekomma fester och liknande på terrassen, men även sådana händelser sker vid ytterst enstaka tillfällen per år. Sannolikheten för att detta inträffar samtidigt som en farligt godsolycka sker är extremt låg. Utrymning från terrasserna sker via dörr till korridor (se figur 6.1). Terrasserna skyddas i ett väderstreck (öster respektive väster) av den översta bostadsvåningen, vilket innebär en minskad exponering vid olycka som inte sker i höjd med respektive terrass. Terrasserna är relativt små och längsta gångväg till utrymning är ca 20 meter. Utrymning av terrasserna bör därför kunna ske snabbt. Terrassernas påverkan på risknivån bedöms vara försumbar.



Figur 6.1. översta våningsplanet på lamellbyggnad närmast E4/E20. (Larsson Arkitekter, 2018-10-05). Utrymningsvägar markerade med röd pil.

Med hänsyn till studerade risker och placeringen av planerad bebyggelse bedöms det nödvändigt att vidta byggnadstekniska åtgärder. Ytterligare krav på skyddsavstånd bedöms inte vara nödvändigt.

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 individrisknivån ska oskyddade ytor utomhus inom 40 meter inte utformas så att de lockar till stadigvarande vistelse. Verksamheter som utegym, lekplatser, uteplatser o dyl bör därför undvikas. Lämplig markanvändning inom detta område är markparkering, gång- och cykelvägar och liknande verksamheter.

Det bebyggelsefria området innebär att skydd erhålls även för olyckor som inte har studerats i analysen eftersom de har mycket begränsade skadeområden.

6.2.3 Utformning av byggnader

Utrymning: Utrymningsstrategin för ny bebyggelse i anslutning till riskkällan kan behöva 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 E4/E20 Södertäljevägen.

Ovanstående innebär att ny bebyggelse som placeras inom 75 meter (rekommenderat skyddsavstånd) från E4/E20 Södertäljevägen ska utformas med åtminstone en utrymningsväg som mynnar bort från riskkällan. Detta gäller bebyggelse som exponeras mot vägen (dvs. har siktlinje mot vägen). Byggnader som ligger skyddade bakom framförliggande byggnader eller topografi omfattas inte av åtgärden eftersom utrymning ändå kan ske i ett skyddat läge.

Det ska observeras att utrymning via fönster eller balkong med räddningstjänstens stegutrustning inte uppfyller syftet med åtgärdsförslaget.

Byggnadstekniska åtgärder: Enligt ovan innebär föreslagen bebyggelsestruktur inom planområdet att Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd mellan riskkälla och bostadsbebyggelse underskrids. För att acceptera detta kan kompletterande byggnadstekniska åtgärder behöva vidtas. Nedan redovisas diskussioner kring behovet av åtgärder utifrån respektive olycksrisk:

- **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.

En annan säkerhetshöjande åtgärd 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 till viss del stor begränsning i byggmetod och materialval samt innebär stora kostnader.

För att kunna reducera konsekvenserna av en explosion med explosivämne (klass 1) utan byggnadstekniska åtgärder krävs stora skyddsavstånd mellan bebyggelse och riskkälla.

Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd bedöms innebära ett begränsat skydd mot stora explosioner (> 1-2 ton massexplosion).

Gasmolnsexplosioner innebär betydligt lägre tryck än explosion med explosivämne eller organiska peroxider och föranleder främst krav avseende fönster och att dessa ska vara intakta så att brandspridning från gasmolnet in i byggnaderna förhindras.

Utifrån genomförda beräkningar av risknivån bedöms olyckor med klass 1 och 5 (explosiva ämnen och organiska peroxider) inte medföra någon betydande påverkan på risknivån inom planområdet. Åtgärder som lindrar skador till följd av sådana explosioner innebär relativt omfattande kostnader och begränsningar i byggmetod och materialval.

Bedömningen är därför att det inte är rimligt att dimensionera byggnaderna med hänsyn till olycka med klass 1 och 5 (explosion).

Däremot bidrar olycka med gasmolnsexplosion till att höja risknivån i relativt stor omfattning. Övertryck till följd av en gasmolnsexplosion innebär dock lägre tryck än vid en explosion med klass 1 eller 5. Enligt Bilaga B föreligger ingen risk för allvarlig skada på byggnadernas konstruktioner till följd av gasmolnsexplosion, fönster kan dock gå sönder och brand spridas vidare in i byggnaden. Med hänsyn till scenariots stora påverkan på risknivån bedöms det vara rimligt att utföra fönster med hänsyn till explosion med brännbar gas. Det innebär att glasen behöver utföras så att de både klarar en viss brandpåverkan men framförallt att de inte spricker vid tryckpåverkan. Vanliga brandglas klarar inte tryck.

Bedömningen är att fönster som exponeras mot vägen (fri sikt mot vägen) inom 75 meter förses med någon form av skydd som reducerar påverkan från en gasmolnsexplosion (motsvarande 100 kg TNT). Brandskyddslagets bedömning är att laminerade glas är tillräckliga eftersom vanliga fönsterglas reducerar infallande strålning med ca 50 % så länge de är intakta. Lamineringen gör att de inte går sönder vid tryckpåverkan, vilket då också innebär att de innehåller ett visst brandmotstånd. På aktuellt avstånd bedöms dessa glas utgöra ett gott skydd mot påverkan från en gasmolnsexplosion. Laminerat glas, antingen med vanligt fönsterglas eller härdat glas, har vid provningar visat sig klara en temperatur på 300°C i 30 minuter. Exakt vilka tryck sådana glas klarar är inte testat på ett standardiserat sätt.

En annan lösning kan vara att fönster utförs med explosionsresistent klass ER1 enligt EN 13541 upp till 50 meter och med härdade och laminerade glas över 50 meter.

Om bebyggelse placeras inom 30 meter från vägen (dock ej aktuellt i studerade förslag) ska fönster mot vägen utföras i brandteknisk klass EW 30.

- **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 genom exempelvis central nödavgångning

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

För att kunna reducera konsekvenserna av ett större gasutsläpp så krävs relativt stora skyddsavstånd mellan bebyggelse och riskkälla, alternativt restriktioner på bebyggelse och områdesutformning som reducerar persontätheten, främst utomhus. Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd bedöms innebära ett relativt begränsat skydd mot stora utsläpp av brännbar eller giftig gas. Beroende på gastyp går det att reducera konsekvenserna inomhus genom att vidta ventilationstekniska åtgärder för att förhindra spridning av brännbara och giftiga gaser in i byggnader. De åtgärder som föreslås ovan innebär att friskluftsintag placeras mot sidor med bra luftkvalitet och dit det är mindre sannolikt att gasen sprids vid ett eventuellt gasutsläpp på den närliggande vägen. Det innebär att en acceptabel placering kan vara på sida som inte exponeras mot vägen (dvs. inte har fri sikt mot vägen) eller på byggnaders tak. Placering på tak på låga byggnader innebär ett begränsat skydd om ingen avskärmande bebyggelse eller topografi ligger mellan vägen och aktuell byggnad. Placering av luftintag på tak rekommenderas på byggnader med minst ca fyra våningar, dvs. en byggnadshöjd på minst ca 12 meter. Om ventilationssystemet utförs mekaniskt så kan det dessutom utformas så att det på ett enkelt sätt kan stängas av, genom exempelvis central nödavgängning.

Olycka med brännbara gaser innebär en relativt stor påverkan på risknivån inom det aktuella området. De ventilationstekniska åtgärderna som redovisas ovan bedöms normalt innebära relativt låga kostnader och inkräftar inte mer än marginellt på byggnadsutformningen. Bostäder inom 75 meter från E4/E20 Södertäljevägen bör därför utföras med ventilationstekniska åtgärder som skyddar mot gaser.

- **Skydd mot brand:** Med hänsyn till risken för pölbrand är åtgärder lämpliga inom ett avstånd av ca 30 meter från E4/E20 Södertäljevägen. Någon bebyggelse placeras inte på det avståndet från vägen. När det gäller risken för gasmolnexplosion kan åtgärder bli nödvändiga inom ett större avstånd. Åtgärder som minskar påverkan från en brand är att fasader på byggnader som vetter mot vägen utförs i material som förhindrar brandspridning in i byggnaden under den tid det tar att utrymma (uppskattningsvis minst 30 minuter). Exempelvis kan väggar utföras i obrännbart material eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning avseende täthet och isolering. Krav på att förhindra brandspridning gäller även fönster och glaspartier. Exempelvis kan fönster utföras så att de är intakta och sitter kvar under hela brandförloppet genom att använda brandklassade, härdade eller laminerade glas.

En olycka med brandfarlig vätska bedöms, med hänsyn till avståndet mellan vägen och planerad bebyggelse (minst 35 meter till stadigvarande vistelse), ha mycket begränsad påverkan på risknivån. Även vid en stor pölbrand på vägen bedöms avståndet till närmaste byggnader ge ett betryggande skydd mot brandspridning.

Enligt ovan bedöms dock olycka med brännbar gas innebära en relativt stor påverkan på risknivån inom det aktuella planområdet. För att begränsa risken för brandspridning in i byggnaden rekommenderas att oskyddade bostäder¹ inom 75 meter från E4/E20 Södertäljevägen utförs med fasader som förhindrar vidare brandspridning i minst 30 minuter, exempelvis konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning avseende täthet och isolering, motsvarande klass EI 30. Även fönster och glaspartier i fasader som

¹ Det vill säga bostäder eller byggnadsdelar som inte exponeras mot E4/E20 Södertäljevägen utan ligger skyddade bakom annan bebyggelse eller topografi

vetter mot vägen rekommenderas att utföras med hänsyn till risken för olycka med brännbar gas (se ovan).

Aktuella fönster får vara öppningsbara om inte krav på brandglas ställs enligt Boverkets byggregler.

6.3 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder

Vid ny bebyggelse inom planområdet bedöms följande åtgärder nödvändiga att vidta:

- Obebyggda ytor inom 40 meter från E4/E20 Södertäljevägen ska utföras så att de ej uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Bostadshus inom 75 meter från E4/E20 Södertäljevägen ska utföras med:
 - Utrymningsvägar placerade och utformade så att utrymning kan ske till säker plats vid olycka på E4/E20.
 - Friskluftsintag ska inte placeras på en sida som vetter mot E4/E20.
Lämplig placering är på sida bort från E4/E20 eller på tak, men då bör byggnaden vara minst ca 12 meter hög.
 - Ventilationssystem utformas så att de på ett enkelt sätt kan stängas av, exempelvis genom central nödavstängning. Mekanisk ventilation utförs med manuell avstängning.
 - Fasader exponerade mot E4/E20 ska utföras så att vidare brandspridning förhindras i minst 30 minuter.
Exempelvis med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning avseende täthet och isolering, motsvarande klass EI 30.
 - Fönster och glaspartier som exponeras mot E4/E20 utförs så att de är intakta vid en gasmolnexplosion med motsvarande 100 kg dynamit.

Ovanstående åtgärder omfattar exponerad bebyggelse. Byggnader eller fasader som skyddas av topografi eller framförvarande bebyggelse omfattas inte av redovisade åtgärder.

Befintlig vall/bullerplank utgör inte en förutsättning för planens genomförande och bedöms inte nödvändig att fastställa i plankartan med hänsyn till identifierade risker.

6.3.1 Åtgärdernas riskreducerande effekt

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

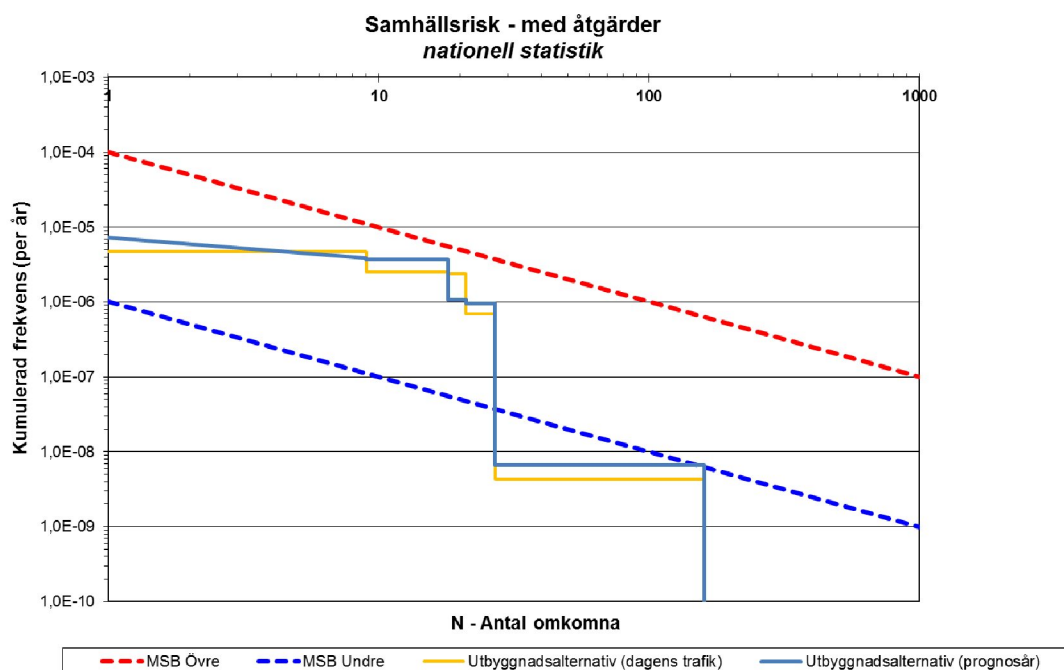
- Begränsning av sannolikheten för att personer utsätts för en förhöjd risknivå under längre tidsperioder genom att tillgodose skyddsavstånd till ny bebyggelse samt områden med stadigvarande vistelse utomhus.
- Begränsning av möjligheten för att oskyddade personer skadas utomhus inom områden med förhöjd risknivå genom att tillgodose skyddsavstånd till områden med stadigvarande vistelse.
- Reducering av konsekvenserna inomhus till följd av eventuella gasutsläpp genom skyddsavstånd i kombination med ventilationstekniska åtgärder.
- Reducering av konsekvenserna inomhus till följd av en större utvändig brand genom skyddsavstånd.

- Ökad möjlighet för personer att utrymma byggnader innan kritiska förhållanden uppstår inomhus till följd av en olycka på E4/E20 Södertäljevägen genom att tillgodose utrymningsmöjligheter bort från vägen.

I figur 6.2 redovisas en uppskattning av föreslagna åtgärders riskreducerande effekt. Som underlag till beräkningarna har följande grova antagen gjorts avseende den riskreducerande effekten:

- Minskad andel omkomna utomhus till följd av
 - o placering av utrymningsvägar mot en trygg sida – 5 %
- Minskad andel omkomna inomhus till följd av
 - o placering av utrymningsvägar mot trygg sida – 5 %
 - o ventilationstekniska åtgärder – 10 %
 - o fasader och fönster utförda med hänsyn till brandpåverkan – 80 %

Notera att effekten av brandskyddande åtgärder inte är 100 %. Det innebär att höjd tas för att ett eventuellt övertryck från en gasmolnsexplosion kan skada fönster så att skyddet mot värmestrålning försvinner eller försämras.



Figur 6.2. Samhällsrisk med åtgärder.

Med åtgärder sänks risknivån för över ca 20 omkomna. Det innebär också att risknivån inte längre är oacceptabel. Bedömningen är att de föreslagna åtgärderna har en tillräckligt riskreducerande effekt och att planförslagen kan genomföras enligt studerade förslag.

7. Slutsatser

Utifrån genomförd analys konstateras att risknivån utmed E4/E20 Södertäljevägen är relativt hög. Bebyggelsen planeras dock så att den mest frekventa typen av olyckor (pölbrand) inte medför någon påverkan på bebyggelsen. Störst bidrag till risknivån bedöms scenarier med gasmolnsexplosion ha. Risknivån är också sådan att åtgärder för att sänka risknivån är nödvändiga.

Ett förslag på åtgärder redovisas därför i avsnitt 6.3. Observera att detta utgör ett förslag och att det är upp till kommunen och projektet att väga olika intressen mot varandra och ta beslut om vilka åtgärder som ska vidtas.

Brandskyddslagets bedömning är att planerad bebyggelse kan genomföras enligt studerade förslag om föreslagna åtgärder vidtas.

8. Bilagor

BILAGA A – Frekvensberäkningar

BILAGA B – Konsekvensberäkningar

9. Referenser

- 1 Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Fakta 2016:4, Länsstyrelsen Stockholm, 2016-04-11
- 2 Startpromemoria för planläggning av del av fastigheten Västberga 1:1 i stadsdelen Västertorp (80 bostäder), tjänsteutlåtande Dnr 2016-15944, 2016-10-24
- 3 Årsmedelsdygnstrafik från stickprov och helårsmätning, i form av tabeller, med hjälp av klickbar karta, Statistik från Trafikverkets hemsida www.trafikverket.se
- 4 Kv Pucken Västertorp – Trafikbulerutredning, Structor, granskningsversion 2017-09-01
- 5 01FS 2014:12 – Länsstyrelsens i Stockholms län sammanställning över vägar och vissa lokala trafikföreskrifter inom Stockholms län; (dnr 2581-1962-2014), mars 2014
- 6 Analyser av transporter med farligt gods, mätningar utförda i Stockholm under maj och oktober 2015, WSP, 2016-0427
- 7 Statistikrapporter från Trafikanalys: Lastbilstrafik 2011 (Rapportnr 2012:6), Lastbilstrafik 2012 (Rapportnr 2013:12), Lastbilstrafik 2013 (Rapportnr 2014:12), Lastbilstrafik 2014 (Rapportnr 2015:21), Lastbilstrafik 2015 (Rapportnr 2016:27)
- 8 Kartläggning av farligt godstransporter september 2006, Statens Räddningsverket, 2007 (www.msb.se)
- 9 ADR-S 2017 – Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2016:8, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2017
- 10 Farligt gods – Riskbedömning vid transport, Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg, Räddningsverket 1996
- 11 Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps informationsbank, RIB Xm, 2009
- 12 Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997

Bilaga A - Frekvensberäkningar

Uppdragsnamn

Fotsacken och Pucken (Västberga 1:1)

Uppdragsgivare

AB Familjebostäder, AB Stockholmshem,
Sveafastigheter Bostad

Uppdragsnummer

109759/ 110235

Datum

2018-10-25

Handläggare

Rosie Kvål

Egenkontroll

RKL 181025

Internkontroll

LSS 2018-08-23

1. Inledning

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom studerade områden.

Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med den angränsande farligt godsleden E4/E20 Södertäljevägen:

- 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 – E4/E20 Södertäljevägen

Studerade planområden angränsar mot E4/E20 Södertäljevägen längs ca 1,2 kilometer. På den aktuella sträckan utgörs vägen av fyra filer i södergående riktning samt tre filer och en bussfil i norrgående riktning.

Tillåten maxhastighet är 80 km/h.

2.1.1 Trafik

Enligt underlag från Trafikbillerutredningen för projektet var årsmedeldygnstrafiken på den aktuella vägsträckan ca 125 000 fordon per dygn summerat i båda körriktningar 2016 /1/. Underlaget är hämtat från Trafikverket. Andelen tung trafik utgjorde då ca 8 % av det totala trafikflödet. En prognos har i bullerutredningen gjorts för trafikflödet 2040. Den innebär ett totalt trafikflöde på aktuell vägsträcka på 176 200 fordon per dygn. Andelen tung trafik är 9 %. Prognosen har genomförts utifrån Trafikverkets EVA-metod.

/1/ Kv Pucken Västertorp – Trafikbillerutredning, Structor, granskningsversion 2017-09-01

2.1.2 Transport av farligt gods

E4/E20 Södertäljevägen utgör en rekommenderad primär transportled för farligt gods.

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 transporteras 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 2011-2015 /2/ uppskattas det totala antalet farlig godstransporter respektive antalet transporter av respektive farligt godsklass på den aktuella sträckan.

Enligt statistiken för den studerade perioden utgör farligt godstransporter i genomsnitt ca 1,5 % av det totala antalet lastbilstransporter. För den aktuella vägen motsvarar detta ca 48 000 transporter med farligt gods per år i nuläget och ca 75 000 transporter med farligt gods per år 2040. I tabell A.1 redovisas fördelningen på respektive farligt godsklass.

Tabell A. 1. Antal transporter av farligt gods per år på E4/E20 Södertäljevägen.

Klass	Andel	Uppskattat antal farligt godstransporter	
		Idag	2040
1. Explosiva ämnen och föremål	0,5%	234	370
2. Gaser	20,1%	9577	15151
3. Brandfarliga vätskor	53,1%	25324	40062
4. Brandfarliga fasta ämnen	0,7%	353	559
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	3,4%	1641	2596
6. Giftiga ämnen	2,4%	1122	1775
7. Radioaktiva ämnen	0,0%	21	33
8. Frätande ämnen	14,7%	7022	11108
9. Övriga farliga ämnen och föremål	5,1%	2431	3845
Totalt		47 723	75 498

/2/ Statistikrapporter från Trafikanalys: Lastbilstrafik 2013 (Rapportnr: 2014:12) Lastbilstrafik 2014 (Rapportnr: 2015:21), Lastbilstrafik 2015 (Rapportnr: 2016:27), Lastbilstrafik 2016 (Rapportnr: 2017:14)

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/.

Beräkningarna utgår från den indata som redovisas i avsnitt 2.1 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 0,6 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 området.*

Tabell A. 2. Beräknad frekvens för trafikolycka. Dagens trafik.

Scenario	Olycksfrekvens (per år)	
	idag	2040
Trafikolycka totalt	27,8	38,6

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 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.

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

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 personsador 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/:

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 30 % 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 är 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.

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

Scenario	Andel	Olycka med farligt godstransport (per år)	
		Idag	2040
klass 1	0,5%	2,4E-04	3,7E-04
Klass 2	20,1%	9,8E-03	1,5E-02
klass 3	53,1%	2,6E-02	4,0E-02
klass 4	0,7%	3,6E-04	5,5E-04
klass 5	3,4%	1,7E-03	2,6E-03
klass 6	2,4%	1,1E-03	1,8E-03
klass 7	0,0%	2,1E-05	3,3E-05
klass 8	14,7%	7,2E-03	1,1E-02
klass 9	5,1%	2,5E-03	3,8E-03
Totalt		4,9E-02	7,5E-02

/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

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. Det antas dock konservativt att alla transporter med klass 1 utgörs av riskgrupp 1.1.

Konsekvenserna av en massexplosion 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 transporter 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 transporter med klass 1.1 i Stockholmsregionen s.k. transittransporter (genomfart) medan resterande transporter till avnämare inom länet. Transittransporterna 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 kg / transport:	ca 5 %
○ 16 000 kg / transport:	ca 0,3 %

/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

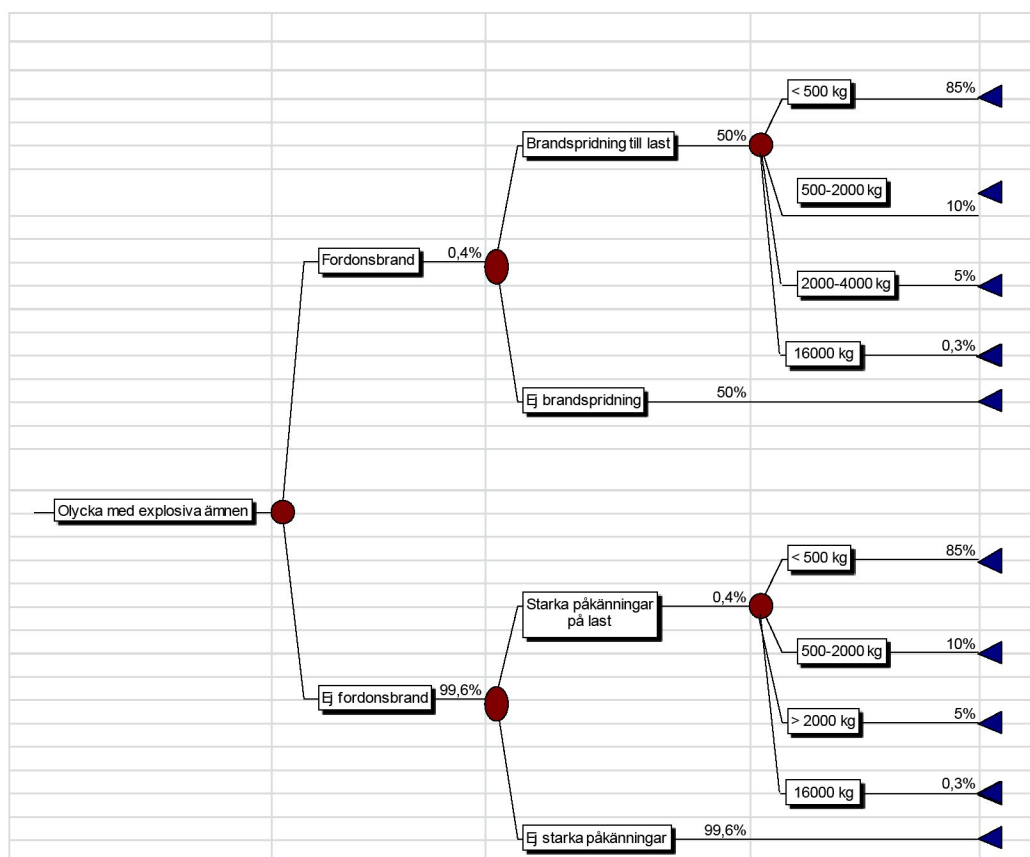
/7/ Samrådsunderlag avseende omledningsvägnät för explosiva ADR-S transporter – Intunlling av Norra Station, WSP, 2008-11-14

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 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, 6/. 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 %.
- 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 händelsetråd 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.

/8/ 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 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)	
	Idag	2040
Trafikolycka med explosivämne (klass 1)	2,4E-04	3,7E-04
Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)		
< 500 kg		
- P.g.a. fordonsbrand	4,1E-07	6,2E-07
- P.g.a. starka påkänningar	8,1E-07	1,2E-06
- Totalt	1,2E-06	1,9E-06
500-2000 kg		
- P.g.a. fordonsbrand	4,8E-08	7,3E-08
- P.g.a. starka påkänningar	9,5E-08	1,5E-07
- Totalt	1,4E-07	2,2E-07
2000-4000 kg		
- P.g.a. fordonsbrand	2,4E-08	3,7E-08
- P.g.a. starka påkänningar	4,7E-08	7,3E-08
- Totalt	7,1E-08	1,1E-07
16000 kg		
- P.g.a. fordonsbrand	1,4E-09	2,2E-09
- P.g.a. starka påkänningar	2,8E-09	4,4E-09
- Totalt	4,3E-09	6,6E-09

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).

Studerad statistik från Trafikanalys /2/ redovisar ej fördelningen mellan undergrupperna. I MSB:s kartläggning från september månad 2006 redovisas däremot klass 2 uppdelad i de tre undergrupperna /9/. Enligt denna kartläggning består den största andelen (71 %) av icke giftiga och icke brännbara gaser (klass 2.2) på E4/E20, ca 30 % utgjordes av brännbara gaser (klass 2.1). Giftiga gaser (klass 2.3) transporteras i < 1 % av transportererna med gaser. Denna fördelning gäller relativt generellt för vägar i Stockholmsregionen. I de fortsatta beräkningarna så kommer denna fördelning för att antas för gastransporterna på det studerade vägavsnittet.

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 vidare i riskanalysen.

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 13 % (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 $13\% \cdot 1/30 = 0,4\%$.

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
- *Gasmolnexplosion*: 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 /10/:

/9/ Kartläggning av farligt gods på väg under september månad 2006, Räddningsverket 2007 (www.msb.se)

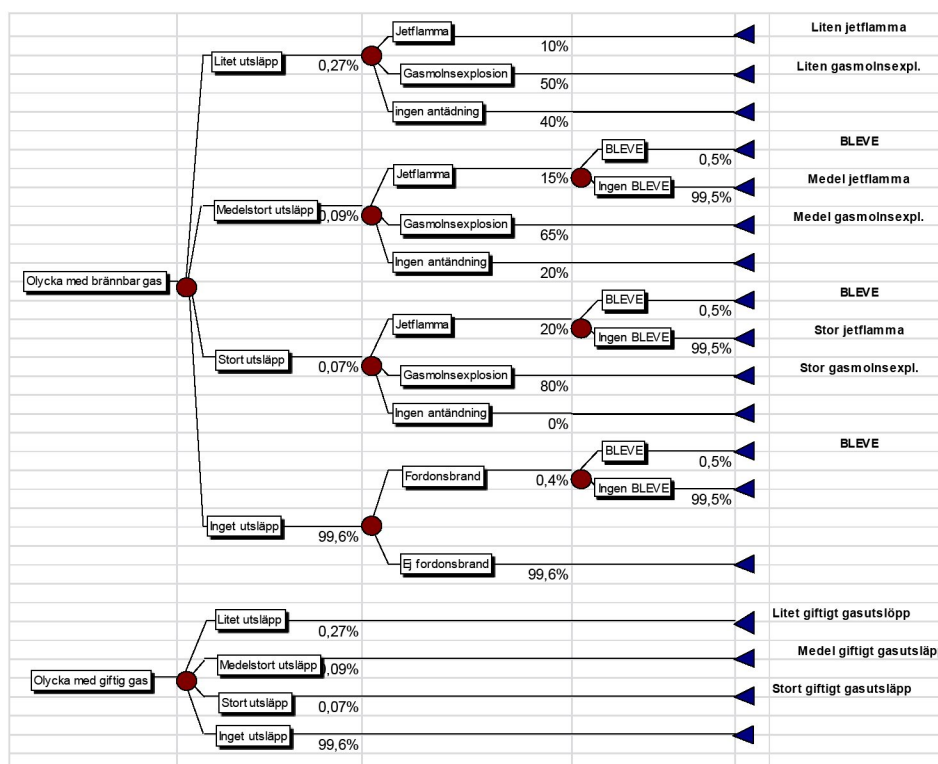
/10/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993

	Litet utsläpp	Medelstort utsläpp	Stort utsläpp
• omedelbar antändning (jetflamma):	10 %	15 %	20 %
• fördröjd antändning (gasmolnexplosion):	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 trafikolycka 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 gasmolnet 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.

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

Figur A.2 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av gaser. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.5.





Figur A. 2. Händelseträd 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)	
	Idag	2040
Trafikolycka med gas	9,8E-03	1,5E-02
Olycka med klass 2.1	2,8E-03	4,3E-03
Liten jetflamma	7,7E-07	1,2E-06
Liten gasmolnexplosion	3,8E-06	5,9E-06
Medelstor jetflamma	3,8E-07	5,8E-07
Medelstor gasmolnexplosion	1,7E-06	2,5E-06
Stor jetflamma	4,1E-07	6,3E-07
Stor gasmolnexplosion	1,6E-06	2,5E-06
BLEVE		
- P.g.a. jetflamma riktad mot oskadad tank	4,0E-09	6,1E-09
- P.g.a. fordonsbrand under oskadad tank	5,6E-08	8,7E-08
- Totalt	6,0E-08	9,3E-08
Olycka med klass 2.3	9,8E-05	1,5E-04
Litet utsläpp giftig gas	2,6E-07	4,1E-07
Medelstort utsläpp giftig gas	8,8E-08	1,4E-07
Stort utsläpp giftig gas	7,1E-08	1,1E-07

3.2.3 Klass 3. Brandfarliga vätskor

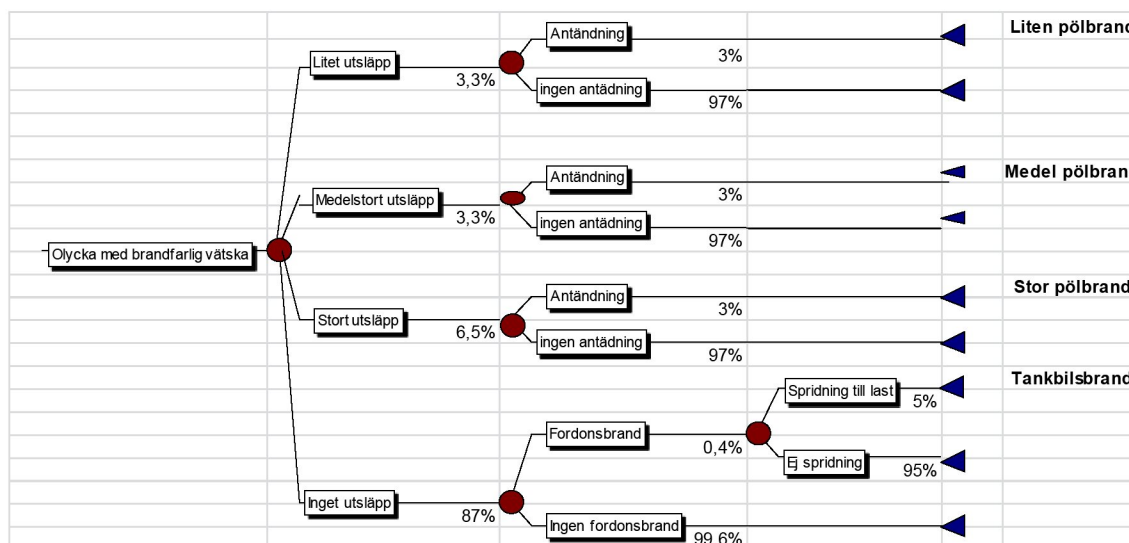
En mycket hög andel av de brandfarliga vätskor som transporteras uppskattas vara petroleumprodukter, d.v.s. transporter av bensin och diesel till bl.a. bensinstationer. I de fortsatta beräkningarna så antas det konservativt att samtliga vätsketransporter rymmer klass 1-vätskor, d.v.s. vätskorna har en 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 13 % /3/. Det uppskattas att en stor andel av transportererna utgörs av tankbil med släp, vilket för tunnväggiga tankar innebär att sannolikhetsfördelningen mellan litet, medelstort och stort utsläpp är 25 %, 25 % respektive 50 % /3/.

Sannolikheten klass 1-vätskor antänds vid utsläpp till följd av en trafikolycka antas vara ca 3 % /3, 10/ 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)	
	Idag	2040
Trafikolycka med brandfarlig vätska (klass 3)	2,6E-02	4,0E-02
Liten pölbrand	2,5E-05	3,9E-05
Medelstor pölbrand	2,5E-05	3,9E-05
Stor pölbrand	5,0E-05	7,7E-05
Tankbilsbrand	4,5E-06	6,9E-06

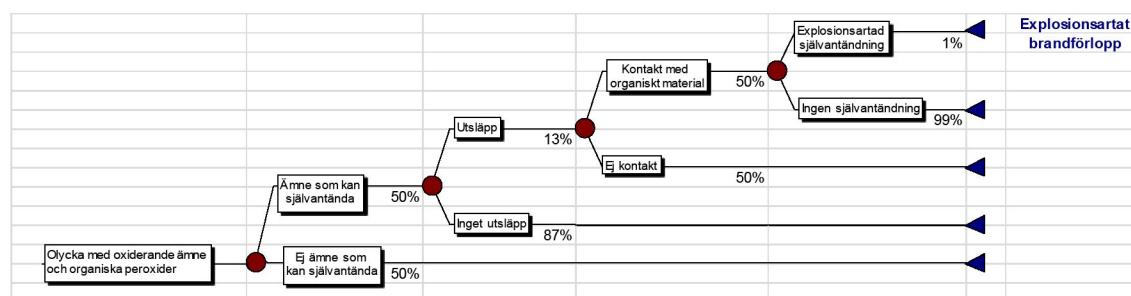
3.2.4 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

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 kolekvivalent), 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 vagnar och sannolikheten för läckage är då 13 % /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)	
	Idag	2040
Trafikolycka med oxiderande ämne (klass 5)	1,7E-03	2,6E-03
Explosionsartat brandförlopp vid självantändning	5,4E-07	8,3E-07

Bilaga B - Konsekvensberäkningar

Uppdragsnamn

Fotsacken och Pucken (Västberga 1:1)

Uppdragsgivare

AB Familjebostäder, AB Stockholmshem,
Sveafastigheter Bostad

Uppdragsnummer

109759/ 110235

Datum

2018-10-25

Handläggare

Rosie Kvål

Egenkontroll

RKL 181025

Internkontroll

LSS 180823

1. Inledning

1.1 Allmänt

I denna bilaga beräknas konsekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom studerade områden.

Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med den angränsande farligt godsleden E4/E20 Södertäljevägen:

- Olycka med farligt gods
 - Explosion vid transport av massexplösivt 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 riskmått *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.

1.2 Förutsättningar

Analysen omfattar två planområden på samma sida om E4/Södertäljevägen och med samma typ av planerad verksamhet. Avståndet mellan väg och bebyggelse är också likartad, 35-40 meter som minst. De båda planområdena ligger ca 1 km från varandra. Eftersom förutsättningarna är så likartade har vi valt att göra en gemensam analys. Traditionellt används ett konservativt synsätt vid analys av risker. Platsen för en olycka väljs därför där den är som mest ogynnsam, dvs. där en olycka bedöms få mest omfattande skador. Vald olycksplats redovisas i figur B.1

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 för Fotsacken 1 m m, samt omgivande områden. Konsekvenserna kommer att beräknas för det planerade utförandealternativet (med planerad ny bebyggelse).
- Frekvensberäkningarna i bilaga A omfattar en 1 km lång sträcka, men konsekvensberäkningarna kommer att avgränsas till att studera en respektive olycksscenario där det innebär så stora konsekvenser som möjligt för det studerade planområdet, vilket innebär mitt för planområdet (i detta fall Fotsacken 1 m m).



Figur B. 1. Planområdet för Fotsacken 1 m m (med situationsplan inlagd) inklusive omgivningarna.

Konsekvensberäkningarna utgår från planerad exploatering i enlighet med beskrivning i huvudrapporten. Som underlag till de fortsatta beräkningarna har antagande om antal personer inom området samt en uppskattning av byggnadsytor samt ytor utomhus varit nödvändiga.

1.2.1 Befintliga förhållanden inom studerat område

Inom den östra delen av området finns idag endast naturmark. I den västra delen finns ett hotell i 4 plan. Planområdet är relativt plant, men utmed E4/Södertäljevägen finns ett djupt dike och en bullervall i den västra delen och ett dike plus ett bullerplank i den östra delen (se figur B.2). Avståndet till hotellet från E4/Södertäljevägen är ca 60 meter.



Figur B.2. Vy mot hotellet söderifrån.

1.2.2 Planerad bebyggelse inom studerat område

Mellan hotellet och E4/Södertäljevägen planeras ett bostadshus i 6-7 våningar med små lägenheter med en inbyggd loftgång mot vägen (se figur B.3). Avståndet till vägen är ca 35 meter. Hotellet byggs på med två våningar för bostadsändamål. Öster om hotellet planeras 7 byggnader i 4 respektive 6 våningar. Avståndet till bostäderna är som minst ca 55 meter. Mellan bostäderna i den östra delen och E4/Södertäljevägen planeras en markparkering. Den placeras som närmast ca 35 meter från E4.



Figur B.3. Situationsplan för Fotsacken 1 m m.

1.2.3 Kringliggande bebyggelse

På andra sidan E4/Södertäljevägen ligger Mälarhöjdens idrottsplats med två fotbollsplaner, tennisbanor och två ishallar. Det planeras även en gymnastikhall i området. Denna planeras att uppföras på fotbollsplanerna. Bakom idrottsplatsen finns flerbostadshus med lokaler i bottenvåningarna. Avstånden till ishallarna är 30 respektive 140 meter. Avståndet till gymnastikhallen är ca 40 meter och bostäderna ligger på 125 meter eller mer från E4/Södertäljevägen.

Bakom planområdet finns bostadsbebyggelse i form av flerbostadshus och villor. Väster om hotellet finns en lång kontorsbyggnad.

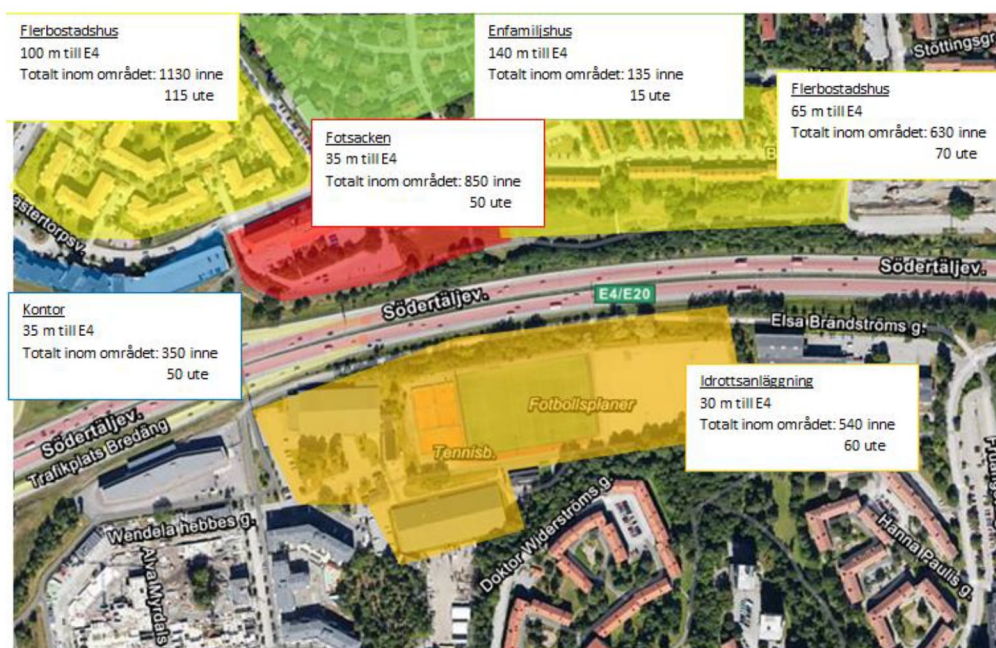
1.2.4 Sammanställning

För att kunna bedöma hur stort antal personer som befinner sig inom skadeområde för respektive skadescenario så görs grova uppskattningar inom det studerade området. I figur B.4 redovisas de uppskattade personantalen och annan information som används som underlag i beräkningarna.

Personantalet inom det studerade området uppskattas grovt utifrån följande förutsättningar:

1. Genomsnittlig persontäthet inom flerbostadshus uppskattas grovt till ca 0,033 personer per m² BTA (1 person per 30 m²). Hotellet antas ha samma persontäthet (i ytan ingår även allmänna ytor).
2. Kontor antas ha en persontäthet på 0,05 personer per m² (1 person per 20 m²).
3. Genomsnittlig persontäthet utomhus uppskattas grovt till ca 0,005 personer per m² (50 person per hektar).
4. I en enfamiljsbostad förutsätts 4 personer bo.
5. Persontätheten i idrottshallarna sätts till maximalt 200 personer i respektive ishall samt i gymnastikhallen. Det ger en genomsnittlig persontäthet på ca 0,06 personer per m².
6. Persontätheten inom aktuell bebyggelse bedöms vara som störst kvällar, nätter morgnar och helger. Konsekvensberäkningarna utförs dock konservativt för ett scenario där maximalt personantal förväntas inom området, d.v.s. "beläggningen" ansätts till 100 %.

För de olyckor som har en "riktad" påverkan, dvs. inte en cirkulär utbredning, har påverkan antagits ske mot det område som ska exploateras. Detta val baseras på att bebyggelsen inom det området är som mest tät, vilket innebär att en olycka får som störst konsekvenser.



Figur B. 3. Aktuellt område inklusive omgivningen. Ungefärlig avgränsning av studerat område rödmarkerad. Personantal redovisas för ytor med olika verksamheter som ligger inom ca 200 meter från E4/Södertäljevägen. Gränserna är ungefärliga.

2. Trafikolycka med farligt gods

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 utredningsområdet. 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 kg)
- 16000 kg (transporter med 16000 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:

/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)

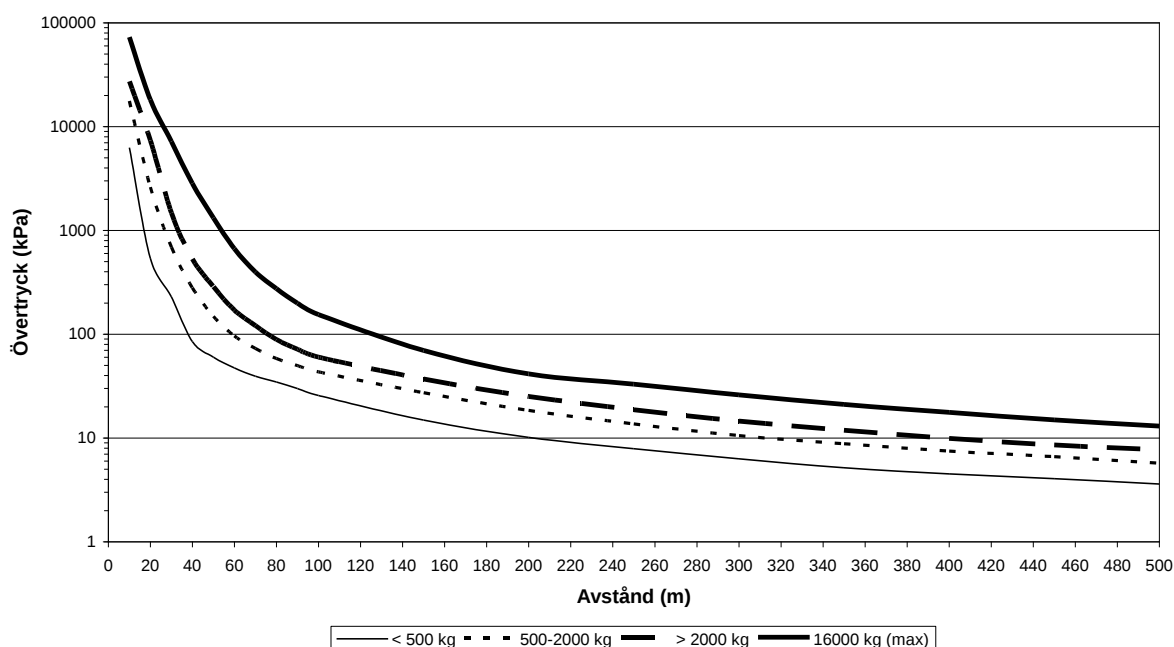
$$I_C / I_+ + P_C / P_+ \geq 1$$

Konsekvensberäkningarna utgår från beräkningar av maximalt övertryck (P_+), impulstäthet (I_+) samt varaktighet (t_+) för de studerade explosionsscenarierna. I *Figur B. 4* och *Figur B.* 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.

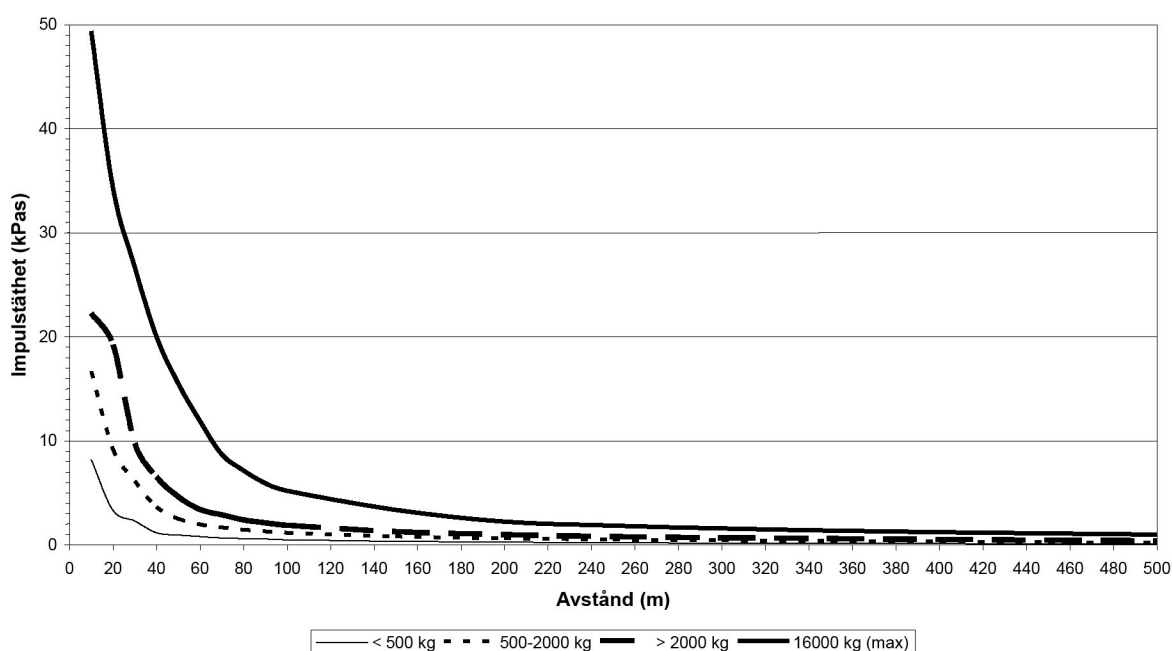
Då människor är relativt små bedöms inget reflekterande tryck uppstå vilket innebär att man vid bedömning av skadeområdet för konsekvenser utomhus studerar strykande tryck (180°).

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

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



Figur B. 4. Max övertryck som funktion av avståndet från explosion vid detonation av trotyl på eller nära mark vid vinkelrätt infall.



Figur B.5. 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		
<i>Stomme i platsgjuten betong</i>		
- Bärande ytterväggar av 20 cm betong (och invändiga pelare)	200	2,5
- Bärande tvärvägg och utfackade längsgående ytterväggar	200	2,5
<i>Stomme i monterad betong</i>		
- 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. 4* gäller för en punkt (byggnad eller människa) som är helt oskyddad mot riskkällan. Den första byggnaden reducerar med stor sannolikhet det infallande trycket mot bakomliggande byggnader relativt mycket. Det uppskattas grovt att den första byggnaden medför att trycket och impulstätheten mot nästföljande byggnad reduceras med ca 75 % i förhållande till vad som anges i *Figur B. 4* respektive *Figur B.5*. 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 1 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 tabell B.2 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario.

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

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	
		Oskyddad bebyggelse	Skyddad bebyggelse
< 500 kg massexplosion	80 % <i>inomhus</i>	20	10
	15 % <i>inomhus</i>	70	30
	10 % <i>utomhus</i>	20	10

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

500–2 000 kg massexplosion	80 % <i>inomhus</i>	40	20
	15 % <i>inomhus</i>	200	60
	25 % <i>utomhus</i>	30	20
2 000-4 000 kg massexplosion	80 % <i>inomhus</i>	50	30
	15 % <i>inomhus</i>	200	80
	50 % <i>utomhus</i>	50	40
> 4 000 kg massexplosion	80 % <i>inomhus</i>	80	50
	15 % <i>inomhus</i>	300	150
	100 % <i>utomhus</i>	70	50

I tabell B.3 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 1) inom det studerade området med ny bebyggelse inom planområdet.

Tabell B. 3. Beräknade konsekvenser – antal omkomna, för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen.

Skadescenario	<i>Inomhus</i>	<i>Utomhus</i>	<i>Totalt</i>
< 700 kg massexplosion	0	0	0
700–2 000 kg massexplosion	9	0	9
2 000-4 000 kg massexplosion	25	2	27
> 4 000 kg massexplosion	155	6	161

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
- *Gasmolnexplosion*: 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. I tabell B.4 redovisas den indata som anges i **Gasol** med avseende på tankutformning, väder etc.

Tabell B. 4. Indata till Gasol för simulering av skadeområden vid jetflamma och gasmoln.

Faktor	Tankbil
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 gasmolnsexplosion har simulerats för följande utsläppsstorlekar /3/:

- Litet utsläpp: 0,09 kg/s
- Medelstort utsläpp: 0,9 kg/s
- Stort utsläpp: 17,8 kg/s

Skadeområdena för jetflamma och gasmolnsexplosion 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 gasmolnsexplosion 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.

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

När det gäller gasmolnsexplosion kan människor skadas till följd av värmestrålning. Skador på byggnader begränsas dock generellt till ytliga skador även om små sprickor har uppträtt i metallkonstruktioner /4/. Enligt samma källa kan 50 % av fönstren inom skadeområdet skadas vid ett övertryck på 50 mbar eller mer. Övertrycket i sig bedöms således inte medföra skador på människor inomhus. Skador till följd av hög värmestrålning genom fönster kan dock inte uteslutas.

Utomhus: I tabell B.5 redovisas skadeområden där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a-3:e gradens brännskada. Enligt /2/ 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 utvändigt 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.

2.2.3 Resultat

I tabell B.5 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat, varför dess bredder även presenteras.

Tabell B. 5. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brännbara gaser.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)			
		Oskyddad bebyggelse		Skyddad bebyggelse	
		bredd	längd	bredd	längd
Liten jetflamma	5 % inomhus	6	5	6	2,5
	50 % utomhus				
Liten gasmolnsexplosion	5 % inomhus	2	5	2	2,5
	50 % utomhus				
Medelstor jetflamma	5 % inomhus	15	15	15	7,5
	50 % utomhus				
Medelstor gasmolnsexplosion	5 % inomhus	50	70	50	35
	50 % utomhus				

/4/ Transportation of Dangerous Goods, methods and tools for reducing the risks of accidents and terrorist attack, NATO Science for Peace and Security series – C: Environmental Security, 2010

Stor jetflamma	5 % <u>inomhus</u>	60	55	60	27,5
	50 % <u>utomhus</u>				
Stor gasmolnsexplosion	5 % <u>inomhus</u>	215	185	215	92,5
	50 % <u>utomhus</u>				
BLEVE	5 % <u>inomhus</u>	440	220	440	110
	50 % <u>utomhus</u>				

I tabell B.6 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 1) inom det studerade området med ny bebyggelse inom planområdet.

Tabell B. 6. Beräknade konsekvenser – antal omkomna, för skadescenarier vid transport av brännbara gaser.

Skadescenario	Inomhus	Utomhus	Totalt
Liten jetflamma	0	0	0
Liten gasmolnsexplosion	0	0	0
Medelstor jetflamma	0	0	0
Medelstor gasmolnsexplosion	0	1	1
Stor jetflamma	0	1	1
Stor gasmolnsexplosion	22	18	40
BLEVE	21	18	38

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**. I tabell B.7 redovisas den indata som anges i **Spridning i Luft 1.2** med avseende på tankutformning, omgivningsstruktur och väder etc.

Tabell B. 7. Indata till **Spridning i Luft 1.2** för simulering av skadeområden vid utsläpp av giftig gas.

Faktor	Tankbil	
Kemikalie	Ammoniak	Svaveldioxid
Emballage	Tankbil (24 ton)	Tankbil (24 ton)
Bebyggelse	Tät skog/ stad ($p = 1,0$)	Tät skog/ stad ($p = 1,0$)
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, utsläppsscenarioer 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.8 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.

Tabell B. 8. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarioer vid transport av giftiga gaser.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)							
		Oskyddad bebyggelse				Skyddad bebyggelse			
		Inomhus		Utomhus		Inomhus		Utomhus	
		bredd	längd	bredd	längd	bredd	längd	bredd	längd
Litet utsläpp (packningsläckage)	100%	0	0	2	5	0	0	2	2,5
	50%	0	0	6	10	0	0	6	5
	5%	0	0	10	20	0	0	10	10
Medelstort utsläpp (brott på rör)	100%	0	0	20	30	0	0	20	15
	50%	10	20	30	60	10	10	30	30
	5%	20	35	50	90	20	17,5	50	45
Stort utsläpp (stor punktering)	100%	10	10	100	160	10	5	100	80
	50%	25	55	130	225	25	27,5	130	112,5
	5%	40	100	150	275	40	50	150	137,5

I tabell B.9 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 1) inom det studerade området med ny bebyggelse inom planområdet.

Tabell B. 9. Beräknade konsekvenser - antal omkomna, för skadescenarier vid transport av giftiga gaser.

Skadescenario	Inomhus	Utomhus	Totalt
Litet utsläpp (packningsläckage)	0	0	0
Medelstort utsläpp (brott på rör)	0	1	1
Stort utsläpp (stor punktering)	1	22	23

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 bensen. 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 /5/ (antas grovt motsvara stor pölbrand, exkl. pölradi)

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 /6/.

Flamhöjd (H_f) – Flamhöjden (m) kan beräknas som funktion av brandeffekten och pöldiametern (D) enligt följande ekvation /7/: $H_f = 0.23 \cdot Q^{2/5} - 1,02D$

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

/5/ Fire and Smoke Control in Road Tunnels, PIARC Committee of Road Tunnels, 1999

/6/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005

/7/ Enclosure Fire Dynamics, Karlsson & Quintiere, 2000

Utfallande strålning (I_0) – Den utfallande strålningen (kW/m^2) är beroende av pölbrandens diameter. Upp till en viss pölstorlek ökar strålningen från flammans, 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 /8/:

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

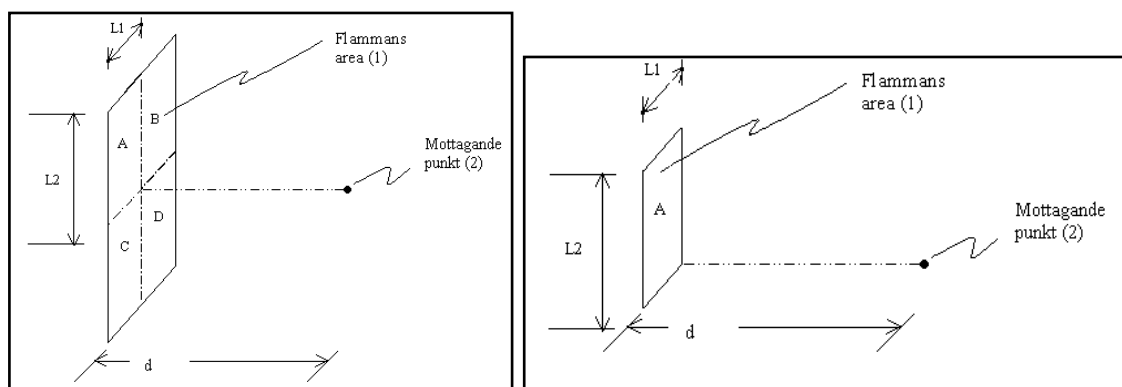
Synfaktor (F) – Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se figur B.6). Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill. I beräkningarna har dessutom ingen hänsyn tagits till bullervallen/planket, vilka innebär en viss reduktion av infallande strålning.

Synfaktorn $F_{1,2}$ mellan flammans och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt /9/: $F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$

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 figur B.6.



Figur B. 6. Synfaktor.

Ovanstående ekvation kan omvandlas till följande ekvation för beräkning av respektive ytas (A, B, C och D) synfaktor /10/:

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

/8/ Radiation from large pool fires, Journal of Fire Protection Engineering, 1 (4), pp 141-150, Shokri & Beyler, 1989

/9/ An Introduction to Fire Dynamics – second edition, Drysdale, University of Edinburgh, UK 1999

/10/ Thermal Radiation Heat Transfer, 3rd ed., Seigel & Howell, USA 1992

$$X = \frac{L_1}{d} \quad \text{och} \quad Y = \frac{L_2}{d} \quad \text{enligt figur B.5.}$$

Infallande strålning (I) – Den från branden infallande värmestrålningen (kW/m²) 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 flammhöjden beräknats för de olika pölbrandscenarierna (se tabell B.10).

Tabell B. 10. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flammhöjd samt utfallande värmestrålning.

Scenario	Brinnande yta A_F (m ²)	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter D_f (m)	Flammhöjd H_f (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

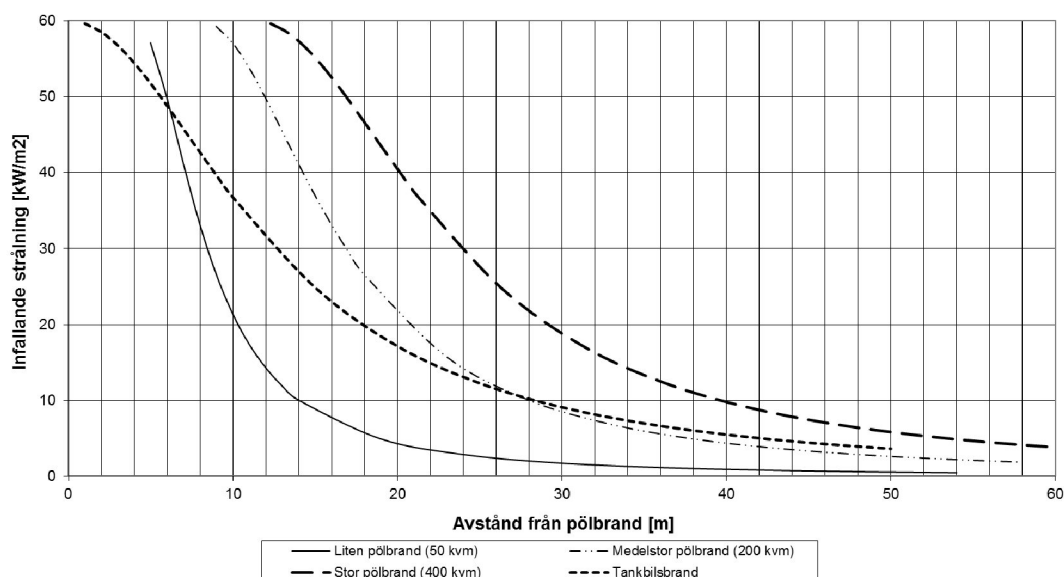
Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i tabell B.11. Strålningen har beräknats på halva flammans höjd. I strålningsberäkningarna används konservativt ett värde på den utfallande strålningen på 60 kW/m² för samtliga brandscenarier.

Tabell B. 11. 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. 7 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 B.11 som utgår från flammans kant.

Infallande värmestrålning mot bebyggelse



Figur B. 7. 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.

I tabell B.12 redovisas exempel på strålningsnivåer och vilka skador dessa kan medföra avseende personskada respektive brandspridning. Enligt avsnitt tidigare uppskattas att ca 15 % av de som får 2:a gradens brännskador kan omkomma.

Tabell B. 12. Effekter av olika strålningsnivåer /2, 8 /.

Konsekvens	Strålningsintensitet [kW m ⁻²]
Ingen smärta vid långvarig bestrålning av bar hud	≤ 1
2:a gradens brännskada vid bestrålning under 1 minut	
- 100 % sannolikhet	19
- 50 % sannolikhet	7,5
Ingen smärta vid bestrålning av bar hud under 1 minut	< 2,5
2:a gradens brännskada vid bestrålning under 20 sekunder	
- 100 % sannolikhet	43
- 50 % sannolikhet	17
Outhärdlig smärta vid bestrålning av bar hud under 2 sekunder	20

Antändning av lättantändliga material, t.ex. gardiner	
med sticklåga	10
vid långvarig bestrålning	20
Antändning av obehandlat trä	
med sticklåga eller vid bestrålning under 5 minuter	15
vid långvarig bestrålning	30

En person som befinner sig utomhus och 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. De strålningsnivåer och effekter som anges i tabell B.12 har i tabell B.13 omvandlats till en uppskattad andel omkomna beroende på strålningsnivå för personer som befinner sig utomhus.

Tabell B. 13. Uppskattad sannolikhet för oskyddad person utomhus att omkomma som funktion av strålningsnivån vid pölbrand.

Strålningsnivå	Andel omkomna
10 kW/m ²	1 %
60 kW/m ²	50 %
80 kW/m ²	100 %

Sannolikheten för att personer som befinner sig **inomhus** omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Utifrån tabell B.14 så uppskattas den kritiska värmestrålningen vara 15 kW/m² om inga byggnadstekniska åtgärder beaktas. 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 5-10 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område kring pölbranden där strålningsnivån överstiger 15 kW/m² omkommer.

2.4.3 Resultat

I tabell B.14 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario utifrån *Figur B.* ovan.

Tabell B. 14. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	
		Oskyddad bebyggelse	Skyddad bebyggelse
Liten pölbrand	5 % <u>inomhus</u>	11	5
	100 % <u>utomhus</u>	6	0
	15 % <u>utomhus</u>	9	3
	5 % <u>utomhus</u>	13	6
Medelstor pölbrand	5 % <u>inomhus</u>	22	12
	100 % <u>utomhus</u>	13	4
	15 % <u>utomhus</u>	19	10
	5 % <u>utomhus</u>	25	15
Stor pölbrand	5 % <u>inomhus</u>	30	17
	100 % <u>utomhus</u>	18	5
	15 % <u>utomhus</u>	27	15
	5 % <u>utomhus</u>	35	22
Tankbilsbrand	5 % <u>inomhus</u>	20	17
	100 % <u>utomhus</u>	7	5
	15 % <u>utomhus</u>	10	15
	5 % <u>utomhus</u>	25	22

I tabell B.15 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 1) inom det studerade området med ny bebyggelse inom planområdet.

Tabell B.15. Beräknade konsekvenser - antal omkomna, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

Skadescenario	Inomhus	Utomhus	Totalt
Liten pölbrand	0	0	0
Medelstor pölbrand	0	0	0
Stor pölbrand	0	0	0
Tankbilsbrand	0	0	0

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 farligt godsklass 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 /11/. 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 2.1.3 med avseende på explosion med 4 000 kg massexplosivämne. Detta är ett konservativt antagande.

2.5.2 Bedömningskriterier

Se avsnitt 2.1.2.

2.5.3 Resultat

I tabell B.16 redovisas skadeavstånden för skadescenario med ämne ur klass 5.

Tabell B. 16. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	
		Oskyddad bebyggelse	Skyddad bebyggelse
Dimensionerande scenario (motsvarar 2 000-4 000 kg massexplosion)	80 % <u>inomhus</u>	50	30
	15 % <u>inomhus</u>	200	80
	50 % <u>utomhus</u>	50	40

I tabell B.17 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 1) inom det studerade området med ny bebyggelse inom planområdet.

Tabell B. 17. Beräknade konsekvenser – antal omkomna, för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Skadescenario	Inomhus	Utomhus	Totalt
Dimensionerande scenario (motsvarar 2 000-4 000 kg massexplosion)	25	2	27

/11/ Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Stadsbyggandskontoret i Göteborg, 1996