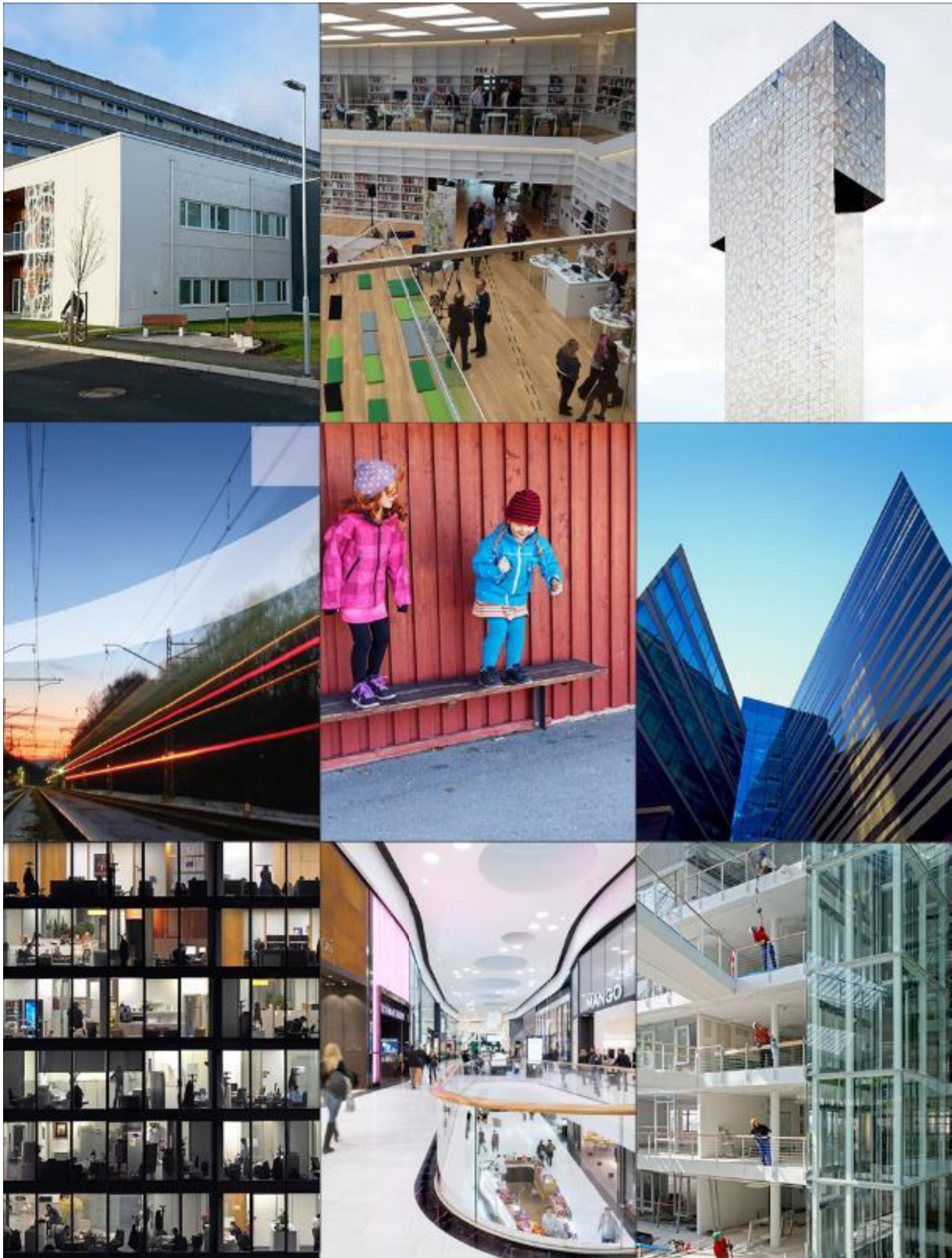


Risicanalys

Trafikflyget 4, Stockholms stad

Underlag för detaljplanearbete

2025-11-14



Dokumenttyp: Riskanalys
Uppdragsnamn: Trafikflyget 4, Stockholms stad

Uppdragsnummer: 511649
Datum: 2025-11-14
Status: Underlag för detaljplanearbete
Uppdragsledare: Rosie Kvål
Handläggare: Erik Hall Midholm
Tel: 08-588 188 00
E-post: rosie.kval@bsl.se
Uppdragsgivare: Archus

Datum	Egenkontroll	Internkontroll	Version
2024-10-04	E. Hall Midholm	L. Smas	Granskningshandling
2025-11-14	R. Kvål	-	Version 1

Sammanfattning

Ett planförslag har tagits fram för fastigheten Trafikflyget 4 i stadsdelen Riksby i Stockholm. Fastigheten är idag bebyggd med en byggnad som inrymmer hotell. En planändring syftar till att möjliggöra för ytterligare en byggnad med lokaler för kontors- och hotellverksamhet inom fastigheten. Den nya byggnaden ska innehålla publika lokaler som tillför stadskvaliteter samt en samlad avfallshantering för hotellet.

I norr angränsar fastigheten mot Ulvsundavägen som är en primär transportled för farligt gods och söder om fastigheten ligger Bromma flygplats (farlig verksamhet enligt LSO). Det pågår dessutom ett arbete med att förlänga Tvärbanan vidare norrut från hållplatsen Bromma flygplats där spårvägen passerar direkt väster om planområdet. Enligt riktlinjer från Länsstyrelsen i Stockholms län ska risker analyseras vid ny bebyggelse inom 150 meter från väg med transport av farligt gods. Detta tillsammans med närheten till Bromma flygplats och Tvärbanan medför att det ställs krav på att olycksrisker undersöks vid ny bebyggelse inom det aktuella området. Syftet med riskanalysen är att undersöka lämpligheten med det aktuella förslaget genom att utvärdera vilka risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås.

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

Genomförd riskanalys visar att olycksrisker förknippade med Ulvsundavägen påverkar risknivån inom det studerade planområdet både avseende individrisk och samhällsrisk. De olycksrisker som främst påverkar risknivån inom planområdet är transporter av brandfarliga vätskor och brännbara gaser. Däremot bedöms Bromma flygplats samt den framtida Tvärbanan innebära en mycket begränsad påverkan på riskbilden inom planområdet. Ursparning och tågbrand på Tvärbanan behöver dock beaktas vid planering av ny bebyggelse.

För att hantera identifierade risker och sänka risknivån i området rekommenderas att åtgärder vidtas vid exploatering utmed Ulvsundavägen. Den gällande detaljplanen omfattar ett flertal skadereducerande åtgärder som syftar till att skydda den befintliga hotellbyggnaden mot olycka med farligt gods på Ulvsundavägen. Planbestämmelser för befintlig bebyggelse förutsätts bibehållas vid planändring.

Med anledning av risknivån föreslås säkerhetshöjande åtgärder även för ny bebyggelse. Rekommenderade åtgärder utgår från att befintlig byggnad utgör en avskärmande barriär mot Ulvsundavägen, vilket begränsar behovet av åtgärder för den planerade nya byggnaden.

För planerad ny markanvändning inom planområdets sydvästra del rekommenderas att följande åtgärder vidtas:

- Ny bebyggelse ska inte placeras närmare Tvärbanan än 12 meter (mätt från spårmittpunkt).
- Luftintag placeras in mot flygplatsen och i höjd med tak så att intagen så lite som möjligt exponeras mot en eventuell olycka på Ulvsundavägen.
- Ventilationsanläggningen utrustas med en central nödavstängningsfunktion.

Observera att ovanstående åtgärder endast utgör förslag och det är upp till kommunen/projektet att ta beslut om åtgärder. För att säkerställa att åtgärderna vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser i detaljplanen. Åtgärderna ska formuleras som planbestämmelser på ett sådant sätt att de är förenliga med Plan- och bygglagen (2010:900).

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	3
1. INLEDNING	5
1.1 Bakgrund.....	5
1.2 Syfte	5
1.3 Omfattning och avgränsning	5
1.4 Internkontroll.....	5
1.5 Förutsättningar	6
2. OMRÅDESBESKRIVNING	8
2.1 Planerad exploatering.....	9
2.2 Omgivande plan- och byggprojekt.....	9
3. RISKINVENTERING	10
3.1 Allmänt.....	10
3.2 Inventering av riskkällor	10
3.3 Ulvsundavägen (primär transportled farligt gods)	11
3.4 Bromma flygplats.....	14
3.5 Tvärbanan	15
4. INLEDANDE RISKANALYS	17
4.1 Metodik.....	17
4.2 Identifiering av olycksrisker	17
4.3 Kvalitativ uppskattning av risk	17
4.4 Slutsats inledande riskanalys	23
5. FÖRDJUPAD RISKANALYS FARLIGT GODS	24
5.1 Allmänt.....	24
5.2 Sammanvägning av risk	24
5.3 Resultat av riskberäkningar	26
5.4 Värdering av risk	29
5.5 Hantering av osäkerheter	29
6. SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER	31
6.1 Allmänt.....	31
6.2 Diskussion kring åtgärder	32
6.3 Byggnadstekniska åtgärder.....	33
6.4 Förslag till säkerhethöjande åtgärder – sammanställning	35
7. SLUTSATSER	36
8. BILAGOR	37
9. REFERENSER	37

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Ett planförslag har tagits fram för fastigheten Trafikflyget 4 i stadsdelen Riksby i Stockholm. Fastigheten är idag bebyggd med en byggnad som inrymmer hotell. En planändring syftar till att möjliggöra för ytterligare en byggnad med lokaler för kontors- och hotellverksamhet inom fastigheten. Den nya byggnaden ska innehålla publika lokaler som tillför stadskvaliteter samt en samlad avfallshantering för hotellet.

I norr angränsar det aktuella planområdet mot Ulvsundavägen som är en primär transportled för farligt gods [1] och söder om fastigheten ligger Bromma flygplats (farlig verksamhet enligt LSO). Tvärbanans Brommagren har sin ändhållplats (Bromma flygplats) mellan planområdet och flygplatsområdet. Dessutom pågår ett arbete med att förlänga Tvärbanan vidare norrut från hållplatsen Bromma flygplats där spårvägen passerar direkt väster om planområdet och går sedan utmed Ulvsundavägen vidare mot Solvalla.

Enligt riktlinjer från Länsstyrelsen i Stockholms län ska risker analyseras vid ny bebyggelse inom 150 meter från väg med transport av farligt gods [2]. Detta tillsammans med närheten till Bromma flygplats och spårväg medför att det ställs krav på att olycksrisker undersöks vid ny bebyggelse inom det aktuella området. Brandskyddslaget har fått i uppdrag att studera och analysera förekommande risker i områdets närhet. Detta för att människor inom området inte ska utsättas för oacceptabla risker.

1.2 Syfte

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

Det förslag på hantering av risker som föreslås i riskanalysen utgör endast en rekommendation och det är upp till Stockholms stad att med hjälp av riskanalysen, samt eventuella andra utredningar, besluta om vilka åtgärder som ska vidtas.

1.3 Omfattning och avgränsning

Analysen omfattar endast plötsliga, oväntade och oplanerade 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 och övriga trafikslag omfattas inte av analysen.

1.4 Internkontroll

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

1.5 Förutsättningar

1.5.1 Riskhänsyn vid ny bebyggelse

Ett flertal olika lagar reglerar när riskanalyser skall utföras. I 1 kap 1 § i miljöbalken (1998:808) anges att lagen ska tillämpas så att bland annat "människors hälsa och miljön skyddas mot skador och olägenheter oavsett om dessa orsakas av föroreningar eller annan påverkan". Motsvarande krav på riskhänsyn framgår i Plan- och bygglagen (2010:900), där 2 kap 5 § anger att bebyggelse och bebyggelseverk ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet, risken för olyckor samt möjligheten att förebygga bl.a. vatten- och luftföroreningar.

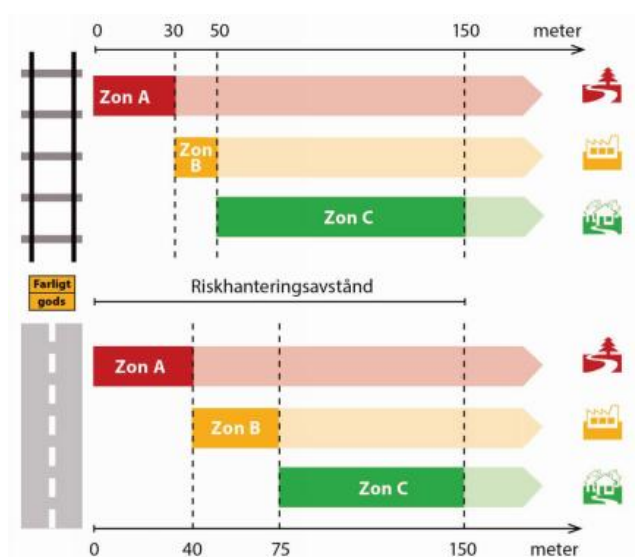
Enligt 2 kap 2-3 § i miljöbalken ska vidare alla som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet eller vidta en åtgärd skaffa sig den kunskap som behövs med hänsyn till verksamhetens eller åtgärdens art och omfattning för att skydda människors hälsa och miljön mot skada eller olägenhet. Detta innebär att utföra erforderliga skyddsåtgärder, iaktta begränsningar samt vidta de försiktighetsmått i övrigt som behövs för att förebygga, hindra eller motverka att verksamheten eller åtgärden medför skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön.

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).

1.5.2 Transportleder för farligt gods

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 [2]. 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 skyddsavstånd till olika verksamheter. Dessa rekommendationer redovisas i figur 1.1.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

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

Figur 1.1. Rekommenderade skyddsavstånd till olika typer av markanvändning [2].

Avstånden i figuren mäts från närmaste väggkant respektive närmaste spårmitt.

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. Åtgärder ska åtminstone vidtas inom 30 meter från vägen.

1.5.3 Farliga verksamheter

Vidare hanterar Lag (2003:778) om skydd mot olyckor olika verksamheters ansvar för att upprätthålla ett tillfredsställande skydd mot olyckor. En konsekvens av denna lag som kan vara av särskilt intresse i planärenden är om det i anslutning till planområdet finns anläggningar vilka klassas som "farliga verksamheter" enligt kap 2:4 i denna lag. Sådana verksamheter är ålagda att vidta nödvändiga åtgärder för att hindra eller begränsa olyckor och de är även skyldiga att analysera risker och påverkan på närområdet.

För verksamheter som är klassificerade som farlig verksamhet enligt LSO ställs krav på att utredning av riskerna ska finnas. Vid samhällsplanering i närheten av sådana anläggningar utgör verksamheternas riskanalyser grund för detaljplanens riskanalys. Det finns även verksamheter som inte omfattas av nämnda lagstiftningar men som kan innebära risker som kan påverka närliggande verksamheter.

1.5.4 Hantering av osäkerheter

Riskanalyser utgår generellt från underlag och metoder som innefattar osäkerheter. Dessa kan bland annat beröra antalet transporter av farligt gods, fördelningen mellan de olika farligt godsklasserna, konsekvenser av olyckor samt persontättheter.

Överlag görs konservativa bedömningar för att hantera osäkerheter i underlag och metoder. Ytterligare hantering av osäkerheterna kan dock vara nödvändigt och då främst i en eventuell fördjupad analys. En osäkerhetsanalys kan exempelvis omfatta följande delar:

- Ändrat antal transporter med farligt gods
- Förändrad fördelning mellan olika farligt godsklasser
- Ökat personantal

Vilka parametrar som ska studeras i känslighetsanalysen bestäms i den fördjupade analysen.

2. Områdesbeskrivning

Det aktuella området ligger mellan Bromma flygplats och Ulvsundavägen i stadsdelen Bromma. Området är cirka 5 000 kvm.

I norr angränsar fastigheten mot Ulvsundavägen som är en primär transportled för farligt gods. Söder om området ligger Bromma flygplats. Öster om fastigheten mot ligger Bromma Blocks.

I figur 2.1 redovisas planområdet som studeras i denna riskanalys.



Figur 2.1. Området Riksby i Bromma vid Bromma Blocks där planområdet Trafikflyget 4 är markerat med rött. Vitstreckad linje visar ungefärlig sträckning av Tvärbanans Kistagren. Flygfotot är taget från söder.

Inom planområdet finns befintlig bebyggelse i form av en sex våningar hög hotellbyggnad utmed Ulvsundavägen. I övrigt består fastigheten av markparkering.

Den befintliga byggnaden byggdes 1946 och nyttjades som kontor. För området gäller detaljplan 2002-08518-5, som vann laga kraft 15 april 2003 [3]. Planen tillåter kontors-, hotell- och handelsändamål. Den gällande detaljplanen upprättades för att medge omvandling av kontorsbyggnaden till att inrymma hotell. Gällande detaljplan omfattar ett flertal skadereducerande åtgärder som behövde utföras vid ändrad användning till hotell som skydd mot farligt gods-olyckor på Ulvsundavägen. Åtgärderna syftar främst till att reducera konsekvenser av olycka med brandfarliga vätskor och gaser bl.a. genom krav på förstärkta fasader, krav på placering av utrymningsvägar samt ventilationstekniska åtgärder.

Tvärbanans Brommagren har sin ändhållplats (Bromma flygplats) mellan fastigheten och flygplatsområdet. Det pågår ett arbete med att förlänga Tvärbanan vidare norrut från hållplatsen Bromma flygplats där den nya spårvägen kommer att passera direkt väster om planområdet och går sedan utmed Ulvsundavägen vidare mot Solvalla. Se ungefärlig sträckning i figur 2.1.

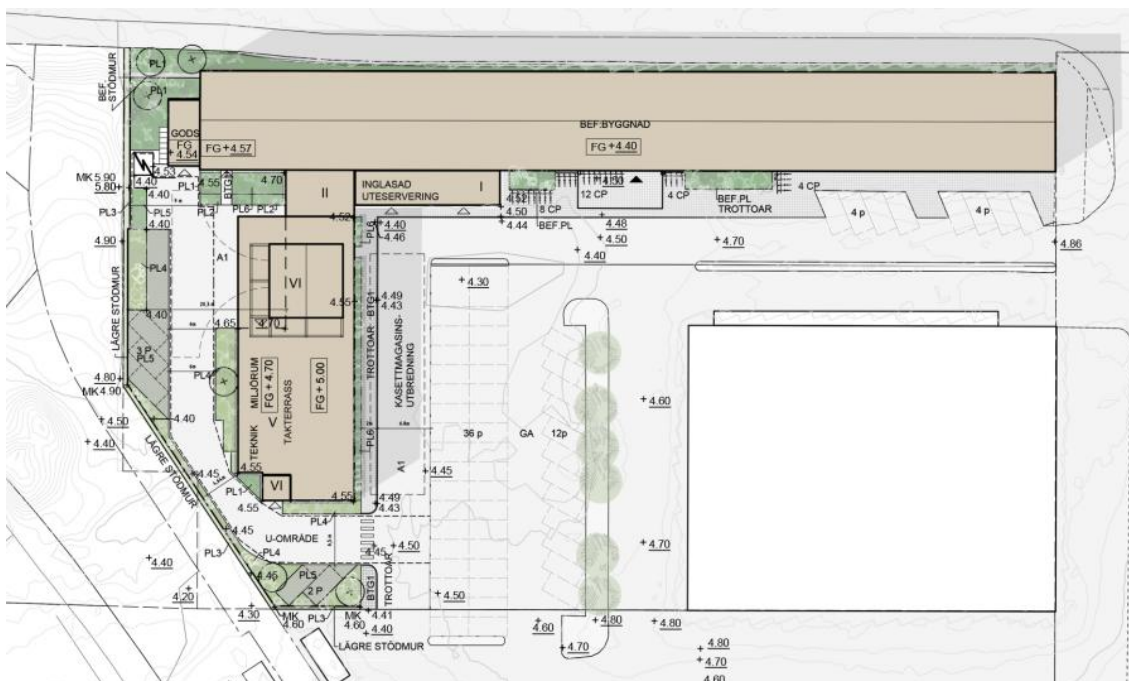
Planområdet ligger något lägre än Ulvsundavägen.

2.1 Planerad exploatering

Planändringen syftar till att möjliggöra för ytterligare en byggnad med lokaler för kontors- och hotellverksamhet inom fastigheten.

Den nya byggnaden är tänkt mellan befintlig hotellbyggnad och Bromma flygplats, se föreslagen situationsplan enligt figur 2.2.

Förslaget omfattar en byggnad med 6 våningar med lokaler för hotellverksamhet. Den nya byggnaden omfattar ca 90 nya hotellrum.



Figur 2.2. Förslag situationsplan Trafikflyget 4. (Archus, Situationsplan daterad 2025-11-11).

2.2 Omgivande plan- och byggprojekt

I närområdet pågår flera olika planprojekt av olika karaktär och omfattning:

- Ett av de större framtida projekten inom kommunen omfattar det planprogram som Stadsbyggnadskontoret i Stockholms stad har i uppdrag att ta fram gällande förutsättningarna för stadsutveckling på området där Bromma flygplats ligger [4]. Enligt en tidig bedömning kan cirka 16 000 bostäder och ett stort antal arbetsplatser rymmas inom flygplatsområdet. Programmet omfattar ett långsiktigt arbete för planering av området när flygplatsen har utvecklats. Enligt gällande avtal ska marken vara sanerad och avflyttad 2038.

Exploateringen av flygplatsområdet förutsätter att flygtrafiken har utvecklats, vilket innebär att en av de studerade riskkällorna utgår. Tidplanen för utvecklingen av flygplatsen bedöms dock vara så lång att det fortfarande är relevant att beakta flygplatsen som en riskkälla för det aktuella planområdet. Se vidare avsnitt 3.

- Dessutom pågår ett flertal ytterligare planprojekt som bland främst omfattar nya bostadsområden, bl.a. start-PM för Betongblandaren 10 [5], Södra Solvallastaden [6] samt ny detaljplan för Enigheten 25 och 26 samt Hingsten 1 och 2 m.fl. [7] (detaljplanen är antagen men överklagad). Dessa planer omfattar sammanlagt ca 3 050 nya bostäder samt förskolor och skolor.

Ovanstående planprojekt förväntas inte innebära några tillkommande riskkällor som bedöms kunna påverka riskbilden för den planerade nya bebyggelsen i kv. Trafikflyget 4. Exploateringen av närområdet medför dock att persontätheten i området utmed Ulvsundavägen ökar, vilket påverkar samhällsriskerna i området i stort.

- Enligt tidigare pågår ett arbete med att förlänga Tvärbanan vidare norrut från Bromma flygplats där spårvägen passerar direkt väster om planområdet och går sedan utmed Ulvsundavägen vidare mot Solvalla. Se ungefärlig sträckning i figur 2.1. Tvärbanan beskrivs ytterligare i avsnitt 3.

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, farliga verksamheter m.m.) som kan innebära plötsliga och oväntade olyckshändelser med konsekvens för det aktuella området.

Inventeringen fokuserar på de riskkällor som ligger på ett sådant avstånd att Länsstyrelsens riktlinjer anger att de ska beaktas eller om de utgör en farlig verksamhet som bedöms kunna påverka risknivån inom planområdet.

För de aktuella riskkällorna görs en beskrivning av verksamheten samt en inventering av hantering och/eller transport av farliga ämnen. Inventeringen utgör grunden för den fortsatta analysen.

3.2 Inventering av riskkällor

Resultatet av riskinventeringen redovisas i tabell 3.1.

Tabell 3.1. Inventering av riskkällor i planområdets närhet.

Riskkälla	Avstånd till planområde (m)	Kommentar
Ulvsundavägen	ca 5 m	Primär transportled för farligt gods.
Bromma flygplats	ca 30 m	Flygrörelser vid in- och utflygning. Hantering av brandfarliga varor.
Tvärbanan	0-5 m	Spårväg
OKQ8 Bromma flygplats/Solvalla (Cumulusvägen 3)	ca 400 m	Hantering av brandfarliga varor. Närmaste bensinstation ligger på betryggande avstånd från planområdet och kommer inte att beaktas vidare.

Nedan görs en beskrivning av följande riskkällor:

- Ulvsundavägen
- Bromma flygplats
- Tvärbanan

3.3 Ulvsundavägen (primär transportled farligt gods)

3.3.1 Allmänt

Ulvsundavägen, väg 279, löper mellan väg 275 (Drottningholmsvägen) och E18 (Kymplingelänken).

Utmed den aktuella sträckan har Ulvsundavägen trafikledsstandard med 2 körfiler i vardera riktningen. De båda körriktningarna är åtskilda med en barriär (betongfundament). Den skyltade hastigheten på vägen är 60 km/h.

Ulvsundavägen är utmed den aktuella sträckan utrustad med befintligt vägräcke klassat som katastrofsäkert. Detta betyder att det klarar ett fordon på 15 ton i 50 km/h i 90 graders påkörning utan att utböjas mer än 1,2 meter. Se figur 3.1.

Vidare så är Ulvsundavägen utrustad med kantsten utmed den aktuella sträckan.

Ulvsundavägen har dessutom ett fungerande system med dagvattenbrunnar.



Figur 3.1. Ulvsundavägen sett söderifrån med fastigheten Trafikflyget 4 till vänster i bild.

3.3.2 Trafiksiffror

Enligt en bullerutredning som upprättades av Tyréns som underlag till nya detaljplanerna för Tvärbanan Kistagrenen redovisas en sammanställning av prognosticerade trafikmängder på kringliggande vägar för år 2015 respektive prognosåret 2030 [8].

För den aktuella sträckan av Ulvsundavägen förbi Bromma Blocks och vidare norrut var årsmedelbyggnadstrafiken år 2015 ca 40 000 fordon per dygn, varav ca 10 % tung trafik. För prognosår 2030 förväntades trafiken öka till 55 000 fordon per dygn.

Prognosår för denna riskanalys sätts till år 2045. Trafikverket har tagit fram nationella basprognoser för person- och godstrafik på väg fram till år 2045 [9] och [10]. För persontrafiken räknar Trafikverket med en nationell årlig ökning på ca 0,9 % per år fram till 2045. För godstrafiken på väg räknar man med en årlig ökning på 1,3 % per år fram till 2045.

Hänsyn behöver dock tas till regionala förhållanden. Trafikverket har tagit fram trafikuppräkningsstal för olika delar av Sverige under perioden 2019 – 2045 [11], där man för Stockholm räknar med en genomsnittlig årlig ökning på 1,12 % för persontrafik respektive 0,96 % för tung trafik.

Givet ovanstående ökningarna så uppskattas trafikprognosen för Ulvsundavägen för år 2045 vara totalt ca 65 700 fordon per dygn (ÅDT), varav ca 10 % tung trafik.

Liknande uppgifter redovisas i en riskbedömning som upprättats i pågående planuppdraget för Bromstensgluggen ca 2,5 km norr om planområdet [12] som anger en trafikmängd på ca 63 000 fordon per dygn (ÅDT) år 2040.

3.3.3 Farligt gods

Allmänt

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 klasserna delas i sin tur in i underklasser, se tabell 3.1.

Tabell 3.1. Farligt gods indelat i olika klasser enligt ADR-S [13].

Klass	Ämne	Beskrivning
1	Explosiva ämnen	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut, fyrverkerier etc.
2	Gaser	2.1. Brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) 2.2. Icke brandfarliga, icke giftiga gaser (kväve, argon etc.) 2.3. Giftiga gaser (klor, ammoniak, svaveldioxid etc.)
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, etanol, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel och industrikemikalier etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen	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.

Med hänsyn till riskerna som förknippas med transporter av farligt gods finns det särskilda anvisningar kring vilka vägar som först och främst ska användas för dessa transporter. Det rekommenderade vägnätet för transporter av farligt gods delas upp i primära och sekundära transportleder. De primära vägarna bildar stommen i det rekommenderade vägnätet och ska användas för genomfartstransporter. På dessa vägar går det ofta stora mängder av farligt gods och det kan normalt förekomma transporter av flera olika typer. De sekundära transportlederna är avsedda för lokala transporter från och till avnämare för farligt gods. De sekundära transportlederna ska normalt inte användas för genomfartstrafik.

Länsstyrelsen i Stockholms län har i samråd med kommuner och berörda myndigheter antagit rekommendationer för transport av farligt gods på vägarna inom länet. Det rekommenderade transportnätet redovisas i [1]. Ulvsundavägen (väg 279) är klassad som primär transportled för farligt gods.

Statistik farligt godstransporter

Det finns för närvarande ingen detaljerad statistik över mängder och fördelning av farligt godstransporter på enskilda vägar. MSB (tidigare Räddningsverket) har utfört ett antal kartläggningar av mängderna farligt gods på större vägar (bl.a. under september år 2006 [14]). Undersökningen från 2006 redovisar transportmängder av respektive farligt godsklass i övergripande kartmaterial. Kartmaterialet redovisar dock inte transportvägarna i Stockholms närhet, varför det inte går att utläsa hur transportererna går i anslutning till det aktuella exploateringsområdet.

I maj och oktober 2015 genomfördes en mätning av antalet farligt godsfordon vid 15 mätpunkter i Stockholm [15]. Mätningen genomfördes via detektion med hjälp av trafikkameror. En av dessa mätpunkter omfattar Tranebergsbron (väg 275) ca 5 kilometer söder om den aktuella sträckan av Ulvsundavägen. En del av farligt godstransporterna som går på Tranebergsbron bedöms passera den aktuella sträckan, men inte all trafik. På Tranebergsbron passerade sammanlagt ca 1 020 transporter med farligt gods under maj respektive ca 1 180 transporter med farligt gods under oktober 2015. Vanligast förekommande ämnen var bensin och diesel. Omräknat till årsbasis så motsvarar detta ca 13 200 transporter av farligt gods per år på Ulvsundavägen.

Trafikanalys, som bland annat ansvarar för statistik inom området vägtrafik, upprättar årliga statistikrapporter över den totala lastbilstrafiken, inkl. farligt gods, på Sveriges vägar. Utifrån statistik över totalt antal transporter per farligt godsklass under perioden 2019-2023 [16] så beräknas farligt gods utgöra ca 0,9 % av det totala antalet lastbilstransporter på svenska vägar.¹ Utifrån trafikprognosen för år 2045 enligt avsnitt 3.3.2 skulle detta motsvara ca 20 600 transporter av farligt gods per år på Ulvsundavägen.

De målpunkter för farligt gods som har identifierats utmed Ulvsundavägen utgör huvudsakligen bensinstationer och Bromma flygplats, vilket innebär att den absolut största andelen av transportererna sannolikt utgör brandfarliga vätskor (klass 3). Antalet bensinstationer samt Bromma flygplats innebär att antalet transporter av bensin, diesel och etanol respektive flygbränsle bedöms vara relativt stort.

¹ Om man istället studerar transporterade godsmängder så utgår farligt gods ca 2,1 % av totala transporterade godsmängderna.

Beroende på färdvägen för transporter till och från Bromma flygplats kan antalet transporter som passerar förbi planområdet på Ulvsundavägen variera mycket kraftigt. Med hänsyn till flygplatsens placering i förhållande till de stora genomfartslederna, d.v.s. Essingeleden respektive E18 (Kymplingelänken), så uppskattas det att majoriteten av transporterna på Ulvsundavägen kommer norrifrån från E18. Planrådets placering i förhållande till anslutningsvägar till Bromma flygplats innebär att transporter till den stora avnämaren kan komma att gå relativt nära planområdet, men troligtvis kommer de inte att passera på Ulvsundavägen.

Det har inte kunnat identifieras några verksamheter som innebär några stora och frekvent förekommande transporter av explosiva ämnen (klass 1), gaser (klass 2) eller oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5). Länsstyrelsen har dock beslutat att ge Norra länken, delen under Hagastaden, tunnelkategori B, med ett undantag för transporter av brännbara gaser (klass 2.1), klassificeringskoder F, TF och TFC [17]. Detta innebär ett förbud mot transporter av farligt gods som vid olycka kan leda till en mycket stor explosion, förutom brännbar gas. Förbudet omfattar transporter av massexplosiva ämnen (klass 1) där den totala nettovikten överstiger 1 ton. Dessa transporter ska då hänvisas till ett omledningsvägnät som omfattar av vägarna 275, 279 och E18. Länsstyrelsens beslut togs 2016, d.v.s. efter mätningarna som genomfördes år 2015.

Med hänsyn till att vägen utgör omledningsväg för dessa transporter så kommer mängden farligt gods på Ulvsundavägen konservativt att uppskattas utifrån den genomsnittliga nationella andelen enligt statistik från Trafikanalys [16], både avseende andel av tung trafik och fördelningen mellan farligt godsklasser.

I tabell 3.2 redovisas en sammanställning av uppskattade transportmängder farligt gods på Ulvsundavägen. Transportmängderna har beräknats för prognosåret 2045.

Tabell 3.2. Uppskattat antal transporter med farligt gods per år Ulvsundavägen år 2045.

Klass	Andel	Uppskattat antal transporter
1. Explosiva ämnen och föremål	0,8%	158
2. Gaser	27,2%	5 605
3. Brandfarliga vätskor	39,7%	8 171
4. Brandfarliga fasta ämnen	3,4%	691
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	5,1%	1 043
6. Giftiga ämnen	4,4%	909
7. Radioaktiva ämnen	0,1%	11
8. Frätande ämnen	15,2%	3 121
9. Övriga farliga ämnen och föremål	4,3%	888
Totalt		20 597

3.4 Bromma flygplats

Strax söder om planområdet ligger Bromma flygplats som är en av Sveriges större flygplatser. Luftfartsverket arrenderar marken som Bromma flygplats är byggd på av Stockholms stad. Flygplatsen planeras att avvecklas och Stadsbyggnadskontoret i Stockholms stad arbetar med ett planprogram för stadsutveckling inom det aktuella området (se avsnitt 2.2). Enligt gällande avtal ska marken vara sanerad och avflyttad 2038.

Större delen av antalet flygningar till och från Bromma flygplats utgörs av linjeflyg/charter, privatflyg samt skolflyg. De senaste 10 åren (med undantag för pandemiåren 2020-2021 då resandet sjönk kraftigt p.g.a. restriktioner till följd av pandemi) så har flygplatsen haft i genomsnitt ca 26 000 landningar per år med olika typer av flygplan (och uppskattningsvis motsvarande antal starter) med ett genomsnittligt passagerarantal på drygt 2,1 miljoner per år [18]. Både antalet flygningar och antalet passagerare har minskat relativt kraftigt de senaste åren. Minskningen började redan åren före pandemin och efter att reserestriktionerna togs bort ligger antalet flygningar fortfarande avsevärt lägre än åren före pandemin. Antalet flygningar kan komma att minska ytterligare under kommande år, då bl.a. flygbolaget BRA meddelade i september 2024 att de fr.o.m. 2025 kommer att utgå från Arlanda istället för Bromma flygplats. Detta skulle minska flygtrafiken med ca 90 %.

Bromma flygplats är klassificerad som farlig verksamhet enligt definition i 2 kap. 4 § i Lagen om skydd mot olyckor (LSO), varför risker med möjlig påverkan mot planområdet måste utredas. Anläggningar som utgör farligt verksamhet har krav på sig att upprätta en riskbedömning som beskriver riskbilden, samt i vilken utsträckning den egna verksamheten ska kunna assistera och underlätta den kommunala räddningstjänstens arbete.

Inom anläggningen sker hantering av brandfarlig vara, huvudsakligen i flygplatsens norra delar. Inom de södra delarna av anläggningen finns ett brandövningsfält, där det förekommer viss hantering av brandfarlig gas i lösa behållare. Avståndet till dessa delar är mycket stort. Tidigare har det även förekommit mindre bränslehantering för småflyg och helikopter i de södra delarna. Enligt uppgifter som redovisas i en riskbedömning som har upprättats för en detaljplan i Riksby 2022 [19] har denna hantering upphört.

Enligt avsnitt 3.3.3 ovan så bedöms transporter med flygbränsle till flygplatsen ske från norr via E18 och bedöms inte passera planområdet på Ulvsundavägen. Troligtvis går transportererna inte via Ulvsundavägen och in på Flygplatsinfarten utan transportererna ankommer till flygplatsen norr om Bromma Blocks.

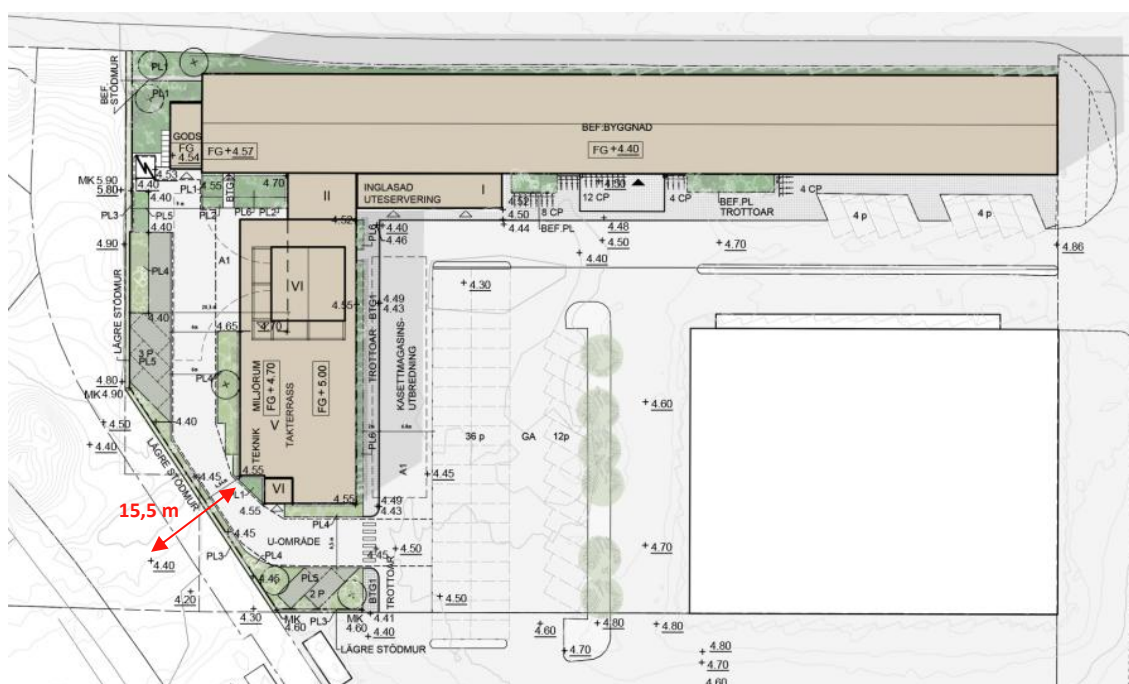
3.5 Tvärbanan

Tvärbanan Kistagrenen är åtta kilometer lång och sträcker sig från Norra Ulvsunda i Bromma till Helenelund pendeltågstation i Sollentuna. Spårvägen består av två spår.

I ett första steg har Tvärbanan förlängts med två hållplatser vid Bromma Blocks respektive Bromma flygplats (2021). Hållplatsen Bromma flygplats ligger i höjd med det aktuella planområdet. Spårvägen kommer sedan fortsätta vidare utmed planområdet till Ulvsundavägen där den sedan löper parallellt med vägen på vidare norrut. Äldre byggnader utmed Ulvsundavägen (som delvis syns i figur 2.1) har rivits.

Spårvägen går i ett reserverat utrymme utmed planområdet. Hastigheten på den aktuella sträckan är 50-70 km/h.

Figur 3.2 visar Tvärbanans ungefärliga sträckning förbi aktuellt planområde. Sträckningen har hämtats från gällande detaljplan [20] och klustrats in i föreslagen situationsplan.



Figur 3.1. Förslag situationsplan Trafikflyget 4 med ungefärlig sträckning av Tvärbanan Kistagrenen förbi planområdet (Archus, situationsplan daterad 2025-11-11, kompletteringar genomförda av Brandskyddslaget AB).

Den planerade nya byggnaden hamnar som närmast ca 15-16 m från Tvärbanan (mätt från närmaste spårmitt), se figur 3.1.

Trafiken på Kistagrenen börjar relativt glest utifrån befintligt resandeunderlag samt för att köra in den nya linjen. Turtätheten ökas successivt därefter. Körtiden från Alvik till Helenelund är beräknad till ca 24 min baserat på maximal turtäthet, 6-minuterstrafik (år 2030). Detta motsvarar 150 avgångar i varje riktning och medför således 300 spårvagnspassager per dygn år 2030.

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. För olycksrisker som anses kunna påverka risknivån inom planområdet genomförs en fördjupad (kvantitativ) riskanalys. Olycksrisker som med hänsyn till små konsekvenser och/eller låg sannolikhet ej anses påverka risknivån inom planområdet bedöms vara acceptabla och bedöms därför ej nödvändiga att studera vidare i en fördjupad analys.

4.2 Identifiering av olycksrisker

Utifrån riskinventeringen är bedömningen att det är följande riskkällor som kan medföra olyckshändelser med möjlig konsekvens för det aktuella planområdet.

Ulvsundavägen

1. Olycka vid transport av farligt gods

Bromma flygplats

2. Flygolycka
3. Olycka vid hantering av brandfarlig vara

Tvärbanan

4. Urspårning
5. Tågbrand

4.3 Kvalitativ uppskattning av risk

4.3.1 Olycka med farligt gods på Ulvsundavägen

Som tidigare nämnts delas farligt gods in i nio olika klasser utifrån ADR-S [13].

I tabell 4.1 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 massexlosion. 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 massexlosion. Risk för splitter och kaststycken. Konsekvenserna normalt begränsade till närområdet.
2. Gaser	Klass 2.1: Brännbar gas: jetflamma, gasmolnsexlosion, BLEVE. Konsekvensområden mellan ca 20-200 meter. Klass 2.2: Icke brännbar, icke giftig gas: Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan. Klass 2.3: Giftig gas: Giftigt gasmoln. Konsekvensområden över 100-tals meter.
3. Brandfarliga vätskor	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvensområden vanligtvis inte över 40 m.
4. Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidlösningar med konc. > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. Skadeområde ca 70 m radie.
6. Giftiga ämnen	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7. Radioaktiva ämnen	Utsläpp av radioaktivt ämne, kroniska effekter mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8. Frätande ämnen	Utsläpp av frätande ämne. Konsekvenser begränsade till närområdet.
9. Övriga farliga ämnen	Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet.

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

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

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

4.3.2 Flygolycka Bromma flygplats

Flyghaverier med dödlig utgång är mycket ovanligt. Det föreligger dock en förhöjd risk just i anslutning till inflygning och utflygning. Inflygningen/utflygningen ligger dock inte direkt ovanför det aktuella planområdet då landningsbanan ligger drygt 400 meter söder om detta.

För att göra en bedömning av risken för att ett flygplan havererar i anslutning till planområdet på ett sådant sätt att personer inom området omkommer redovisas nedan en övergripande beräkning av haverifrekvens för flyg i anslutning till Bromma flygplats.

Utgångspunkten för beräkningarna är landningsfrekvens på Bromma flygplats samt i Sverige totalt vilket redovisas i tabell 4.2 [18]. Statistiken som redovisas utgör genomsnittliga värden för perioden 2013-2023, med undantag för pandemiåren 2020-2021.

Tabell 4.2. Genomsnittlig landningsfrekvens per år fördelat på respektive kategori utifrån statistik från åren 2013-2023 (undantaget pandemiåren 2020 och 2021).

	Linjeflyg /charter	Taxiflyg	Aerial work	Privatflyg	Skolflyg	Militär luftfart	Totalt
Bromma flygplats	21 151	1 158	882	2 610	324	191	26 316
Sverige totalt	195 888	2 600	8 911	11 071	5 161	1 205	224 837
Andel Bromma	10,8%	44,5%	9,9%	23,6%	6,3%	15,8%	11,7%

Enligt tabellen ovan står linjeflyg/charter, aerial work och skolflyg för ca 90 % av flygtrafiken på Bromma flygplats. Vidare avgränsas analysen till att beakta dessa flygplanstyper.

Hur ofta olika typer av luftfartyg havererar (haverifrekvens /100 000 timmar) redovisas av Transportstyrelsen i publikationen *Säkerhetsöversikt – Luftfart* [21]. Antalet olyckor för svenskregistrerade flygfartyg (d.v.s. exkl. skärm- och hängflyg) har i genomsnitt legat på 4,4 olyckor per 100 000 flygtimmar under perioden 2010-2022. Antalet olyckor har fluktuerat relativt mycket under de senaste 10-15 åren. Trenden är dock att de blivit ovanligare. Från att i början av 10-talet ligga på mellan 6 och 7 olyckor per 100 000 flygtimmar varje år till numera i stället ligga mellan 2 och 6 olyckor.

Sammanställningen av haverifrekvens per 100 000 flygtimmar omfattar samtliga svenskregistrerade luftfartyg. Haverifrekvensen skiljer sig kraftigt mellan olika kategorier där exempelvis linjeflyg/charter sticker ut med mycket låga antal haverier samtidigt som de står för det absolut högsta antalet flygtimmar per år.

I tabell 4.3 redovisas genomsnittliga haverifrekvenser per 100 000 flygtimmar för flygplanstyperna linjeflyg/charter, aerial work och skolflyg utifrån olycksstatistik från [21] och antal flygtimmar per år enligt uppgifter från Transportstyrelsen [22]. Med antagandet att flygtidsproduktionen på Bromma flygplats förhåller sig på samma sätt som antalet landningar på Bromma i förhållande till det totala antalet landningar i Sverige uppskattas sedan haverifrekvensen/år på Bromma, se tabell 4.3.

Tabell 4.3. Beräkning haverifrekvens Bromma utifrån statistik från åren 2013-2023 (genomsnittlig flygtidsproduktion per år exkluderar pandemiåren 2020 och 2021).

	Linjeflyg/charter	Aerial work	skolflyg
Antal olyckor [21]	0,54 per år	1,46 per år	1,62 per år
Flygtidsproduktion Sverige [22]	170 525 h/år	43 410 h/år	33 130 h/år
Haverifrekvens per 100 000 h	0,32	3,37	4,88
Flygtidsproduktion Bromma	10,8 % x 170 525 = 18 412 h/år	9,9 % x 43 410 = 4 295 h/år	6,3 % x 33 130 = 2 083 h/år
Haverifrekvens Bromma	$(0,32 / 100\ 000) \times 18\ 412 =$ 0,06 per år	$(3,37 / 100\ 000) \times$ 4 295 = 0,14	$(4,88 / 100\ 000) \times$ 2 083 = 0,10

Den beräknade haverifrekvensen gäller under hela flygplanets rörelsetid d.v.s. taxning, start, flygning samt inflygning/landning. För det aktuella planområdet bedöms det endast vara ett haveri under start samt inflygning/landning som skulle kunna påverka personsäkerheten. I statistikrapporter från Trafikanalys [23] redovisas fördelning över inträffade haverier i Sverige. I tabell 4.4 har den sammanlagda olycksstatistiken från åren 2006-2023 omvandlats till procentuella fördelningar.

Tabell 4.4. Fördelning över inträffade haverier beroende på flygsituation 2006-2023, Sverige.

	Taxning	Start	Flygning	Inflygning/ Landning
Linjeflyg/charter	57%	0%	14%	29%
Aerial work	6%	21%	42%	30%
Skolflyg	3%	26%	10%	58%

Ovanstående innebär att frekvensen för flyghaveri under start respektive landning för respektive flygkategori blir följande:

- Linjeflyg/charter: $0,06 \times 0 + 0,06 \times 0,29 = 0,017$ /år
- Privatflyg: $0,14 \times 0,21 + 0,14 \times 0,30 = 0,075$ /år
- Skolflyg: $0,10 \times 0,26 + 0,10 \times 0,58 = 0,085$ /år

Av ovanstående konstateras att de flygkategorier som dominerar när det gäller haverier (oberoende om hänsyn tas till var haveri inträffar) är privatflyg och skolflyg.

Definitionen av haveri är enligt Trafikanalys följande:

”Med haveri förstås olyckshändelse, som inträffar med ett luftfartyg mellan den tidpunkt, då en person vilken som helst går ombord på luftfartyget i avsikt att flyga, och den tidpunkt, då samtliga ombordvarande personer efter luftfartygets landning lämnat detsamma och som medför:

- *att ombordvarande eller person på eller utanför luftfartyget genom händelsen avlider eller erhåller allvarlig kroppsskada. Med allvarlig kroppsskada förstås här sådan skada, som fordrar intagning på sjukhus (motsvarande) och vård under mer än 48 timmar.*
- *att betydande skada uppstår på luftfartyget eller egendom som icke befordras därmed.*

Då ringa eller ingen personskada uppstått eller då skadorna på luftfartyget är begränsade till motor, hjälppapparater, propellrar, vingpetsar, däck eller hjul med bromsar eller till obetydliga bucklor, hål i plåt eller duk och icke medfört följdskador betraktas händelsen icke som haveri.”

I denna analys som avgränsas till konsekvenser för liv inom det aktuella planområdet antas att det endast är ett haveri med dödlig utgång som bedöms utgöra en risk för området. Ett haveri med dödlig utgång inom planområdet innebär dock inte att personer i den planerade bebyggelse omkommer utan personer som omkommer kan härröra till själva flygplanet. För att ett flygplanshaveri ska påverka risknivån för området krävs således dels att det är ett flyghaveri med dödlig utgång, dels att haveriet påverkar den omgivande bebyggelsen i den mån att personer som inte härrör till planet omkommer.

Vidare uppskattas att det för att ett flygplan ska påverka omkringliggande bebyggelse på ett sådant sätt att personer omkommer krävs att planet har en viss storlek. Exempel på detta är de stora plan som flög in i World Trade Center, New York, USA 2001 och orsakade stor förödelse jämfört med det mindre plan som samma år medvetet flög in i en byggnad i Florida, USA som endast orsakade mindre skador på byggnaden. Flygplan som används för privatflyg och skolflyg är ofta av den mindre typen och med anledning av detta antas det främst vara flygplan som används för linjeflyg/charter som kan påverka planområdet på ett sådant sätt att personer omkommer.

Utifrån olycksstatistiken från Trafikanalys över antal luftfartsolyckor med svenskregistrerade motordrivna luftfartyg efter typ av skada oavsett haveriplats under åren 2013-2022 beräknas haverifrekvensen för haveri med dödlig utgång inom linjefart och charter till ca 0,05 per 100 000 flygtimmar. Detta medför enligt ovan motsvarande beräkningsgång som i tabell 4.3 en frekvens för haveri med dödlig utgång i flygplan med anknytning till Bromma Flygplats på $(0,05/100\ 000) \times 18\ 412 = 0,008/\text{år}$.

Sannolikheten för att ett flygplatsbyggnadshaveri med dödlig utgång påverkar planområdet på så sätt att personer inom området omkommer bedöms vara mycket låg, särskilt med hänsyn till att inflygningen inte går direkt över planområdet då landningsbanan ligger ca 400 meter söderut. En grov uppskattning är att högst 1 haveri på 10 000 med dödlig utgång blir så omfattande att det påverkar det aktuella planområdet i en större omfattning. Detta skulle innebära en sammanlagd olycksfrekvens på $0,008 / 10\ 000 = 8,3 \times 10^{-7}/\text{år}$ (d.v.s. 1 gång på ca 1,2 miljoner år).

Sammanfattningsvis är bedömningen att sannolikheten för en olycka förknippad med in- och utflygning till Bromma flygplats är mycket låg och med hänsyn till detta bedöms det inte behöva tas i vidare beaktning i den fortsatta riskanalysen.

4.3.3 Olycka vid hantering av brandfarlig vara vid Bromma flygplats

Inom Bromma flygplats sker hantering av brandfarlig vara, i synnerhet flygbränsle. huvudsakligen i flygplatsens norra delar. Inom de södra delarna av anläggningen finns ett brandövningsfält, där det förekommer viss hantering av brandfarlig gas i lösa behållare. Avståndet till dessa delar är mycket stort. Tidigare har det även förekommit mindre bränslehantering för småflyg och helikopter i de södra delarna. Enligt uppgifter som redovisas i en riskbedömning som har upprättats för en detaljplan i Riksby 2022 [19] har denna hantering upphört.

Avståndet mellan planerad ny bebyggelse och flygplatsens anläggningsgräns är ca 25 m. Närmast planområdet går dock körvägar och avståndet till närmaste plats för öppen hantering av brandfarliga varor inom flygplatsen är avsevärt större. Avståndet bedöms ge betryggande skydd mot olyckor med brandfarlig vara.

4.3.4 Urspårning på Tvärbanan

En urspårning kan medföra att en, eller flera, urspårade vagnar hamnar en bit från spåret. Majoriteten av alla urspårningar innebär dock enbart att ett hjulpar hoppar av rälsen, och att tåget stannar kvar på, eller alldeles intill spåret.

Hur långt i sidled som ett tåg spårar ur beror till stor del av hastigheten vid urspårningstillfället.

I den riskanalys som genomförts som underlag för detaljplaner för Tvärbanans Kistagren [24] (inkl. sträckan förbi aktuellt planområde) så redovisas beräkningar av hur långt från spåret en urspårad spårvagn kan förväntas hamna. För att beräkna det vinkelräta avståndet som ett tåg kan spåra ur används formeln $V^{0,55}$ enligt metodik som redovisas i *Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone* [25], där V är hastigheten vid urspårningsögonblicket.

Vid en maximal hastighet på 80 km/h fås ett urspårningsavstånd på **11,1 meter** ($80^{0,55}$).²

Sannolikheten för detta maximala skadeavstånd är dock extremt låg. I [24] konstateras att sannolikheten för ett skadeavstånd ≥ 10 meter är mindre än 0,1 % givet en hastighet på 80 km/h. Ca 90 % av alla urspårningar kommer att innebära ett skadeavstånd på högst 5 meter.

Den planerade nya byggnaden hamnar som närmast ca 15-16 m från Tvärbanan (mätt från närmaste spårmittpunkt), se figur 3.1.

Avståndet ger ett betryggande skydd mot urspårning då hastighetsbegränsningen innebär att en urspårad spårvagn inte bedöms kollidera med planerade byggnader inom planområdet. Bedömningen blir därför att eventuella konsekvenser inom planområdet till följd av en urspårningsolycka blir mycket små. Någon betydande risk för att byggnaden ska träffas och skadas av en urspårad spårvagn bedöms inte föreligga. Inte heller bedöms människor som vistas utomhus i direkt anslutning till byggnader utsättas för en oacceptabel risk.

4.3.5 Brand i spårvagn

I underredet till en spårvagn sitter ett flertal olika komponenter och system som kan orsaka rökutveckling eller brand. Orsakerna till bränder är bland annat tekniska fel som t.ex. el-, motor- eller bromsfel. Bränder kan också starta inne i spårvagnen, till följd av t.ex. elfel. Inne i vagnen kan även anlagda bränder vara en möjlig brandorsak.

Med hänsyn till resenärernas säkerhet så följer utformningen av spårvagnar strikta regler för att reducera risken för omfattande bränder. Reglerna omfattar brandkrav som syftar till att förhindra både antändning och brandspridning i spårvagnen. Detta innebär att sannolikheten för en fullt utvecklad spårvagnsbrand är mycket låg. I tidigare utredningar avseende utbyggnaden av Tvärbanan bedöms en fullt utvecklad spårvagnsbrand kunna uppnå en maximal brandeffekt på ca 15 MW. Den maximala brandeffekten baseras på fullskaleförsöken från EUREKA. Detta motsvarar ungefär brand i en buss [26].

I den riskanalys som genomförts som underlag för detaljplaner för Tvärbanans Kistagren [24] så redovisas strålningsberäkningar vid brand i spårvagn. Enligt dessa beräkningar kan en brand i en spårvagn innebära risk för brandspridning till intilliggande bebyggelse inom högst 10 meter från spårvägen. Inom detta avstånd kan även personer som vistas utomhus skadas allvarligt. Sannolikheten för en så omfattande brand är dock mycket låg.

2 Det ska observeras att beräkningsmetodiken i /2/ normalt används för att räkna urspårningsavståndet för tåg och inte spårväg. Tågvikten för spårvagnar är betydligt lägre än för gods- och persontåg som trafikerar järnväg, vilket påverkar hur långt från spåret en urspårad vagn kan hamna. En urspårad spårvagn bedöms inte hamna lika långt från spåret som formeln ovan visar. Den lägre tågvikten innebär också att omfattningen av skador på byggnader blir mindre eftersom den totala kraften blir lägre.

Sannolikheten för att en brand i spårvagn sprider sig till planerad ny bebyggelse och leder till att personer förolyckas bedöms vara mycket låg. Riskbidraget för personer inom planområdet från en yttre olycka bedöms därför vara litet. Scenariot kan exempelvis jämföras med sannolikheten för skador vid händelse av en större fordonsbrand i nära anslutning till bebyggelse.

Avståndet mellan Tvärbanans spår och planerad ny bebyggelse är ca 15-16 meter, se figur 3.1. Avståndet ger ett betryggande skydd mot brandspridning även vid en mycket omfattande spårvagnsbrand. Bedömningen blir därför att eventuella konsekvenser inom planområdet till följd av en spårvagnsbrand blir mycket små.

4.4 Slutsats inledande riskanalys

Utifrån den inledande analysen har det bedömts nödvändigt att genomföra en fördjupad analys av vissa olycksrisker förknippade med intilliggande riskkällor.

Av de identifierade riskerna i anslutning till området har följande bedömts vara av sådan omfattning att en mer fördjupad analys bedömts nödvändiga:

- Olycka vid transport av farligt gods på Ulvsundavägen
 - Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)
 - Utsläpp och antändning av brännbar gas (klass 2.1)
 - Utsläpp av giftig gas (klass 2.3)
 - Utsläpp och antändning av brandfarlig vätska (klass 3)
 - Olycka där ämne ur klass 5 blandas med brännbart ämne och orsakar explosionsartat självantändning (klass 5)

I den fortsatta planeringen av området måste hänsyn tas till ovanstående olycksrisker. En fördjupad analys upprättas där frekvens och konsekvens beräknas och sammanställs i form av risknivå, vilken i sin tur utgör underlag för beslut om säkerhetshöjande åtgärder. Se avsnitt 5.

Avståndet mellan Ulvsundavägen och planerad ny bebyggelse inom planområdet innebär ett betryggande skydd med avseende på olycka med brandfarlig vätska. För att erhålla ett fullständigt resultat avseende riskberäkningarna (individrisk och samhällsrisk) för påverkan inom Ulvsundavägen, kommer den fördjupade riskbedömningen dock beakta samtliga olycksrisker med bedömd påverkan.

Vidare dras slutsatserna från den inledande riskanalysen att potentiella olycksrisker förknippade med Bromma flygplats samt den framtida Tvärbanan en mycket begränsad påverkan på riskbilden inom det studerade planområdet. Avståndet till identifierade riskkällor ger ett betryggande mot potentiella olycksrisker. Med hänsyn till detta görs bedömningen att dessa olycksrisker inte behöver beaktas vidare i riskanalysen eller i den fortsatta planeringen av planområdet. Observera att denna bedömning utgår från föreslagen situationsplan med ett avstånd på ca 15 meter mellan ny byggnad och Tvärbanans spår. Vid förändrat planförslag med förslag på markanvändning närmare Tvärbanan kan riskbedömningen behöva justeras, vilket behöver beaktas i den fortsatta planeringen (se avsnitt 6).

5. Fördjupad riskanalys farligt gods

5.1 Allmänt

I den fördjupade analysen kvantifieras frekvensen för, samt konsekvenserna av, respektive olycksrisk. Vilken metod som används är beroende av riskkällans egenskaper. Underlag till beräkningar, valda metoder samt beräkningarna redovisas i bilaga A och B.

Frekvens- och konsekvensberäkningarna vägs sedan samman och redovisas i form av individrisk och samhällsrisk. Riskberäkningarna redovisas i bilaga C.

5.2 Sammanvägning av risk

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

5.2.1 Individrisk

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 den kumulerade frekvensen (per år) för att en fiktiv person på ett visst avstånd omkommer till följd av en exponering från den studerade riskkällan. Detta innebär att på en punkt t.ex. 100 meter från riskkällan så är individrisken densamma som den sammanlagda frekvensen för alla skadescenarier med ett skadeområde ≥ 100 meter.

Individrisken beräknas inledningsvis för obebyggd mark där ingen hänsyn tas till eventuell konsekvensreducerande effekt av exempelvis framföriggande bebyggelse (vare sig befintlig eller planerad) och andra avskärmande barriärer.

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.

5.2.2 Samhällsrisk

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.

Acceptanskriterierna för samhällsrisk avser 1 km² med den tillkommande bebyggelsen placerad i mittpunkt och beräknas med frekvenser för 1 km väg. Samhällsrisk beräknas därmed för det studerade området samt omgivande bebyggelse. Konsekvensberäkningarna avseende antal omkomna kommer därför att omfatta både det studerade planområdet samt omgivande bebyggelse.

Konsekvenserna kommer att beräknas för det aktuella planförslaget samt nollalternativet.

5.2.3 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.

För riskvärdering av bebyggelse intill farligt gods-leder rekommenderar Länsstyrelsen i Stockholms län att riskkriterierna i publikationen *Värdering av risk* [27] används. I denna ges förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk, 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

Acceptanskriterierna i tabell 5.1 omfattar en lägre och en övre gräns. Risker som hamnar under den lägre gränsen är acceptabla och innebär normalt inga krav på åtgärder. Risker som hamnar över den övre gränsen är oacceptabla och ska reduceras genom åtgärder eller restriktioner.

Området mellan den lägre och den övre gränsen benämns ALARP (As Low As Reasonably Practicable). Inom detta område anses riskerna vara så stora att de noga måste beaktas och rimliga åtgärder vidtas för att sänka riskerna. För att bedöma rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder behöver därför begreppet *tolerabel risk* beaktas:

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 och markanvändning. Detta gäller framförallt avseende individrisk. Individrisken beräknas normalt under antagandet att en individ är kontinuerligt närvarande på en given plats. Enligt *Värdering av risk* [27] bör dock vissa korrigeringar göras av beräknade risknivåer avseende vissa individer i verkligheten inte är kontinuerligt närvarande. För arbetare kan t.ex. individrisken reduceras med en faktor 4. För personer i rekreationsområden kan individrisken reduceras med en faktor 10. För boende görs ingen korrigering.

Istället för att korrigera individrisken för olika individer enligt beskrivningen ovan så utgår riskanalysen från att risknivåer inom den nedre halvan av ALARP kan accepteras för t.ex. kontors- och vissa typer av restaurang- och butiksverksamheter utan behov av säkerhetshöjande åtgärder eftersom den faktiska individrisken för personer inom dessa verksamheter är betydligt lägre än den beräknade. För bebyggelse och utrymmen som inte innebär stadigvarande vistelse, t.ex. parkeringsplatser samt gång- och cykelstråk, kan accepteras en risknivå som hamnar över den övre gränsen i angivna riskkriterier.

2. Rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder beror även på inom vilken del av ALARP som risknivån ligger. Enligt Värdering av risk [27] så bör en rimlig utgångspunkt vara att risker som ligger inom den övre delen av ALARP-området, d.v.s. nära gränsen för "oacceptabla risker" endast tolereras om nyttan med verksamheten anses mycket stor och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av ALARP-området bör kraven på riskreduktion inte ställas lika hårda, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Underlåtenhet att genomföra ytterligare åtgärder skall då motiveras.

5.2.4 Hantering av osäkerheter

Det finns stora osäkerheter när det gäller indata och underlag i den här typen av analyser. För att hantera vissa av dessa osäkerheter görs en känslighetsanalys där indata varieras på olika sätt. Genom känslighetsanalysen skapas en så fullständig bild av risknivån som möjligt.

Känslighetsanalysen redovisas i avsnitt 5.5.

5.3 Resultat av riskberäkningar

5.3.1 Individrisk

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

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

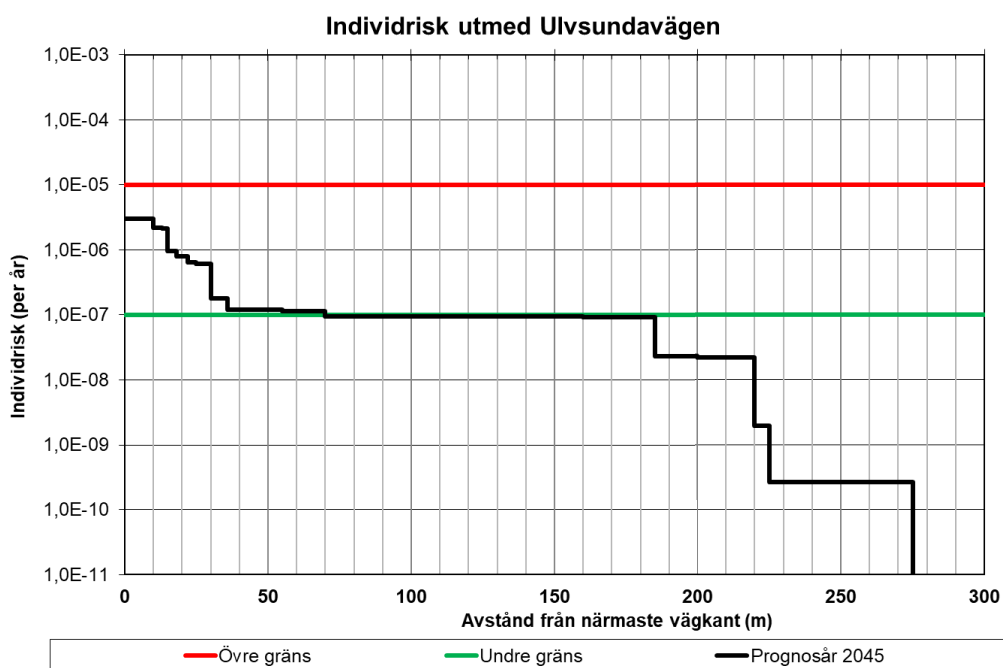
Vid redovisning av individrisken är det ett par faktorer som behöver beaktas, dels var en olycka antas inträffa, dels skadeområdets utbredning:

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 skadeområdena för olycksscenarierna skiljer sig i förhållande till den väg 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 väg.

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.

Nedan redovisas den beräknade risknivån inom områden utmed Ulvsundavägen. Avståndet i figurerna utgår från närmaste väggkant. Beräkningarna har gjorts för en uppskattad framtida trafiksituation år 2045.



Figur 5.1. Individrisk utomhus utmed Ulvsundavägen.
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

5.3.2 Samhällsrisk

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

Det finns ett flertal olika parametrar som påverkar samhällsriskens, 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 inträffa där det medför så stora konsekvenser som möjligt för det aktuella planområdet, vilket innebär där avståndet är som kortast mellan väg och bebyggelse inom planområdet. Med hänsyn till bebyggelsestrukturen inom kringliggande områden utmed den studerade vägen (1 000 meter) bedöms sannolikheten för att de beräknade konsekvenserna skulle uppstå oavsett var på sträckan som olyckan inträffar vara låg.

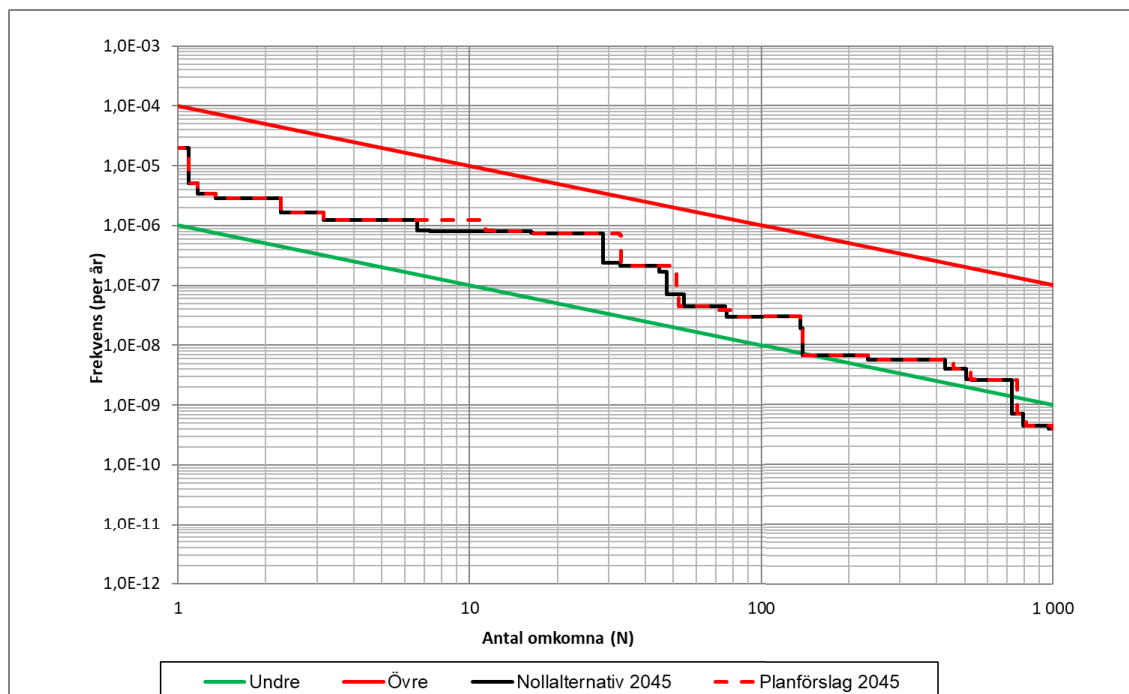
Vid sammanställningen av samhällsriskerna för de studerade riskkällorna antas att dessa konsekvenser kan inträffa oavsett var på vägen som olyckan inträffar. Detta är ett mycket konservativt antagande som säkerställer att risknivån för det aktuella planområdet inte underskattas med hänsyn till kringliggande bebyggelse.

- Skadeområdet för vissa skadescenarier förknippade med gaser samt urspårning 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.

Med hänsyn till bebyggelsestrukturen inom kringliggande områden på motstående sida om den studerade riskkällan kan konsekvenserna bli annorlunda om olyckan riktas åt motsatt håll. Vid sammanställningen av samhällsriskerna antas dock att beräknade konsekvenser kan inträffa oavsett åt vilket håll som olyckan riktas.

- Vidare antas respektive skadescenario inträffa då personantalet inom det studerade området är som störst, vilket innebär största möjliga konsekvenser.
- Gällande detaljplaner för planområdet [3] samt delar av kringliggande områden [28] omfattar planbestämmelser som innebär säkerhetshöjande restriktioner och åtgärder för befintlig bebyggelse närmast Ulvsundavägen. Åtgärderna har konsekvensreducerande effekter av vissa av de skadescenarier som har studerats. Vid genomförda konsekvensberäkningar och sammanvägningen av samhällsriskerna har dessa konsekvensreducerande effekter beaktats, se vidare beskrivning i bilaga B.

I figur 5.2 redovisas den beräknade samhällsriskerna utmed Ulvsundavägen. Samhällsriskerna presenteras med respektive utan planerad ny bebyggelse inom det aktuella planområdet. Beräkningarna har gjorts för en uppskattad framtida trafiksituation år 2045.



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

5.4 Värdering av risk

5.4.1 Individrisk

Med avseende på individrisk bedöms olycksriskerna förknippade med trafiken på **Ulvsundavägen** överstiga det undre acceptanskriteriet (10^{-7} per år) inom ca 70 meter från vägkant. Inom ca 15 meter från vägen så ligger individrisken inom den övre halvan av ALARP ($> 10^{-6}$ per år). Individrisken hamnar aldrig på en oacceptabel nivå.

De olycksrisker som främst bidrar till att individrisken ligger inom ALARP utgör olycksrisker förknippade med brännbara gaser och brandfarliga vätskor.

Det minsta avståndet mellan Ulvsundavägen och planerad ny bebyggelse inom planområdet är ca 20-25 meter. Föreslagen bebyggelsestruktur innebär att byggnader planeras på avstånd från riskkällan där individrisken hamnar inom den nedre halvan av ALARP. Det bör dock beaktas att individrisken har beräknats för en oskyddad individ som vistas utomhus direkt utsatt från riskkällan. Föreslagen ny bebyggelse är avskärmad och skyddad av framföriggande bebyggelse, vilket begränsar skadepåverkan från ett flertal av studerade skadescenarier (bl.a. olyckor med brandfarliga vätskor och brännbara gaser), vilket då också innebär att individrisk är lägre inom dessa ytor. Den förhöjda individrisknivån behöver dock beaktas vid planering och utformning av planområdet. Se vidare avsnitt 6.

5.4.2 Samhällsrisk

Samhällsriskerna från olycksriskerna förknippade med trafiken på Ulvsundavägen ligger generellt inom ALARP. Detta gäller både för nollalternativ och aktuellt planförslag. Samhällsriskerna hamnar aldrig på en oacceptabel nivå.

Vid en jämförelse dras slutsatsen att föreslagen ny bebyggelse har ett begränsat bidrag till samhällsriskerna. Enligt figur 5.2 så är det enstaka skadescenarier som påverkas av den föreslagna exploateringen inom planområdet. Det är huvudsakligen befintlig bebyggelse inom planområdet och kringliggande bebyggelse (vilka ligger på korta avstånd från riskkällan) som bidrar mest till samhällsriskerna.

Med hänsyn till den beräknade samhällsriskerna bedöms risknivån dock vara så hög att säkerhetshöjande åtgärder behöver beaktas för att sänka risknivån vid planerad ny bebyggelse. Se vidare avsnitt 6.

5.5 Hantering av osäkerheter

Riskanalyser är alltid förknippade med osäkerheter, framför allt rör osäkerheterna antagna mängder farligt godstransporter och fördelningar mellan de olika klasserna. Ändrade mängder eller fördelningar kan komma att påverka risknivån i både positiv och negativ bemärkelse.

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:

- **Uppskattad mängd och antal transporter med farligt gods förbi planområdet**
Det statistiska underlaget som används i analysen är behäftat med osäkerheter främst vad gäller antalet transporter av respektive farligt godsklass.

Den totala mängden farligt gods samt fördelningen mellan respektive klass har uppskattats utifrån nationell statistik över en femårsperiod. Orsaken till detta

tillvägagångssätt är framför allt att undvika att risknivån värderas utifrån kortsiktiga förutsättningar. De underlag som finns avseende den aktuella vägsträckan baseras på korta tidsperioder och kan ge en missvisande bild av trafiksituationen. Att utgå från en nationellt genomsnittlig andel farligt gods på de aktuella sträckorna ger relativt stora transportmängder farligt gods med hänsyn till gällande trafiksiffror.

Lokal statistik har dessutom använts för att komplettera den nationella statistiken, bl.a. avseende fördelning mellan olika undergrupper inom enskilda farligt godsklasser.

För att säkerställa att risknivån för området inte underskattas görs en känslighetsanalys avseende förändrat trafikflöde samt andel farligt gods, se vidare avsnitt 5.5.1.

- **Val av olycksscenarioer, konsekvensberäkningar**

Även konsekvensberäkningarna omfattar relativt stora osäkerheter, vilket bl.a. är beroende av bedömningar av skadeområdet samt förväntat antal omkomna för de studerade skadescenarierna.

Generellt så bedöms de skadescenarioer och förutsättningar som studeras inte vara de mest troliga, men anses vara de som rimligtvis kan ge upphov till mest omfattande konsekvenser. Beräkningarna av förväntat antal omkomna utförs med grova antaganden om bl.a. en jämn fördelning av persontätheten inom det aktuella området med utgångspunkt från närmaste bebyggelse respektive närmaste yta som kan uppmuntra till stadigvarande vistelse utomhus. Att avståndet mellan riskkälla och bebyggelse kan variera utmed den studerade sträckan beaktas endast i begränsad utsträckning.

Konsekvenserna av respektive skadescenario har beräknats utifrån förutsättningen att det bedöms inträffa där det gör som mest skada inom det aktuella planområdet.

- **Uppskattat personantal**

Personantalet har uppskattats utifrån planerade volymer inom planområdet och dimensionerande persontätheter för aktuella verksamheter. Hänsyn har dock tagits till att dimensionerande persontätheter avser nettoarea.

Antagna persontätheter och belastningar ger en maximal persontäthet på ca 95 000 personer/km² inom ytorna söder om Ulvsundavägen, vilket bedöms vara ett mycket konservativt antagande. För att säkerställa att risknivån för området inte underskattas med hänsyn till ovanstående parametrar görs en känslighetsanalys avseende förändrade konsekvenser av respektive skadescenario, se vidare avsnitt 5.4.1.

5.5.1 Känslighetsanalys

Känslighetsanalysen beaktar följande olycksscenarioer:

Förändrat transportantal

En av de största osäkerheterna i riskanalysen bedöms ligga i den antagna mängden farligt gods på angränsande riskkällor. Känslighetsanalysen beaktar antalet transporter av respektive farligt godsklass enligt följande:

- Det uppskattade antalet farligt godstransporter på Ulvsundavägen antas öka med en faktor 2 i förhållande till de dimensionerande transportmängderna (beräkningarna utgår från prognosår 2045). Det innebär att andelen farligt gods antas utgöra ca 1,8 % istället för 0,9 % av tung trafik.

Förändrat antal omkomna

De antaganden som görs avseende förväntat personantal m.m. som används i analysen är behäftat med osäkerheter. Känslighetsanalysen beaktar konsekvenserna av respektive skadescenario enligt följande:

- Beräknade antal omkomna för respektive skadescenario antas öka med en faktor 2 i förhållande till genomförda konsekvensberäkningar i bilaga B.

Resultatet av känslighetsanalysen har studerats med avseende på påverkan på samhällsrisik och redovisas bilaga C.

Utförd känslighetsanalys påvisar följande:

- Även vid en kraftig ökning av antalet farligt godstransporter på Ulvsundavägen så hamnar samhällsrisiken inom ALARP. Samhällsrisiken hamnar aldrig på en oacceptabel nivå.
- En kraftig ökning av konsekvenserna för respektive skadescenario bedöms också ha en begränsad påverkan på resultatet. Samhällsrisiken förskjuts något, men hamnar fortfarande inom ALARP. Samhällsrisiken hamnar aldrig på en oacceptabel nivå.

Utifrån ovanstående beskrivning görs bedömningen att resultatet av genomförda riskberäkningar är robusta och att identifierade osäkerheter kopplade till bl.a. använd statistik har en begränsad påverkan på resultatet av den fördjupade riskanalysen. Med hänsyn till detta bedöms det inte vara rimligt att ställa ytterligare krav på säkerhetshöjande åtgärder (utöver värderingen av risk som redovisas i avsnitt 5.4).

6. Säkerhetshöjande åtgärder

6.1 Allmänt

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

Den idag gällande detaljplanen för planområdet [28] omfattar ett flertal skadereducerande åtgärder som syftar till att skydda den befintliga hotellbyggnaden närmast Ulvsundavägen mot olycka med farligt gods. Dessa åtgärder har beaktats vid sammanvägningen av samhällsrisiken både för nollalternativ och aktuellt planförslag, vilket gör att risknivån begränsas relativt mycket sett till det mycket korta avståndet mellan riskkälla och befintlig bebyggelse.

Planändringen omfattar inte befintlig bebyggelse utan syftar till att möjliggöra för ytterligare en byggnad med lokaler för kontors- och hotellverksamhet inom fastigheten. Utifrån den genomförda riskanalysen så dras slutsatsen att dessa åtgärder fortfarande är nödvändiga att reglera för befintlig bebyggelse. Den fortsatta diskussionen kring behov av säkerhetshöjande åtgärder kommer att begränsas till att omfatta ny bebyggelse samt övrig ändrad markanvändning för ytorna bakom den befintliga byggnaden.

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 och utformning av området

Vid lokalisering i ett utsatt område bör man alltid sträva efter att lokalisera bebyggelsen på ett tillräckligt stort avstånd från eventuella riskkällor. Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd (se Figur 1.1) bör användas som riktvärden för placering av verksamheter. I centrala områden där det är ont om mark kan detta dock vara svårt att upprätthålla de rekommenderade skyddsavstånden.

Vid bebyggelse som inte uppfyller Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd kommer kompletterande byggnadstekniska åtgärder troligtvis att bli aktuella. Eventuella avsteg innebär generellt krav på mycket omfattande byggnadstekniska åtgärder.

Aktuellt planförslag innebär att avsteg görs från Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd, både avseende befintlig bebyggelse och planerad ny bebyggelse. Enligt ovan har aktuell markanvändning inom den befintliga byggnaden närmast Ulvsundavägen medgett givet ett flertal säkerhetshöjande åtgärder.

Den nya bebyggelsen planeras minst 20-25 meter från närmaste kant på Ulvsundavägen. Byggnaden har ett naturligt skydd genom att den är placerad bakom den befintliga hotellbyggnaden som utgör en avskärmande barriär som reducerar påverkan av ett flertal skadescenarier med farligt gods.

Utifrån samhällsriskberäkningen dras slutsatsen att planerad exploatering och föreslagna avsteg från Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd har en begränsad påverkan på samhällrisknivån inom planområdet. Föreslagen exploatering bör därför kunna accepteras.

Med hänsyn till planerade avsteg till de rekommenderade skyddsavstånden samt den beräknade samhällsrisknivån behöver dock kompletterande säkerhetshöjande åtgärder vidtas, se avsnitt 6.3.

Riskbedömningen avseende olyckor förknippade med Tvärbanan utgår från föreslagen situationsplan och de avstånd som detta medför till Tvärbanans spår. För att slutsatserna från riskanalysen ska gälla bör detaljplanen säkerställa att ny bebyggelse uppfyller ett avstånd på minst 12 meter till Tvärbanans spår. Se avsnitt 6.4.

6.2.2 Utformning av obebyggda ytor

Det bör observeras att även obebyggda ytor i närheten av en riskkälla behöver utformas med hänsyn tagen till riskpåverkan.

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 riskkällor. Dessa områden bör inte utformas så att de uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

Det rekommenderas att ytor inom minst 25 meter från Ulvsundavägen som vetter direkt mot vägen utan avskärmande bebyggelse bör utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Med stadigvarande vistelse avses sådan vistelse som är mer än mycket tillfällig och som omfattar fler än enstaka personer. Exempel på stadigvarande vistelse är bland annat uteserveringar, lekparker, utegym m fl. Exempel på lämplig markanvändning inom ytor som inte ska uppmuntra till stadigvarande vistelse är gång- och cykelväg, lokalgata, markparkering, naturområden, park samt områden som skyddar mot störning, exempelvis bullervall och plantering.

6.3 Byggnadstekniska åtgärder

6.3.1 Utrymning

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

Ovanstående innebär att oskyddad ny bebyggelse (dvs. bebyggelse som exponeras/har fri sikt mot Ulvsundavägen) inom 75 meter från Ulvsundavägen ska utformas med tillgång till minst en utrymningsväg som mynnar bort från vägen.

Det rekommenderas att denna utrymningsväg utgörs av "normal" entré för att på så sätt ta hänsyn till personers benägenhet att utrymma samma väg som de kom in. Om huvudentréer skulle planeras mot riskkällan så är det viktigt att utrymningsvägarna bort från riskkällan är lätta att identifiera och nyttja.

För bebyggelse som inte vetter direkt mot riskkällan bedöms ovanstående åtgärd ha en begränsad effekt. Detta eftersom framförliggande bebyggelse har en avskärmande effekt som ökar möjligheten att utrymma bakomliggande byggnader. Ny bebyggelse bedöms därför inte behöva omfatta krav på placering/utformning av utrymningsvägar.

Planbestämmelser för befintlig bebyggelse förutsätts bibehållas vid planändring.

6.3.2 Skydd mot spridning av gaser

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

- friskluftsintag för lokaler där personer vistas stadigvarande placeras mot en trygg sida, det vill säga bort från riskkällan.
- det på ett enkelt sätt kan stängas, av t.ex. fastighetsskötare eller brandförsvaret, genom exempelvis central nödavgängning

Ovanstående åtgärder 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 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 (t.ex. bort från vägen alternativt

på tak). Om ventilationssystemet utförs mekaniskt så kan det dessutom utformas så att det på ett enkelt sätt kan stängas av, genom exempelvis central nödavgångning.

Olycka med brännbara gaser innebär en 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.

Den befintliga byggnaden utmed Ulvsundavägen innebär en avskärmande barriär mot bakomliggande ny bebyggelse. Med hänsyn till de begränsade avstånden mellan riskkällan och planerad ny bebyggelse så rekommenderas dock att åtgärder för skydd mot gaser även utförs för ny bebyggelse trots befintlig framföriggande bebyggelse. Det föreslås att åtgärden anges som planbestämmelse som även omfattar ny bebyggelse, se vidare avsnitt 6.4.

6.3.3 Skydd mot brand

För att minska sannolikheten att en brand på intilliggande väg (olycka med brännbar gas och brandfarlig vätska) sprider sig in i kringliggande byggnader innan människor i byggnaden har hunnit utrymma kan fasader som vetter mot riskkällan utföras i material som begränsar risken för brandspridning in i byggnaden under den tid det tar att utrymma. Som ett riktvärde bör brandspridning begränsas i åtminstone 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.

Gällande detaljplan reglerar krav på åtgärder som skyddar mot brand för den befintliga hotellbyggnaden. Åtgärderna omfattar ytterväggar och fönster som vetter mot Ulvsundavägen samt gavlarna. Den nya detaljplanen behöver fortsatt reglera dessa åtgärder.

Den befintliga byggnaden utmed Ulvsundavägen innebär en avskärmande barriär mot bakomliggande ny bebyggelse. Trots de begränsade avstånden mellan riskkällan och planerad ny bebyggelse så bedöms den nya byggnaden vara skyddad mot studerade brandscenarier som kan inträffa på vägen. För bebyggelse som inte vetter direkt mot riskkällan bedöms brandtekniska fasadåtgärder därför ha en mycket begränsad effekt. Ny bebyggelse bedöms därför inte behöva omfatta krav på åtgärder som skydd mot brandspridning.

Planbestämmelser för befintlig bebyggelse förutsätts bibehållas vid planändring.

6.3.4 Skydd mot explosion

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

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

För att kunna reducera konsekvenserna av en massexplosion utan byggnadstekniska åtgärder krävs stora skyddsavstånd mellan bebyggelse och riskkälla.

Konsekvenserna kan även reduceras genom att konstruera byggnaderna med hänsyn till höga infallande 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. Att dimensionera byggnaders stommar innebär bland annat begränsning i byggmetod och materialval för ny bebyggelse samt är osäkert om det ens går att lösa i befintliga byggnader.

Ytterligare säkerhetshöjande åtgärder är att utföra fönster med härdat och/eller 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. Att dimensionera fönster så att de tål tryck kan innebära höga kostnader. Fönster som utförs med härdat och laminerat glas kostar ungefär lika mycket som vanliga glas och ger en skyddande effekt vid explosioner. Ovanstående åtgärdsalternativ innebär stor begränsning i byggmetod och materialval samt innebär stora kostnader.

Gällande detaljplan reglerar inte krav på åtgärder som skyddar mot explosion för den befintliga hotellbyggnaden.

Den befintliga byggnaden utmed Ulvsundavägen innebär en avskärmande barriär mot bakomliggande ny bebyggelse. Trots de begränsade avstånden mellan riskkällan och planerad ny bebyggelse så bedöms framförliggande byggnad skydda bakomliggande ny bebyggelse mot en relativt stor andel av potentiella explosionsscenarier förknippade med trafiken på Ulvsundavägen.

Den riskreducerande effekten av åtgärder som skyddar mot explosioner bedöms vara mycket begränsad. Med hänsyn till det begränsade riskbidraget bedöms det inte vara rimligt att ställa krav på åtgärder som skyddar mot explosion vid ny detaljplan.

6.4 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning

För att hantera identifierade risker och sänka risknivån i området rekommenderas att åtgärder vidtas vid exploatering utmed Ulvsundavägen. Gällande detaljplan [3] omfattar ett flertal skadereducerande åtgärder som syftar till att skydda den befintliga hotellbyggnaden mot olycka med farligt gods på Ulvsundavägen. Planbestämmelser för befintlig bebyggelse förutsätts bibehållas vid planändring.

Med anledning av risknivån föreslås säkerhetshöjande åtgärder även för ny bebyggelse. Rekommenderade åtgärder utgår från att befintlig byggnad utgör en avskärmande barriär mot Ulvsundavägen, vilket begränsar behovet av åtgärder för den planerade nya byggnaden.

För planerad ny markanvändning inom planområdets sydvästra del rekommenderas att följande åtgärder vidtas:

- Ny bebyggelse ska inte placeras närmare Tvärbanan än 12 meter (mätt från spårmittpunkt).
- Luftintag placeras in mot flygplatsen och i höjd med tak så att intagen så lite som möjligt exponeras mot en eventuell olycka på Ulvsundavägen.
- Ventilationsanläggningen utrustas med en central nödavstängningsfunktion.

6.4.1 Åtgärdernas riskreducerande effekt

Befintliga åtgärder för befintlig bebyggelse tillsammans med föreslagna tillkommande 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 och brandskyddstekniska åtgärder.
- Ökad möjlighet för personer att utrymma byggnader innan kritiska förhållanden uppstår inomhus till följd av en olycka på Ulvsundavägen genom att tillgodose utrymningsmöjligheter bort från vägen.

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

7. Slutsatser

Planområdet Trafikflyget 4 ligger i ett relativt utsatt läge främst med hänsyn till olycksrisker förknippade med transporter av farligt gods på intilliggande Ulvsundavägen. Planområdet angränsar dessutom till den pågående nya sträckningen av Tvärbanan samt Bromma flygplats.

Genomförd riskanalys av identifierade risker förknippade med aktuella riskkällor visar att olycksrisker förknippade främst med Ulvsundavägen påverkar risknivån inom det studerade planområdet både avseende individrisk och samhällsrisk. Av de olycksrisker som främst påverkar risknivån inom planområdet är det huvudsakligen transporter av brandfarliga vätskor och brännbara gaser som leder till en förhöjd samhällsrisknivå. Olycksrisker förknippade med övriga farligt godstransporter på Ulvsundavägen respektive övriga riskkällor bedöms ha en begränsad påverkan på risknivån inom planområdet. Ursparning och tågbrand på Tvärbanan behöver dock beaktas vid planering av ny bebyggelse.

Planerad ny bebyggelse inom planområdet understiger Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd till transportled för farligt gods. Med anledning av den höga risknivån samt aktuella avsteg från rekommenderade avstånd föreslås att säkerhetshöjande åtgärder vidtas i syfte att reducera "nettotillskottet" av oönskade händelser som avsteget medför.

I avsnitt 6.4 redovisas de åtgärder som rekommenderas för ny bebyggelse och vid förändrad markanvändning inom planområdet. För att säkerställa att åtgärderna vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser i kommande detaljplaner. Planbestämmelser för befintlig bebyggelse förutsätts bibehållas vid planändring.

Föreslagna åtgärder innebär en reduktion av samhällsrisken. Åtgärderna medför att planerad ny bebyggelse och markanvändning får en begränsad påverkan på samhällsrisken för det aktuella planområdet och dess omgivning.

8. Bilagor

BILAGA A – Frekvensberäkningar

BILAGA B – Konsekvensberäkningar

BILAGA C - Riskberäkningar

9. Referenser

- [1] Länsstyrelsens i Stockholms län, "01FS 2022:20 – Länsstyrelsens i Stockholms läns kungörelse om sammanställning av rekommenderade vägar och lokala trafikföreskrifter för transporter av farligt gods i Stockholms län; (dnr 4451-83460-2021)," maj 2022.
- [2] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Fakta 2016:4," Länsstyrelsen i Stockholms län, Stockholm, 2016.
- [3] Stadsbyggnadskontoret Stockholms stad, "Detaljplan för fastigheten Trafikflyget 4 mm inom stadsdelen Riksby i Stockholm, Dp 2002-08518-5, Laga kraft 2003-04-15".
- [4] Stadsbyggnadskontoret Stockholms stad, "Startpromemoria för Program för stadsutveckling på Bromma flygplats i stadsdelen Riksby (Bostäder, arbetsplatser, infrastruktur mm) - Dnr 2023-18680," 2024-01-19.
- [5] Stadsbyggnadskontoret Stockholms stad, "Startpromemoria för planläggning av Betongblandaren 10 m fl. i stadsdelen Mariehäll (grundskola, 700 bostäder och förskola), Dnr 2017-11601," 2018-11-19.
- [6] Stadsbyggnadskontoret Stockholms stad, "Startpromemoria för planläggning av Södra Solvallastaden i stadsdelen Bällsta (ca 2000 bostäder, verksamheter, hotell, skola och förskolor), Dnr 2018-09912," 2019-02-21.
- [7] Stadsbyggnadskontoret Stockholms stad, "Detaljplan för fastigheterna Enigheten 25 och 26 m.fl. i stadsdelen Mariehäll i Stockholm, Dp 2020-09402-54 (Antagandehandling)," 2023-11-23.
- [8] Tyréns, "PM Buller, vibrationer, stömljud – Tvärbana Kistagrenen Norra Ulvsunda-Helenelund, Rapport R01-259135 Rev 01," 2016-03-30.
- [9] Trafikverket, "Prognos för persontrafiken 2040 - Trafikverkets Basprognoser 2020-06-15," 2020.
- [10] Trafikverket, "Prognos för godstransporter 2040 – Trafikverkets Basprognoser 2020, 2020-06-15," 2020.
- [11] Trafikverket, "Trafikuppräkningsstal för EVA och manuella beräkningar 2014-2040-2060, daterad 2018-04-01," 2018.

- [12] Bengt Dahlgren AB, "Riskbedömning för ny detaljplan - Bromstensgluggen, Stockholms stad," 2022-05-16.
- [13] MSB, "ADR-S 2023 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2022:4," Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Karlstad, 2022.
- [14] Statens Räddningsverket, "Kartläggning av farligt godstransporter september 2006," 2007.
- [15] WSP, "Analyser av transporter med farligt gods, mätningar utförda i Stockholm under maj och oktober 2015," 2016.
- [16] Trafikanalys, "Statistikrapporter från Trafikanalys: Lastbilstrafik 2019 (Rapportnr 2020:14); Lastbilstrafik 2020 (Rapportnr 2021:14); Lastbilstrafik 2021 (Rapportnr 2022:16); Lastbilstrafik 2022 (Rapportnr 2023:15), Lastbilstrafik 2023 (Rapportnr 2024:14)".
- [17] "01TFS 2016:28 – Länsstyrelsens i Stockholms läns lokala trafikföreskrifter om transport av farligt gods i del av Norra länken (tunnelkategorisering), Stockholms och Solnas kommuner; (dnr 258-17552-2015)," juni 2016.
- [18] Swedavia, "Statistik över antal landningar respektive passagerare per flygplats år 2009-2023," 2024-10-02. [Online]. Available: www.swedavia.se.
- [19] WSP, "Riskbedömning - Detaljplan för Riksby 1:13 m.fl. vid Linta gårdsväg," 2022-11-22.
- [20] Stadsbyggnadskontoret Stockholms stad, "Detaljplan för Tvärbanan Kistagrenen - Sträckan vid Solvalla, Dp 2017-17192-5, Laga kraft 2020-01-31".
- [21] Transportstyrelsen, "Säkerhetsöversikt - Luftfart 2022".
- [22] Transportstyrelsen, "Statistik över flygtid och landningar 2013-2023," 2024-10-02. [Online]. Available: www.transportstyrelsen.se.
- [23] Trafikanalys, "Statistikrapporter Luftfart 2007-2023".
- [24] Brandskyddslaget AB, "PM Risk och Säkerhet – Fördjupad utredning Tvärbanan Kistagrenen, Underlagshandling till detaljplan daterad 2017-01-13 (Utgåva 5)".
- [25] International Union of Railways, "Structures built over railway lines – Construction requirements in the track zone (UIC Code 777-2 R), 2nd edition," International Union of Railways, 2002.
- [26] PIARC Committee of Road Tunnels, "Fire and Smoke Control in Road Tunnels, 1999".
- [27] Statens Räddningsverk, Det Norske Veritas, "Värdering av risk," 1997.
- [28] Stadsbyggnadskontoret Stockholms stad, "Detaljplan för fastigheten Trafikflyget 1, 3, 5 mm inom stadsdelen Riksby i Stockholm, Dp 1998-05733-54, Laga kraft 2004-05-27".

Bilaga A - Frekvensberäkningar**Uppdragsnamn**

Trafikflyget 4, Stockholms stad

Uppdragsgivare

Archus

Uppdragsnummer

511649

Datum

2025-11-14

Handläggare

Erik Hall Midholm

Egenkontroll

EMM 2025-11-14

Internkontroll

LSS 2024-10-04

1. Inledning

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för bebyggelse inom det studerade planområdet Trafikflyget 4 i Bromma.

Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka förknippas med trafik på intilliggande Ulvsundavägen (primär transportled för farligt gods):

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

Frekvensberäkningarna har utförts utifrån trafiksiffror för prognosår 2045.

1.1 Metodik

I detta avsnitt beräknas frekvensen för trafikolycka på aktuella farligt godsleder som 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 Vägverkets (numera Trafikverket) rapport "Fördjupning – Riskanalys vald vägsträcka" /1/.

Först beräknas den totala förväntade frekvensen för en trafikolycka där farligt godstransport är inblandad utifrån följande ekvation (vilket utgår från ekvationen som redovisas i /1/):

$$O_{FaGo} = N \times L \times Q \times F \times 365 \times 10^{-6}$$

där

O_{fago} = Olycksfrekvens för trafikolycka med farligt godstransport inblandad per år

N = Antal transporter skyltade med farligt gods per dygn

L = Aktuell vägsträcka (1 km)

Q = Olyckskvot (antal trafikolyckor per 10^6 fordonskm)

F = Antal fordon inblandade per olycka

Beräkningarna kommer att utgå från indata som redovisas i avsnitt 2.

/1/ Fördjupning – Riskanalys vald vägsträcka. Vägverket publikation 2005:55, datum 2005-05

2. Indata Ulvsundavägen

Det studerade planområdet ligger utmed farligt godsleden Ulvsundavägen längs ca 130 meter. Olycksfrekvenserna kommer att beräknas för en 1 km lång vägsträcka.

I tabell A.1 redovisas indata som använts i frekvensberäkningarna. Trafiksiffrorna utgör prognossiffror för år 2045.

Tabell A.1. Förutsättningar för Ulvsundavägen – Indata till frekvensberäkningar.

Faktor	Beskrivning	Kommentar
Vägsträcka (km):	1	
Bebyggelsemiljö:	Tätort	
Hastighetsbegränsning (km/h):	60	
Gatu-/Vägtyp:	Mötesfri väg / Motorled	
Årsmedeldygnstrafik (per dygn):	64 700	Se Avsnitt 3. Riskinventering i huvudrapport.
Andel tung trafik (%):	ca 10 %	Se Avsnitt 3. Riskinventering i huvudrapport.
Farligt godsled:	Primär	
Andel av tung trafik som rymmer farligt gods (%):	0,9 %	Se Avsnitt 3. Riskinventering i huvudrapport.
Antal farligt godstransporter (per dygn):	56	Se Avsnitt 3. Riskinventering i huvudrapport.
Q = Olyckskvot (trafikolycka per 10 ⁶ fkm):	0,8	Indata hämtas från Tabell A i /1/ och härleds till aktuell gatu/vägtyp och hastighetsgräns.
F = Antal fordon per olycka:	1,8	Indata hämtas från bilaga 1 i /1/: <i>F = 1,8 i tätort</i> <i>F = 1,5 på landsbygd</i>
Sannolikhet för medelstort eller stort utsläpp givet olycka – tunnväggig tank:	0,070	Indata hämtas från Tabell A i /1/ och härleds till aktuell gatu/vägtyp och hastighetsgräns.
Sannolikhet för medelstort eller stort utsläpp givet olycka – tjockväggig vagn	0,0015	Indata hämtas från Tabell A i /1/ och härleds till aktuell gatu/vägtyp och hastighetsgräns.

I tabell 3.2 i huvudrapporten redovisas den uppskattade fördelningen mellan respektive farligt godsclasser på Ulvsundavägen.

2.1 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.

I en fördjupad analys om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5 som FOI utförde i samband med intunnlingen av Norra stationsområdet i Stockholm /2/ redovisas en sammanställning av orsaker till fordonsbränder och olyckskvoter för fordonsbrand p.g.a. trafikolycka utifrån en kartläggning av olika utredningar.

Kartläggningen visar på att ca 1,5-2 % av bränder i fordon sker på grund av trafikolycka (uppgifter hämtade från Räddningsverkets sammanställningar av svensk statistik över räddningsinsatser).

Vidare kan det utläsas att ur kartläggningen att antal bränder av betydelse för lastbilar med farligt gods (uppgifter hämtade från Räddningsverkets rapport "Räddningsinsatser i vägtunnlar") är 0,2 bränder per 10 miljoner fordonskm. Olyckskvoten för bränder där farligt gods varit involverat är 0,03 bränder per 10 miljoner fordonskm, d.v.s. ca 15 % av fallen.

Enligt tabell A.1 är olyckskvoten för trafikolycka för aktuella vägsträckor 0,8 olyckor per miljon fordonskm på Ulvsundavägen.

Utifrån ovanstående värden så uppskattas sannolikheten för brand i fordon p.g.a. kollision givet en trafikolycka med farligt gods till:

$$\frac{2,0 \% \times 0,2 \times 10^{-7}}{0,8 \times 10^{-6}} = 0,0005 = 0,05 \%$$

3. Resultat frekvensberäkningar

3.1 Trafikolycka

Frekvensen för trafikolycka på aktuella vägsträckor beräknas utifrån schablon-olyckskvoter enligt /1/ med hänsyn till aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning (se tabell A.1).

Beräkning av antal förväntade fordonsolyckor görs enligt ekvationen i avsnitt 1.1, vilket kan användas både för total trafik och för t.ex. tung trafik eller enstaka farligt godsklasser.

Frekvensen för trafikolycka beräknas utifrån trafiksiffror på aktuella vägsträckor utifrån trafiksiffror för prognosår 2045 (se tabell A.1). Frekvensen beräknas för total trafik på en **1 km vägsträcka**:

O (Antal förväntade olyckor)	<u>Ulvsundavägen</u>
- O _{totalt}	34,0 per år
- O _{tung trafik}	3,3 per år
- O _{fago}	3,0 x 10 ⁻² per år

3.2 Trafikolycka med farligt gods

Den förväntade frekvensen för en trafikolycka där farligt godstransport redovisas ovan.

Vid vidare frekvensberäkningar antas det att sannolikheten för trafikolycka är oberoende av vilken last som ryms i lastbilen, d.v.s. sannolikheten för att en farligt godstransport är inblandad i en olycka är direkt kopplad till hur stor andel av det totala antalet transporter som rymmer farligt gods. Fördelningen av olyckor mellan de olika klasserna antas därmed vara densamma som andelen av respektive klass enligt tabell 3.3 i huvudrapporten.

I tabell A.2 redovisas den beräknade frekvensen för trafikolycka med farligt gods på respektive farligt godsled för prognosår 2045.

/2/ FOI Memo 2774 – Om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5, FOI, 2009-04-20

Tabell A.2. Beräknad olycksfrekvens per farligt godsklass på studerad vägsträcka för prognosår 2045.

Scenario	Olycka med farligt godstransport [per år]	
	Andel	Frekvens
Klass 1	0,8%	2,3E-04
Klass 2	27,2%	8,1E-03
klass 3	39,7%	1,2E-02
klass 4	3,4%	1,0E-03
Klass 5	5,1%	1,5E-03
Klass 6	4,4%	1,3E-03
Klass 7	0,1%	1,6E-05
klass 8	15,2%	4,5E-03
klass 9	4,3%	1,3E-03
Totalt		3,0E-02

3.2.1 Klass 1. Explosiva ämnen

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 (se avsnitt 2.2.3). I de fortsatta beräkningarna antas det konservativt att riskgrupp 1.1 utgör 100 % av alla vägtransporter med explosiva ämnen.

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 /3/. Hur stor andel av transporter med explosivämnen som rymmer stora mängder 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 /4/. 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 avsnitt inom länet. Transittransporterna rymmer troligtvis maximala transportmängder, d.v.s. 16 ton massexplosivämnen per transport. Resterande transporter transporteras till avsnitt inom länet och rymmer troligtvis mindre mängder explosivämnen.
- Utifrån de uppgifter som erhållits i kartläggningen som utförts i projektet Norra Stationsområdet antas följande fördelning på Ulvsundavägen:

/3/ ADR-S 2023 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2022:3, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2023

/4/ Samrådsunderlag avseende omledningsvägnät för explosiva ADR-S transporter – Intunnling av Norra Station, WSP, 2008-11-14

- < 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 %

Vid en olycka med transport av ämnen ur riskgrupp 1.1 kan en masseexplosion uppstå antingen till följd av stora påkänningar eller till följd av brand som sprids till lasten.

I Bilaga 102 till Trafikverkets "TRVINFRA-00233 – Krav med Rådtext" /5/ redovisas ingångsvärden som kan användas för frekvensberäkning av bl.a. masseexplosion i vägtransport med RID-klass 1. Olyckskvoten för en stor masseexplosion (> 100 kg) i samband med järnvägstransport av RID-klass 1 anges till 2×10^{-10} per tonkm.

Olyckskvoten utgår från de mängder explosivämnen som transporteras på väg inom EU under perioden 1995-2010 utan att det har dokumenterats någon stor explosion i olyckor med klass 1-transporter. Mellan 1995 och 2010 har det inom EU transporterats i genomsnitt 400 miljoner tonkm klass 1 per år, vilket motsvarar ca 6×10^9 tonkm ($15 \text{ år} \times 400 \times 10^6 \text{ tonkm/år}$) utan stor explosion. Detta innebär att sannolikheten för att en olycka ska inträffa kan sägas underskrida $1 / 6 \times 10^9 = 1,67 \times 10^{-10}$ per tonkm. Olyckskvoten avrundas i /5/ till 2×10^{-10} per tonkm.

Prognostiserade antal farligt godstransporter och andel explosivämnen på aktuell farligt godsled år 2045 enligt tabell 3.2 och tabell 3.3 i huvudrapporten samt antagna fördelningar mellan mängder per transport enligt ovan skulle innebära följande totala transportmängd ADR-klass 1:

$$\begin{aligned} &158 \text{ farligt godstransport klass 1} \\ &\quad \times (0,5 \text{ ton} \times 85\% + 2 \text{ ton} \times 10\% + 4 \text{ ton} \times 5\% + 16 \text{ ton} \times 0,3\%) \\ &= 135,6 \text{ ton per år} \end{aligned}$$

För en studerad sträcka på 1,0 km ger detta följande transportarbete RID-klass 1:

$$135,6 \text{ ton per år} \times 1,0 \text{ km} = 135,6 \text{ tonkm per år}$$

Den sammanlagda olycksfrekvensen för stor masseexplosion (> 100 kg) blir då:

$$135,6 \text{ tonkm/år} \times 2 \times 10^{-10} \text{ olyckor/tonkm} = 2,7 \times 10^{-8} \text{ per år}$$

Enligt tabell A.2 är frekvensen för trafikolycka med klass 1 på den studerade sträckan (1 km) $2,3 \times 10^{-4}$ per år. Frekvensen för olycka med riskgrupp 1.1 blir då $100\% \times 2,3 \times 10^{-4} = 2,3 \times 10^{-4}$ per år.

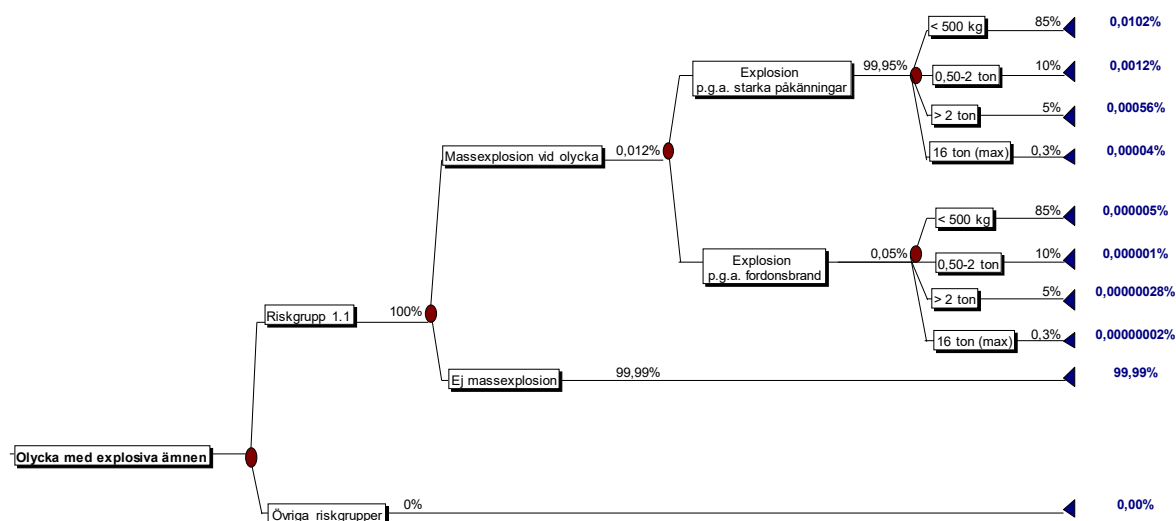
Sannolikheten för en stor masseexplosion givet trafikolycka med transport av RID-klass 1.1 beräknas då utifrån förutsättningarna för Ulvsundavägen till:

$$\frac{2,7 \times 10^{-8}}{2,3 \times 10^{-4}} = 0,00012 = 0,012\%$$

Det antas att sannolikheten för stor masseexplosion är jämnt fördelad över de två orsakerna stora påkänningar vid trafikolycka respektive fordonsbrand som sprids till lasten. Det som skiljer dessa händelseförlopp är tidsintervallet. En masseexplosion p.g.a. starka påkänningar uppskattas ske momentant eller mycket kort efter själva händelsen. En masseexplosion p.g.a. fordonsbrand antas däremot vara fördröjd eftersom det kommer att krävas en omfattande brand för att påverka lasten så den exploderar. Tidsintervallet innebär att konsekvenserna av olycksscenarioet bedöms kunna variera.

/5/ TRVINFRA-00233 Krav med rådtext Tunnelbyggande version 1.0, Trafikverket 2021-01-11

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.3.



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

Tabell A.3. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen på studerad vägsträcka för prognosår 2045.

Scenario	Frekvens (per år)
Olycka med explosivämne (klass 1)	2,3E-04
Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)	
< 500 kg	2,3E-08
- P.g.a. starka påkänningar	2,3E-08
- P.g.a. fordonsbrand	1,2E-11
500-2 000 kg	2,7E-09
- P.g.a. starka påkänningar	2,7E-09
- P.g.a. fordonsbrand	1,4E-12
> 2 000 kg	1,3E-09
- P.g.a. starka påkänningar	1,3E-09
- P.g.a. fordonsbrand	6,4E-13
16 000 kg (max tillåten mängd)	8,1E-11
- P.g.a. starka påkänningar	8,1E-11
- P.g.a. fordonsbrand	4,1E-14

3.2.2 Klass 2. Gaser

Gaser (klass 2) delas in i följande undergrupper:

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

Gaser ur klass 2.2 utgör sådana gaser som normalt inte orsakar personskador vid utsläpp mer än i det direkta närområdet. Därför beaktas inte transporter av dessa gaser i riskanalysen.

Den nationella statistiken från Trafikanalys redovisar inte fördelningen mellan undergrupperna. I MSB:s kartläggning från år 2006 redovisas däremot klass 2 uppdelad i de tre undergrupperna /6/. Transportmängderna på Ulvsundavägen går inte att utläsa i den kartläggningen. Utifrån statistiken för övriga de farligt godsleder som redovisas i kartläggningen så består dock den allra största andelen av gastransporterna i Stockholmsregionen av klass 2.2, ca 88 %. Klass 2.1 utgör ca 12 % av gastransporterna. En mycket liten andel, ca 0,2 %, utgör klass 2.3.

Fördelningen mellan undergrupperna i klass 2 bedöms ha justerats i Stockholmsregionen sedan MSB:s kartläggning 2006. 2015 genomfördes mätningar av antalet farligt godsfordon vid 15 mätpunkter i Stockholm som visar på en ökad andel brännbara gaser /7/. Giftiga gaser utgjorde dock fortfarande en mycket låg andel av registrerade transporter. Statistiken från kameradetektionen för närmaste mätpunkt vid Tranebergsbron redovisar enbart brännbara gaser (klass 2.1) och inerta gaser (klass 2.2) med en intern fördelning på ca 75 % respektive 25 %.

För att inte underskatta risken avseende olycka med transport av giftiga gaser så kommer det att antas att en begränsad del av gaserna ändå utgörs giftiga gaser. I de fortsatta beräkningarna så antas följande fördelning mellan undergrupperna på Ulvsundavägen:

- Klass 2.1: 75 %
- Klass 2.2: 23 %
- Klass 2.3: < 2 %

Sannolikheten för läckage av farligt gods till följd av trafikolycka varierar beroende på om godset transporteras i en tunn- eller tjockväggig vagn. Gaser transporteras vanligtvis tryckkondenserade i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. Sannolikheten för utsläpp är då mycket låg. Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för medelstort eller stort utsläpp till följd av en trafikolycka med farligt godstransport vid tjockväggig behållare är 0,15 % för Ulvsundavägen, se tabell A.1 /1/.

I MSB:s rapport "Farligt gods – riskbedömning vid transport" /8/ anges en fördelning mellan olika läckagestorlekar enligt nedan:

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

Skadeområdet vid litet utsläpp (oavsett antändning) begränsas till närområdet runt olycksplatsen och har därmed ingen påverkan på risknivån inom planområdet. Litet utsläpp omfattas därför inte av frekvensberäkningarna. Fördelningen mellan medelstort och stort läckage antas utifrån ovanstående siffror:

-
- /6/ Kartläggning av vägtransporter med farligt gods i Sverige under september 2006, Statens räddningsverk, 2007 (www.msb.se)
 - /7/ Analyser av transporter med farligt gods, mätningar utförda i Stockholm under maj och oktober 2015, WSP, 2016-04-27
 - /8/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

- Medelstort läckage: $20,8 \% / (20,8\%+16,7\%) = 55,5 \%$
- Stort läckage: $16,7 \% / (20,8\%+16,7\%) = 44,5 \%$

För **brännbara gaser** i bulktransport kan följande scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

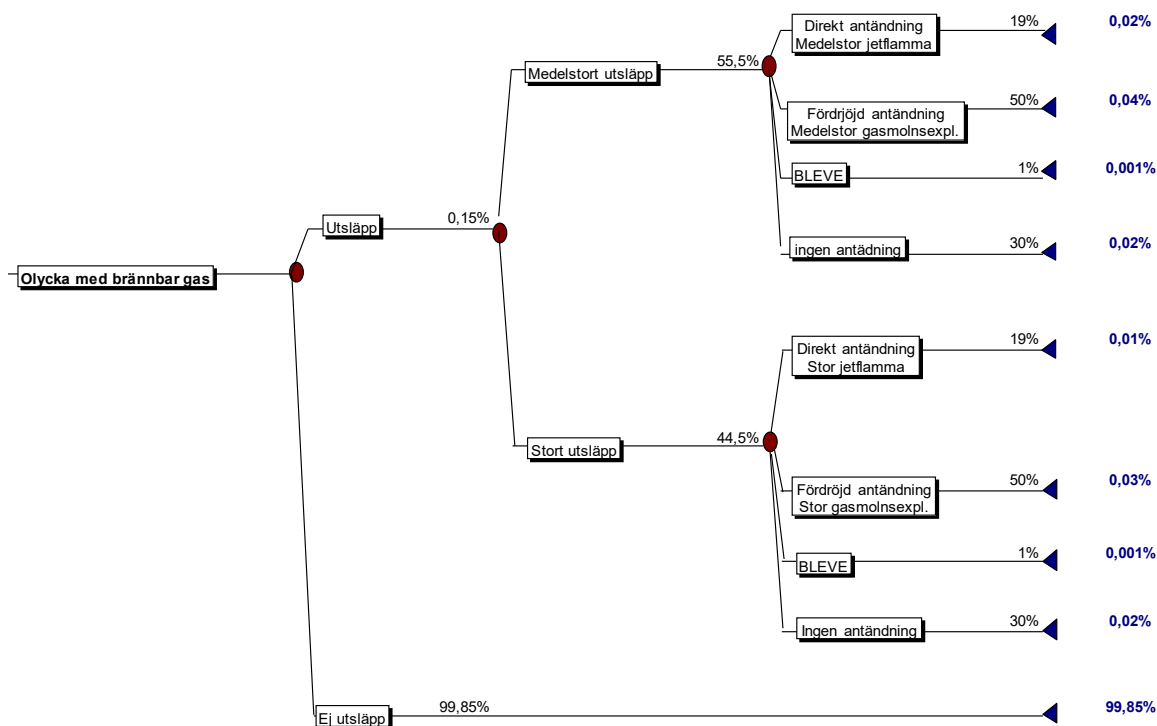
- Omedelbar antändning av läckande gas (jetflamma/pölbrand)
- Fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck (gasmolnsexplosion/gasmolnsbrand)
- Tank utsätts för en utbredd brand under en längre tid (*BLEVE = Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion*)

Fördelningen mellan antändningstyper och följdscenarier enligt ovan är beroende av utsläppsstorleken. Fördelningen varierar mellan olika riskkällor. För utsläpp vid trafikolycka används följande fördelningar som utgör en sammanvägning av olika riskkällor som redovisas i /9/:

- ingen antändning: 30 %
- omedelbar antändning: 19 %
- fördröjd antändning: 50 %
- BLEVE: 1 %

Figur A.2 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av brännbara gaser. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.4.

/9/ Skyddsavstånd till transportleder för farligt gods – Översiktlig riskanalys av transporter med farligt gods på väg och järnväg i Borås stad, Wuz risk consultancy AB, daterad 2016-12-19



Figur A.2. Händelsetråd över olycka med transport av brännbar gas (klass 2.1).

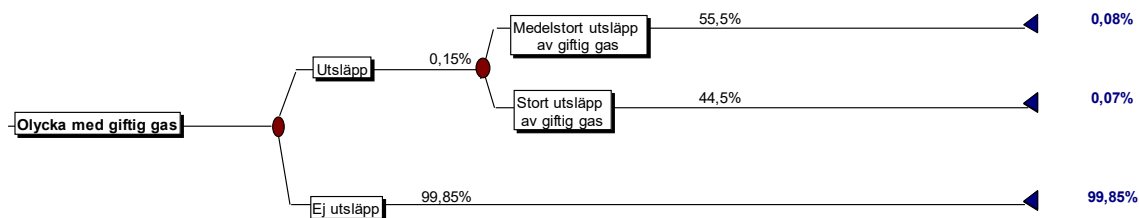
Tabell A.4. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av brännbar gas på studerad vägsträcka för prognosår 2045.

Scenario	Frekvens [per år]
Olycka med gas (klass 2)	8,1E-03
Olycka med brännbar gas (klass 2.1 = 75%)	6,1E-03
Medelstor jetflamma	9,6E-07
Medelstor gasmolnsexplosion	2,5E-06
Stor jetflamma	7,7E-07
Stor gasmolnsexplosion	2,0E-06
BLEVE	9,1E-08

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

Skadeområdet vid litet utsläpp begränsas till närområdet runt olycksplatsen och har därmed ingen påverkan på risknivån inom planområdet. Litet utsläpp omfattas därför inte av frekvensberäkningarna.

Sannolikhet för utsläpp och fördelning mellan utsläppsstorlek motsvarar förutsättningarna som redovisas ovan. Figur A.3 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av giftiga gaser. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.5.



Figur A.3. Händelsetråd olycka med transport av giftig gas (klass 2.3).

Tabell A.5. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av giftig gas på studerade vägsträckor för prognosår 2045.

Scenario	Frekvens [per år]
Olycka med gas (klass 2)	8,1E-03
Olycka med giftig gas (klass 2.3 < 2%)	1,6E-04
Medelstort utsläpp giftig gas	1,3E-07
Stort utsläpp giftig gas	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 väsketransporter rymmer klass 1-vätskor, d.v.s. vätskorna har en låg flampunkt som innebär en hög sannolikhet för antändning.

Brandfarliga vätskor transporteras i regel i tunnväggiga tankbilar. Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för medelstort eller stort utsläpp till följd av en trafikolycka med farligt godstransport vid tunnväggig behållare är 7 % för Ulvsundavägen, se tabell A.1 /1/.

I "Farligt gods – riskbedömning vid transport" /8/ anges en fördelning mellan olika läckagestorlekar enligt nedan för tankbilar med släp:

- Litet läckage: 25 %
- Medelstort läckage: 25 %
- Stort läckage: 50 %

Skadeområdet vid ett litet utsläpp begränsas normalt till närområdet runt olycksplatsen och har därmed ingen påverkan på risknivån inom planområdet. Litet utsläpp omfattas därför inte av frekvensberäkningarna. Fördelningen mellan medelstort och stort läckage antas utifrån ovanstående siffror:

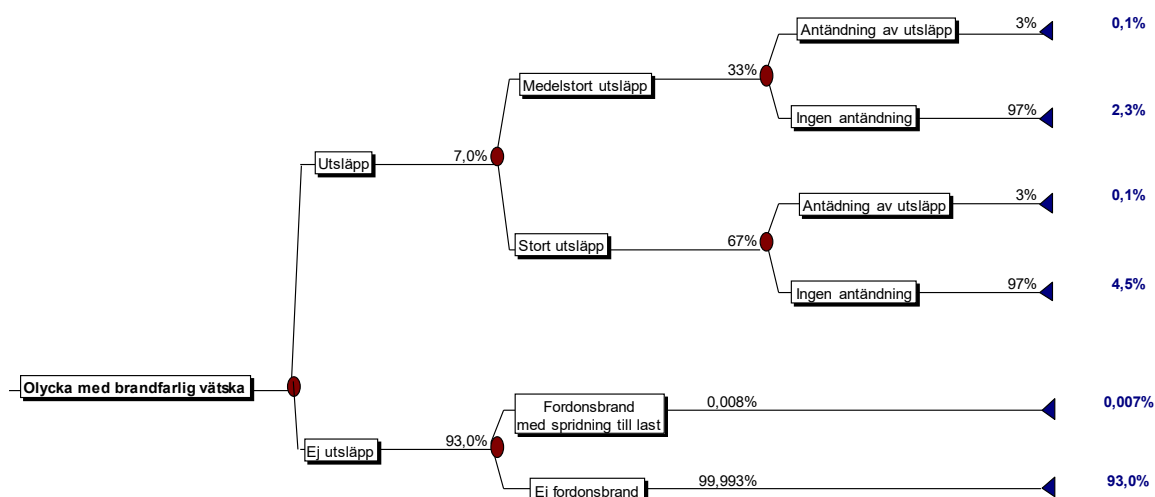
- Medelstort läckage: $25 \% / (25 \% + 50 \%) = 33,3 \%$
- Stort läckage: $50 / (25 \% + 50 \%) = 66,7 \%$

Sannolikheten klass 1-vätskor antänds vid utsläpp till följd av en trafikolycka antas vara ca 3 % /8, 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 avsnitt 2.1 uppskattas sannolikheten för brand i fordon p.g.a. kollision givet en trafikolycka med farligt godstransport till 0,05 %. Vidare så är andelen av fordonsbränder i fordon med farligt gods där farligt gods varit involverat ca 15 %. Detta ger en sannolikhet för fordonsbrand där farligt gods varit involverat på $0,05 \% \times 15 \% = 0,008 \%$.

Figur A.4 redovisar ett händelse-träd över följdscenarier vid en olycka med transport av brandfarliga vätskor. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.6.

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



Figur A.4. Händelsetråd olycka med transport av brandfarlig vätska (klass 3).

Tabell A.6. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av brandfarlig vätska på studerad vägsträcka för prognosår 2045.

Scenario	Frekvens [per år]
Olycka med brandfarlig vätska (klass 3)	1,2E-02
Medelstor pölbrand	8,2E-06
Stor pölbrand	1,6E-05
Tankbilsbrand	8,2E-07

3.2.4 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Enligt regelverket ADR-S /3/ 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 kolekivalent), utom när det utgör beståndsdel i ett ämne eller föremål i klass 1 (explosiva ämnen). Andelen av de organiska peroxiderna som bedöms kunna självantända explosionsartat vid brand eller vid kontakt med organiskt material antas därför vara mycket begränsad.

En stor del av den transporterade mängden klass 5 – varor som är förknippade med explosionspotential efter förorening – är ammoniumnitrat som utgör ett fast oxiderande ämne (nyttjas vid framställning av sprängämne/emulsionsmatris samt konstgödsel).

I de allmänna råden till Sprängämnesinspektionens föreskrifter (SÄIFS 1995:6) om hantering av ammoniumnitrat tydliggörs följande:

Ammoniumnitrat kan under vissa omständigheter detonera men ett brandförlopp tillsammans med brännbara material ligger närmare till hands. Där man med någorlunda säkerhet kunnat fastställa detonationsorsak har förorening, temperaturökning och inneslutning samverkat. Nämnade faktorer har inte var för sig, vid försök, kunnat åstadkomma detonation.

I de fortsatta beräkningarna antas det konservativt att 100 % av den totala mängden klass 5 som transporteras på den aktuella vägsträckan utgör ämnen som kan självantända explosionsartat vid brand eller vid förorening med brännbart material.

Händelseträdsanalysen för olycka med klass 5 kommer att följa den metodik som redovisas i den analys om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5 som FOI utförde i samband med intunningen av Norra stationsområdet i Stockholm /2/.

I avsnitt 2.1 anges att sannolikheten för brand i fordon p.g.a. kollision givet en trafikolycka med farligt godstransport är 0,05 %. Vidare så är andelen av fordonsbränder i fordon med farligt gods där farligt gods varit involverat ca 15 %.

Oxiderande ämnen transporteras i regel i tunnväggiga tankbilar. Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för medelstort eller stort utsläpp till följd av en trafikolycka med farligt godstransport vid tunnväggig behållare är 7 % för Ulvsundavägen, se tabell A.1 /1/. Sannolikheten för utsläpp bedöms dock vara högre givet att kollisionen lett till brand i fordon, varför sannolikheten för utsläpp av klass 5 och/eller brandspridning till lasten ansätts till 15 % baserat på andelen av fordonsbränder i fordon med farligt gods där det farliga godset varit involverat.

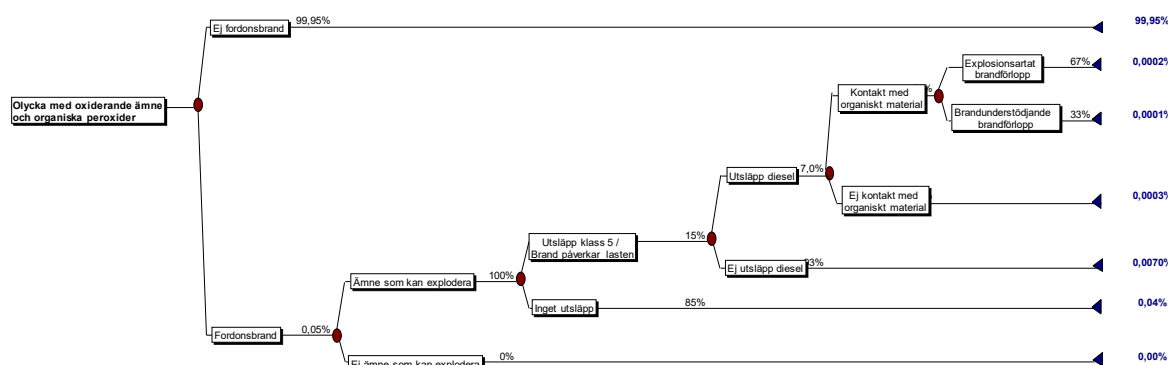
För att en stor mängd explosiv blandning ska uppstå krävs dock blandning med relativt omfattande mängd brännbart material, vilket exempelvis kan uppstå p.g.a. utsläpp av diesel. Det finns ingen tillgänglig data för hur ofta bränsletankar går sönder vid en trafikolycka. Sannolikheten för ett betydande utsläpp av diesel p.g.a. trafikolyckan uppskattas utifrån sannolikheten för utsläpp från tunnväggig behållare till 9,5 % utifrån ovanstående uppgifter.

Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska förorenas med brännbart material så att det bildas en omfattande blandning antas konservativt till 50 % givet att det skett utsläpp av diesel.

Förbränningen antas kunna leda till explosionsartade brandförlopp alternativt till en kraftig brand där det utläckta godset fungerar brandunderstödjande. Sannolikheten för att förbränningen leder till explosionsartat brandförlopp uppskattas till högst 2/3 och i övriga fall antas det utläckta godset fungera brandunderstödjande så att brandförloppet motsvarar en mycket stor brand.

Skadeområdet vid en fordonsbrand begränsas normalt till närområdet runt olycksplatsen och har därmed ingen påverkan på risknivån inom planområdet. En olycka med klass 5 som leder till en mycket stor brand omfattas därför inte av frekvensberäkningarna.

Figur A.5 redovisar ett händelseträd 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.5. Händelseträd 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 på studerad vägsträcka för prognosår 2045.

Scenario	Frekvens [per år]
Olycka med oxiderande ämne (klass 5)	1,5E-03
Explosionsartat brandförlopp vid självantändning	2,6E-09
Brandunderstödjande brandförlopp (motsvarande stor lastbilsbrand)	1,3E-09

Bilaga B - Konsekvensberäkningar

Uppdragsnamn

Trafikflyget 4, Stockholms stad

Uppdragsgivare

Archus

Uppdragsnummer

511649

Datum

205-11-14

Handläggare

Erik Hall Midholm

Egenkontroll

EMM 2025-11-14

Internkontroll

LSS 2024-10-04

1. Inledning

I denna bilaga beräknas konsekvenserna av de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom det studerade planområdet Trafikflyget 4 i Bromma.

Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka förknippas med trafik på intilliggande Ulvsundavägen (primär transportled för farligt gods):

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

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

I riskanalysen används riskmåten *individrisk* och *samhällrisk*. Med hänsyn till detta består konsekvensberäkningarna av beräkning av skadeavstånd/-område (avsnitt 2) respektive beräkning/bedömning av antal omkomna till följd av respektive olycksrisk (avsnitt 3).

2. Beräkning av skadeavstånd/-områden

2.1 Olycka med farligt godsklass 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 kringliggande områden utmed respektive riskkälla.

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 MSB:s rapport *Luftstöt våg /1/*. Risken för att byggnadsdelar eller hela byggnader rasar till följd av en explosion beror på huruvida explosionens maximala övertryck (P_+) och impulstäthet (I_+) överstiger en byggnadsdels karaktäristiska tryck (P_c) och impuls (I_c). För att byggnadsdelen ej ska rasa så ska följande ekvation uppfyllas:

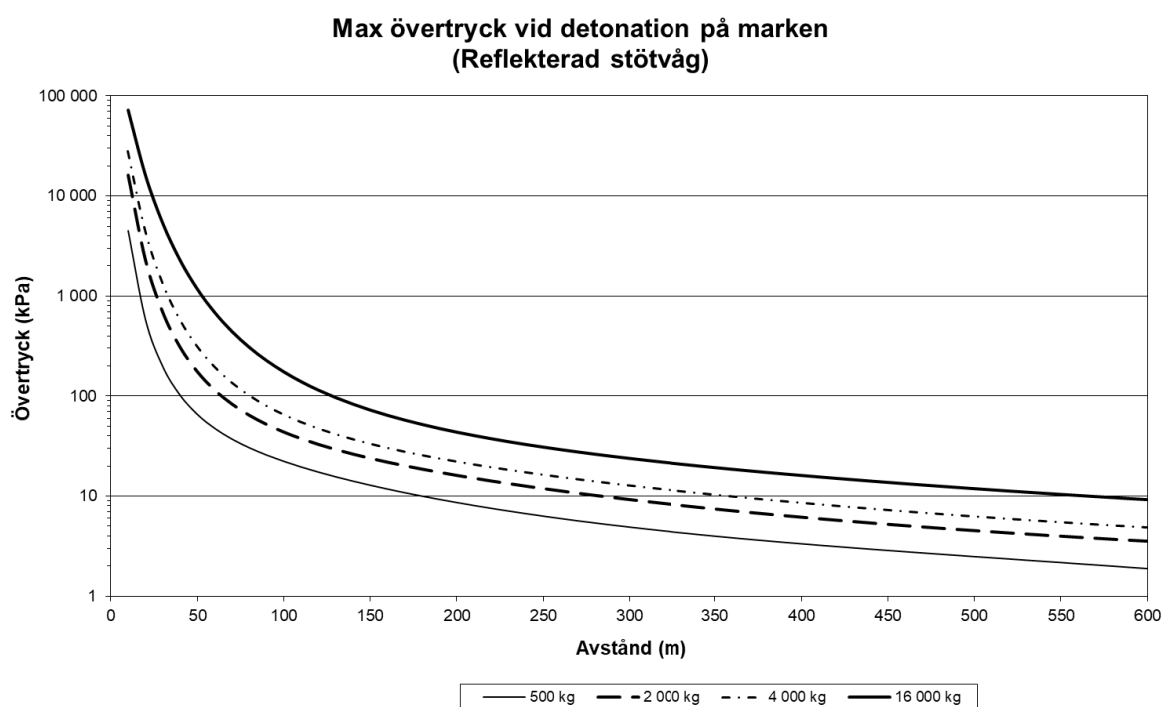
$$I_c/I_+ + P_c/P_+ \geq 1$$

Konsekvensberäkningarna utgår från beräkningar av maximalt övertryck (P_+), impulstäthet (I_+) samt varaktighet (t_+) för de studerade explosionsscenarierna. I Figur B.1 och B.2 redovisas beräkningar avseende tryck respektive impulstäthet som en funktion av avståndet från explosionen. Respektive explosionsscenario förutsätts inträffa på eller nära marken, vilket för en detonation av X kg motsvarar en detonation av 1,8·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:

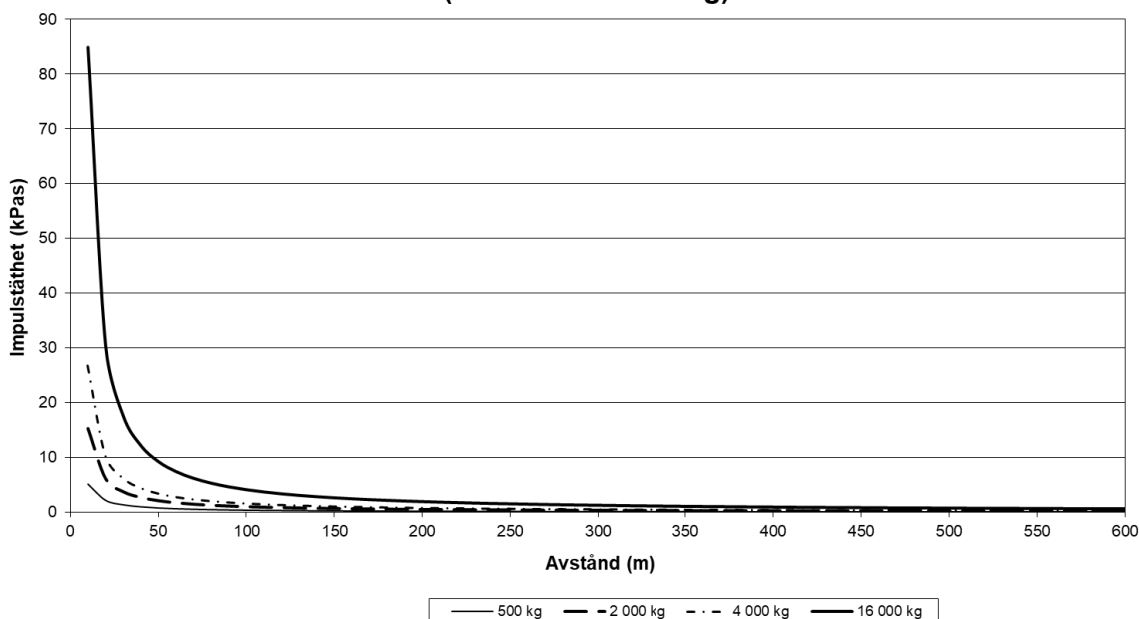
$$t_+ = \frac{2 \times I_+}{P_+}$$



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

/1/ Luftstöt våg, Morgan Johansson (Reinertsen Sverige AB), MSB, senast reviderad 2012

Impulstäthet vid detonation på marken (Reflekterad stötvåg)



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

2.1.2 Bedömningskriterier

Inomhus: Enligt ovan beror konsekvenserna inomhus på explosionens maximala övertryck (P_+) och impulstäthet (I_+) i förhållande till byggnadsdelarnas karakteristiska tryck (P_c) och impuls (I_c), se ekvationen ovan. I tabell B.1 anges karakteristiska tryck (P_c) respektive impulstäthet (I_c) för olika byggnadsdelar beroende på byggnadsstrategi och bärighet /2/.

Tabell B.1. Karakteristiska 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 tvärväggar 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.1 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.

/2/ Konsekvenser vid explosioner – kompendium framtaget i samband med FOAs kurs explosivämneskunskap, FOA, Rickard Forsén 1999-09-03 (Bearbetat av Stefan Olsson 2001-09-16)

Det uppskattas grovt att den första byggnaden medför att trycket och impulstätheten mot nästföljande byggnad reduceras med upp till ca 50 % i förhållande till vad som anges i figur B.1 respektive figur B.2. Detta beaktas i de fortsatta konsekvensberäkningarna avseende skadeområden och uppskattat antal omkomna.

Sannolikheten för att omkomma inomhus är beroende av antalet våningsplan i byggnaden och ökar med ökande våningsantal. I konsekvensberäkningarna kommer det uppskattas grovt att 100 % 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 /3/:

- | | | | |
|----------------|---------|----------------|---------|
| • 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 ovan 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.

Beräkning/bedömning av skadeavstånden avseende skyddad bebyggelse utgår från planerad bebyggelse för det aktuella planområdet med hänsyn till avstånd mellan riskkälla och närmaste bebyggelse. För skadescenarier där skadeavståndet för oskyddad bebyggelse understiger avståndet mellan riskkälla och bebyggelse görs exempelvis ingen reduktion av skadeavstånden för skyddad bebyggelse.

/3/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – metoder för bedömning av risker, FOA, september 1997

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

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	
		Oskyddad bebyggelse	Skyddad bebyggelse
< 500 kg massexplosion	100 % <i>inomhus</i>	20	15
	15 % <i>inomhus</i>	70	35
	10 % <i>utomhus</i>	20	15
500–2 000 kg massexplosion	100 % <i>inomhus</i>	30	20
	15 % <i>inomhus</i>	150	75
	25 % <i>utomhus</i>	30	20
>2000 kg massexplosion	100 % <i>inomhus</i>	50	25
	15 % <i>inomhus</i>	200	100
	50 % <i>utomhus</i>	50	25
16000 kg massexplosion	100 % <i>inomhus</i>	70	35
	15 % <i>inomhus</i>	350	175
	100 % <i>utomhus</i>	70	35

2.2 Olycka med farligt godsklass 2.1 Brännbara gaser

2.2.1 Metodik

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

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

För ovanstående skadescenarier har utsläppssimuleringar gjorts med simuleringsprogrammet **Gasol** för att avgöra storleken på de områden inom vilka personer kan förväntas omkomma.

Utsläppssimuleringarna har utförts utifrån följande förutsättningar:

- Tankbil med total mängd ca 25 ton tryckkondenserad gas

Nedan redovisas den indata som anges i **Gasol** med avseende på tankutformning, väder etc.

- | | |
|--|---------------------------------|
| • Lagringstemp.: 15°C | • Tankdiameter: 2 m |
| • Lagringstryck: 7 bar övertryck vid 15°C | • Tanklängd: 18 m |
| • Lufttryck: 760 mmHg | • Tankfyllnadsgrad: 80 % |
| • Väder: 15°C, 50 % relativ fuktighet, dag och klart | • Tankens tomma vikt: 50 000 kg |

- Omgivning: Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)
- Designtryck: 15 bar övertryck
- Bristningstryck: 4 x designtrycket

Enligt händelsetråd i bilaga A så delas skadescenarierna jetflamma (direkt antändning) respektive gasmolnexplosion (fördröjd antändning) upp i medelstort respektive stort utsläpp.

Avseende olycka på väg har skadescenarierna jetflamma respektive gasmolnexplosion simulerats för följande utsläppsstorlekar /4/:

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

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

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

BLEVE simuleras utifrån förutsättningen att hela tanken inkluderas i explosionen, d.v.s. 25 ton brännbar gas.

2.2.2 Bedömningskriterier

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

Utomhus: I tabell B.6 redovisas skadeområden där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a-3:e gradens brännskada. Enligt /3/ är sannolikheten att omkomma vid 2:a gradens brännskador ca 15 %. I riskberäkningarna uppskattas det grovt att ca 50 % av de människor som vistas inom belyst skadeområde enligt tabell B.6 riskerar att omkomma.

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. För jetflamma uppskattas det 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-3:e gradens brännskada. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvärdig brand sprids in i byggnaden omkommer.

För gasmolnexplosion och BLEVE bedöms sannolikheten för brandspridning vara låg med hänsyn till kortvariga brandförlopp. Konsekvenser inomhus kan dock uppstå p.g.a. tryckpåverkan. Utifrån detta uppskattas grovt att 5 % av personer som befinner sig inomhus inom belyst skadezon enligt tabell B.3 förväntas omkomma.

2.2.3 Resultat

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

/4/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

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

Vid tät bebyggelsestruktur så reducerar byggnaderna skadeavståndet och påverkan på bakomliggande byggnader relativt mycket. Med aktuell bebyggelsestruktur enligt avsnitt 3 bedöms reducera skadeavståndet (längden) för respektive scenario med upp till 75 % i förhållande till vad som redovisas i **Gasol**. I tabellen redovisas därför även skadeavstånden vid framförliggande skyddande bebyggelse.

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

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)			
		Oskyddad bebyggelse		Skyddad bebyggelse	
		bredd	längd	bredd	längd
Medelstor jetflamma 0,9 kg/s gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	15	15	15	15
Medelstor gasmolnsexplosion 0,9 kg/s gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	50	70	50	20
Stor jetflamma 17,8 kg/s gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	60	55	60	20
Stor gasmolnsexplosion 17,8 kg/s gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	215	185	215	50
BLEVE 25 ton gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	440	220	440	55

2.3 Olycka med farligt godsklass 2.3 Giftiga gaser

2.3.1 Metodik

För olycksscenario utsläpp av giftig gas beräknas storleken på det område där koncentrationen av den giftiga gasen antas var dödlig (inomhus och utomhus) med simuleringsprogrammet **Spridning i Luft 1.2**.

Avseende olycka på väg utförs simuleringarna för tryckkondenserad ammoniak, vilket är en av de giftigaste gaserna som transporteras i större tankar på vägar i Sverige. Giftigare gaser, som t.ex. klor transporteras normalt i begränsade mängder på väg, medan de större transporterarna går på järnväg. Utsläppssimuleringarna har utförts för tankbil rymmandes ca 24 ton ammoniak.

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

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

Enligt händelsetråd i bilaga A så delas utsläpp med giftig gas upp i medelstort respektive stort utsläpp. Avseende olycka på väg har följande utsläppsstorlekar simulerats, vilka är fördefinierade i **Spridning i Luft 1.2**:

- Medelstort utsläpp (brott på rör): 10 kg/s
- Stort utsläpp (stor punktering): 85 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 konservativt att ventilationsintagen för samtlig bebyggelse är placerade högst 3 meter över marken.

2.3.2 Bedömningskriterier

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

2.3.3 Resultat

I tabell B.4 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario.

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

Föreslagen bebyggelsestruktur med en förtätning av bebyggelsen i direkt anslutning till riskkällorna bedöms ha en avskärmade effekt som reducerar skadeavståndet (längden) för respektive scenario, med upp till ca 50 % i förhållande till vad som redovisas i **Spridning i Luft 1.2**. Detta kommer att beaktas vid beräkning av antal omkomna.

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

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)			
		Inomhus		Utomhus	
		bredd	längd	bredd	längd
Medelstort utsläpp 10 kg/s ammoniak	100%	0	0	20	30
	50%	10	20	30	60
	5%	20	35	50	90
Stort utsläpp 85 kg/s ammoniak	100%	10	10	100	160
	50%	25	55	130	225
	5%	40	100	150	275

2.4 Olycka med farligt godsklass 3. Brandfarliga vätskor

2.4.1 Metodik

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

- Medelstor pölbrand: 200 m²
- Stor pölbrand: 400 m²
- Tankbilsbrand ca 300 MW /5/ (antas grovt motsvara stor pölbrand, exkl. pölradié)

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/:

$$H_f = 0.23 \cdot \dot{Q}^{2/5} - 1,02D$$

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

Utfallande strålning (I₀) – Den utfallande strålningen (kW/m²) är beroende av pölbrandens diameter. Upp till en viss pölstorlek ökar strålningen från flammen, 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/:

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

Synfaktor (F) – Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se Figur 3.3). Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill.

Synfaktorn $F_{1,2}$ mellan flammen 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:

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

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

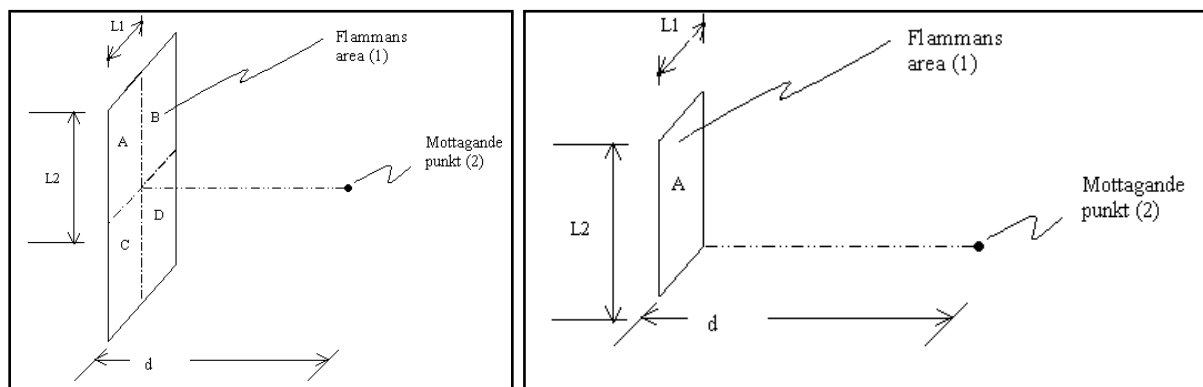
/7/ Enclosure Fire Dynamics, Karlsson & Quintiere, 2000

/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

$$F_{A1,2} = \int_0^{A_1} \frac{\cos \theta_1 \cos \theta_2}{\pi d^2} \cdot dA_1 \quad \text{där}$$

$\theta_1 = \theta_2 =$ infallande vinkel (d.v.s. 0) och $A_1 = L_1 \times L_2$ enligt Figur B.3.



Figur B.3. Synfaktor.

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

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

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

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

$$I = F \times I_0$$

Beräkningarna utgår konservativt från att strålningen fritt kan spridas mot planområdet.

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

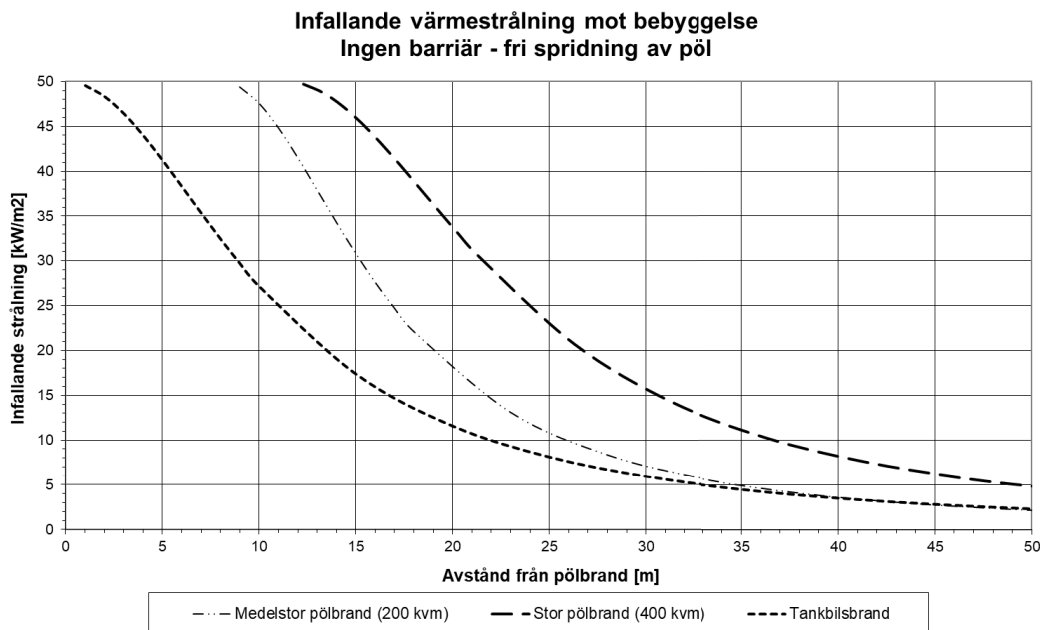
Tabell B.5. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flamhöjd samt utfallande värmestrålning.

Scenario	Brinnande yta A_F (m^2)	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter D_F (m)	Flamhöjd H_f (m)	Utfallande strålning I_0 (kW/m^2)
Medelstor pölbrand	200	200 000	16,0	16,0	42,8
Stor pölbrand	400	400 000	22,6	22,6	37,7
Tankbilsbrand	300	300 000	19,5	19,5	40,0

Strålningen har beräknats på halva flammans höjd. Enligt Tabell B.5 sjunker den utfallande strålningen med pölbrandens storlek. För att inte underskatta den infallande värmestrålningen så kommer de fortsatta strålningsberäkningarna att utgå från ett konservativt värde på den utfallande strålningen på 50 kW/m^2 för samtliga brandscenarier.

I Figur B.4 redovisas den infallande strålningen som funktion av avståndet från branden. I figuren beaktas även pölens radie.

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



Figur B.4. Infallande strålning som funktion av avståndet från pölbrand respektive tankbilsbrand.

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.6 redovisas exempel på strålningsnivåer och vilka skador dessa kan medföra avseende personskada respektive brandspridning. Enligt avsnitt 2.2.2 uppskattas att ca 15 % av de som får 2:a gradens brännskador kan omkomma.

Tabell B.6. Effekter av olika strålningsnivåer /3,6/.

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.6 har i Tabell B.7 omvandlats till en uppskattad andel omkomna beroende på strålningsnivå för personer som befinner sig utomhus.

Tabell B.7. Uppskattad sannolikhet för oskyddad person utomhus att omkomma som funktion av strålningsnivån vid pölbrand.

Strålningsnivå	Andel omkomna
10 kW/m ²	5 %
60 kW/m ²	15 %
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.6 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 % 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.8 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario utifrån redovisade förutsättningar.

Tabell B.8. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
Medelstor pölbrand	5 % <u>inomhus</u>	22
	100 % <u>utomhus</u>	13
	15 % <u>utomhus</u>	22
	5 % <u>utomhus</u>	25
Stor pölbrand	5 % <u>inomhus</u>	30
	100 % <u>utomhus</u>	18
	15 % <u>utomhus</u>	30
	5 % <u>utomhus</u>	36
Tankbilsbrand	5 % <u>inomhus</u>	17
	100 % <u>utomhus</u>	7
	15 % <u>utomhus</u>	17
	5 % <u>utomhus</u>	22

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 godsclass 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). Enligt den analys om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5 som FOI utförde i samband med intunnlingen av Norra stationsområdet i Stockholm /11/ kan en optimal blandning motsvara en massexplosion på upp till ca 4 ton trotyl.

Konsekvensberäkningarna för detta skadescenario följer den metodik som redovisas i avsnitt 2.1 och skadeavståndet motsvarar var som redovisas i avsnitt 2.1.3.

För de olycksscenarioer där explosion inte inträffar kan klass 5-ämnet ändå vara brandunderstödjande och innebära ett mycket kraftigt brandförlopp. Ett brandunderstödjande brandförlopp vid olycka med klass 5 antas motsvara en tankbilsbrand med brandfarlig vätska, se avsnitt 2.4.

2.5.2 Bedömningskriterier

Se avsnitt 2.1.2 (explosionsartat brandförlopp) respektive avsnitt 2.4.2 (brand).

2.5.3 Resultat

I tabell B.9 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario med ämne ur klass 5.

Tabell B.9. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarioer vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	
		Oskyddad bebyggelse	Skyddad bebyggelse
Explosionsartat brandförlopp med blandning av bränsle (motsvarande 4 000 kg ekvivalent trotyl)	100 % inomhus	50	50
	15 % inomhus	200	100
	100 % utomhus	50	40
Brandunderstödjande brandförlopp (motsvarande tankbilsbrand med klass 3)	5% inomhus	17	17
	100% utomhus	7	7
	50% utomhus	17	17
	5% utomhus	22	22

/11/ FOI Memo 2774 – Om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5, FOI, 2009-04-20

3. Beräkning av antal omkomna

3.1 Förutsättningar

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

- Det område som kommer att studeras omfattar både aktuellt planområde samt dess omgivning. Konsekvenserna har beräknats för nollalternativet utan ny bebyggelse inom planområdet respektive för planförslaget med föreslagen ny bebyggelse.
- Figur B.5 visar det aktuella planområdet som studeras i denna utredning samt dess närmaste omgivning. Frekvensberäkningarna i bilaga A omfattar en 1 km lång sträcka av Ulvsundavägen. Konsekvensberäkningarna kommer att avgränsas till att studera respektive olycksscenario där de förväntas innebära så stora konsekvenser som möjligt för det studerade planområdet. Detta innebär att olyckan förutsätts inträffa mitt för planområdet där avståndet till respektive riskkälla är som kortast, se markering i figur B.5).
- Det område som beaktas i konsekvensberäkningarna motsvarar det maximala skadeområdet för aktuella skadescenarier (ca 300 meter radie kring riskkällan med hänsyn till skyddad bebyggelse).



Figur B.5. Översiktsbild över området Riksby i Bromma (planområdet är rödmarkerat).

Vit cirkel visar ungefärligt maximalt påverkansområde för studerade olycksscenarioer, ca 300 meter.

3.1.1 Planerad exploatering inom planområdet Trafikflyget 4

Det aktuella planområdet har en yta på ca 5 000 m².

Befintlig bebyggelse: Inom planområdet finns befintlig bebyggelse i form av en fem våningar hög hotellbyggnad utmed Ulvsundavägen, se figur B.5 och figur B.6. Befintlig byggnad ligger ca 5 meter från Ulvsundavägen och omfattar ca 8 000 m² ljus BTA och rymmer ca 200 hotellrum samt ca 15 mötesrum i varierande storlek. I övrigt består fastigheten av markparkering.

Vidtagna åtgärder: Den befintliga byggnaden byggdes 1946 och nyttjades som kontor. Gällande detaljplan är från 2003 och upprättades för att medge omvandling av kontorsbyggnaden till att inrymma hotell /12/. Gällande detaljplan tydliggör att vid ändrad användning till hotell skall följande skadereducerande åtgärder utföras som skydd mot farligt gods-olyckor på Ulvsundavägen:

- Fasader och fönsterpartier mot Ulvsundavägen och på gavlar vinkelräta mot Ulvsundavägen skall byggas om så att lägst brandklass E 60 erhålls. I fasad mot Ulvsundavägen skall fönsterglasen på plan 1, 2, 3 och 4 reducera strålningen med minst 65 %. Högre upp och på gavlar skall glasen reducera strålning med minst 50 %.

Fönster i takfall mot Ulvsundavägen utförs i härdat eller laminerat glas. Fönster mot Ulvsundavägen och på gavlar utförs ej öppningsbara annat än för underhåll och med foder av obrännbart material.

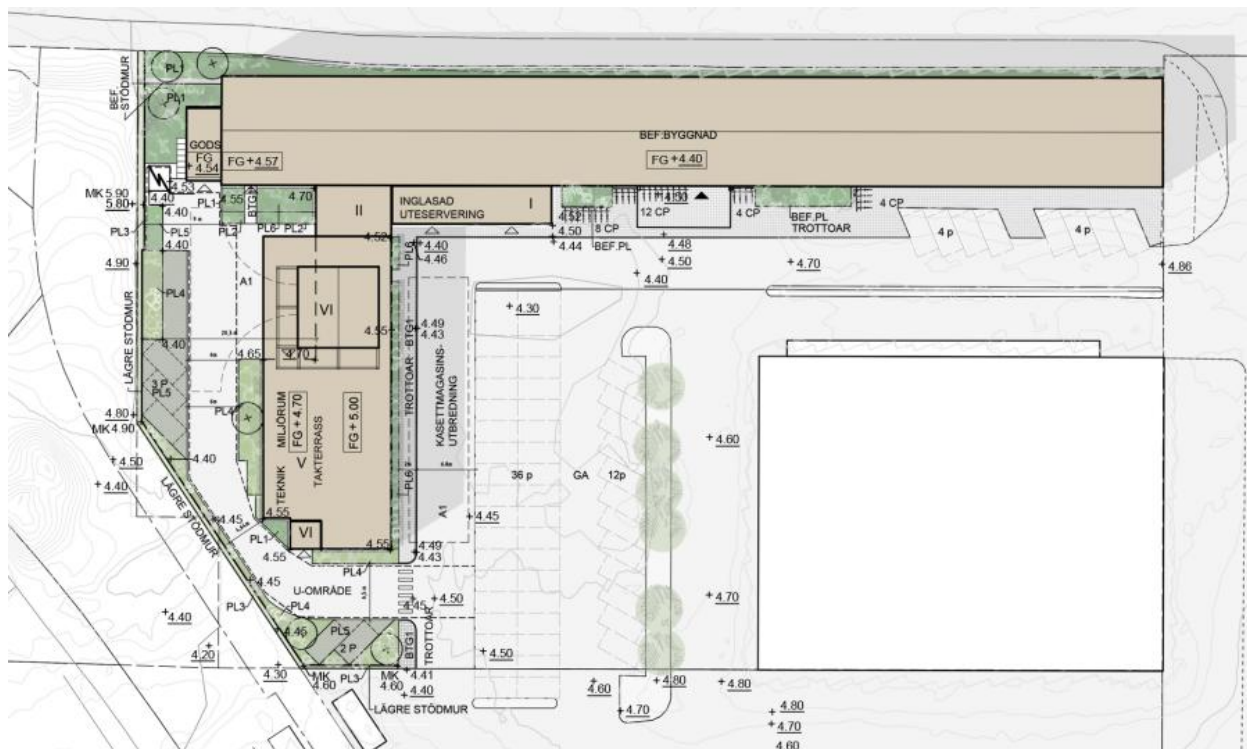
- Tak mot Ulvsundavägen utförs med plåt på obrännbart material.
- Takfot mot Ulvsundavägen utförs i EI 60 och så att brand inte kan tränga in i luftspalt.
- Fasadernas goda statiska konstruktion beaktas vid ombyggnadsarbetena så att inga onödiga försvagningar utförs.
- Utrymningsvägar som exponeras mot Ulvsundavägen skall flyttas till andra sidan byggnaden (söder).
- Befintliga dagvattenledningar som går under byggnaden åtgärdas så att inte brännbara vätskor från farligt gods-olyckor kan ansamlas i ledningarna under byggnaden.
- I den nya verksamheten i form av Hotellfastigheten installeras sprinkler av typen "Total sprinkling" enl. SBF:120:s reglemente.
- Luftintag placeras in mot flygplatsen och i höjd med tak så att intagen så lite som möjligt exponeras mot en eventuell olycka på Ulvsundavägen.
- Ventilationsanläggningen utrustas med en central nödavstängningsfunktion.
- Marken mellan huset och Ulvsundavägen skall ges en lutning från huset så att inte farligt godsutsläpp i form av vätskor kan ansamlas mot huset.

Gällande detaljplan omfattar dessutom krav på säkerställande av att lastbil inte kör in i byggnadens fasad längs Ulvsundavägen genom att ett avbärräcke monteras mellan byggnad och körbana, minst 3 meter från fasaden. Räcket skall uppfylla kraven för kapacitetsklass H2 enligt SS-EN 1317-1 och SS-EN 1317-2. Toppfölgarens överkant skall vara minst 1 200 mm över vägbeläggningens överkant.

/12/ Detaljplan för fastigheten Trafikflyget 4 mm inom stadsdelen Riksby i Stockholm, Dp 2002-08518-5, Stadsbyggnadskontoret Stockholms stad, Laga kraft 2003-04-15

Ny bebyggelse: Planförslaget syftar till att möjliggöra en ny byggnad med lokaler för kontors- och hotellverksamhet på fastigheten Trafikflyget 4. Den nya byggnaden ska möjliggöra publika lokaler som tillför stadskvaliteter samt en samlad avfallshantering för hotellet. Den nya byggnaden är tänkt mellan befintlig hotellbyggnad och Bromma flygplats, vilket innebär att den är förhållandevis skyddad från Ulvsundavägen. Se figur B.6.

Förslaget omfattar en byggnad med 6 våningar med lokaler för hotellverksamhet. Den nya byggnaden omfattar ca 90 nya hotellrum.



Figur B.6. Förslag situationsplan Trafikflyget 4. (Archus, Situationsplan daterad 2025-11-11).

3.1.2 Kringliggande bebyggelse

Enligt avsnitt 3.1 studeras ett område med ca 300 meters radie kring Ulvsundavägen, vilket motsvarar det maximala skadeområdet för aktuella skadescenarier, se markering i figur B.5.

På samma sida om Ulvsundavägen som planområdet ligger handelsplatsen Bromma blocks österut. Totalt har handelsplatsen en sammanlagd bruttototalarea på ca 45 000 m² BTA handel och kontor. Inom det studerade området på 300 meter runt Ulvsundavägen som markeras i figur B.5 bedöms rymma ca 45 % av den totala BTA:n, d.v.s. ca 20 000 m² BTA. Byggnaderna ligger ca 10 meter från Ulvsundavägen.

Ytorna väster om planområdet är obebyggda. Observera att byggnaderna som visas i figur B.4 är rivna för att bl.a. ge plats för utbyggnaden av Tvärbanan.

Inom det studerade området norr om Ulvsundavägen som markeras i figur B.5 ligger ca 100 bostadstomter. Närmaste villatomt ligger ca 20 meter från Ulvsundavägen.

Vidtagna åtgärder: Detaljplanen för handelsplatsen Bromma Blocks är från 2004 /13/ och omfattar krav på omfattande skadereducerande åtgärder för att minska riskerna från farligt godstrafiken på Ulvsundavägen:

/13/ Detaljplan för fastigheten Trafikflyget 1, 3, 5 mm inom stadsdelen Riksby i Stockholm, Dp 1998-05733-54, Stockholms stadsbyggnadskontor, Laga kraft 2004-05-27

- För säkerställande av att lastbil inte kör in i byggnad skall avbärräcke monteras mellan byggnad och Ulvsundavägens körbana.
- Utrunnen brännbar vätska vid olycka på Ulvsundavägen skall förhindras rinna mot bebyggelsen genom speciella åtgärder.
- Nya länkbyggnader mellan hangarerna får inte byggas närmare Ulvsundavägen än 25 meter om inte brandklassade fönster eller tät obrännbar vägg används.
- Eventuella fönster i nya länkbyggnader förses med laminerat glas.
- Markområdet mellan nya länkbyggnader och Ulvsundavägen utformas så att det inte uppmundrar till utevistelse, alternativt uppförs barriär/skärm som skydd mot värmestrålning från t.ex. pölbrand på Ulvsundavägen.
- Markområdet mellan nya inlastningsplatser och Ulvsundavägen ska förses med barriär/skärm som skydd mot värmestrålning från t.ex. pölbrand på Ulvsundavägen.
- Fönster i befintliga lågdelar utförs enligt något av nedanstående alternativ:
 - o Fönstren ersätts med hel obrännbar vägg (fönster kan muras igen från insidan).
 - o Etablering av brandklassat glas E 30 (laminerat) i kombination med sprinkler i byggnaden.
 - o Skärm som skyddar mot strålning etableras mellan Ulvsundavägen och byggnaderna.

3.1.3 Sammanställning förväntat personantal

Som underlag till konsekvensberäkningarna görs en bedömning av hur stort antal personer som kan förväntas vistas inom det studerade området. Både ny bebyggelse inom planområdet samt kringliggande bebyggelse bedöms kunna innebära att antalet personer kan variera relativt kraftigt mellan olika tidpunkter på dygnet.

För att kunna bedöma hur stort antal personer som befinner sig inom respektive skadeområde så görs grova uppskattningar av antal personer inom planområdet och omgivningen. Uppskattningarna utgår från en kartläggning av omgivande verksamheter inom ca 300 meter från planområdet, information kring planerad ny bebyggelse inom planområdet samt antaganden kring persontätheter beroende av verksamhet.

Persontätheten inom det studerade området varierar stort över dygnet. Det skulle kunna identifieras ett otal olika förutsättningar som i sin tur påverkar antalet personer som kan omkomma vid de studerade olycksriskerna, bl.a. utifrån vardags- eller helgdagn, tid på dygnet m.m.

Enligt BBR /14/ ska dimensioneringen av utrymningsvägar för lokaler och verksamheter utgå från en genomsnittlig persontäthet på 0,5 personer per m² nettoarea. Motsvarande värde för kontor är 0,1 personer per m² nettoarea. Vid beräkning av totalt personantal inom en byggnad utifrån BTA behöver avdrag dock göras för allmänna utrymmen och utrymmen utan stadigvarande vistelse (t.ex. lager, förråd, teknikutrymmen, korridorer och trapphus m.m.). Det antas mycket grovt att persontätheten per BTA är ca 2/3 av ovanstående värden.

För hotell finns inget värde på dimensionerande persontäthet. Personantalet kommer att uppskattas utifrån antalet hotellrum samt övriga verksamheter. För hotellet uppskattas persontätheten utifrån antal tillgängliga rum, med ett genomsnitt på 2 boende per rum. Med hänsyn till tillgängliga mötesrum m.m. så antas detta personantal kunna uppnås både dagtid och nattetid.

/14/ Boverkets byggregler BFS 2011:6 med ändringar t.o.m. BFS 2020:4 (BBR 29).

Inte heller för bostäder finns något värde på dimensionerande persontäthet. Det antas grovt 1 person per 30 m² BTA. Detta motsvarar i genomsnitt 3-4 personer per bostad.

Det bör observeras att ovanstående schablonvärden ger mycket höga personantal inom planområdet. De dimensionerande persontätheterna avser dimensionering av en byggnads utrymnings säkerhet, vilket innebär att de utgör maximal personbelastning. Så höga persontätheter bedöms uppstå vid relativt begränsade tillfällen och det är mycket konservativt att förutsätta detta som genomsnittliga persontätheter inom hela bebyggelsen samtidigt.

Föreslagen bebyggelse som beskrivs i avsnitt 3.1.1 med utbyggnad av hotellverksamheten skulle då motsvara följande vid full beläggning inom planområdet:

Befintlig bebyggelse:	202 rum x 2 pers/rum	=	404 personer
Ny bebyggelse:	89 rum x 2 pers/rum	=	178 personer

Inom kringliggande områden på motsvarande sida om Ulvsundavägen uppskattas persontätheten vara avsevärt högre och inom det studerade områden bedöms så upp till ca 7 000 personer vistas vid full beläggning (ca 20 000 m² BTA handel) inom en radie av ca 300 meter. På motstående sida om Ulvsundavägen är persontätheten avsevärt lägre och inom befintlig bostadsbebyggelse uppskattas ca 300 personer.

Det skulle kunna identifieras ett otal olika förutsättningar som i sin tur påverkar antalet personer som kan omkomma vid de studerade olycksriskerna kopplat till tid på dygnet och personbelastning av respektive bebyggelse. Enligt avsnitt 3.1 beräknas konsekvenserna för respektive olycksscenario där de bedöms innebära så stora konsekvenser som möjligt för det studerade planområdet.

Beräkningarna avgränsas vidare till tre scenarier, nämligen:

- **Dagtid (kl 08-22)** – 100 % beläggning inom hotell (konferens, restaurang mm) inom planområde samt ca 50 % beläggning inom handel och verksamheter respektive bostäder i omgivningen. Ca 10 % antas vistas utomhus.
- **Natttid (kl 22-08)** – 100 % beläggning inom hotell (hotellrum) inom planområdet samt bostadsområden i omgivningen. 0 % inom handel och verksamheter i omgivningen. Ca 5 % antas vistas utomhus.
- **"Fullsatt område"** – Full beläggning inom all bebyggelse (hotell, handel, verksamheter och bostäder). Bedöms kunna förekomma under begränsade perioder i samband med större helger. Ca 20 % antas vistas utomhus.

I tabell B.10 redovisas en sammanställning av förutsatta personantal inom det studerade området, uppdelat på planområde respektive kringliggande bebyggelse.

Tabell B.10. Uppskattning av personantal inom planområde och kringliggande bebyggelse (inom 300 meters radie, se figur B.5).

Område	Uppskattat personantal		
	Normaldygn - dag	Normaldygn - natt	Fullsatt område
Planområde – Nollalternativ (ca 8 000 m ² BTA hotell/kontor)			
<i>Inomhus</i>	ca 360	Ca 380	Ca 320
<i>Utomhus</i>	40	20	80
Planområde – Planförslag (ca 10 700 m ² BTA hotell/kontor)			
<i>Inomhus</i>	Ca 520	Ca 550	Ca 460
<i>Utomhus</i>	60	30	120
Kringliggande områden söder om Ulvsundavägen ca 20 000 m ² handel			
<i>Inomhus</i>	3 240	0	5 760
<i>Utomhus</i>	360	0	1 440
Kringliggande områden norr om Ulvsundavägen ca 100 bostadshus			
<i>Inomhus</i>	135	285	240
<i>Utomhus</i>	15	15	60

3.1.4 Effekt av vidtagna säkerhetshöjande åtgärder

Enligt avsnitt 3.1.1 och 3.1.2 så omfattar gällande detaljplaner för planområdet samt delar av kringliggande områden av planbestämmelser som innebär säkerhetshöjande restriktioner och åtgärder för befintlig bebyggelse. Åtgärderna har konsekvensreducerande effekter av vissa av de skadescenarier som har studerats.

I beräkning av antal omkomna för befintlig bebyggelse antas att åtgärderna har följande konsekvensreducerande effekter:

Planering och placering av ny bebyggelse samt markanvändning:

- Inom planområdet är ytorna mellan bebyggelse och Ulvsundavägen utformade så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Inom Bromma blocks är markområdet närmast Ulvsundavägen utformade så att det inte uppmuntrar till utevistelse, alternativt utförda med barriär/skärm som skydd mot värmestrålning från t.ex. pölbrand på Ulvsundavägen.

Åtgärden reducerar antalet omkomna utomhus för olycksrisker med skadeavstånd som understiger dessa avstånd samt reducerar antalet omkomna utomhus för övriga olycksrisker. Åtgärdsförslaget har beaktats i riskberäkningarna, bl.a. genom att ange att persontätheten inom delar av de obebyggda ytorna närmast riskkällorna har ansatts som mycket låg med hänsyn till aktuell markanvändning närmast vägen. Att reglera åtgärden genom planbestämmelse bedöms ytterligare reducera sannolikheten för att personer vistas inom området mellan ny bebyggelse och riskkällor. Det antas grovt att åtgärderna, i kombination med den planerade utformningen av ytorna reducerar antalet omkomna utomhus i planområdet med minst 50 % vid olycka med brandfarliga väskor. För skadescenarier med

stora skadeavstånd, som massexplosion, stor gasmolnsexplosion och BLEVE samt stort utsläpp giftig gas uppskattas den reducerande effekten blir mindre, uppskattningsvis högst 25 %.

Byggnadstekniska åtgärder:

Allmänt om utformning av ny bebyggelse

- Bebyggelse närmaste Ulvsundavägen har utrymningsvägar som mynnar bort från vägen.

Åtgärderna reducerar antalet omkomna inomhus för olycksrisker som ej innebär direkt skada invändigt, t.ex. olycka med brännbar respektive giftig gas samt brandfarlig vätska. Den reducerande effekten sker framförallt i kombination med nedanstående åtgärder för skydd mot gaser och brand. Riskreducerande effekt för enbart denna åtgärd antas grovt till 0 %.

Skydd mot brand

- Utrunnen brännbar vätska vid olycka på Ulvsundavägen skall förhindras rinna mot bebyggelsen genom speciella åtgärder.
- Marken mellan huset och Ulvsundavägen skall ges en lutning från huset så att inte farligt godsutsläpp i form av vätskor kan ansamlas mot huset.
- Befintlig hotellbyggnad inom kv. Trafikflyget 4 är utförda med fasader och fönsterpartier mot Ulvsundavägen och på gavlar vinkelräta mot vägen så att lägst brandteknisk klass E 60 erhålls. I fasad mot Ulvsundavägen är fönsterglasen på plan 1, 2, 3 och 4 utförda så de reducerar strålningen med minst 65 %. Högre upp och på gavlar reducerar glasen strålning med minst 50 %.
- Fönster i takfall mot Ulvsundavägen utförs i härdat eller laminerat glas. Fönster mot Ulvsundavägen och på gavlar utförs ej öppningsbara annat än för underhåll och med foder av obrännbart material.
- Befintlig hotellbyggnad är utrustad med heltäckande sprinkler.
- Inom Bromma blocks är byggnader närmare än 25 meter från Ulvsundavägen utförda med brandklassade fönster (brandklass E 30), tät obrännbar vägg eller skärm utmed vägen som skyddar mot infallande värmestrålning.

Åtgärderna reducerar antalet omkomna inomhus vid olycka med brandfarlig vätska och brännbar gas.

Inom de delar där åtgärder vidtas antas det grovt att åtgärderna reducerar antalet omkomna inomhus med minst 75 % vid olycka med brandfarliga vätskor respektive 50 % vid olycka med brännbar gas.

Skydd mot gaser

- Befintlig hotellbyggnad inom kv. Trafikflyget 4 är utförda med luftintag som är placerade bort från Ulvsundavägen och i höjd med tak så att intagen så lite som möjligt exponeras mot en eventuell olycka på Ulvsundavägen. Ventilationsanläggningen är utrustad med en central nödavgångsfunktion.

Åtgärderna reducerar antalet omkomna inomhus vid olycka med brännbar respektive giftig gas.

Inom de delar där åtgärder vidtas antas det att konsekvenserna reduceras med 50 % vid utsläpp av giftig gas (de reducerande konsekvenserna för brännbar gas sker i kombination med skyddsåtgärder mot brand, se ovan).

3.2 Resultat

I nedanstående tabell redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 3.1) inom det studerade området. Konsekvenserna har beräknats för nollalternativet utan ny bebyggelse inom planområdet respektive för planförslaget med föreslagen ny bebyggelse.

Enligt avsnitt 3.1 så utförs konsekvensberäkningarna utifrån förutsättningen där de innebär så stora konsekvenser som möjligt för det studerade planområdet. Skadeområdena har beräknats med hänsyn tagen till minsta avstånd mellan riskkälla och bebyggelse samt obebyggda ytor där personer förväntas kunna vistas.

Tabell B.11. Beräknade konsekvenser – antal omkomna vid olycka på *Ulvsundavägen*.

Farligt godsklass	Scenario	Tidpunkt	Antal omkomna	
			Nollalternativ	Planalternativ
1. Explosiva ämnen	< 500 kg massexplosion	Dagtid	137	137
		Nattid	139	139
		Fullsatt	139	139
	500 – 2 000 kg massexplosion	Dagtid	505	523
		Nattid	233	251
		Fullsatt	793	811
	> 2 000 kg massexplosion	Dagtid	726	755
		Nattid	428	457
		Fullsatt	1 050	1 078
	16 000 kg massexplosion	Dagtid	968	997
		Nattid	527	556
		Fullsatt	1 498	1 527
2.1 Brännbara gaser	Medelstor jetflamma	Dagtid	1	1
		Nattid	1	1
		Fullsatt	1	1
	Medelstor gasmolnexplosion	Dagtid	2	2
		Nattid	2	2
		Fullsatt	2	2
	Stor jetflamma	Dagtid	3	3
		Nattid	3	3
		Fullsatt	3	3
	Stor gasmolnexplosion	Dagtid	29	33
		Nattid	7	11
		Fullsatt	47	51
	BLEVE	Dagtid	45	49
		Nattid	7	12
		Fullsatt	76	80

Farligt godsclass	Scenario	Tidpunkt	Antal omkomna	
			Nollalternativ	Planalternativ
2.3 Giftiga gaser	Medelstort utsläpp giftig gas	Dagtid	17	17
		Nattid	16	16
		Fullsatt	17	17
	Stort utsläpp giftig gas	Dagtid	54	52
		Nattid	33	33
		Fullsatt	75	71
3. Brandfarliga vätskor	Medelstor pölbrand	Dagtid	1	1
		Nattid	1	1
		Fullsatt	1	1
	Stor pölbrand	Dagtid	1	1
		Nattid	1	1
		Fullsatt	1	1
	Tankbilsbrand	Dagtid	1	1
		Nattid	1	1
		Fullsatt	1	1
5. Oxiderande ämnen	Brandunderstödjande brandförlopp	Dagtid	1	1
		Nattid	1	1
		Fullsatt	1	1
	Explosionsartat brandförlopp	Dagtid	726	755
		Nattid	428	457
		Fullsatt	1050	1 078

Bilaga C - Riskberäkningar**Uppdragsnamn**

Trafikflyget 4, Stockholms stad

Uppdragsgivare

Archus

Uppdragsnummer

511649

Datum

2025-11-14

Handläggare

Erik Hall Midholm

Egenkontroll

EMM 2025-11-14

Internkontroll

LSS 2024-10-04

1. Inledning

I denna bilaga beräknas den sammanvägda risken (frekvens x konsekvens) för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för det aktuella planområdet.

Den sammanvägda risken kommer att redovisas med riskmåten individrisk respektive samhällsrisk.

2. Beräkning av individrisk

2.1 Metodik

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

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

Vid redovisning av individrisken är det ett par faktorer som behöver beaktas, dels var en olycka antas inträffa, 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 skadeområdena för olycksscenarierna skiljer sig i förhållande till den vägsträcka som studeras (1 000 m). Detta innebär att det inte är givet att en person som befinner sig inom kritiskt område i planområdet omkommer om en olycka inträffar på den aktuella sträckan. För skadescenarier med mycket stort skadeområde kan fallet vara det motsatta, d.v.s. personer inom planområdet kan omkomma även om olyckan inträffar utanför den studerade sträckan.

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

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

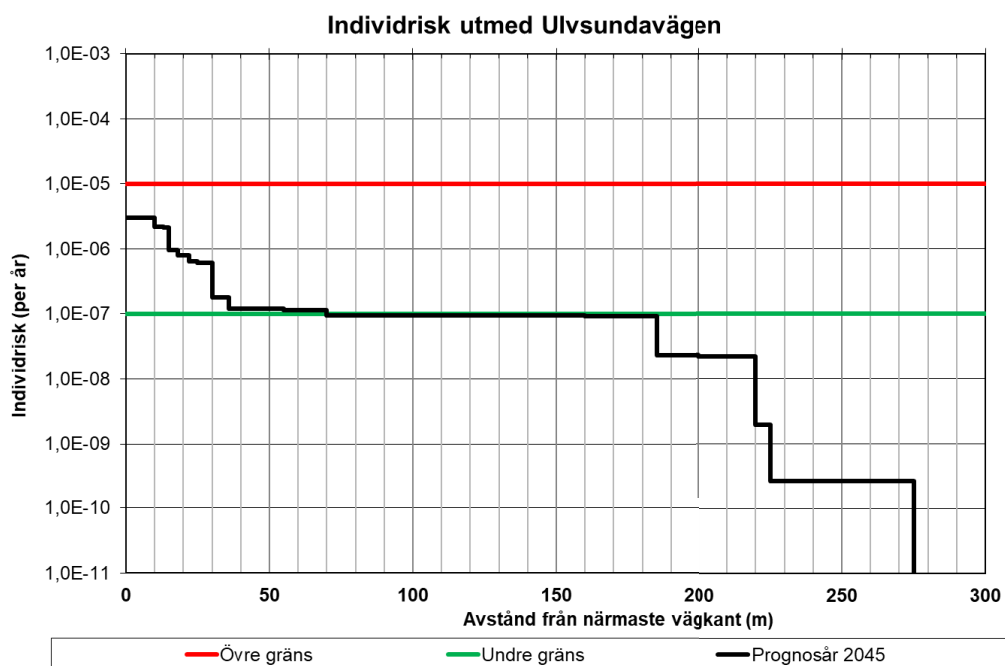
2.2 Bedömningskriterier

Den beräknade individrisken kommer att värderas utifrån de kriterier för acceptans av risk som redovisas i avsnitt 5.1.3 i huvudrapporten. Riskkriterierna redovisas även i diagrammen nedan.

2.3 Resultat

I figur C.1 redovisas individrisken för det studerade planområdet och dess omgivning som funktion av avståndet till Ulvsundavägen. Avståndet i diagrammet utgår från närmaste väggkant.

Riskprofilen som redovisas gäller för obebyggd mark där ingen hänsyn tas till eventuella konsekvensreducerande effekter av exempelvis framföriggande bebyggelse. Individrisken redovisas för prognosår 2045.



Figur C.1. Individrisk som funktion av avståndet från Ulvsundavägen (mätt från närmaste väggkant). Utan hänsyn tagen till bebyggelse och andra avskärmande barriärer inom planområdet.

3. Beräkning av Samhällsrisk

3.1 Metodik

Samhällsrisknivån presenteras som en F/N-kurva, vilket anger den kumulativa frekvensen för N, eller fler än N, antal omkomna inom det studerade området till följd av olycka på vägen. I bilaga B redovisas omfattningen av det studerade området, vilket omfattar både aktuellt planområde samt omgivande bebyggelse. Samhällsrisken beräknas för planerat utförandealternativ med planerad bebyggelse och markanvändning inom det aktuella planområdet samt för nollalternativ med befintlig markanvändning inom planområdet. Vid beräkning av samhällsrisken beaktas tillkommande bebyggelse och markanvändning inom planområdet samt befintlig bebyggelse och markanvändning i närområdet.

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

- Respektive skadesscenario antas inträffa där det medför så stora konsekvenser som möjligt för det aktuella planområdet, vilket innebär där avståndet är som kortast mellan vägen och bebyggelse inom planområdet. Med hänsyn till bebyggelsestrukturen inom kringliggande områden utmed den studerade vägsträckan (1 000 meter) bedöms sannolikheten för att de beräknade konsekvenserna skulle uppstå oavsett var på sträckan som olyckan inträffar vara låg.

Vid sammanställningen av samhällsrisk för den studerade riskkällan antas att dessa konsekvenser kan inträffa oavsett var på vägsträckan som olyckan inträffar. Detta är ett mycket konservativt antagande som säkerställer att risknivån för det aktuella planområdet inte underskattas med hänsyn till kringliggande bebyggelse.

- 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.

Med hänsyn till bebyggelsestrukturen inom kringliggande områden på motstående sida om de studerade riskkällorna kan konsekvenserna bli annorlunda om olyckan riktas åt motsatt håll. Vid sammanställningen av samhällsrisk för de studerade riskkällorna antas dock att konsekvenserna kan inträffa oavsett åt vilket håll som olyckan riktas.

- Den planerade bebyggelsen innebär att persontätheten inom planområdet kommer att variera både under dygnet och mellan olika dygn. Den normala beläggningen dagtid bedöms vara betydligt lägre än maximala beläggningar. Nattetid vistas det huvudsakligen personer inom planerad och kringliggande industribebyggelse (vid skiftarbete). Variationerna i beläggning inom det studerade området har beaktats i konsekvensberäkningarna, se bilaga B. Konsekvensberäkningarna utförs för följande scenarier:
 - **Dagtid (kl 08-22)** – 100 % beläggning inom hotell (konferens, restaurang mm) inom planområde samt ca 50 % beläggning inom handel och verksamheter respektive bostäder i omgivningen.
Ca 10 % antas vistas utomhus.
Ca 48 % av ett år.
 - **Nattetid (kl 22-08)** – 100 % beläggning inom hotell (hotellrum) inom planområdet samt bostadsområden i omgivningen. 0 % inom handel och verksamheter i omgivningen.
Ca 5 % antas vistas utomhus.
Ca 42 % av ett år.
 - **"Fullsatt område"** – Full beläggning inom all bebyggelse (hotell, handel, verksamheter och bostäder). Bedöms kunna förekomma under begränsade perioder i samband med större helger.
Ca 20 % antas vistas utomhus.
Ca 10 % av ett år.

3.2 Bedömningskriterier

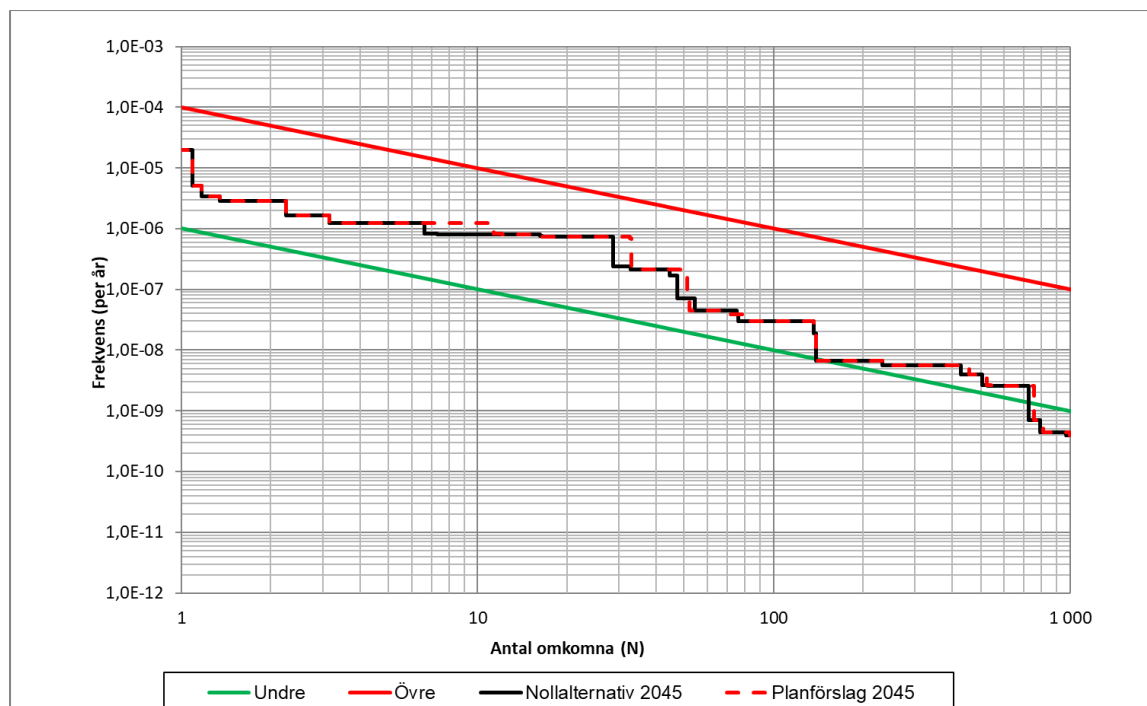
Den beräknade samhällsrisk kommer att värderas utifrån de kriterier för acceptans av risk som redovisas i avsnitt 5.1.3 i huvudrapporten. Riskkriterierna redovisas även i diagrammen nedan.

3.3 Resultat

I figur C.2 redovisas den beräknade samhällsriskens inom det studerade området, d.v.s. aktuellt planområde samt kringliggande bebyggelse med hänsyn till respektive riskkälla.

Samhällsriskens beräknas för aktuellt planförslag med planerad ny bebyggelse och markanvändning inom det aktuella planområdet. Samhällsriskens har dessutom beräknats för ett nollalternativ, som innebär befintliga förhållanden inom det aktuella planområdet, d.v.s. ingen ny bebyggelse.

Samhällsriskens redovisas för prognosår 2045 för både nollalternativ och planförslag.



Figur C.2. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån med avseende på olycksrisker på Ulvsundavägen i anslutning till aktuellt planområde.

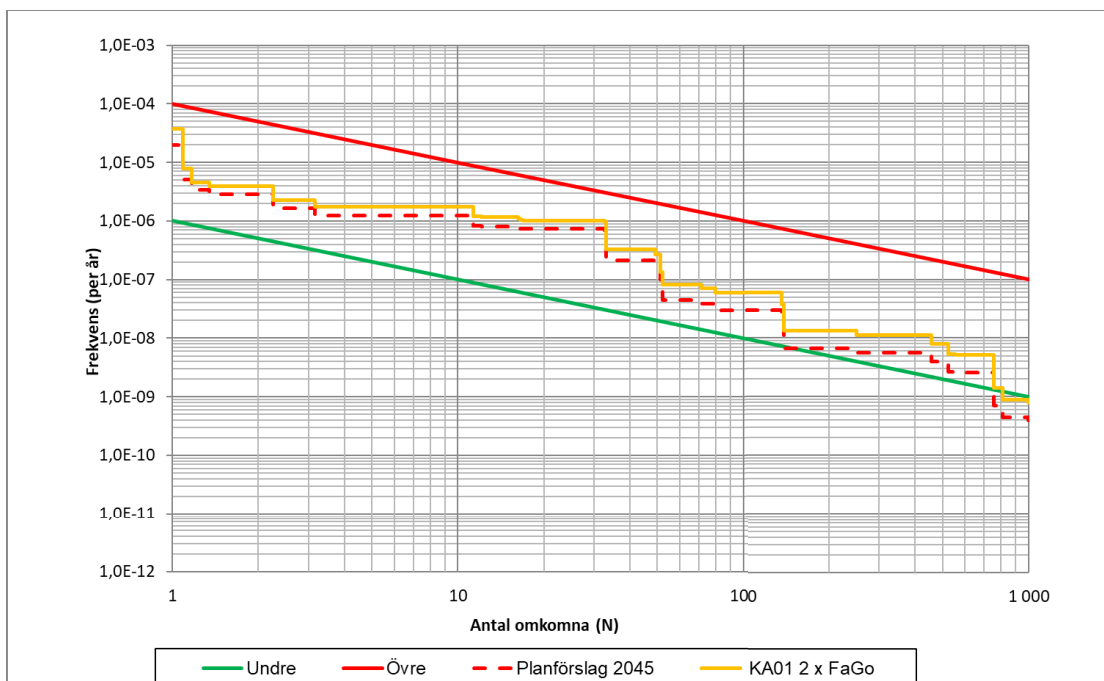
4. Känslighetsanalys

Med hänsyn till osäkerheter i det statistiska underlaget upprättas en känslighetsanalys som beaktar förändrade förutsättningar avseende dels frekvensberäkningar och dels avseende konsekvensberäkningar. Känslighetsanalysen omfattar sammanvägning av samhällsriskens för de förändrade förutsättningarna och utförs endast för utförandealternativet.

4.1 Känslighetsanalys 1 – Förändrat antal farligt godstransporter

Denna del av känslighetsanalysen omfattar att det uppskattade antalet farligt godstransporter på Ulvsundavägen antas öka med en faktor 2 i förhållande till de dimensionerande transportmängderna för prognosår 2045.

I figur C.3 redovisas resultatet av Känslighetsanalys 1.



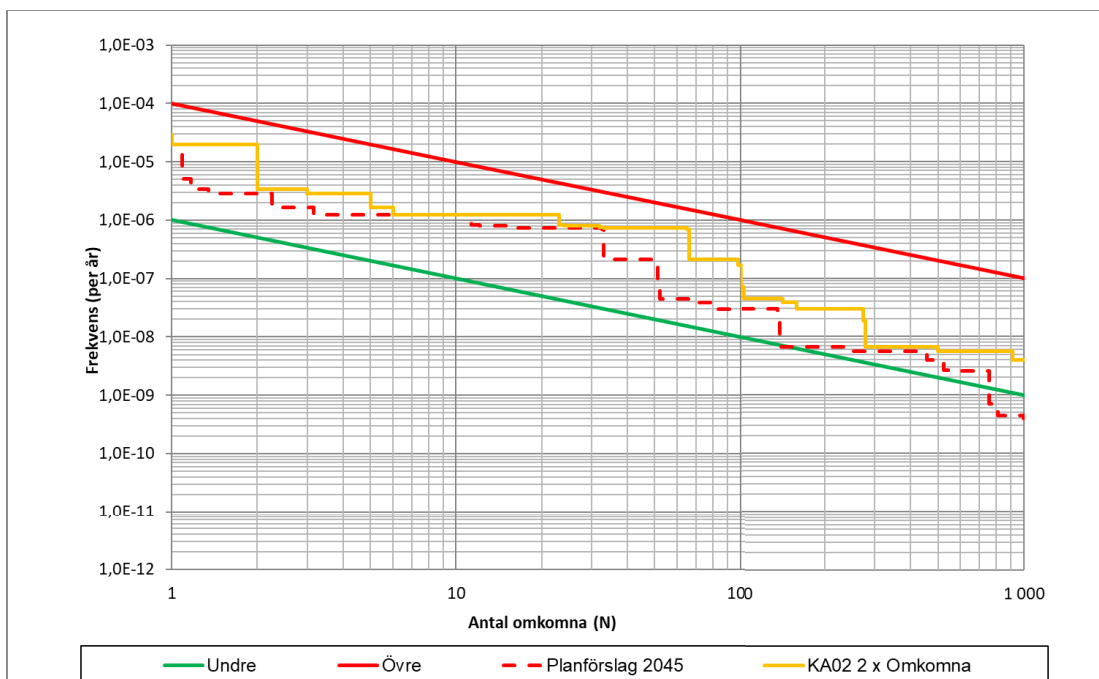
Figur C.3. F/N-kurva som redovisar total samhällsrisknivån med avseende på olycksrisker på Ulvsundavägen i anslutning till aktuellt planområde.

Känslighetsanalys del 1 – Förändrat antal farligt godstransporter.

4.2 Känslighetsanalys 2. Förändrade konsekvenser

Samhällsriskberäkningar presenterade i figur C.4 återger hur resultaten kan förväntas variera beroende av antagande om persontäthet inom det studerade området.

Beräknade antal omkomna för respektive skadescenario antas öka med en faktor 2 i förhållande till genomförda konsekvensberäkningar i bilaga B.



Figur C.4. F/N-kurva som redovisar total samhällsrisknivån med avseende på olycksrisker på Ulvsundavägen i anslutning till aktuellt planområde.

Känslighetsanalys 2 – Förändrade konsekvenser.