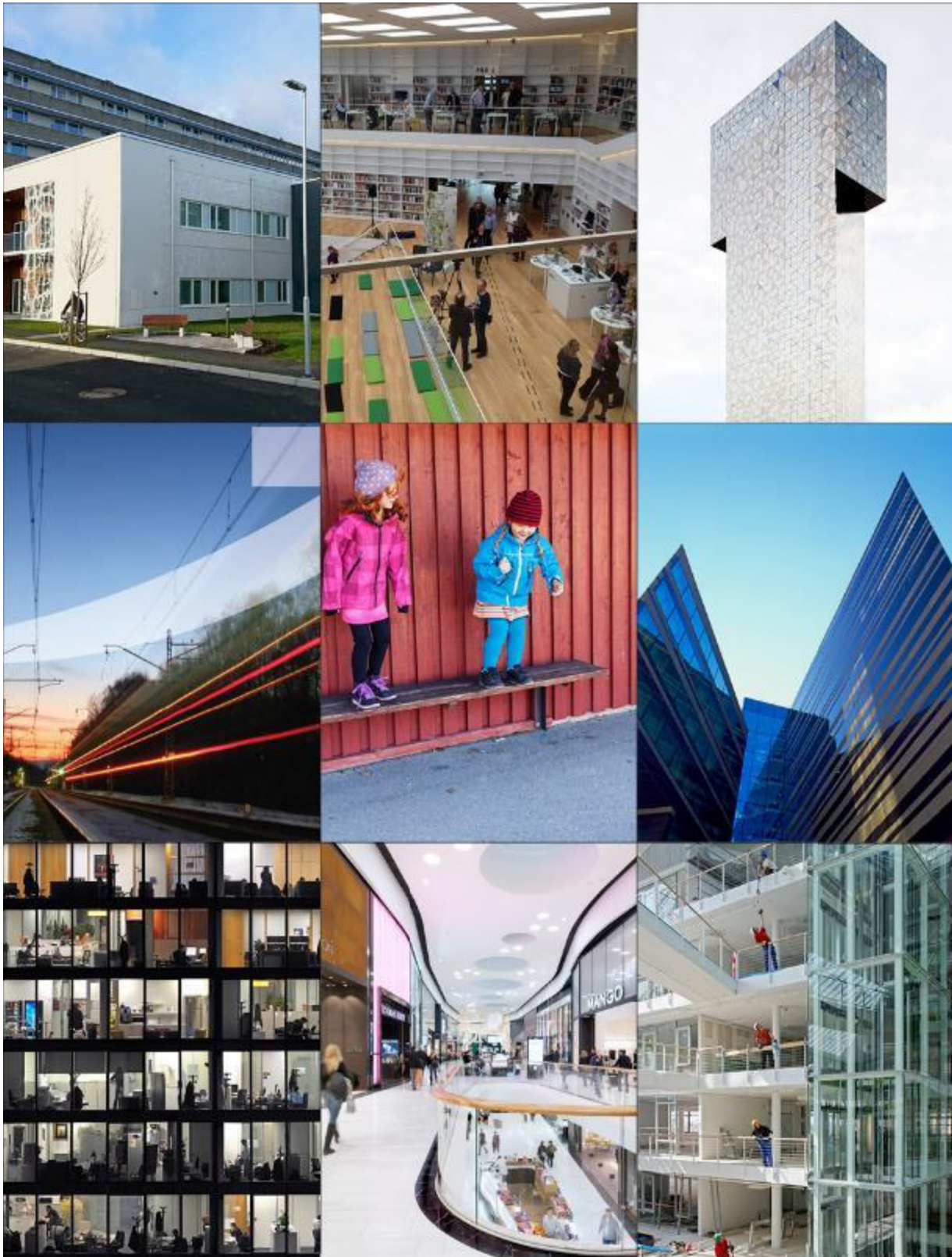


Risikanalys

Kristineberg 1:10, Kristinebergshöjden

Underlag för detaljplanearbete

2024-11-25



Dokumenttyp: Riskanalys

Uppdragsnamn: Kristineberg 1:10, Kristinebergshöjden
Stockholms stad

Uppdragsnummer: 506443

Datum: 2024-11-25

Status: Underlag för detaljplanearbete

Uppdragsledare: Rosie Kvål

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

Uppdragsgivare: NCC Property Development AB

Datum	Egenkontroll	Internkontroll	Version
2023-02-08	R.Kvål	L.Smas	Första versionen
2024-08-23	R.Kvål	-	Andra versionen
2024-09-04	R.Kvål	-	Tredje versionen
2024-10-11	R.Kvål	-	Fjärde versionen
2024-11-25	R.Kvål	-	Femte versionen

Revideringar sedan första versionen är markerade med streck i marginalen och omfattar nya illustrationer samt kompletteringar och tydliggöranden för att svara på erhållna samrådssynpunkter.

Sammanfattning

Stockholms stad har tillsammans med NCC utarbetat ett förslag på markanvändning inom fastigheten Kristineberg 1:10 på nordvästra Kungsholmen i Stockholm. Planerad markanvändning utgörs i huvudsak av kontor. Planområdet ligger i anslutning till Essingeleden (E4/E20) samt Drottningholmsvägen vilka båda är klassade som primära transportleder för farligt gods. Mellan planområdet och Drottningholmsvägen går även tunnelbanans gröna linje. Riskerna från dessa behöver beaktas i planarbetet. Med anledning av detta görs denna analys.

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.

I genomförd riskanalys har en inventering gjorts av riskobjekt i planområdets närhet. Av dessa riskobjekt är det endast Essingeleden som bedömts kunna medföra betydande påverkan på risknivån inom planområdet. Avståndet till både tunnelbanan och Drottningholmsvägen är så stort (över 100 meter) att påverkan på risknivån blir mycket begränsad. Som underlag till analysen har en kartläggning genomförts av antalet transporter med farligt gods på Essingeleden. Merparten av transporterna består av brännbara vätskor (ex. bensin och diesel). Men en relativt stor andel utgörs av brännbar gas. Utifrån genomförd kartläggning har ett antal möjliga olycksscenarier identifierats. Dessa har sedan analyserats kvalitativt. Den kvalitativa analysen visar att olyckor med vissa ämnen på Essingeleden kan innebära påverkan på risknivån inom planområdet.

När det gäller olyckor på Essingeleden så har ingen fördjupad analys genomförts specifikt för den aktuella detaljplanen. Planområdet är beläget direkt söder om detaljplanen för Hornsbergskvarteren där ett omfattande arbete genomförts avseende möjliga risker. Genomförda riskberäkningar från detta arbete bedöms vara tillämpliga även för aktuellt planområde. Den beräknade individrisken visar på acceptabla nivåer på avstånd över 30-32 meter från vägen. Samhällsriskerna är höga i området och åtgärder behöver därför vidtas för att sänka risknivån. I Hornsbergskvarteren har ett förslag på skyddsprinciper tagits fram som syftar till att i tillräcklig omfattning hantera identifierade risker kopplade till transporter med farligt gods på Essingeleden. Dessa skyddsprinciper redovisas nedan och bedöms vara relevanta att utgå från för den aktuella detaljplanen och bör därför utgöra grund för placering och utförande av den planerade exploateringen.

- Byggnader placeras minst 25 meter från Essingeledens huvudkörbana samt minst 15 meter från Kristinebergspåfarten. Avståndet mäts från väggkant.
- Ytor utomhus inom 25 meter från Essingeleden ska utformas så att de ej uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Fasader som vetter direkt mot Essingeleden inom ett avstånd av 40 meter ska utföras i oibrännbart material alternativt med konstruktion som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30. Fönster och glaspartier i dessa fasader ska utformas för att klara 300 grader C under 30 minuter.
- Huvudentréer placeras mot en trygg sida Essingeleden, dvs. på en sida som inte vetter mot Essingeleden. Alternativa utrymningsvägar får placeras mot Essingeleden.

- Byggnadens fasad som vetter mot Essingeleden ska utformas som "tät"¹ för att motstå karakteristiska tryck och impulstätheter åskådliggjorda i figur 5.2.
- Byggnadens globala stabiliserande stomme ska utgöras av platsgjuten betong och/eller av prefabricerade betongelement med armeringen av klass C.
- Byggnadens friskluftsintag ska placeras mot en trygg sida, d.v.s. bort från Essingeleden, alternativt på byggnadens tak.

För att säkerställa en "tät" fasad behöver glaspartier (inklusive dess infästning) i fasad mot Essingeleden utformas explosionsresistenta, exempelvis i klass ER1 enligt EN 13541 eller motsvarande som säkerställer likvärdigt skydd sett till redogjorda karakteristiska tryck och impulstätheter.

För att glaspartier ska klara en temperatur om 300 °C under minst 30 minuters tid rekommenderas en yttre glastruta i härdat glas om minst 6 mm tjocklek med verifierande egenskaper.

Observera att åtgärderna endast utgör ett förslag och att det är upp till kommunen att ta beslut om åtgärder. De åtgärder som man beslutar om ska sedan formuleras som planbestämmelser på ett sådant sätt att de är förenliga med **Plan- och bygglagen (2010:900)**.

Förutsatt att redovisade åtgärder genomförs är bedömningen att risknivån inom området kan accepteras.

¹ Med "tät" fasad syftas här på en fasad som är utformad på ett sådant sätt att den förhindrar stötvågslasten från att tränga in i byggnaden. Detta innebär att såväl fasadelement som eventuella fönsterrutor klarar av att motstå de laster som en explosion innebär utan att gå sönder.

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	3
1. INLEDNING	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Syfte	6
1.3 Omfattning och avgränsning	6
1.4 Internkontroll.....	6
1.5 Föresättningar	6
2. OMRÅDESBESKRIVNING	9
2.1 Planerad exploatering.....	9
2.2 Omgivande planprojekt	11
3. RISKINVENTERING	12
3.1 Allmänt.....	12
3.2 Inventering av riskkällor	12
3.3 Transportleder för farligt gods	13
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.....	20
5. FÖRDJUPAD RISKANALYS.....	21
5.1 Allmänt.....	21
5.2 Sammanvägning av risk	21
5.3 Resultat av riskberäkningar	23
5.4 Värdering av risk	29
5.5 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning	30
5.6 Känslighetsanalys.....	31
6. SLUTSATS	31
7. BILAGOR	33
8. REFERENSER	33

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Stockholms stad arbetar tillsammans med NCC för att utveckla fastigheten Kristineberg 1:10 på nordvästra Kungsholmen. Ett planarbete pågår därför som syftar till att möjliggöra ny kontorsbebyggelse inom den aktuella fastigheten. I planområdets närhet ligger Essingeleden och Drottningholmsvägen som är klassade som transportleder för farligt gods. Närheten till dessa behöver därför beaktas i det fortsatta planarbetet. Med anledning av detta görs denna riskanalys.

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 identifierade risker som föreslås i riskanalysen utgör endast en rekommendation och det är upp till kommunen 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 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.

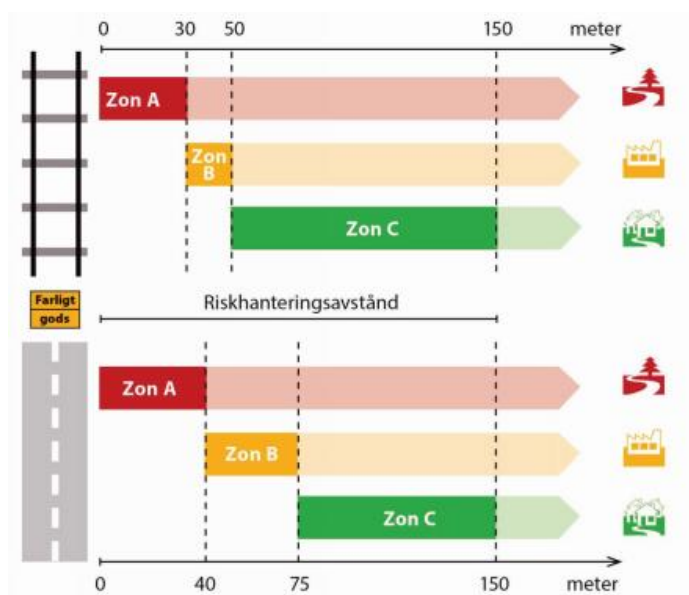
1.5 Förutsättningar

1.5.1 Riskhänsyn vid ny bebyggelse

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

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

I riktlinjerna presenterar Länsstyrelsen skyddsavstånd till olika verksamheter. Dessa rekommendationer redovisas i figur 1.1.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

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

Figur 1.1. Rekommenderade skyddsavstånd till olika typer av markanvändning [1].

Avstånden i figuren mäts från närmaste vägkant respektive närmaste spårmitte.

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.

Rekommendationen är även, vid sekundära transportleder, att 25 meter ska lämnas bebyggelsefritt. Avsteg kan dock vara möjligt i särskilda fall. Det gäller i så fall de fall där det går få transporter och/eller de olyckor som kan inträffa endast kan få allvarliga konsekvenser inom ett kort avstånd.

För ny bebyggelse intill bensinstationer gäller Länsstyrelsens riktlinjer från 2000 [2]. Dessa innebär att 25 meter närmast bensinstationen bör lämnas bebyggelsefritt. Tätt kontorsbebyggelse kan placeras på 25 meters avstånd och sammanhållen bostadsbebyggelse eller personintensiv verksamhet kan tillåtas på 50 meters avstånd.

1.5.2 Hantering av osäkerheter

Risikanalyser 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 persontätheter.

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 planområdet omfattar fastigheten Kristineberg 1:10 som ligger i stadsdelen Kristineberg på nordvästra Kungsholmen i Stockholm. Planområdet avgränsas av Essingeleden i öster, Hjalmar Söderbergs väg i söder, Kristinebergs slottsväg i väster samt obebyggd mark i norr (se figur 2.1).



Figur 2.1. Översikt över aktuellt område. Ungefärlig avgränsning av planområdet redovisas med röd markering. (källa karta: Eniro.se)

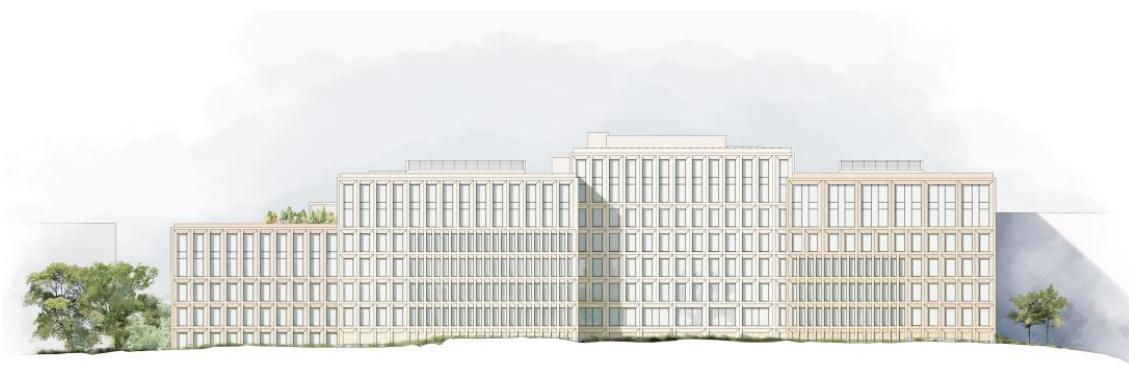
Planområdet ligger på en höjd med lägsta nivå i söder och väster. Högsta marknivå ligger utmed Essingeleden.

Området upptas idag av skogs- och naturmark. Tidigare fanns en verksamhet inom området. Denna har nu flyttat. I övrigt är planområdet obebyggt.

2.1 Planerad exploatering

Den planerade exploateringen omfattar fyra volymer sammanlänkade till en byggnad med maximalt 9 våningar (se figur 2.2 och 2.3). Den huvudsakliga användningen planeras vara kontor med en eller flera hyresgäster. Volymen omfattar två fastigheter.

Den totala byggnadstekniska arean planeras till ca 40 000 m².



Figur 2.2. Fasad mot öster (White arkitekter, 2024).

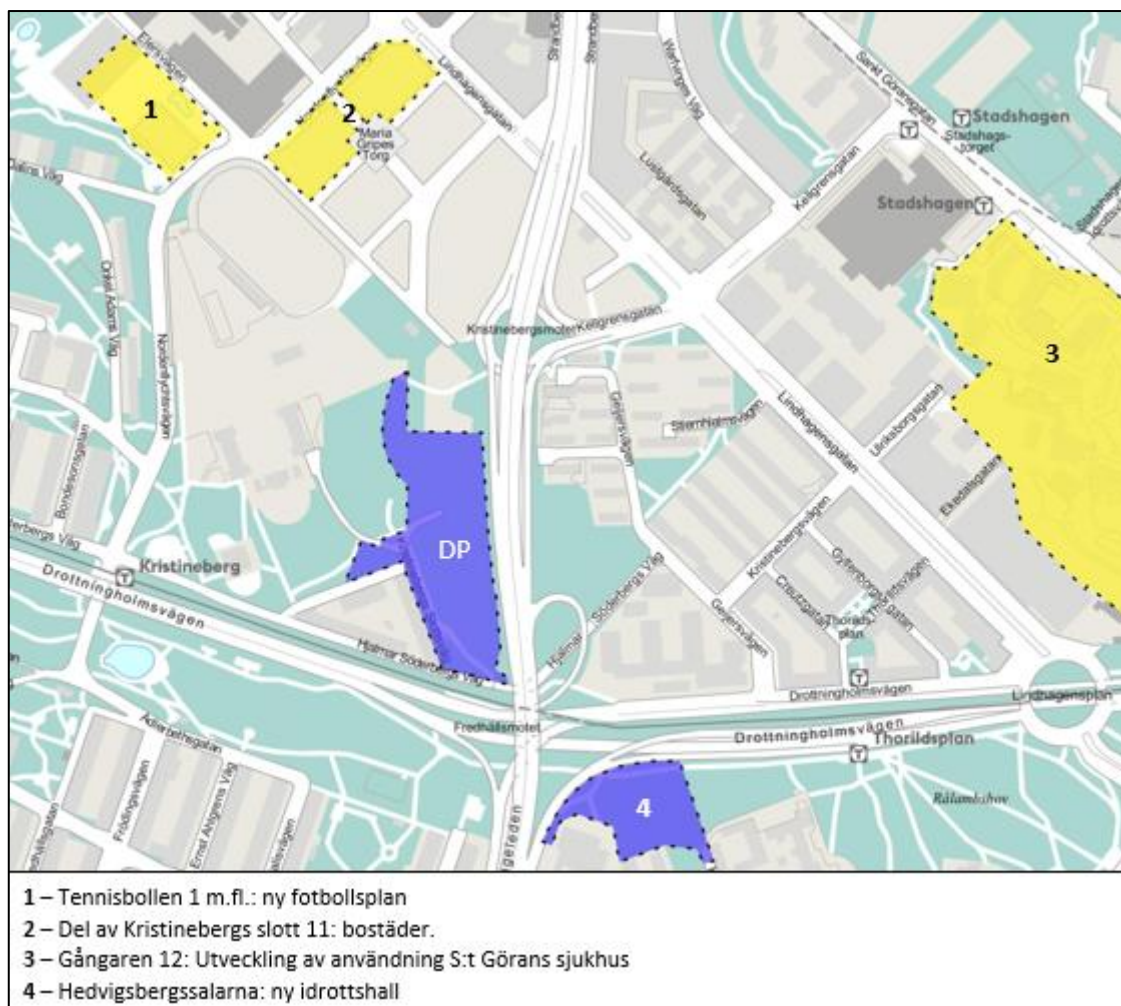


Figur 2.3. Situationsplan Kristinebergshöjden (White arkitekter, 2024).

I ett plan under mark planeras garage, cykelparkering, teknikutrymmen etc. Entréplan som ligger i souterräng, omfattar träningslokal, co-working-utrymmen, restaurang samt café. Närmast Essingeleden planeras cykelparkering, kök och teknikutrymmen. Entréer planeras åt väster mot Kristinebergs slottsväg samt mot söder. Plan 3-9 omfattar kontorsytor. På plan 7 planeras en takterrass placerade åt väster.

2.2 Omgivande planprojekt

I planområdets närhet pågår arbete med ett antal andra detaljplaner (se figur 2.4). Dessa omfattar bland annat markanvändning i form av idrott, kontor och bostäder. Inga nya riskkällor planeras i närområdet. Övriga detaljplaner innebär att persontätheten inom närområdet kommer att öka och då framförallt inom Hornsbergskvarteren norr om aktuellt planområde.



Figur 2.4. Pågående planarbete i anslutning till aktuellt planområde. (Källa: Bygg- och plantjänsten Stockholms stad, 2024-09-04).

3. Riskinventering

3.1 Allmänt

Inledningsvis görs en inventering av riskkällor i anslutning till det studerade området. Riskinventeringen omfattar de riskkällor (transportleder för farligt gods, järnvägar, verksamheter som hanterar farligt gods 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 byggnad inom planområdet (m)	Kommentar
Essingeleden (E4/E20)	30-40	Primär transportled för farligt gods. Går på bro förbi området men ligger ungefär i nivå i norr.
Kristinebergspåfarten	20-25	Ramper klassas vanligtvis på samma sätt som den väg de ansluter till, vilket är Essingeleden i detta fall.
Drottningholmsvägen	100	Primär transportled för farligt gods.
Tunnelbanan	85	Gröna linjen mellan stationerna Thorildsplan och Kristineberg. Tunnelbanan ligger nedsänkt utmed hela sträckan förbi planområdet. Höjdskillnaden är 1-6 meter.
Bensinstation (Shell)	600	Närmaste bensinstation finns vid Lindhagensplan.

Nedan görs en beskrivning av risker kopplade till transporter med farligt gods på Essingeleden inklusive Kristinebergspåfarten.

Avstånd till närmaste bensinstation, Drottningholmsvägen och tunnelbanan är så stora att olyckor vid dessa inte kommer att påverka risknivån inom planområdet i någon betydande omfattning.

3.3 Transportleder för farligt gods

3.3.1 Farligt gods

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

I Tabell 3.2 redovisas de olika klasserna samt typ av ämnen.

Tabell 3.2. Farligt gods indelat i olika klasser enligt ADR-S [3].

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

3.3.2 Essingeleden

Allmänt

Öster om planområdet passerar Essingeleden som är en del av Europavägarna E4 och E20. Vägen är högt trafikerad och har ett trafikflöde på cirka 120 000 fordon/dygn varav tung trafik utgör ca 8 % [4]. Vägen består i höjd med planområdet av tre filer i vardera riktningen samt påfart från Lindhagensgatan. De båda körriktningarna är åtskilda av en barriär. Den skyltade hastigheten på vägen är 70 km/tim men hastigheten varierar stort över dygnet och ligger under högtrafiktider betydligt lägre till följd av köer/mycket trafik.

Transporter av farligt gods

Essingeleden samt av- och påfartsramper är klassade som primär transportled för farligt gods. Detta innebär att Länsstyrelsen i Stockholms län rekommenderar att farligt gods transporteras på vägen. Det finns generellt inga restriktioner för olika farligt godsklasser. Teoretiskt sett kan därför transporter av samtliga farligt godsklasser passera på vägen förbi det aktuella området. Dock finns restriktioner avseende farligt godstransporter längre norrut på E4. Länsstyrelsen har beslutat om att ge Norra länken, delen under Hagastaden, tunnelkategori B med ett undantag om transporter av ADR - klass 2 klassificeringskoderna F, TF och TFC [5], [6]. Detta innebär att samtliga transporter, förutom transporter av brandfarlig gas, som vid olycka kan generera en mycket stor explosion förbjuds genom Hagatunnlarna. Det innebär att dessa transporter inte kommer att passera studerat område på Essingeleden utan istället köra av vid trafikplats Fredhäll och passera planområdet på Drottningholmsvägen ca 100 meter söder om planområdet.

Det finns ingen exakt bild över hur stora mängder farligt gods som transporteras på den aktuella vägsträckan. Det har dock genomförts ett antal kartläggningar som ger information om vad som har transporterats/transporteras under vissa perioder. Den senaste kartläggningen genomfördes 2015 och innebar en kartläggning via kameradetektion på ett antal vägar i Stockholmsområdet under två månader (maj och oktober) [7]. En av mätningarna omfattar Essingeleden. Mätningen genomfördes via detektion med hjälp av trafikkameror. Mätningarna visar bland annat att merparten av trafiken med farligt gods sker utanför rusningstrafik. På Essingeleden utgjorde transporterna med farligt gods 2,2 % av den tunga trafiken. Totalt passerade under oktober 4 912 transporter med farligt gods på Essingeleden. Vanligast förekommande ämnen var bensin och diesel.

Den studerade informationen är inte heltäckande, men ger ändå en indikation på hur situationen ser ut. Mätningen genomfördes innan restriktionerna avseende transporter med last som kan leda till stor explosion i Norra Länken (se ovan) infördes. Restriktionerna påverkar klass 1, 2 och 5 och dagens trafikering bör till följd av restriktionerna vara lägre för dessa klasser än vad kartläggningen redovisar. Dock är mätningarna genomförda efter det att LNG (naturgas) började transporteras till Frihamnen till det bunkringsfartyg som används för att tanka Viking Grace. I tabell 3.3 har därför dessa transporter lagts till underlaget utifrån kameradetektion 2015.

Den automatiska registreringen via övervakningskameror innebär att transporter registreras både när de är på väg till sin målpunkt fullastade samt på väg tillbaka till sin startpunkt tomma. Många leveranser, exempelvis drivmedel, har flera målpunkter och kan eventuellt passera kamerorna vid flera tillfällen, beroende på vilka vägar de kör. När det gäller LNG-transporterna så kör dessa en "fast" sträcka mellan Nynäshamn och Frihamnen och har således registrerats vid två tillfällen av respektive kamera som passerar.

I riskanalysen för Hornsbergskvarteren har underlaget från kameradetektion kompletterats med underlag från Riskanalysen för Norra Stationsområdet [8]. I tabell 3.3 redovisas en sammanställning av det underlaget. Tabellen redovisar uppskattat antal transporter per farligt godsklass idag och har räknats om till årsbasis, vilket utgör ett grovt antagande.

Tabell 3.3. Uppskattat antal transporter med farligt gods på Essingeleden utifrån underlag från detaljplan för Hornbergskvarteren [8].

Klass	Ämne	Antal trp/år	Andel exkl. styckegods
1	Explosiva ämnen		
	< 60 kg (50 %)	843	
	60-500 kg (35 %)	590	3,4%
	500-1 000 kg (10 %)	169	
	> 1 000 kg (5 %) – förbjudna	-	
2	Brandfarliga gaser		
	- Bulktransport	2 449	
	- Växelflak	2 758	16,1%
	Icke brandfarliga, icke giftiga	2 250	
	Giftiga gaser	46	
3	Brandfarliga vätskor	31 643	68,0%
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	237	0,5%
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	267	0,6%
6	Giftiga ämnen	148	0,3%
7	Radioaktiva ämnen	0	0,0%
8	Frätande ämnen	1 453	3,1%
9	Övriga farliga ämnen	3 707	8,0%
1-9	Styckegods	14 782	
Totalt	Inkl. styckegods	61 342	
	Exkl. styckegods	46 560	

Underlaget i tabell 3.3 utgör underlag till den fortsatta analysen.

Underlaget kommer från analysen för Hornbergskvarteren [8] och bedöms fortfarande vara relevant att använda. Både trafikflödet och andel tung trafik förutsattes vara högre i den analysen än vad nyare trafikuppgifter visar (160 000 fordon/dygn och 10 % tung trafik jämfört med 120 000 fordon/dygn samt 8 % tung trafik i nuläget [4]). Huruvida antalet transporter med farligt gods har ökat eller minskat är osäkert eftersom det inte finns några nyare mätningar genomförda. Ett lägre trafikflöde innebär generellt lägre sannolikhet för olycka, men det är framförallt antalet transporter med farligt gods som påverkar risknivån. Det innebär att beräknade risknivåer från tidigare utredning är något högre än om separata beräkningar gjorts utifrån dagens trafiksiffror.

Framtid

Hur trafiksituationen på Essingeleden kommer att se ut i framtiden är svår att bedöma eftersom transportstrukturen kan komma att förändras i och med nya trafiklösningar, politiska beslut, klimatomställningar etc. Det är sannolikt att idrifttagandet av Förbifart Stockholm samt omställning från fossila drivmedel kommer att påverka transportsituationen på Essingeleden. En trolig framtida situation är att antalet fordon, både persontrafik och tung trafik, på aktuell vägsträcka kommer att minska till följd av framtida förändringar. Även vilka ämnen/farligt godsklasser som transporteras på vägen kommer sannolikt förändras, exempelvis genom en minskning av bensin, diesel och oljor samt en ökning av icke fossila drivmedel som exempelvis biogas och vätgas. Redovisat trafikunderlag från Hornsbergskvarteren [8] bedöms därför vara relevant även för ett framtidsscenario och kan i princip ses som ett maxvärde utifrån nuvarande kunskap och samhällsförändringar.

När det gäller farligt gods är det svårt att veta hur den framtida situationen ser ut men även denna typ av transporter kommer sannolikt påverkas av Förbifart Stockholm. En minskning av dessa transporter är trolig till följd av Förbifarten. Det är också troligt att antalet fordon lastade med fossila drivmedel kommer att minska till följd av lokala, nationella och internationella miljö- och klimatmål. Jämfört med redovisningen i tabell 3.3 medför kategoriseringen av Norra Länkens tunnlar att inga (eller åtminstone mycket färre) transporter som kan leda till stora explosioner kommer att passera planområdet. Ett troligt scenario är att LNG-transporterna kan komma att öka i framtiden. I vilken omfattning är dock osäkert. Genom att utgå från de mätningar som är genomförda och som även registrerar tomma transporter så tas viss höjd för en eventuell framtida ökning av transporter med farligt gods.

3.3.3 Kristinebergspåfarten

Påfarten ansluter Lindhagensgatan och Hornsbergsområdet med Essingeledens södergående körfält. Tillåten hastighet på påfarten är 50 km/tim. Enligt genomförda trafikmätningar 2024 [9] så trafikerades påfarten av 2 800 fordon per dygn varav 310 fordon (11 %) utgjordes av tung trafik.

Anslutande ramper klassas normalt på samma sätt som de vägar de ansluter till. Det innebär i sådant fall att Kristinebergspåfarten kan ses som en primär transportled för farligt gods. Inom påfartens upptagningsområde finns Octapharma och en bensinstation (Shell) som genererar större mängder transporter med farligt gods. Shell är placerad närmare den södra påfarten, från Drottningholmsvägen och bör därför framförallt ta denna vid vidare transport söderut. Till Octapharma sker transporter av bl.a. etanol, totalt ca 400 transporter per år varav merparten utgörs av styckegods [8]. Transporter till anläggningen passerar inte på Kristinebergspåfarten. Tomma transporter kan efter leverans till Octapharma köra via påfarten om de ska vidare söderut. Utöver dessa större verksamheter kan mindre mängder av farliga ämnen förekomma men då sannolikt i form av styckegods eller eldningsolja till enstaka fastigheter.

Antalet transporter på Kristinebergspåfarten bedöms utifrån ovanstående vara försumbart och fokus i den fortsatta analysen kommer därför vara på transporter på Essingeleden.

4. Inledande riskanalys

4.1 Metodik

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

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

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

4.2 Identifiering av olycksrisker

Utifrån riskinventeringen är bedömningen att det är transporter av farligt gods på Essingeleden som kan innebära olyckshändelser med möjlig konsekvens för det aktuella planområdet och som är relevanta att beakta vad gäller risknivån för området. De andra riskkällorna bedöms befinna sig på tillräckligt avstånd från fastigheten för att påverka riskbilden för det aktuella planområdet.

4.3 Kvalitativ uppskattning av risk

4.3.1 Transportleder för farligt gods

Olycka med farligt gods

Som tidigare nämnts delas farligt gods in i nio olika klasser utifrån ADR-S [3].

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 massexplosion. Konsekvensområden kan vid stora mängder (≥ 2 ton) överstiga 50-200 meter. Begränsade områden vid mängder under 1 ton. Riskgrupp 1.2-1.6: Ingen risk för massexplosion. Risk för splitter och kaststycken. Konsekvenserna normalt begränsade till närområdet.
2. Gaser	Klass 2.1: Brännbar gas: jetflamma, gasmolnexplosion, BLEVE. Konsekvensområden mellan ca 20-200 meter. Klass 2.2: Icke brännbar, icke giftig gas: Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan. Klass 2.3: Giftig gas: Giftigt gasmoln. Konsekvensområden över 100-tals meter.
3. Brandfarliga vätskor	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvensområden vanligtvis inte över 40 m.
4. Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.

Klass	Konsekvensbeskrivning
5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidlösningar med konc. > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. Skadeområde ca 70 m radie.
6. Giftiga ämnen	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7. Radioaktiva ämnen	Utsläpp av radioaktivt ämne, kroniska effekter mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8. Frätande ämnen	Utsläpp av frätande ämne. Konsekvenser begränsade till närområdet.
9. Övriga farliga ämnen	Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet.

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

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

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

Nedan redovisas separata bedömningar av de fem farligt godsklasserna som redovisas ovan med avseende på hur de bedöms påverka risknivån inom planområdet vid olycka på Essingeleden samt Drottningholmsvägen.

Avståndet mellan vägkant på Essingeleden och byggnad är som minst ca 30 meter. Avståndet mellan vägkant på Drottningholmsvägen och byggnad är mer än 100 meter.

Klass 1.1 Massexplosiva ämnen

En olycka med transport av vissa typer av explosivämnen kan leda till mycket omfattande explosioner antingen till följd av stora påkänningar eller till följd av brand som sprids till lasten. Konsekvenserna av olyckan är beroende av mängden som exploderar, vilket i sin tur beror av hur mycket explosivämne som transporteras. Den maximala transportmängden på väg är 16 ton massexplosivt ämne. Andelen transporter som rymmer maximal transportmängd bedöms dock vara mycket begränsad. Till följd av restriktioner i Norra Länken tillåts dock endast transporter med mindre än 1 ton på aktuell vägsträcka.

Människor klarar tryck relativt bra och skadas bara allvarligt om de vistas i direkt närhet till explosionen. Byggnader klarar tryck sämre och byggnadsdelar kan lossna eller byggnaden i värsta fall rasa, vilket leder till att människor inuti byggnaden skadas.

Sannolikheten för att en explosion ska inträffa på Essingeleden bedöms vara extremt låg. Enligt tabell 3.3 utgör antalet transporter med explosivämnen en mycket begränsad andel av det totala antalet farligt godstransporter. Det gällande regelverket ADR -S [3] anger dessutom detaljerade och omfattande regler för hur explosiva ämnen skall förpackas och hanteras vid transport för att reducera sannolikheten för explosion.

Olycka med explosivämnen bedöms kunna medföra påverkan på den sammanvägda risknivån. Olyckshändelser som leder till explosion kan också medföra mycket stora konsekvenser. Scenariot bör därför studeras vidare i en fördjupad analys för att utreda behovet av åtgärder, se vidare avsnitt 5.

Klass 2.1. Brännbara gaser

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

Brännbara gaser transporteras normalt trycksatta i tankvagnar eller i färdiga flaskpaket, vilket innebär att behållarna har högre hållfasthet än vanliga tankar för t.ex. bensintransporter. Antalet gastransporter på Essingeleden är enligt tabell 3.3 relativt omfattande. Sannolikheten för utsläpp till följd av en olycka bedöms dock vara låg. Till följd av de säkerhetskrav som transporterna omfattas av. Även transporter med klass 2 omfattas av restriktionerna för Norra Länkens tunnlar och ämnen som kan leda till stor explosion får inte transporteras i större mängder än 1 ton på aktuell del av Essingeleden.

Med hänsyn till stora konsekvensområden för större skadescenarier med brännbar gas så bedöms utgöra ett betydande bidrag till risknivån och åtgärder för att lindra konsekvenserna kan vara nödvändiga. Scenariot kommer därför studeras vidare, se avsnitt 5.

Klass 2.3. Giftiga gaser

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

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

Andelen gastransporter som rymmer giftig gas är generellt mycket lågt. I den kartläggning som utfördes av MSB i september 2006 [10] redovisas mycket begränsade transportmängder av klass 2.3 på aktuell vägsträcka.

Sannolikheten för ett utsläpp av giftig gas på aktuell vägsträcka bedöms vara extremt låg. Trots potentiella stora konsekvenser så bedöms olycksscenarioet innebära ett mycket litet bidrag till den sammanvägda risknivån. Olyckshändelser som leder till läckage av giftig gas kan dock medföra mycket stora konsekvenser. Scenariot bör därför studeras vidare i en fördjupad analys för att utreda behovet av åtgärder, se vidare avsnitt 5.

Klass 3. Brandfarliga vätskor

När det gäller brännbara vätskor förekommer transporter av bland annat bensin, diesel, etanol och eldningsolja med tanktransport.

Ett stort utsläpp av exempelvis bensin kan, om det antänds, innebära att hög värmestrålning drabbar omgivningen och kan orsaka brännskador på oskyddade människor eller antända byggnader. Allvarliga konsekvenser kan uppkomma inom cirka 30-40 meter från branden. Byggnader nära olyckan fungerar som skydd för bakomliggande bebyggelse. Sannolikheten för ett utsläpp bedöms som förhållandevis hög. Anledningen till att sannolikheten för dessa scenarion bedöms som högre än de andra är att majoriteten av de transporter med farligt gods som passerar det aktuella området är just transporter av ADR-klass 3.

Scenariot bör studeras vidare i en fördjupad analys för att utreda behovet av åtgärder, se vidare avsnitt 5.

Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

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

Transporter av klass 5 utgör en begränsad andel (< 1 %) av det totala antalet farligt godstransporter på Essingeleden. Vidare så är det en mycket begränsad andel av ämnen ur denna klass som kan leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp. Majoriteten av dessa ämnen är inte tillåtna att transportera på väg utan att man t.ex. stabiliserar ämnet för att minska reaktionsbenägenheten [3]. Även transporter med klass 5 omfattas av restriktionerna för Norra Länkens tunnlar och ämnen som kan leda till stor explosion får inte transporteras i större mängder än 1 ton på aktuell del av Essingeleden.

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

4.4 Slutsats inledande riskanalys

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

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

5. Fördjupad riskanalys

5.1 Allmänt

I den inledande analysen konstateras att vissa risker kan innebära så stor påverkan på risknivån inom planområdet att åtgärder kan behöva vidtas. Med syfte att klargöra behovet av åtgärder görs därför en fördjupad analys av studerade risker. Den fördjupade analysen baseras på tidigare genomförda beräkningar för en detaljplan i direkt anslutning till aktuellt planområde, Hornsbergskvarteren. Analysen för Hornsbergskvarteren [8] utgår i beräkningarna av samhällsrisk från ett högre trafikflöde (160 000 fordon per dygn) som kan jämföras med 120 000 fordon enligt den senaste trafikmätningen från 2022 [4]. Samma antal transporter med farligt gods har förutsatts även om trafikflödet minskat.

När det gäller individrisken är den hämtad från en analys från 2013 där ett trafikflöde på 109 000 fordon per dygn och 42 000 transporter med farligt gods per år användes som indata [11]. Eftersom beräkningarna till mycket stor del baseras på antal transporter med farligt gods och inte totalt trafikflöde bedöms underlaget vara relevant och fortsatt aktuellt avseende risker med transporter med farligt gods på Essingeleden.

En jämförelse kommer även göras med en analys som Stockholms stad har låtit utföra för E4/E20 Södertäljevägen mellan Bredäng och Gröndal [12]. Även i den analysen redovisas både individrisk och samhällsrisk. Beräkningarna i den analysen utgår från ett trafikflöde per dygn på 120 000 fordon (nuläge) samt 116 400 fordon (prognos 2040). I beräkningarna förutsätts andelen farligt gods vara 0,15 % av den totala trafiken vilket innebär ca 64 000 – 66 000 fordon med farligt gods vilket är ca 20 000 fler transporter med farligt gods än vad som redovisas i avsnitt 3.3.2. Genom att även utgå från underlaget från analysen mellan Bredäng och Gröndal tas höjd för en ökning av antalet transporter på aktuell del av E4. Även detta underlag bedöms därför vara relevant och fortsatt aktuellt att använda som underlag för den aktuella detaljplanen.

Några specifika riskberäkningar för den aktuella detaljplanen görs inte eftersom tidigare genomförda beräkningar bedöms täcka in och på ett tillräckligt sätt beskriva risknivån även för detta område.

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.

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.

Acceptanskriterierna för samhällsrisk avser 1 km^2 med den tillkommande bebyggelsen placerad i mittpunkt och beräknas med frekvenser för 1 km väg. Samhällsrisken 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 är beräknade för det aktuella planförslaget inklusive omgivande områden.

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* [13] 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 [13] 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 [13] 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.

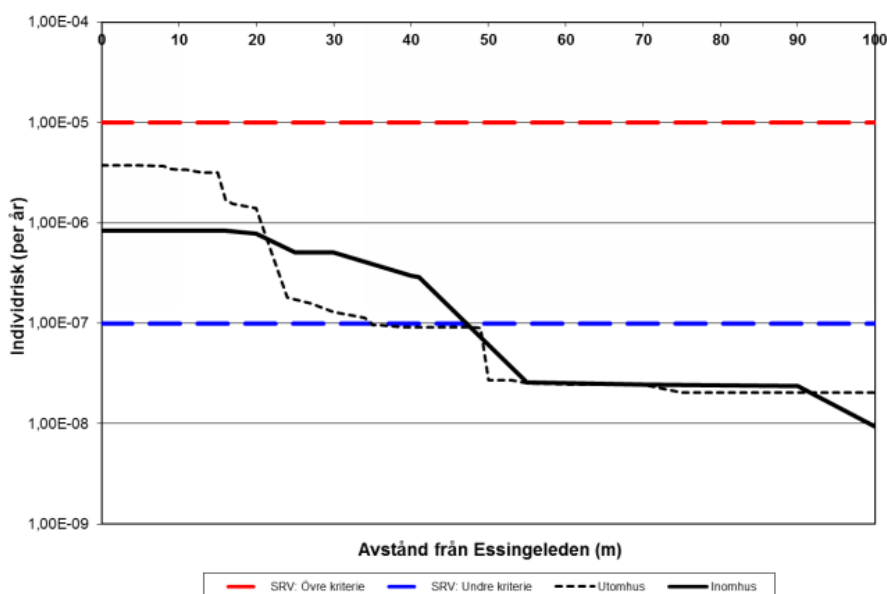
5.3 Resultat av riskberäkningar

I avsnitten nedan redovisas genomförda beräkningar för detaljplanen för Hornsbergskvarteren som ligger direkt norr om aktuellt planområde (se figur 2.4) och som omfattar en betydligt högre exploatering med bebyggelse placerad på ett minsta avstånd från Essingeleden på 25 meter. Avståndet mellan den planerade bebyggelsen inom Kristinebergshöjden och närmaste vägkant på Essingeleden är som minst ca 30 meter.

Hornsbergskvarteren omfattar kontorsbebyggelse närmast Essingeleden med bostäder bakom dessa samt en idrottshall utmed Kristinebergspåfarten. Se mer information i riskanalysen för detaljplanen [8].

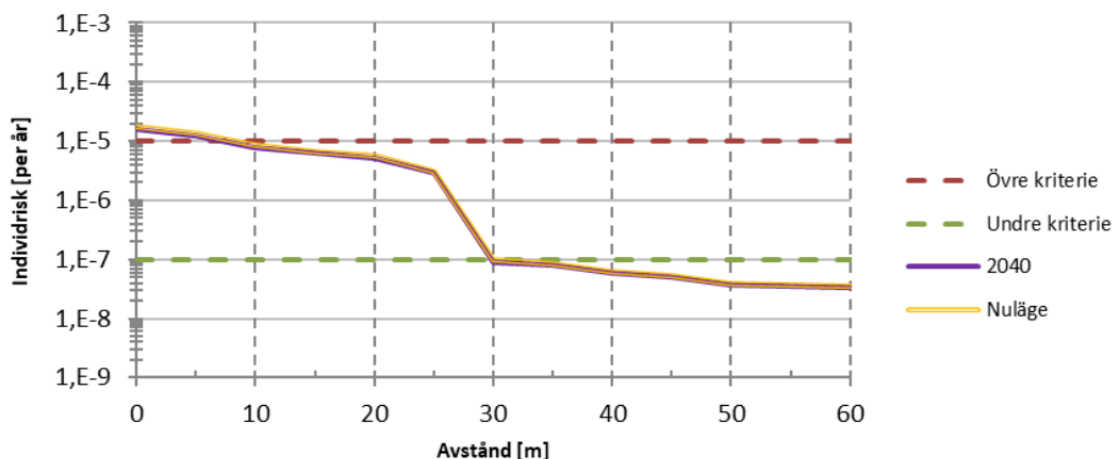
Riskberäkningar redovisas även från två andra projekt, ett som Stockholms stad låtit utföra för E4 mellan Bredäng och Gröndal [12] samt ett arbete genomfört för kv Paradiset 23 och 27 längre norrut på nordvästra Kungsholmen [14]. Hänvisning till analysen för Paradiset görs utifrån erhållna samrådssynpunkter. Risknivån för Paradiset är dock inte helt jämförbar med risknivån för Kristineberg 1:10 eftersom Paradiset omfattar ett område med mycket tät bebyggelsestruktur som ligger betydligt närmare Essingeleden (ca 10 meter) än aktuell bebyggelse inom Kristineberg 1:10. Antal transporter med farligt gods är detsamma i analysen för Paradiset som i denna analys men konsekvenserna blir betydligt större med tanke på det korta avståndet och den betydligt högre persontätheten. Samhällsriskberäkningar för Paradiset redovisas enbart utifrån önskemålet om att se skillnaden i risknivå med och utan åtgärder vilket inte görs i Hornsbergskvarteren.

5.3.1 Individrisk



Figur 5.1. Individrisk utmed Essingeleden. Underlag från Hornsbergskvarteren.
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

I figur 5.2 redovisas individrisknivån i höjd med Gröndal utifrån Stockholms stads utredning av E4/E20 Södertäljevägen [12].



Figur 5.2. Individrisk utmed E4/E20 i höjd med Gröndal.

5.3.2 Samhällsrisk

Beräkning av samhällsrisk utgår från att en föreslagen principiell skyddslösning har implementerats. Skyddslösningen innebär byggnadstekniska åtgärder i kombination med skyddszon mellan Essingeleden huvudkörbanor och närliggande byggnader avsedda för stadigvarande vistelse som utformas för att:

- Eliminera risken för brandspridning in i närliggande bebyggelse samt möjliggöra säkra utrymningsförhållanden vid pölbrand till följd av olycka med klass 3 på Essingeleden.

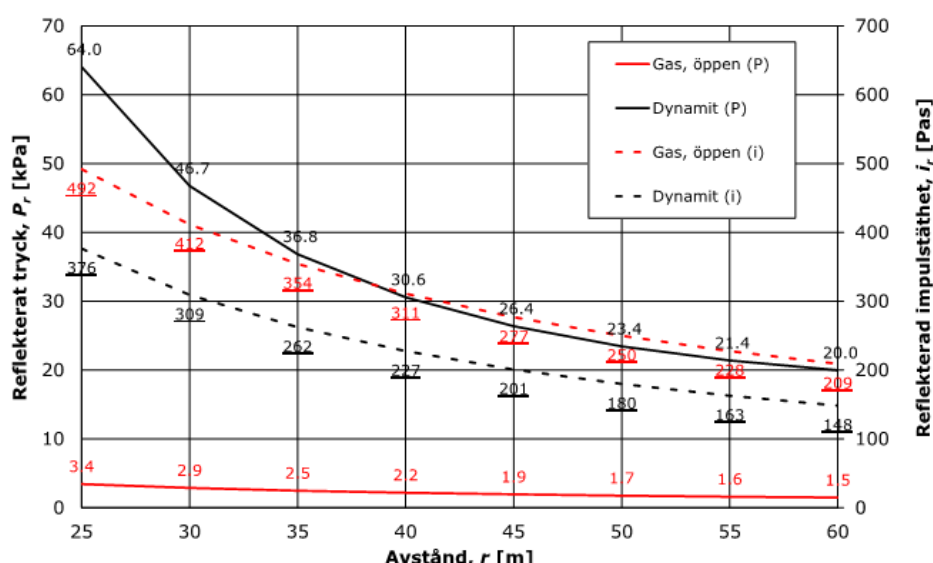
- Minimera konsekvenserna vid olycka involverande brandfarlig gas (naturgas) samt olycka involverande explosivämnen i en utsträckning som säkerställer att exploateringen inte medför oacceptabla samhällsrisknivåer.

I tabell 5.2 redovisas föreslagna skyddsprinciper i detaljplanen för Hornsbergskvarteren samt förväntad skyddseffekt för respektive princip.

Tabell 5.2. Skyddsprinciper samt dess effekter som förutsatts vid beräkning av samhällsrisk. OBS! Tabellen är hämtad från riskanalysen för Hornsbergskvarteren och redovisar relevanta delar för aktuell detaljplan.

Skyddsprincip	Skyddseffekt
Byggnader placeras minst 25 m från Essingeledens huvudkörbanors väggkant. Området utomhus mellan byggnader och Essingeleden utformas så att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.	Säkerställer acceptabla strålningsnivåer samt hanterbara explosionslaster mot fasader närmast Essingeleden. Sannolikheten för att människor utomhus ådrar sig allvarliga skador vid en farligt godsolycka minimeras (människor uppmuntras ej vistas i området där individrisknivån kan förväntas vara hög).
Byggnader som planeras närmast Essingeleden utformas med en "tät" fasad ² för att motstå karakteristiska tryck och impulstätheter enligt diagram presenterat i figur 5.2. Glaspartier i fasad som vetter mot Essingeleden utformas förutom med hänsyn till explosion även för att klara en temperatur om 300 °C under minst 30 minuters tid. Fasader mot Essingeleden utförs i obrännbart material.	Säkerställer att människor inomhus är erforderligt skyddade mot de riskstyrande explosionsförloppen som kan uppstå till följd av en farligt godsolycka på Essingeleden. Eliminerar risken för brandspridning till närliggande byggnader samt säkerställs möjligheten till en trygg utrymning vid händelse av pölbrand på Essingeleden.
Utrymning ska vara möjligt mot trygg sida, d.v.s. en utrymningsväg ska mynna bort ifrån Essingeleden. Huvudentréer ska ej placeras mot Essingeleden.	Säkerställer att människor kan ta sig till det fria på sida bort från olycksplatsen.
Friskluftsintag placeras på trygg sida, d.v.s. på sida bort från Essingeleden. Ventilationssystemet rekommenderas att utformas med möjligt till snabb manuell avstängning, t.ex. via knapp i reception.	Säkerställer ett tillfredställande skydd mot att brandgaser och andra giftiga gaser tar sig in i byggnader vid olycka på Essingeleden.

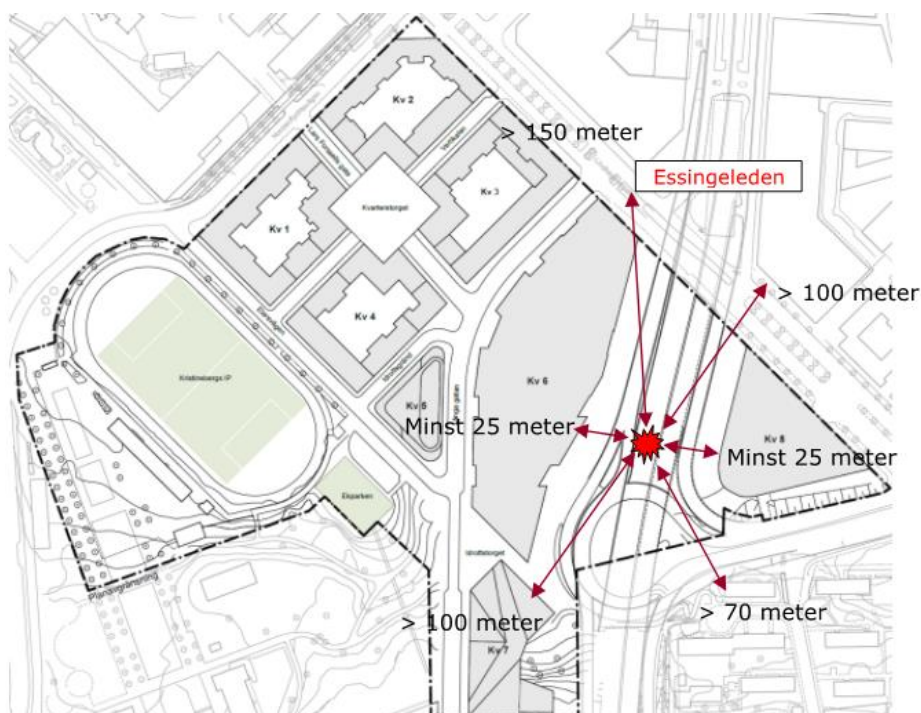
² Med "tät" fasad syftas här på en fasad som är utformad på ett sådant sätt att den förhindrar stötvågslasten från att tränga in i byggnaden. Detta innebär att såväl fasadelement som eventuell fönsterrutor klarar av att motstå de laster som en explosion innebär utan att gå sönder.



Figur 5.3. Resultande tryck (P) och impulstäthet (i), vid reflekterande stötvåg, för olika laster samt varierande avstånd. Aktuella lastvärden anges i figuren.

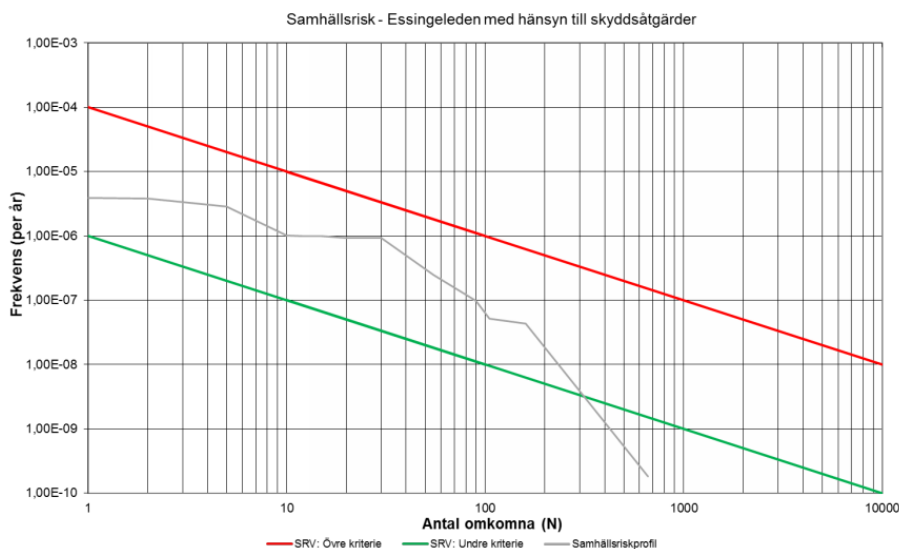
OBS! Figur hämtad från riskanalysen för Hornsbergskvarteren (figur 14).

Placeringen av en tänkt olycka som underlag till beräkningarna redovisas i figur 5.4. Lokaliseringen av olyckan innebär en tätare bebyggelsestruktur än om en plats mitt för Kristineberg 1:10 valts. Det innebär att beräknade konsekvenser i Hornsbergskvarteren är högre än om beräkningar genomförts för den aktuella detaljplanen.



Figur 5.4. Placering av olycka som underlag till beräkning av samhällsrisk i detaljplanen för Hornsbergskvarteren. Detaljplanen för Kristinebergshöjden är belägen strax söder om kvarter 7.

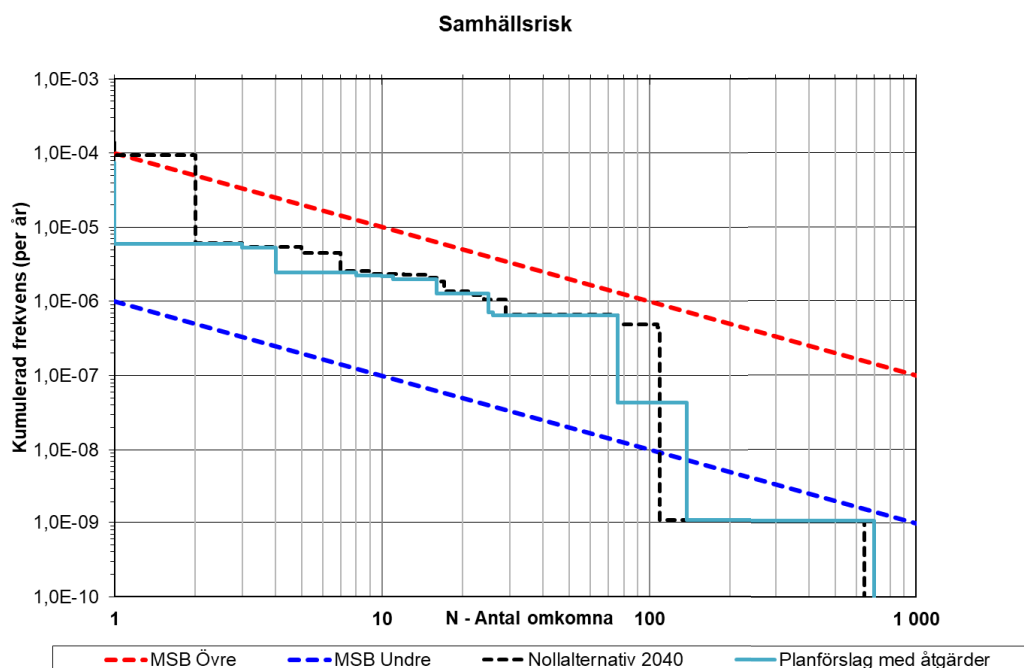
I figur 5.5 redovisas samhällsrisknivån med hänsyn tagen till de föreslagna skyddsprinciperna. Risknivån utan åtgärder redovisas således inte. Det innebär att åtgärdernas effekt på riskkurvan inte framgår. Effekter av föreslagna skyddsprinciper och även andra åtgärder har diskuterats i de workshops som genomfördes under arbetet med Hornbergskvarteren. Diskussionerna resulterade i att föreslagna skyddsprinciper (se tabell 5.2) ansågs vara genomförbara och tillräckliga.



Figur 5.5. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för planområdet och dess närmaste omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med Essingeleden med genomfört skyddskoncept. Underlag från detaljplanen för Hornbergskvarteren [8]. (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)

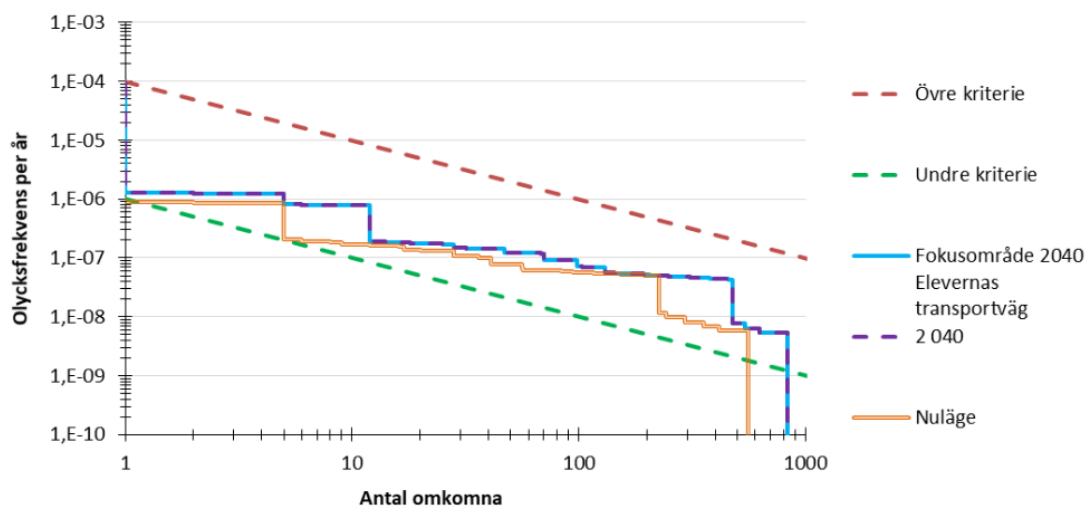
I beräkningarna för Hornbergskvarteren förutsattes inga omkomna utomhus till följd av pölbrand på vägen. Det antagandet bedöms vara relevant även för aktuell detaljplan eftersom markområdet närmast Essingeleden inte kommer att utformas så att människor lockas att vistas där. Det planeras inga entréer, uteplatser eller andra ytor som uppmuntrar till vistelse. Det innebär att byggnaden kommer att utgöra skydd för de människor som vistas utomhus inom planområdet. Antagandet om noll omkomna till följd av pölbrand, som har ett kort skadeområde (ca 30 meter) är därför aktuellt även för denna plan.

I figur 5.6 redovisas risknivån med och utan åtgärder för kv Paradiset 23 och 27, längre norrut utmed Essingeleden [14]. Observera dock att risknivån i sig inte är direkt jämförbar med risknivån för Kristineberg 1:10 till följd av betydligt högre persontäthet och kortare avstånd mellan byggnader och väg. Hänvisningen görs enbart med syfte att visa de redovisade skyddsåtgärdernas effekt på risknivån. Motsvarande sänkning av risknivån kan grovt förutsättas för detaljplanen för Kristineberg 1:10.



Figur 5.6. Samhällsrisknivån utmed Essingeleden vid kv Paradiset 23 och 27 [14].

I figur 5.7 redovisas samhällsrisken beräknad i höjd med Gröndal.



Figur 5.7. Samhällsrisknivå utmed E4/E20 Södertäljevägen vid Gröndal [12].

5.4 Värdering av risk

5.4.1 Individrisk

Individrisken för Hornsbergskvarteren ligger i den övre delen av ALARP fram till ca 20 meter för att därefter ligga i den nedre delen fram till 30-32 meter. På större avstånd är risknivån acceptabel. Motsvarande risknivå skulle uppnås om beräkningar genomfördes för aktuell detaljplan till följd av att antalet transporter med farligt gods är detsamma som för Hornsbergspanen samt att trafiken inte har ökat jämfört med genomförda beräkningar.

I höjd med Gröndal beräknas individrisken vara oacceptabel upp till ca 8 meter från vägen och sedan ligga i övre delen av ALARP upp till 30 meter [12]. Även här är risknivån acceptabel på avstånd över 30 meter.

5.4.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk för Hornsbergskvarteren [8] ligger inom ALARP upp till ca 300 omkomna och på acceptabel nivå för fler omkomna. Den beräknade samhällsrisk vid Gröndal [12] är liknande men ligger inom ALARP upp till 900 omkomna. Om olyckan skulle ske mitt för detaljplanen för Kristinebergshöjden skulle samhällsrisk vara lägre, jämfört med framförallt Hornsbergskvarteren, till följd av att planerad bebyggelse planeras på ett lite större avstånd från Essingeleden samt ett lägre personantal i närområdet på båda sidor om vägen. Risknivån bedöms därför hamna lite lägre inom ALARP för den aktuella detaljplanen jämfört med risknivån för Hornsbergskvarteren.

Förutsatta skyddsprinciper innebär ganska omfattande åtgärder och ytterligare byggnadstekniska åtgärder bedöms i riskanalysen för Hornsbergskvarteren ändå inte kunna leda till helt acceptabla risknivåer. Under arbetet med detaljplanen för Hornsbergskvarteren har ett antal workshops genomförts där riskfrågan har varit i fokus. I dessa workshops har olika lösningar diskuterats avseende möjlighet, effekt, kostnad etc. Resultatet mynnade i föreslagna skyddsprinciper som bedömts ge ett tillfredsställande skydd. Föreslagna skyddsprinciper i detaljplanen för Hornsbergskvarteren bedöms utifrån ovanstående vara relevanta och tillräckliga att tillämpa även för planerad markanvändning inom Kristinebergshöjden.

I avsnittet 5.5 redovisas en tydligare formulering av skyddsprinciperna i form av krav som ska uppfyllas för den planerade markanvändningen.

I tidigare genomförda beräkningar har man utgått från en pöl på 100 m² vid olycka med klass 3, brännbara vätskor. Ofta, men inte alltid, är utgångspunkten en större pöl. Med tanke på vägbredd och vägens lutning för att hantera vattenavrinning är en pöl på 100 m² mer trolig eftersom en större pöl sällan har de fysiska förutsättningarna att bildas på vägbanan. Vid en större pöl (ofta används 300 m²) fås en strålningsnivå som kan skada människor och antända material upp till ca 30 meter från pölen. För den aktuella detaljplanen kommer därför inte en större pöl påverka antalet omkomna eftersom ytor utomhus närmast vägen, inom möjligt skadeområde, inte utformas så att människor lockas att vistas där samt att skydd i fasad föreslås.

Utmed delar av planområdet ligger vägbanan lägre än marknivån inom planområdet och utmed delar är förhållandet det omvända. Det kan därför inte uteslutas att vätska kan rinna mot planerad byggnad. Marken är dock inte hårdgjord vilket försvårar spridning samt att det utmed Essingeleden finns avåkningsräcken och en kantsten som minskar sannolikheten för att

utrunnen vätska hamnar utanför vägbanan. Om en pöl ändå bildas inom planområdet innebär den tänkta lösningen att människor skyddas i tillräcklig utsträckning.

5.5 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning

Planerad markanvändning utförs utifrån bebyggelse inom som vetter direkt mot Essingeleden ska utföras med följande åtgärder:

- Byggnader placeras minst 25 meter från Essingeledens huvudkörbana samt minst 15 meter från Kristinebergspåfarten. Avståndet mäts från väggkant.
- Ytor utomhus inom 25 meter från Essingeleden ska utformas så att de ej uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Fasader som vetter direkt mot Essingeleden inom ett avstånd av 40 meter ska utföras i obrännbart material alternativt med konstruktion som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30. Fönster och glaspartier i dessa fasader ska utformas för att klara 300 grader C under 30 minuter.
- Huvudentréer placeras mot en trygg sida Essingeleden, dvs. på en sida som inte vetter mot Essingeleden. Alternativa utrymningsvägar får placeras mot Essingeleden.
- Byggnadens fasad som vetter mot Essingeleden ska utformas som "tät"³ för att motstå karakteristiska tryck och impulstätheter åskådliggjorda i figur 5.2.
- Byggnadens globala stabiliserande stomme ska utgöras av platsgjuten betong och/eller av prefabricerade betongelement med armeringen av klass C.
- Byggnadens friskluftsintag ska placeras mot en trygg sida, d.v.s. bort från Essingeleden, alternativt på byggnadens tak.

I ett led att säkerställa en "tät" fasad innebär detta att glaspartier (inklusive dess infästning) i fasad mot Essingeleden behöver utformas explosionsresistenta, exempelvis i klass ER1 enligt EN 13541 eller motsvarande som säkerställer likvärdigt skydd sett till redogjorda karakteristiska tryck och impulstätheter.

I ett led att säkerställa att glaspartier klarar en temperatur om 300°C under minst 30 minuters tid rekommenderas en yttre glasruta i härdat glas om minst 6 mm tjocklek med verifierande egenskaper. Inget krav på brandglas i fönster mot vägen sätts med hänsyn till att byggnaden placeras minst 30 meter från väggkant. Inom 30 meter är påverkan från en pölbrand så stor att krav på brandglas generellt tillämpas. På större avstånd är strålningsnivån så låg att vidare brandspridning in i byggnad inte förutsätts. På avstånd över 30 meter blir därför gasmolnexplosion dimensionerande olyckshändelse. En sådan olycka innebär tryck samt en mycket kortvarig värmestrålning. Det viktigaste bedöms då vara att fönstret hålls intakt för att undvika branden att ta sig in i byggnaden. Till och med ett vanligt fönsterglas reducerar infallande strålning så länge det är intakt. Brandglas klarar inte tryck vilket kommer medföra att glaset går sönder vid tryckpåverkan. Ett härdat och laminerat glas som klarar 300 °C har visat sig i icke standardiserade tester ha en god reducerande effekt på infallande strålning.

Observera att ovanstående åtgärder endast utgör förslag och det är upp till kommunen att ta beslut om åtgärder. De åtgärder som man beslutar om ska formuleras som planbestämmelser på ett sådant sätt att de är förenliga med **Plan- och bygglagen (2010:900)**. Vid formulering av planbestämmelser är det viktigt att funktionen i åtgärden bevakas och får ett juridiskt skydd.

³ Med "tät" fasad syftas här på en fasad som är utformad på ett sådant sätt att den förhindrar stötvågslasten från att tränga in i byggnaden. Detta innebär att såväl fasadelement som eventuell fönsterrutor klarar av att motstå de laster som en explosion innebär utan att gå sönder

Det är lika viktigt att inte låsa fast sig vid en viss teknik eller ett specifikt material eftersom det kan dröja flera år innan planen realiserar.

5.5.1 Åtgärdernas riskreducerande effekt

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

- Begränsning av sannolikheten för att personer utsätts för en förhöjd risknivå under längre tidsperioder genom att tillgodose skyddsavstånd till områden med stadigvarande vistelse utomhus.
- 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 Essingeleden genom att tillgodose utrymningsmöjligheter bort från dessa vägar.

Även med åtgärder ligger risknivån fortsatt högt inom ALARP. Med hänsyn till den täta bebyggelsen i området kommer risknivån oavsett omfattning av åtgärder inom denna detaljplan inte hamna på acceptabla nivåer. Det är heller inget krav utifrån tillämpad värderingsmetodik. Bedömningen utifrån genomförd analys och utredning av möjliga åtgärder och deras riskreducerande effekt samt rimligheten i att vidta olika åtgärder, är att föreslagna åtgärder har en tillräcklig riskreducerande effekt. Mer omfattande åtgärder, exempelvis ökat skyddsavstånd eller kraftigare åtgärder avseende explosion, har studerats i analysen för Hornsbergskvarteren och bedöms inte ge tillräckligt stor riskreducerande effekt för att påverka på projektet eller kostnaden av att vidta åtgärderna ska anses vara motiverade. Samma bedömning görs för Kristinebergshöjden. Risknivån bedöms därmed vara tolerabel.

5.6 Känslighetsanalys

I utredningen för Hornsbergskvarteren gjordes en känslighetsanalys där ett antal parametrar studerades. I analysen för Kristineberg 1:10 görs ingen separat känslighetsanalys. Analysen för Hornsbergskvarteren omfattade ett betydligt högre trafikflöde än de senaste trafikmätningarna. På så sätt "täcks" nuvarande trafiksituation samt en eventuell framtida ökning in. I nuläget finns inga indikationer på att antalet transporter med farligt gods kommer öka eller minska på aktuell vägsträcka även om antalet bör minska när Förbifart Stockholms öppnar.

6. Slutsats

Analysen av möjliga risker i anslutning till planområdet visar att det främst är olyckor med farligt gods på Essingeleden som är relevanta att beakta vid fortsatt exploatering inom planområdet. Övriga riskkällor ligger på ett tillräckligt stort avstånd och Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd uppfylls med god marginal till Drottningholmsvägen och tunnelbanan.

Den fördjupade analysen som baseras på underlag från arbetet med detaljplanen för Hornsbergskvarteren visar att individrisken är hög, men inte oacceptabel, närmast Essingeleden och acceptabel på avstånd över 30-32 meter från vägen. Den aktuella byggnaden planeras på ett minsta avstånd av ca 30 meter. Samhällsriskerna i området är höga men inte oacceptabel och ligger med föreslagna skyddsprinciper inom ALARP. De skyddsprinciper som utgör grund för detaljplanen för Hornsbergskvarteren har därför bedömts relevanta och nödvändiga att utgå från även för denna detaljplan eftersom riskerna är desamma och markanvändningen likartad även om aktuell detaljplan omfattar en betydligt mindre exploatering. Även med föreslagna skyddsprinciper finns en kvarstående risk. Denna beror bland annat på att olyckor med stora skadeområden även påverkar omgivningen utanför planområdet där skyddsprinciperna inte går att tillämpa.

Förutsatt att de föreslagna skyddsprinciperna tillämpas bedöms identifierade risker vara tillräckligt hanterade och människor inom planområdet bedöms inte utsättas för oacceptabla risker.

7. Bilagor

Bilaga A – Samhällsrisk utmed Södertäljevägen (E4/E20), Structor, 2019

8. Referenser

- [1] 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.
- [2] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer, Rapport 2000:01," Länsstyrelsen i Stockholms län, Stockholm, 2000.
- [3] MSB, "ADR-S – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2022:3," Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Karlstad, 2022.
- [4] Trafikverket, "Vägrafikflödeskartan," 2022. [Online]. Available: <https://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation>. [Använd 08 08 2024].
- [5] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Länsstyrelsen i Stockholms läns lokala trafikföreskrifter om transport av farligt gods i del av Norra Länken (tunnelkategorisering), Stockholms och Solna kommuner (01TFS 2016:28)," Stockholm, 2016.
- [6] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, "Bestämmelser för transport av farligt gods genom vägtunnlar," 2021. [Online]. Available: www.msb.se. [Använd 03 02 2023].
- [7] WSP, "Analyser av transporter med farligt gods, mätningar utförda i Stockholm under maj och oktober 2015," Stockholm, 2016-04-27.
- [8] Projektstaben, "Riskutredning avseende människors hälsa och säkerhet, detaljplan Hornsbergskvarteren," Stockholm, 2019-10-25.
- [9] Trafikverket, "Vägrafikflödeskartan," 2024. [Online]. Available: <https://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation>. [Använd 08 2024].
- [10] Statens Räddningsverk, "Kartläggning av farligt godstransporter september 2006," 2007.
- [11] Brandskyddslaget, "Detaljerad riskanalys kv Kristineberg 1:10," 2015.
- [12] Structor, "Samhällsrisk utmed Södertäljevägen (E4/E20) sträckan Trafikplats Bredäng till Gröndalsbron, Stockholms stad," 2019-09-06.
- [13] Statens Räddningsverk, Det Norske Veritas, "Värdering av risk," 1997.
- [14] Brandskyddslaget, "Riskanalys Paradiset 23 och 27," 2024-07-05.

Samhällsrisk utmed Södertäljevägen (E4/E20)

Sträckan Trafikplats Bredäng till Gröndalsbron,
Stockholms stad

Structor

DOKUMENTINFORMATION

Beställare: Exploateringskontoret, Stockholm stad
Referens: Ebba von Platen
ebba.von.platen@stockholm.se
Uppdragsnamn: Samhällsrisk utmed Södertäljevägen (E4/E20)
Uppdragsnummer: 1009-108 Samhällsrisk utmed Södertäljevägen

Uppdragsledare: Henrik Mistander



Handläggare: Joel Omran



Elin Edman



Kvalitetsgranskning: Lisa Zamani



Status Slutgiltig handling

Datum 2019-09-06

SAMMANFATTNING

Stockholm Stad har gett Structor Riskbyrå i uppdrag att genomföra en samlad bedömning med fokus på samhällsrisk för ett större område längs med vägsträckan Södertäljevägen/Essingeleden från trafikplats Bredäng till Gröndalsbron och del av Södra länken förbi Årstaberg. Vägen är en rekommenderad transportled för farligt gods och utmed den aktuella sträckningen bor och verkar många människor. Ett flertal planprojekt pågår eller föreslås påbörjas intill leden.

Syftet med uppdraget är att skapa ett underlag som stöttar staden i hanteringen av det samhällsriskbidrag som kommer från transporter av farligt gods på den aktuella vägsträckningen. Underlaget ska kunna nyttjas i både pågående och kommande planprocesser, såväl som av både Exploateringskontoret och Stadsbyggnadskontoret i Stockholms stad. Målet är att ta fram en översiktlig modell som kan användas för att analysera samhällsriskerna utmed hela vägsträckningen, och som tydliggör hur resultaten kan tillvaratas i kommande planering.

Som en del av metoden genomfördes tre workshops tillsammans med flera aktörer på Exploateringskontoret, Stadsbyggnadskontoret, Storstockholms brandförsvaret samt Länsstyrelsen för att tillsammans studera de inledande resultaten och utifrån dem identifiera och prioritera områden som behövde fördjupad analys.

Resultaten från genomförda analyser visar att staden har goda möjligheter undvika oacceptabelt höga risknivåer. Alla planerade exploateringar inklusive tidiga skeden har tagits med i beräkningarna. Den övergripande föreslagna exploateringsgraden utmed sträckan innebär inte att staden ”byggt in sig” i en situation där risknivåerna inte kan hanteras. Det i sin tur innebär att en hård prioritering mellan de föreslagna utvecklingsområdena inte bedöms vara nödvändig. Resultaten visar att den föreslagna exploateringen utmed vägsträckan bör kunna *lokaliseras* till de ungefärligt utpekade platserna.

Riskenivåerna är dock sådana att bebyggelsens *utformning* och *placering* på den avsedda marken behöver väljas med omsorg. Det bedöms finnas möjligheter att göra det inom ramen för kommande detaljplanprocesser. Genom att på ett strategiskt sätt kombinera väl valda riskreducerande åtgärder inom ramen för enskilda detaljplaner med samordnade åtgärder för flera detaljplaner utmed sträckan, bedöms både en effektivare riskreducering kunna skapas samtidigt som befintlig bebyggelse i vissa fall kan skyddas i större utsträckning.

Fyra övergripande teman har identifierats för fortsatt arbete. Det handlar om:

- att tillvarata och inarbeta resultaten från uppdraget i Stockholms stads planeringsprocesser,
- att inarbeta resultaten i GIS,
- att återanvända och tillvarata de indata och planeringsförutsättningar som kunnat fastställas inom ramen för denna utredning och
- möjlig utveckling och fördjupning av den framtagna analysmodellen. Dessa teman diskuteras i följande avsnitt.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Inledning.....	6
1.1. Syfte och mål.....	6
1.2. Avgränsningar	6
1.3. Kravbild.....	7
1.4. Underlagsmaterial	7
2. Metodbeskrivning.....	8
2.1. Uppdragets övergripande genomförande	8
2.2. Omfattning av riskhantering i analysarbetet.....	8
2.3. En modell för analys av samhällsriskerna	10
3. Planeringsförutsättningar	14
3.1. Områdesbeskrivning	14
3.2. Indata.....	16
4. Inledande beräkningar	21
5. Genomförda workshops	23
5.1. Mötestillfällen.....	23
5.2. Genomförande	23
5.3. Resultat	24
6. Resultat för fokusområden.....	25
6.1. Skyddseffekt av vall och skärm	25
6.2. Skyddseffekten av bergskärningar	26
6.3. Människor i den bebyggelsefria zonen.....	28
6.4. Ruta A – Uppdelning av beräkningen i två delsträckor	30
6.5. Ruta B – Fördjupad analys Mälarhöjdens idrottsplats	31
6.6. Ruta F - Tillkommande bebyggelse på norra sidan av Södra länken	32
6.7. Identifiering av de mest problematiska platserna längs hela sträckan.	33
7. Osäkerheter.....	35
8. Slutsatser & diskussion.....	37
8.1. Uppdragets övergripande genomförande	37
8.2. Datainsamling.....	37
8.3. Att bygga en modell.....	38
8.4. Vad visar resultaten?.....	38
9. Fortsatt arbete	40
9.1. Tillvarata resultaten i kommande planering	40
9.2. Inarbete resultat i GIS	42
9.3. Återanvända indata och insamlade underlag.....	42
9.4. Fördjupa analysmodellen	44

Referenser 45

Bilaga A- Olycksscenarier för olycka med transport av farligt gods

Bilaga B- Frekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods – Indata och metod

Bilaga C- Frekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods –
Händelseträdsmetodik

Bilaga D- Konsekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods

Bilaga E- Riskuppskattningar för pölbrand

Bilaga F- Beräkning av risknivåer för olycka med transport av farligt gods

Bilaga G- Övergripande indata beräkningar

Bilaga H- Indata beräkningar ruta för ruta

1. INLEDNING

Vägsträckan Södertäljevägen/Essingeleden från trafikplats Bredäng till Gröndalsbron och del av Södra länken förbi Årstaberg är rekommenderad transportled för farligt gods och löper genom stadsdelarna Hägersten/Liljeholmen och Skärholmen inom Stockholm Stad. Utmed den aktuella sträckningen bor och verkar många människor. Ett flertal planprojekt pågår eller föreslås påbörjas intill leden. Stadens utgångspunkt är att man vill minska avstånd mellan vägen och ny bebyggelse så mycket som möjligt.

Stockholm Stad har gett Structor Riskbyrån uppdraget att genomföra en samlad bedömning med fokus på samhällsrisk för ett större område. Detta för att i ett tidigt skede kunna ta ställning till risknivåer, skapa goda förutsättningar att hantera olycksrisker på ett effektivt och ändamålsenligt sätt, samt föra tidig dialog med Länsstyrelsen. Särskilt goda möjligheter finns att hantera den s.k. samhällsrisk, som till följd av sin karaktär behöver beaktas i tidiga skeden. Riskhantering i den fysiska planeringen bör ses som en iterativ process där analyser och bedömningar förfinas allt eftersom planeringen blir mer detaljerad. Detta innebär att denna relativt övergripande analys kommer att ligga till grund för mer detaljerad riskhantering i efterföljande detaljplanering, såväl som för fortlöpande dialog med länsstyrelsen.

1.1. Syfte och mål

Syftet med uppdraget är att skapa ett underlag som stöttar staden i hanteringen av det samhällsriskbidrag som kommer från transporter av farligt gods på Södertäljevägen/Essingeleden från trafikplats Bredäng till Gröndalsbron samt del av Södra länken förbi Årstaberg. Underlaget ska kunna nyttjas i både pågående och kommande planprocesser, såväl som av både Exploateringskontoret och Stadsbyggnadskontoret i Stockholms stad.

Målet är att ta fram en översiktlig modell som kan användas för att analysera samhällsrisk utmed hela vägsträckningen, och som tydliggör hur resultaten kan tillvaratas i kommande planering.

1.2. Avgränsningar

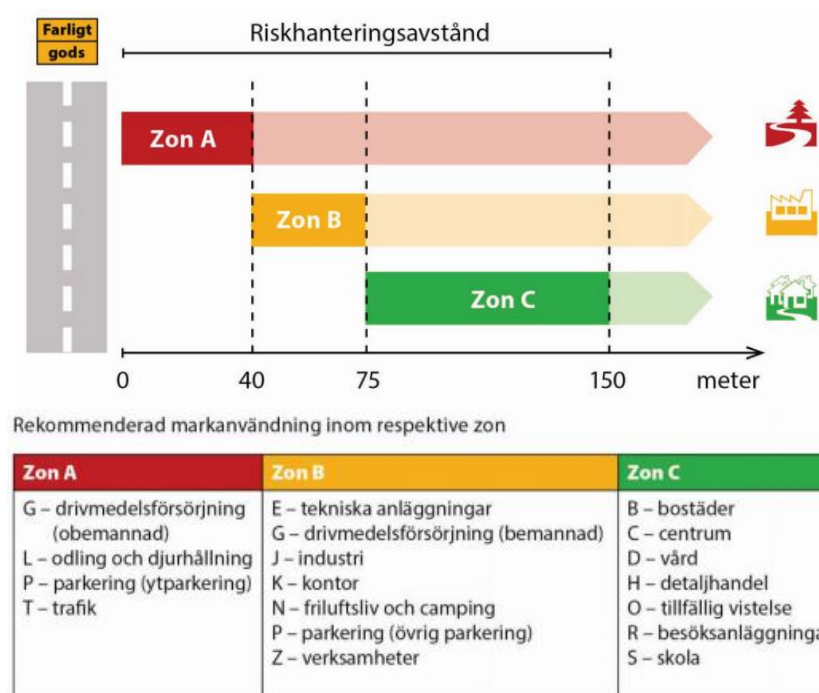
Denna utredning fokuserar på riskmättet samhällsrisk, och syftar till att studera det samhällsriskbidrag som kommer från transporter av farligt gods på Södertäljevägen/Essingeleden och del av Södra länken inom utredningsområdet. Utöver vägen finns ett antal andra riskkällor i området, såsom drivmedelsstationer och farliga/miljö-farliga verksamheter. Sådana riskkällor (punktkällor) är relativt komplicerade att väga in i en kvantitativ modell för beräkning av samhällsrisk, varför de i detta skede inte kommer att beaktas.

Vidare är uppdraget avgränsat till att hantera akut olycksriskpåverkan på människor. Annan påverkan på människors hälsa, som t.ex. långvariga hälsoeffekter av buller eller luftföroreningar, hanteras inte. Andra skyddsvärden utöver människa (t.ex. påverkan på samhällsviktiga funktioner) hanteras inte i detta skede.

1.3. Kravbild

Att beakta olycksrisker i de avvägningar som görs vid fysisk planering bottnar i krav i Plan- och bygglagen¹, och Miljöbalken². Kraven innebär att bebyggelse och byggnadsverk ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till bl.a. människors hälsa och säkerhet samt risken för olyckor, översvämning och erosion. I detta avsnitt redovisas krav kopplat till transporter med farligt gods.

Riskbedömningen med hänsyn till transporter av farligt gods avser att uppfylla de krav på riskhantering som Länsstyrelsen i Skåne, Stockholm och Västra Götalands län ställer i riskpolicy *Riskhantering i detaljplaneprocessen*³. Även rekommendationerna i de riktlinjer avseende riskhantering som Länsstyrelsen i Stockholms län ger i rapporten *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*⁴ beaktas, se Figur 1. I dessa anges ett riskhanteringsavstånd på 150 meter intill transportleder för farligt gods, inom vilket riskhanteringsprocessen ska beaktas i framtagandet av detaljplaner.



Figur 1. Riskhanteringsavstånd i Länsstyrelsen i Stockholms län riktlinjer

1.4. Underlagsmaterial

Vad gäller relevant underlagsinformation till denna riskanalys har Structor fått omfattande information från staden gällande planerade och pågående planer i berörda. Området längs med vägen. Utöver denna information har Stockholm Stad tillhandahållit statistik om personer som bor samt arbetar inom berörda områden. Staden har även bistått i dialoger och samråd med Structor under arbetets gång. Övriga underlagsmaterial som använts vid riskanalysen refereras till löpande i texten.

2. METODBESKRIVNING

I detta kapitel beskrivs den metod som används för analysen. Det första avsnittet beskriver genomförandet övergripande, därefter följer ett avsnitt som redogör för omfattningen av riskhanteringen och slutligen beskrivs den modell för samhällsriskanalys som tagits fram och tillämpas i detta uppdrag.

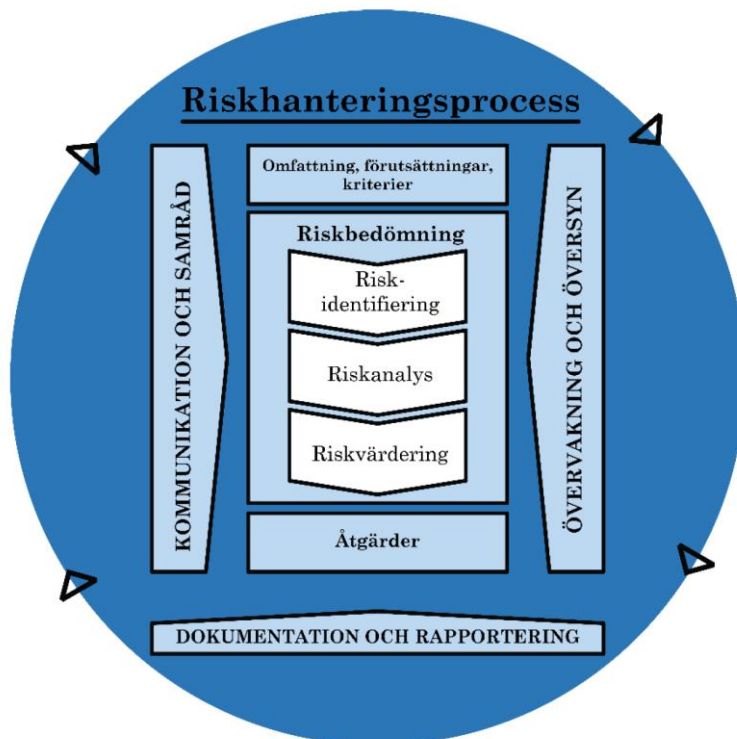
2.1. Uppdragets övergripande genomförande

Genomförandet av uppdraget har delats in i olika steg, A till G. Stegen presenteras nedan.

- A. Definiera förutsättningar, precisera uppdraget och samla in underlagsmaterial.
- B. Definiera en modell för analys av samhällsrisk.
- C. Genomförande av inledande grova analyser av samhällsrisk för ett antal kvadratkilometer stora rutor längs med vägsträckningen från trafikplats Bredäng till Gröndalsbron.
- D. Genomförande av workshops tillsammans med flera aktörer för att studera de inledande resultaten och utifrån dem identifiera och prioritera fokusområden för respektive ruta. Fokusområden kan exempelvis utgöras av någon prioriterad riskreducerande åtgärd, någon särskild lokal förutsättning för den aktuella rutan eller någon särskild lokalanpassning av beräkningsmodellen.
- E. Fördjupad analys av identifierade fokusområden – medför de någon påverkan på samhällsriskbidraget?
- F. Slutsatser från resultaten, identifiera övergripande hanteringsstrategier.
- G. Dokumentera resultaten i en rapport.

2.2. Omfattning av riskhantering i analysarbetet

Det inledande arbetsmomentet med att definiera förutsättningar och fastställa avgränsningar (Steg A) motsvarar riskhanteringsprocessens inledande steg ”*Omfattning förutsättningar, kriterier*” enligt ISO 31 000⁵, se Figur 2. De inledande, grova analyserna (Steg C) genomförs som en kvantitativ *Riskbedömning* enligt de principer som presenteras i riskhanteringsprocessen. Workshopar och de fördjupade analyserna (Steg D och E) inkluderar både nya iterationer av *Riskbedömning* såväl som arbete med momentet *Åtgärder*. Steg F fokuserar i huvudsak på strategier kring *Åtgärder*. För att nå hela vägen i mål med riskhanteringsprocessen så som den beskrivs i ISO 31 000 krävs ett aktivt beslutsfattande och implementering av eventuella åtgärder, vilket åligger kommunen att säkerställa genom antagande av framtida detaljplaner, genom avtal eller reglering i andra typer av planer eller styrdokument.



Figur 2. Riskhanteringsprocessen anpassad utifrån ISO 31 000⁵.

2.2.1. Riskidentifiering

Riskidentifieringen behandlar enligt uppdragets avgränsningar olyckor med transporter av farligt gods längs med den aktuella vägsträckan. Det skyddsvärda utgörs av människors hälsa och säkerhet i områdena utmed vägen.

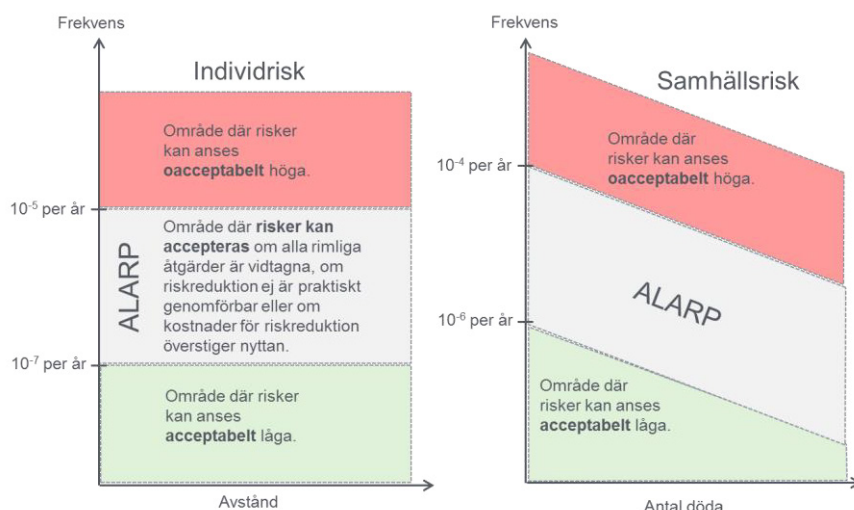
2.2.2. Riskanalys

Riskanalysen för risker kopplade till transporter av farligt gods utförs kvantitativt genom att de två riskmått individ- och samhällsrisk beräknas.

- Individrisk är sannolikheten (ofta presenterad som frekvensen per år) för att en person som ständigt befinner sig på en specifik plats omkommer. Individriska är platsspecifika och tar ingen hänsyn till hur många personer som kan påverkas av skadehändelsen. Syftet med riskmålet är att tillse att enskilda individer inte utsätts för icke-tolerabla risker.
- Samhällsrisk utgörs av sannolikheten för att ett visst antal personer omkommer till följd av en olycka. Samhällsriskmålet tar hänsyn till befolkningstäthet och studeras över ett område som normalt är en kvadratkilometer stort. Risker redovisas ofta som en s.k. F/N-kurva som visar den ackumulerade frekvensen (per år) för ett visst utfall mätt i antal döda.

2.2.3. Riskvärdering

För riskvärderingens jämförelse med riskkriterier kommer de nivåer och principer som föreslås av DNV⁶ att användas, se Figur 3. Dessa är tillämpbara för de två riskmåten individrisk och samhällsrisk.



Figur 3. Riskvärderingskriterier anpassade utifrån DNV⁶. ALARP-området definieras på samma sätt för individ- som samhällsrisk.

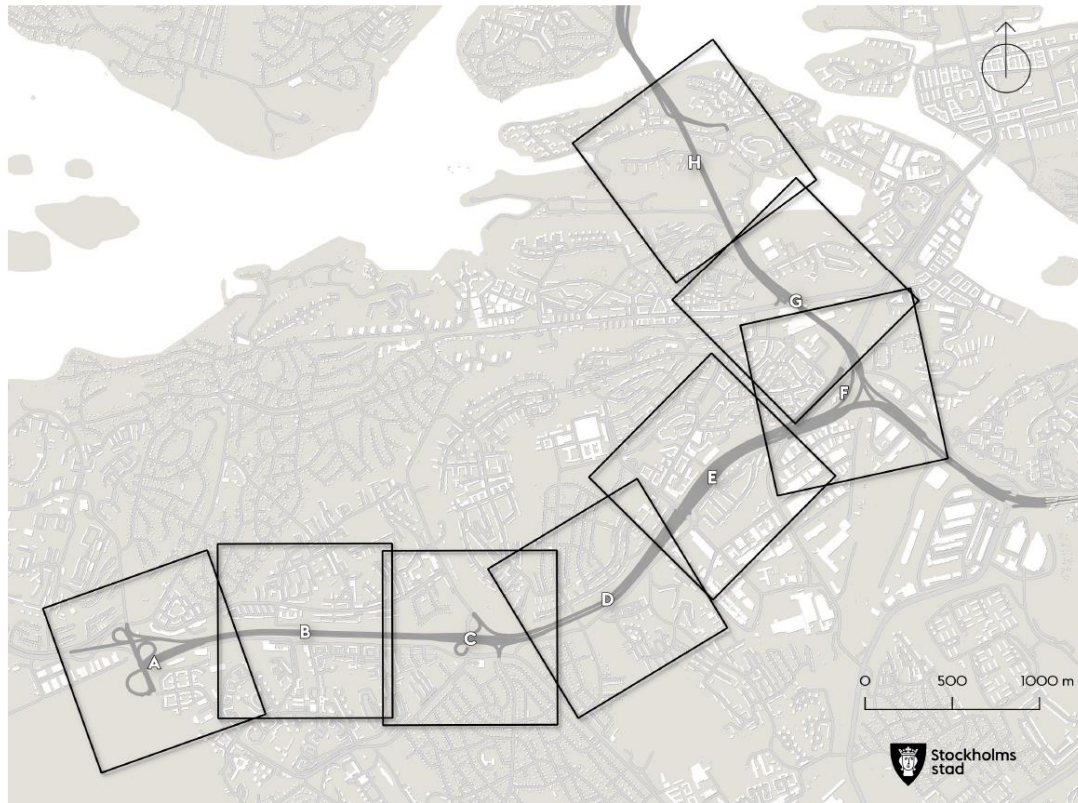
Som utgångspunkt för identifiering av lämpliga riskreducerande åtgärder används rapporten *Säkerhethöjande åtgärder i detaljplaner*⁷ och *Transporter av farligt gods – Handbok för kommunernas planering*⁸.

2.3. En modell för analys av samhällsrisk

Inom ramen för detta uppdrag har en övergripande modell för analys av samhällsrisk utvecklats. I följande avsnitt beskrivs hur modellen bygger på att för ett antal rutor längs med vägen arbeta med olika zoner och för dessa definiera vilka beräkningsförutsättningar som ska tillämpas i analysen.

2.3.1. Rutorna

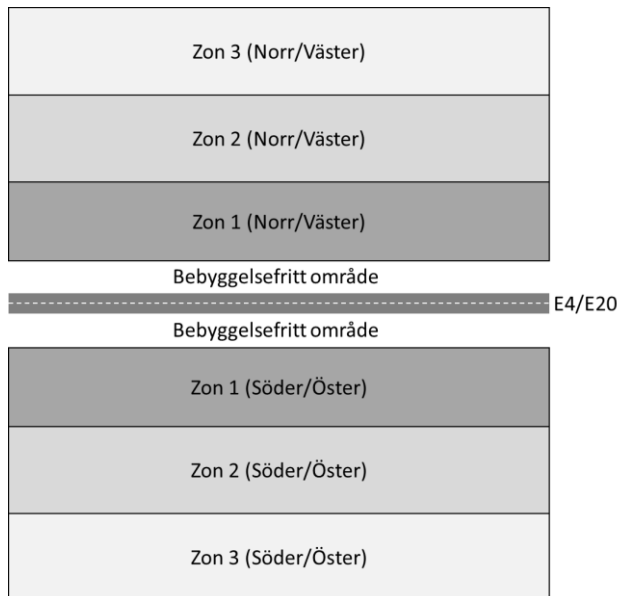
Med utgångspunkt i samhällsriskmåttet och den vanligaste tillämpningen att studera ett område som är en kvadratkilometer stort (en kvadrat med sidor som är 1 kilometer långa), har modellen föreslagits studera åtta stycken sådana "rutor" utplacerade längs den aktuella vägsträckan. Rutornas placering visas i Figur 4.



Figur 4. Studerade rutor A-H utmed Södertäljevägen, Essingeleden och del av Södra länken. Varje ruta är en km² stor, med vägen genom dess mitt.

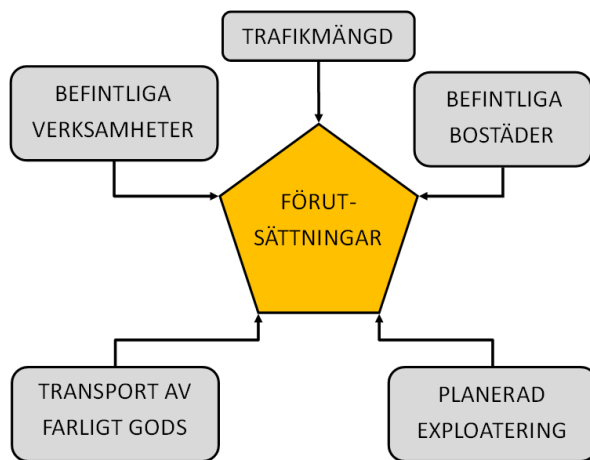
2.3.2. Zoner

Vid samhällsriskberäkningar för detaljplaner är det relativt vanligt med en ansats där en genomsnittlig befolkningstäthet väljs för hela den studerade kvadratkilometern. Den modell som används i denna utredningen möjliggör dock en uppdelning i olika zoner utmed vägen, där egenskaperna i omgivningen kan varieras med avståndet till vägen. Det betyder att zonerna kan tilldelas olika befolkningstätheter och anpassas så att de bättre överensstämmer med verkligheten. Närmast vägen finns en zon som i detta uppdrag benämns ”bebyggelsefritt område” där ingen bebyggelse finns och människor antas vistas endast tillfälligt (t.ex. då de använder gång- och cykelbanor som finns i zonen).



Figur 5. Princip för zonindelning på båda sidor av vägen.

2.3.3. Datainsamling



Figur 6. Data samlas från olika källor och utgör tillsammans del av förutsättningarna.

Underlag för uppskattning av antal boende i nuläget har utgjorts av antalet folkbokförda vilka tillhandahållits av Kart- och modellenheten, Stadsbyggnadskontoret, Stockholm stad. Se Bilaga B för specifikt personantal för varje studerad ruta.

Underlag för uppskattning av antal sysselsatta och besökande personer i nuläget inom respektive studerad ruta har tillhandahållits från Exploateringskontoret, Stockholm stad som sammanställt detta utifrån fastighetsregister i datorprogrammet Datscha.

För att få ett genomsnittligt antal personer som stadigvarande vistas inom varje studerad ruta har antal boende, sysselsatta, och besökande räknats ner utifrån antaganden om hur

länge personer vistas i sitt hem, på sin arbetsplats och som besökare inom olika verksamheter.

Underlag för antal personer inom projekt som planeras inom fem år längs studerad vägsträcka har tillhandahållits av Planavdelningen, Stadsbyggnadskontoret, Stockholm stad. Dessa har sedan räknats ner på samma sätt som för nuläget och sedan adderats till nuläget. Detta har sedan utgjort underlag för beräkningar för prognosåret 2040.

Trafikflödet vid nuläge och vid prognosår 2040 på Södertäljevägen, Essingeleden och Södra Länken har tillhandahållits av Trafikverket⁹. Förbifart Stockholm kommer öppna för både personbils- och godstrafik mellan nuläge och prognosåret 2040. Detta har lett till att prognosticerat trafikflöde för 2040 är något lägre för Södertäljevägen och Essingeleden än dagens trafik. För Södra länken är flödet detsamma.

Andelen tung trafik av det totala trafikflödet och andelen farligt gods av den tunga trafiken som transporteras på Södertäljevägen, Essingeleden och Södra Länken har antagits vara samma som uppmätts på Essingeleden i WSP:s analys för Trafikverket och Stockholms stad¹⁰.

Fördelning av farligt gods mellan de olika ADR-S-klasserna baseras på den statistik som Trafikanalys (TRAFA) samlar in med avseende på lastbilstrafiken i Sverige. Detta bedöms rimligt då vägarna har genomfartstrafik och relativt höga flöden.

3. PLANERINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

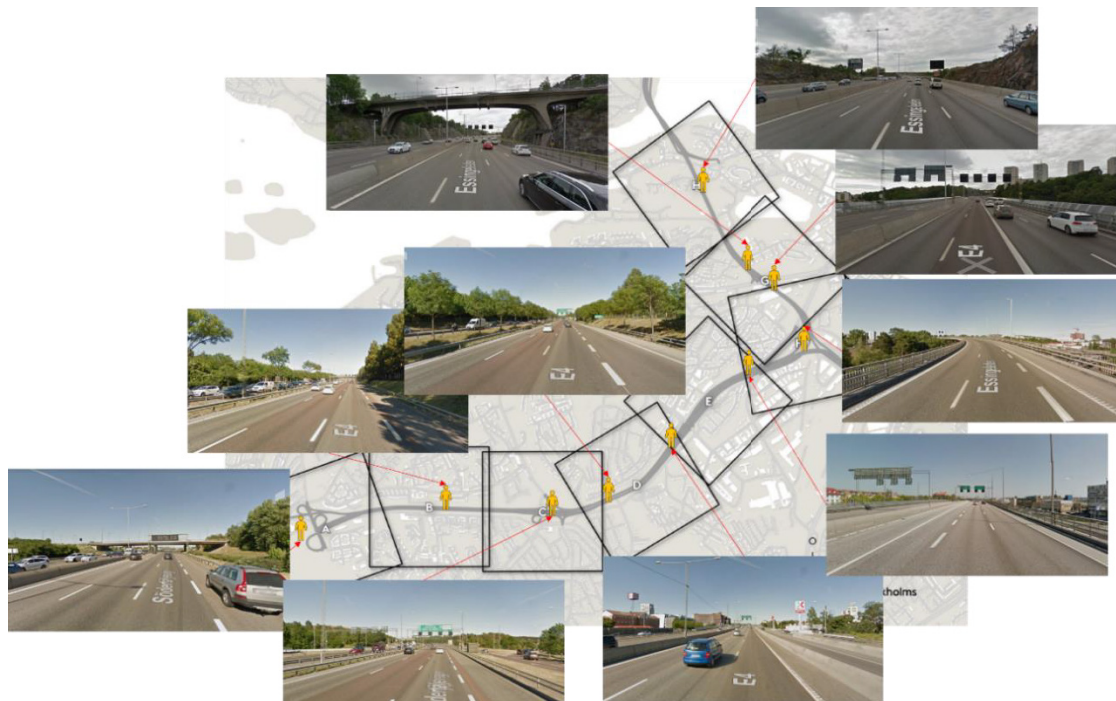
I följande kapitel beskrivs utredningsområdet längs med Södertäljevägen, Essingeleden och Södra länken. Totalt studeras åtta ytor om vardera en kvadratkilometer längs med lederna.

3.1. Områdesbeskrivning

Södertäljevägen och Essingeleden är rekommenderade transportleder för farligt gods och löper bland annat genom stadsdelarna Hägersten/Liljeholmen och Skärholmen inom Stockholm Stad. Även Södra Länken är en rekommenderad transportled för farligt gods. Det aktuella området sträcker sig längs med vägen i stort sett från trafikplats Bredäng till Gröndalsbron. Sträckan delas in i utredningsområden om en kvadratkilometer som benämns ruta A vid trafikplats Bredäng upp till ruta H vid Gröndalsbron.

3.1.1. Väg

Oräknat avfarter och påfarter utgörs sträckan i princip av fyra mötesfria körfält i vardera riktningen. Sträckan är belyst i sin helhet, har en hastighetsbegränsning på 80 km/h längs Södertäljevägen och 70 km/h längs Essingeleden och Södra länken. Alla vägavsnitt har avakningsskydd, med undantag från vissa avfartsramper samt vägavsnittet väster ut från trafikplats Bredäng. Vägarna går omväxlande på bro, i bergsskärning, invallad, med plank eller fritt i höjd med omgivande bebyggelse. I ruta F viker Södra länken av till sydost och huvudleden Essingeleden fortsätter åt nordväst.



Figur 7. Området delas in i åtta studerade kvadratkilometrar. Bilderna från Google Streetview är alla tagna åt öster eller norr. (Google maps)



Figur 8. Vy i ruta G från Blommensbergsvägen upp mot Essingeleden som passerar på bro. (Google maps)



Figur 9. Vy i ruta H från Gröndalsbacken upp mot Essingeleden som passerar på bro. På andra sidan skymtar Gröndals bollplan. (Google maps)

3.1.2. Omgivningen

Utmed den aktuella sträckningen bor och verkar många människor. Bebyggelsen är varierad och inom det utredningsområde som ruta A-H utgör finns flerfamiljshus, villor, centrumbebyggelse, sällanköp, hotell, skolor och blandade verksamheter. Höjderna är varierade där vissa delar ligger över vägens nivå och vissa under.

Vid beräkningar av samhällsrisk studeras normalt ett typområde på en kvadratkilometer, med den aktuella planen eller riskkällan i dess mitt. Om utredningsområdet var mycket homogent skulle detta område kunna utökas. Så är inte fallet nu varför området delas upp i totalt åtta stycken områden om vardera en kvadratkilometer där riskällan i form av vägen placerats i rutornas mitt.

I följande stycken beskrivs för varje ruta kort den karakteristika som har betydelse för samhällsriskerna. För detaljbild, exakt indata, verksamheter inom varje ruta hänvisas till Bilaga G.

I det här avsnittet presenteras i stora drag indata till utförda individ- och samhällsriskberäkningar för nuläge och prognosåret 2040. Detaljerad indata presenteras i diagrammen nedan.

3.2.1. Trafik

Tabell 1 beskriver de trafikflöden som tillhandahållits av Trafikverket¹² och nyttjas i beräkningarna. Den uteblivna ökningen fram till prognosåret beror på öppnandet av Förbifart Stockholm.

Tabell 1. Trafikflödesprognos nuläge och år 2040.

Väg	Nuläge		2040	
	Trafikflöde ÅDT [fordon/dygn]	Antal farligt gods-transporter [fordon/dygn] ¹⁰	Trafikflöde ÅDT [fordon/dygn]	Antal farligt gods-transporter [fordon/dygn] ¹⁰
Södertäljevägen	120 000	185	116 400	180
Essingeleden	150 000	231	139 500	215
Södra länken	105 000	162	105 000	162

Tabell 2. Fördelning av transporter med farligt gods som används.

ADR-S-klass	Nationellt snitt. Andel [%]
1	0,3
2.1	6,8
2.2	21,9
2.3	0,1
3	47,3
4	1,3
5	2,7
6	5,3
7	0
8	11,9
9	2,6
Totalt	100

Antal transporter har sedan beräknats utifrån trafikmängder och andel tung trafik. Fördelning mellan klasserna av farligt gods baserat på den statistik som Trafikanalys (TRAFA) samlar in med avseende på lastbilstrafiken i Sverige. De tre trafiklederna har genomfartstrafik och relativt höga flöden varför detta nationella genomsnitt har bedömts rimligt. Det nationella genomsnittet för fördelningen mellan klasserna av farligt gods på vägarna mellan åren 2013 och 2017 redovisas i Tabell 2¹³.

I

Tabell 3 3 presenteras de olycksscenarier som kan förekomma i olyckor där transporter av farligt gods är inblandade. Dessa utgör grund för de scenarier som ingår i riskberäkningarna.

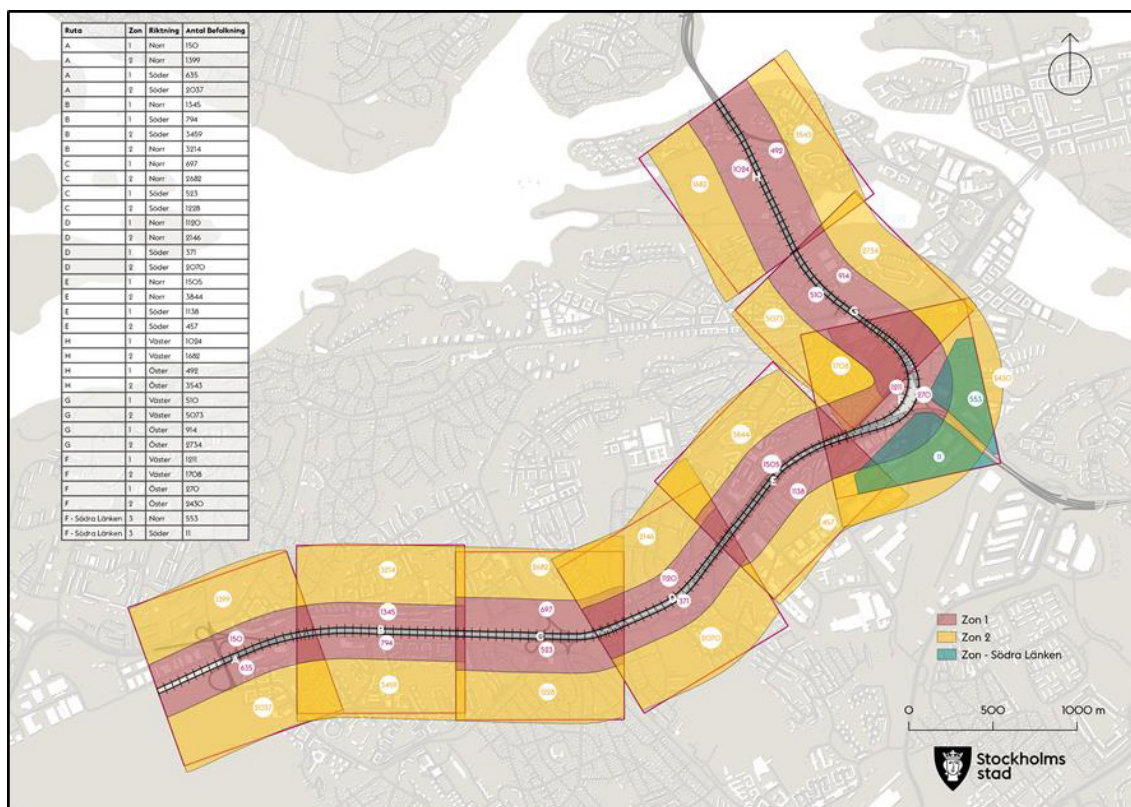
Tabell 3. Allmänna beskrivningar av olycksscenarier för de olika klasserna av farligt gods. Generella bedömningar av påverkan baseras på tillgänglig litteratur^{14,15,16}.

ADR-S-klass	Beskrivning
1 - Explosiva ämnen och föremål	Explosioner till följd av olyckor med ADR-klass 1 påverkar omgivningen genom tryckpåverkan, värmestrålning och splitter. Vid stora mängder explosiva varor kan skador från tryckvågen uppstå på flera hundratals meter, och splitterskador på uppemot en kilometer.
2 – Gaser	Olycksförloppen vid olyckor med gaser varierar beroende på vilken typ av gas som är inblandad.
<i>2.1 - Brandfarliga gaser</i>	Olyckor med brandfarliga gaser inkluderar olika brandförlopp som kan påverka omgivningen genom värmestrålning eller tryckpåverkan. Vid ett läckage som antänds omgående uppstår en jetflamma som orsakar värmestrålning mot omgivningen. Om ingen antändning sker kan den utsläppta gasen bilda ett brännbart gasmoln som förflyttar sig med vinden och vid senare antändning orsakar en gasmolnsexplosion. Gasmolnsexplosionen orsakar värmestrålning och under vissa mycket specifika förhållanden även tryckvågor mot omgivningen. I sällsynta fall kan även en typ av explosion som kallas BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) uppstå. Dessa tre scenarier kan medföra påverkan på några hundratals meter om den brandfarliga gasen transporteras i stora mängder i tank.
<i>2.2 – Icke giftig, icke brandfarlig gas</i>	Den påverkan på omgivningen som kan uppstå vid olyckor med denna riskgrupp är främst kopplad att kraftig uppvärmning kan leda till kärlsprängning samt omkringflygande kärldelar eller splitter.
<i>2.3 – Giftiga gaser</i>	En olycka med giftig gas kan leda till påverkan på omgivningen om ett läckage leder till att ett giftigt gasmoln kan sprida sig från olycksplatsen. Spridningen av den giftiga gasen beror bland annat på läckagestorlek och väderförhållanden. Påverkan på människor kan uppkomma på flera hundratals meter.
3 – Brandfarliga vätskor	Olycksförlopp med brandfarliga vätskor innebär typiskt att ämnet vid läckage strömmar ur tanken och breder ut sig på marken och formar en pöl. Pölens utbredning beror på underlagets utformning (lutning, diken, porositet med mera). Om det sker en antändning uppstår en pölbrand, som påverkar omgivningen inom ett par tiotals meter genom värmestrålning från flammor och produktion av skadlig rök.
4 – Brandfarliga fasta ämnen	Olyckor som involverar brandfarligafasta ämnen kan påverka omgivningen inom något tiotal meter främst genom värmestrålning och giftiga brandgaser.
5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Oxiderande ämnen är brandfrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera eller understödja brand i andra ämnen samt i vissa fall leda till explosioner. Organiska peroxider är mycket reaktiva och dess termiska instabilitet kan medföra att ämnet sönderfaller, i vissa fall explosionsartat. Påverkan på omgivningen kan alltså uppstå genom värmestrålning vid bränder eller tryckpåverkan och splitter vid explosioner. Påverkan på människor kan sträcka sig upp till femtio meter från olyckan.
6 – Giftiga och smittfarliga ämnen	Giftiga substanser som troligen kan orsaka allvarlig ohälsa eller död, eller smittfarligt ämne, bedöms vid ett olycksscenario påverka människor endast vid direkt kontakt med ämnet.
7 – Radioaktiva ämnen	Ämnen som genom sitt sönderfall producerar alfa-, beta- eller gammastrålning transporteras inte på sådant sätt så att de kan medföra akut påverkan på människor vid ett tidsbegränsat olycksscenario. Allvarliga skador på människor bedöms generellt uppkomma vid långvarig exponering, vilket inte beaktas i denna riskbedömning.
8 – Frätande ämnen	Ämnen som i flytande eller fast form kan skada levande vävnad eller utrustning bedöms vid ett olycksscenario påverka människor endast vid direkt kontakt med ämnet
9 – Övriga farliga ämnen	Ett vanligt exempel på ADR-S klass 9 är asbest. Allvarliga skador på människor bedöms generellt uppkomma vid långvarig exponering, vilket inte beaktas i denna riskbedömning.

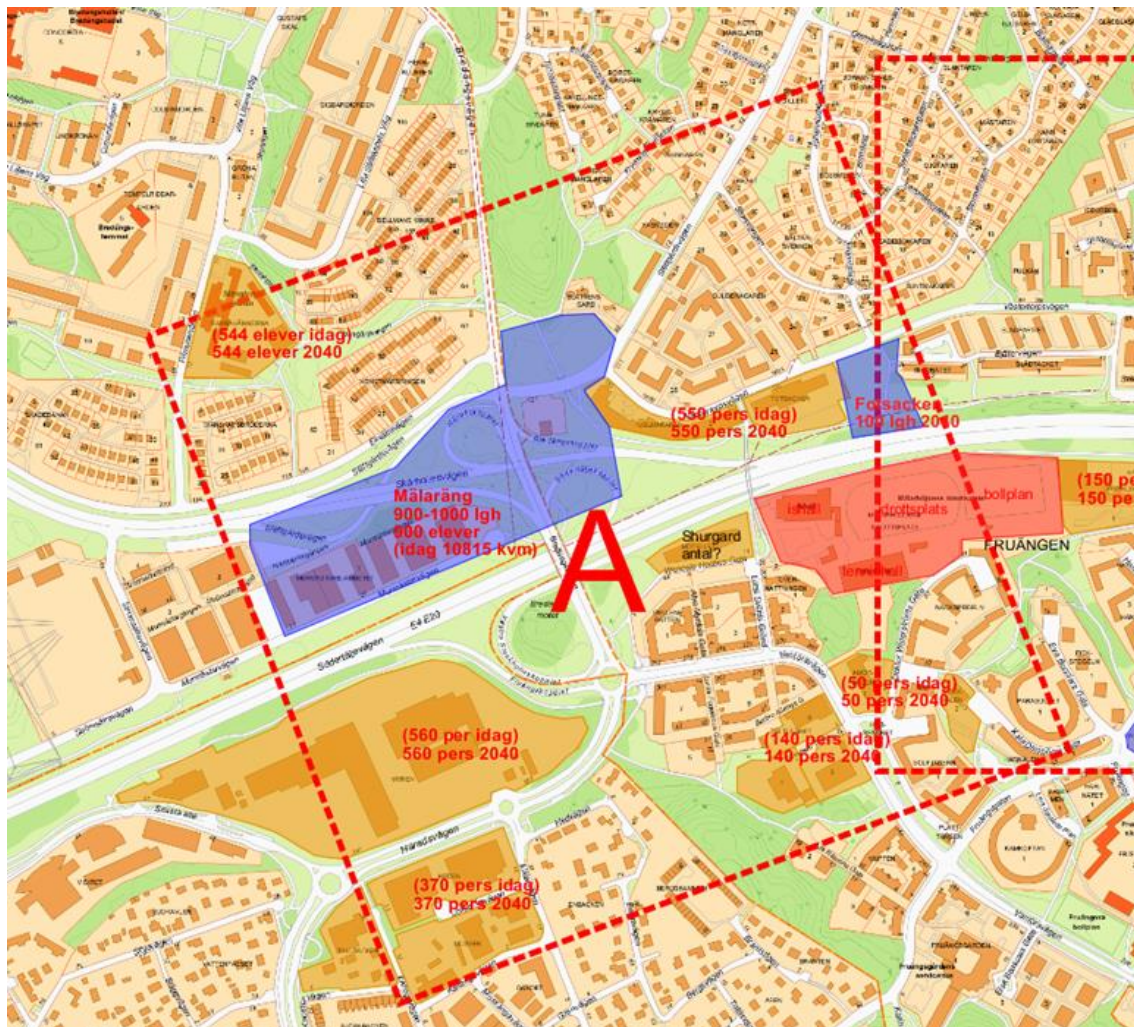
3.2.2. Befolkning

Laga kraftvunna detaljplaner inkluderas i riskberäkningarna för Nuläge. Pågående planer, markanvisat område och projekt i tidigt skede inkluderas i riskberäkningarna för det studerade horisontåret år 2040. I Figur 11 och Figur 12 nedan ses exempel på delar av underlag som tillhandhållits för att uppskatta befolkningstätheter inom området. Detaljerade indata för befolkningstäthet inom respektive ruta återfinns i Bilaga G-H.

En nedräkning sker utifrån att 90% av de boende antas vara iväg 10 h/dygn. En nedräkning sker också utifrån att de sysselsatta som arbetar inom kvadratkilometern antas 100% arbeta 40 timmar/vecka, 75 % av årets veckor. Persontäthet för besökare på verksamheter inom kvadratkilometern uppskattas utifrån typ av verksamhet. Förskolor och skolor antas nyttjas till fullo 40 timmar /vecka och vara stängda 12 veckor per år på grund av ledighet. Inom den bebyggelsefria zonen antas 10 personer/km².



Figur 11. Aktuella kvadratkilometrar där påverkan från Södertäljevägen, Essingeleden och Södra länken beräknas. Zoner med antalet folkbokförda i Nuläge kan även utläsas i figuren för respektive Ruta A-H¹⁷. Underlaget har tillhandahållits från Stadsbyggnadskontoret, Stockholms stad¹⁸.



Figur 12. Exempel på underlag för uppskattning av antal sysselsatta/verksamma/besökande personer inom ruta A-H som tillhandahållits från Exploateringskontoret, Stockholm stad¹⁹.

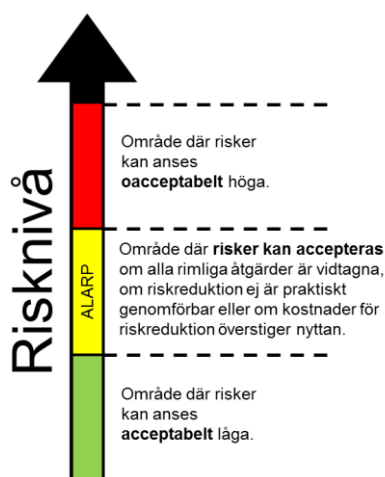
4. INLEDANDE BERÄKNINGAR

Steg C i denna utredning inkluderar genomförande av inledande grova analyser av samhällsriskbidrag för ett antal kvadratkilometer stora rutor längs med Södertäljevägen/Essingeleden/ Södra länken. Syftet med dessa beräkningar är att resultaten ska utgöra underlag för diskussioner vid kommande workshop och utgångspunkt för identifiering av fokusområden.

Bilaga A-H redovisar i detalj hur beräkningarna är genomförda.

- Bilaga A: Olycksscenarier för olyckor vid transporter av farligt gods
- Bilaga B: Frekvensberäkningar - indata och metod samt händelseträdsmetodik)
- Bilaga C: Frekvensberäkningar - händelseträdsmetodik
- Bilaga D: Konsekvensberäkningar
- Bilaga E: Riskuppskattningar för pölbrand
- Bilaga F: Beräkning av risknivåer för olycka med transport av farligt gods
- Bilaga G: Övergripande indata beräkningar
- Bilaga H: Indata och resultat av beräkningar ruta för ruta

En kortfattad sammanfattning av resultaten ges i detta avsnitt. Resultaten från genomförda analyser visar att samhällsrisken är förhöjd längs med hela den studerade sträckan och hamnar på en nivå som inte direkt kan anses acceptabel. För ruta C når samhällsrisken till en oacceptabelt hög nivå vid det föreslagna utbyggnadsalternativet år 2040, om inga åtgärder vidtas. För övriga rutor hamnar samhällsrisknivån i det så kallade ALARP-området, där (enligt de valda riskvärderingskriterierna) risken kan accepteras om *alla rimliga åtgärder är vidtagna, om riskreduktion ej är praktiskt genomförbar eller om kostnader för riskreduktion överstiger nyttan.*



Figur 13. Tillämpad riskvärderingsprincip.

Utmed både Södertäljevägen/Essingeleden och Södra Länken blir individrisken oacceptabelt hög inom ungefär tio meter från vägens kant, för att befinna sig i ALARP-

området på upp till omkring 30 meter. Bortom ungefär 30 meter är den acceptabelt låg. Dessa resultat tas med som indata till, och behandlas vid, de workshopar som beskrivs i följande kapitel.

5. GENOMFÖRDA WORKSHOPS

I detta kapitel beskrivs de workshops som genomförts inom ramen för uppdragets Steg D, samt de resultat som där framkom.

5.1. Mötestillfällen

Mötena genomfördes samtliga på Tekniska nämndhuset vid följande tillfällen:

- Workshop 1 – 22 oktober 2018, klockan 12:30-15:30
- Workshop 2 – 5 november 2018, klockan 12:30-15:30
- Workshop 3 – 6 november 2018, klockan 12:30-15:30

Tabell 4. Deltagarförteckning för tre genomföra workshops (WS).

Namn	WS 1	WS 2	WS 3
Ebba von Platen (Exploateringskontoret)	JA	JA	JA
Eveliina Hafvenstein Säteri (Stadsbyggnadskontoret)	JA	JA	JA
Anneli Eskilsson (Stadsbyggnadskontoret)	JA	NEJ	NEJ
Hanna Cederskog (Stadsbyggnadskontoret)	JA	JA	NEJ
Anna Bofjell (Storstockholms brandförsvär)	JA	JA	JA
Marc Zugschwerdt (Stadsbyggnadskontoret)	NEJ	JA	NEJ
Olof Paulin (Länsstyrelsen)	NEJ	NEJ	JA
Munzur Aygun (Länsstyrelsen)	NEJ	NEJ	JA
Henrik Mistander (Structor)	JA	JA	JA
Joel Omran (Structor)	JA	JA	JA
Elin Edman (Structor)	JA	JA	JA

5.2. Genomförande

Syftet med workshoparna var att samverka med flera aktörer för att studera resultaten av de inledande beräkningarna och utifrån dem identifiera och prioritera fokusområden för respektive ruta.

Workshoparna inleddes med en presentation av uppdragets upplägg och avgränsningar. Detta följdes av en presentation av beräkningsmodellen, vilka typer av indata som tillhandhållits och använts i beräkningarna samt en presentation av utredningsområdet och de olika rutorna. Under workshop 1 studerades Ruta A-D, under workshop 2 Ruta E och F och under workshop 3 Ruta G och H.

För respektive ruta presenterades specifika beräkningsförutsättningar och resultatet från de inledande beräkningarna av individrisk och samhällsrisk. Därefter följde en presentation av diskussionspunkter som identifierats för aktuell ruta i de inledande beräkningarna, vilka då diskuterades av workshopdeltagarna. Efter en kort diskussion delades post-it lappar ut där alla workshopdeltagarna fick möjlighet att identifiera intressanta fokusområden för aktuell ruta. Ett fokusområde utgörs exempelvis av en prioriterad riskreducerande åtgärd, någon särskild lokal förutsättning för den aktuella rutan eller en

särskild lokalanpassning av beräkningsmodellen. Post-it lapparna med de identifierade fokusområdena sattes därefter upp på en gemensam plansch och diskuterades kort gemensamt i gruppen. För varje ruta skedde därefter en prioritering av de identifierade fokusområden genom att workshopdeltagarna tilldelades två klistermärken per ruta att placera på vad de ansåg vara de mest intressanta och prioriterade fokusområdena för den aktuella rutan. De post-it lappar med identifierade fokusområden som fick flest klistermärken kunde därefter väljas ut som de prioriterade fokusområdena för en fördjupad analys.

5.3. Resultat

Följande fokusområden identifierades som de mest angelägna att studera vidare:

Fokusområden som inte är specifikt knutna till en ruta:

- Gör en övergripande identifiering av de mest problematiska platserna längs hela sträckan. (Fokusområde identifierat i ruta E)
- Beskriv skyddseffekt av vall + skärm, t.ex. vid Kontrollvägen (Fokusområde identifierat i ruta D)
- Beskriv skyddseffekten av bergskärningar (Fokusområde identifierat i ruta G)
- Hitta ett sätt att beakta elevernas transportväg till skola i den bebyggelsefria zonen, & evenemang och vistelse i parkmiljön, cyklister och gångtrafikanter, hundar etc. i den bebyggelsefria zonen generellt för alla rutor. (Fokusområde identifierat i ruta H)

Fokusområden som är specifika för en ruta:

- Ruta A - Dela upp beräkningen i två delsträckor: en med 25 meters bebyggelsefritt avstånd (utgör ca 150 m av 1000 meter), och en med 40 meter (utgör resterande 850 meters sträcka).
- Ruta B - Fördjupa analysen med avseende på antaganden kring människor som vistas på Mälarhöjdens idrottsplats (ishall, bollplaner mm)
- Ruta F - Beskriva effekten av att ha tillkommande bebyggelse på 25 meter från den norra sidan av Södra länken (behåll befintligt avstånd på södra sidan).

Utöver de ovan beskrivna utvalda fokusområdena identifierades ytterligare tre fokusområden som istället för att utgöra specifika fokusområden arbetades in som tre uppdateringar i beräkningsmodellen för alla rutors inledande beräkningar. Den ena av uppdateringarna var att utöka antalet zoner där persontäthet beräknas till fyra istället för tre zoner på båda sidor om vägen. Det gav en förfinad modell som bättre kunde modellera den verkliga bebyggelsen. Den andra uppdateringen som genomfördes för alla rutor var att anta att alla nya exploateringar längs med vägsträckan placeras på 25 meters avstånd från vägen, istället för att utgå från den tidigare tillhandahållna informationen om respektive nyexploaterings avstånd från vägen. Den tredje av uppdateringarna var att beakta att personer kan befinna sig inom den bebyggelsefria zonen (vilket tidigare ej beaktats), genom att anta en låg persontäthet inom den bebyggelsefria zonen. Dessa tre uppdateringar av beräkningsmodellen har hanterats som ett nytt utgångsläge i metoden och beskrivs därför inte i kommande kapitel.

6. RESULTAT FÖR FOKUSOMRÅDEN

Nedan presenteras resultat från den fördjupade analysen av de fokusområden som bedömts särskilt intressanta att belysa och som prioriterats utifrån genomförda workshops. Slutsatser och diskussioner kring dessa presenteras löpande i följande avsnitt.

6.1. Skyddseffekt av vall och skärm

Fokusområdet syftar till att studera hur en riskreducerande åtgärd i form av en avskärmning eller fysisk barriär kan nyttjas för att skydda bakomliggande bebyggelse längs med en vägsträckning. En avskärmning bedöms främst bidra till en skyddseffekt för olyckor som ger en värmestrålningpåverkan. I de fall där bullerskärm finns eller byggs kan denna med fördel i många fall uppföras så att den även fungerar som värmestrålningsskydd. Då behöver den uppföras av solitt material (inte transparent) och som är tätt slutande mot marken.

6.1.1. Resultat

En skyddseffekt av vall och/eller skärm beaktats vid olyckor som innefattar klass 2.1 Brandfarliga gaser och klass 3 Brandfarliga vätskor. Olyckor som involverar dessa ämnen kan komma att leda till pölbränder eller jetflammar som i sin tur genererar en värmestrålningpåverkan mot närliggande områden.

I beräkningarna har en fem meter hög avskärmning antagits²⁰ vara placerad vid vägkant. Avskärmningens skyddseffekt förändras beroende av hur den placeras. En vall och/eller skärm har störst skyddseffekt för strålning mot marknivå²¹ precis bakom skärmen. Den skyddar inte bakomliggande område helt från strålning vid exempelvis en pölbrand där flammhöjden kan vara omkring 20 meter och alltså betydligt högre än skärmens cirka fem meter. Skyddseffekten från en avskärmning avtar också med avståndet och på stora avstånd (ett femtiotal meter och mer) från vägen kan den inte sägas ge någon märkbar positiv påverkan på individrisknivån. Även samhällsriskbidraget från vägen avtar med avståndet från vägen, vilket bidrar till att en primär effekt på samhällsrisk från avskärmning är tydligast närmast vägen (inom 50 meter).

En avskärmning kan även ge ett visst skydd vid utsläpp av giftiga gaser. Att uppnå ett tillförlitligt skydd mot spridning av utsläppt gas är dock problematiskt då aspekter som vindförhållanden, omgivningens utformning i övrigt och gasens densitet har stor påverkan på spridningen. Hänsyn till en eventuell skyddseffekt för giftig gas har därför ej inkluderats i beräkningarna. Skärmarna har heller inte antagits ge någon märkbar reduktion av tryckuppbbyggnader vid explosioner, även om den i praktiken kan komma att medföra ett visst skydd mot mindre splitterverkan. Den samlade reducerande effekten av en skärm på samhällsrisk i stort kan därför förväntas bli relativt liten, vilket resultatet av den fördjupade analysen också visar.

Mer specifikt visar analysen av en avskärmning en tydlig skyddseffekt för olyckor med

några enstaka omkomna. Detta beror främst på den antagna skyddseffekten vid olyckor med brandfarlig vätska klass 3 (pölbrand). Pölbränder medför konsekvensavstånd på upp till omkring 45 meter, och det är inom detta område som en skyddseffekt därför blir mest tydlig. På platser där människor vistas i detta område syns en riskreduktion, och på platser där få eller inga människor vistas i detta område syns följaktligen ingen märkbar riskreduktion. I beräkningen av samhällsrisk i Ruta C har det för år 2040 antagits att exploatering sker även inom 45 meter från vägen, och där syns också en tydligare skyddseffekt av en avskärmning. Samhällsrisker sjunker då från en oacceptabelt hög nivå till den lägre delen av ALARP-området.

För olyckor med upp till tio omkomna ses också en tydlig minskning med av samhällsrisknivån när en skyddseffekt av vall och skärm beaktas. Minskningen i samhällsrisk vid olyckor med tio omkomna beror främst av den uppskattade skyddseffekten för olyckor med klass 2.1 brandfarlig gas som leder till jetflammar.

De fördjupade beräkningarna avseende individsrisk visar att en 5 meter hög avskärmning medför att avståndet till acceptabelt låg risk minskar med omkring 5 meter (från 30 till 25 meter), se Bilaga H Ruta C och D.

6.1.2. Tillämpbarhet på andra rutor

Fokusområdet skyddseffekt av vall och/eller skärm har studerats på Ruta C och Ruta D, se Bilaga H. Den beräknade skyddseffekten av skärm bedöms också kunna översättas till andra typer av avskärmningar, så som vall och mur, om de utformas på ett motsvarande sätt.

Avskärmningar i form av skärm, vall eller mur finns redan idag längs med stora delar av vägsträckningen. Den beräknade skyddseffekten skulle därmed kunna tillgodoräknas på alla platser där ett sådant motsvarande skydd redan finns. På de avsnitt av vägen där den är belägen på en bro eller upphöjning bedöms en motsvarande tät avskärmning kunna ge en skyddseffekt för närliggande bebyggelse i marknivå. Det antas dock finnas både tekniska, estetiska och trafiksäkerhetsmässiga utmaningar med att uppföra sådana avskärmningar på många av de aktuella platserna utmed sträckan.

Det bör också konstateras att staden inte har rådighet över Trafikverkets väganläggning och att uppförande av avskärmningar är en fråga som staden endast kan lyfta till Trafikverket för dialog.

6.2. Skyddseffekten av bergskärningar

Längs vägsträckan från Trafikplats Bredäng till Gröndalsbron finns på flera platser branta och höga bergsskärningar. Detta fokusområdet analyserar vilken skyddseffekt som bör kunna tillgodoräknas på de platser längs med vägen där sådana bergsskärningar finns idag. En bergsskärning bedöms främst medföra en märkbar skyddseffekt för de olyckstyper som leder till explosion eller ger en påverkan genom värmestrålning mot omgivningen. De platser som studeras här är sådana där bergskärningen gör att den om-

givande bebyggelsen är belägen på en högre nivå än vägbanan. Beräkning av bergsskärningars påverkan på risknivån har genomförts inom Ruta G. I ruta G bedöms vägen gå i en bergsskärning 400 meter av den beräknade en kilometer långa vägsträckningen, se Figur 14.



Figur 14. Exempel på bergsskärning längs Essingeleden, Ruta G. (Google maps)

6.2.1. Resultat

Där en bergsskärning finns bedöms en riskreducerande effekt uppnås vid beaktandet av olyckor som leder till bränder eller explosioner (klasserna 1 Explosiva ämnen och föremål, klass 2.1 Brandfarliga gaser, klass 3 Brandfarliga vätskor samt klass 5 Oxiderande ämnen och organiska peroxider). De olyckstyper som förväntas få ett minskat konsekvensavstånd till följd av bergsskärningen är pölbränder och jetflammar vars strålningspåverkan förväntas reduceras av en bergsskärning samt explosioner genom att ge en reduktion av tryckupbyggnad och splitterverkan mot bakomliggande områden. Dock bedöms en bergsskärning inte skydda bakomliggande/ovanliggande område helt från strålning eller explosioner.

En bergsskärning bedöms även kunna ge ett visst skydd mot utsläpp av giftiga gaser, särskilt tunga gaser. Att uppnå en pålitlig skyddseffekt mot gasutsläpp med hjälp av yttre anordningar är dock problematiskt då exempelvis väderförhållanden påverkar en eventuell spridning. Någon skyddseffekt vid utsläpp av giftig gas har därför konservativt ej inkluderats i beräkningarna av bergsskärningens skyddseffekt.

En bergsskärning kan antas begränsa utbredningen av ett utsläpp av exempelvis brandfarliga, frätande eller giftiga vätskor. Den kan dock samtidigt antas möjligen öka sannolikheten för läckage vid en avåkning och kollision med den oeftergivliga bergväggen. Om den samlade effekten av dessa två motstående aspekter är positiv eller negativ har inte kunnat avgöras inom ramen för denna analys, och hänsyn till dessa effekter har därför inte inkluderats i beräkningarna av en bergsskärnings skyddseffekt.

Skyddseffekten av en bergsskärning bedöms kunna variera främst beroende av höjd på bergsskärningen. I förhållande till en riskreducerande åtgärd i form av avskärmning bedöms en bergsskärning av den typ som finns inom ruta G vara en avsevärt robustare åtgärd och ge en större riskreducerande effekt. I beräkningen av skyddseffekten av bergsskärning studeras en sträckning på 400 meter i Ruta G. Resultatet av skyddseffekten avseende samhällsrisk visar en riskreducerande effekt men tydligast är effekten då individrisken studeras. I individriskberäkningen kan utläsas att vid bergsskärningen är individrisken acceptabel, det vill säga under ALARP-området redan vid 20 meter från vägkanten vilket kan jämföras med 30 meter utan bergsskärning.

6.2.2. Tillämpbarhet på andra rutor

Tillämpbarheten av bergsskärningen skyddseffekt är begränsad till de delar av sträckan där en liknande bergsskärning finns (vid Nybohov dubbelsidig och vid Karusellvägen enkelsidig).

6.3. Människor i den bebyggelsefria zonen

Med bebyggelsefria zonen avses ytorna som ligger inom 25 meter från vägen, där i princip ingen bebyggelse finns och inga personer förväntas uppehålla sig stadigvarande. Längs hela vägsträckningen från Trafikplats Bredäng till Gröndalsbron kan dock personer komma att röra sig i den bebyggelsefria zonen, exempelvis på cykel och gångbanor som finns längs med vägen, eller då de passerar under eller över vägen i tunnlar eller på broar.

En bebyggelsefri zon kring en väg som denna utformas ofta så att den ej uppmuntrar till stadigvarande vistelse eller exploateras på ett sätt så att ett eventuellt olycksförlopp kan förvärras. Längs studerad vägsträcka finns inom vissa rutor skolbyggnader lokaliserade i närheten av vägen vilket medför att skolbarnen kan komma att behöva passera genom den bebyggelsefria zonen när de ska ta sig till och från skolan. Detta fokusområde syftar till att studera hur skolbarnens rörelse genom den bebyggelsefria zonen påverkar samhällsrisknivåerna. Beräkningar har genomförts för Blommensbergsskolan som finns i Ruta G, se lokalisering av skolan i Figur 15 nedan.



Figur 15. Blommensbergsskolan markerad i övre högra hörnet. Skolbarnen förflyttar sig under Essingeleden och genom den bebyggelsefria zonen för att ta sig till och från skolan/idrottsanläggningen längst ner till vänster i figuren. (Google maps)

6.3.1. Resultat

Resultatet av samhällsriskberäkningarna där skolbarnens rörelse genom den bebyggelsefria zonen beaktas visar att det ej ger någon märkbar effekt på samhällsrisk. Trots att det är många elever vid skolan antas rörelsen genom den bebyggelsefria zonen ske under en relativt kort tid. Det medför att befolkningstätheten i denna zon ökar ytterst lite vid inkludering av skolelevernas rörelser, vilket i sin tur medför att effekten som uppvisas på samhällsrisk är obetydlig. Förutsättningen för att ingen märkbar effekt uppnås vid hänsyn till elevernas transportväg är att den bebyggelsefria zonen fortsätter att ej inbjuda till stadigvarande vistelse, utan endast används som genomfart och transportsträcka. Inom den bebyggelsefria zonen är individrisken belägen i den övre delen av ALARP-området och delvis på en oacceptabelt hög nivå. Detta innebär att dessa områden ska utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

6.3.2. Tillämpbarhet på andra rutor

Inom detta fokusområde studerades en identifierad "hot spot" för människor som rör sig i den bebyggelsefria zonen. Eftersom resultaten inte visade någon stor inverkan på sam-

hällsrisknivån vid inkludering av dessa personer, bedöms det inte heller ge någon liknande effekt på andra liknande "hot spots" utmed sträckan. En fördjupad beräkning bedöms endast medföra en märkbar påverkan på samhällsrisken om det skulle finnas någon plats där en större mängd människor vistas stadigvarande inom den bebyggelsefria zonen. Någon sådan plats har inte identifierats.

6.4. Ruta A – Uppdelning av beräkningen i två delsträckor

Detta fokusområde syftar till att titta på effekten av att dela upp beräkningen längs vägsträckan i två delar där en del innefattar bebyggelse på 25 meters avstånd från vägen och en del på 40 meters avstånd från vägen. Detta genomförs för att studera effekten av att anpassa beräkningsmodellen till att bättre avspegla den verkliga situationen i ruta A. Där är bebyggelsen placerat relativt homogent på en stor del av enkilometerssträckan, medan den på en kortare sträcka är placerad närmare vägen. Detta uppkommer då en exploatering med 100 lägenheter (kv. Fotsacken) planeras. Exploateringen kommer uppta ca 150 meter av den kilometerlånga vägsträckan som ingår i beräkningen, se Figur 16 för en principiell modell av angreppssättet.



Figur 16. Förenklad modell av zoner och delar i uppdelad respektive grundberäkning.

6.4.1. Resultat

Att dela upp beräkningen i två delar ger en förfinad beräkningsmodell, men en jämförelse av beräknade samhällsrisknivåer i en uppdelad beräkning (850m+150m) och den inledande beräkningen för Ruta A (1000 m) visar en liten skillnad i samhällsrisknivån. Den mindre skillnad som ändå går att utläsa beror på att vissa brandscenarier i den förfinade modellen leder till lindrigare konsekvenser utmed den 850 långa sträcka där avståndet till bebyggelsen förlängts till 40 meter.

6.4.2. Tillämpbarhet på andra rutor

En uppdelad beräkning kan tillämpas i alla rutor för en förfinad modell. Skillnaden i resultatet för samhällsrisknivån är dock liten i förhållande till den extra tid som läggs ner för att genomföra en uppdelad beräkning inom Ruta A. En uppdelad beräkning bedöms kunna ge ett större mervärde och vara lämpligt att tillämpa i fall där bebyggelsen längs en vägsträcka ej är homogen. Ett exempel är vid exploatering av höghus där man får en extremt hög persontäthet inom ett begränsat område (om det placeras nära vägen). Det kan också vara lämpligt att tillämpa en uppdelad beräkning i områden där skillnaderna i persontäthet längs med en vägsträcka är stora. Det kan exempelvis vara där grönområden angränsar till bebyggelse så som vid Västertorps trafikplats (Ruta C) och Mörtviksparken/Gröndal (Ruta H).

6.5. Ruta B – Fördjupad analys Mälarhöjdens idrottsplats

Mälarhöjdens idrottsplats är belägen direkt söder om Södertäljevägen strax öster om trafikplats Bredäng. Vid Idrottsplatsen finns hallar och planer för olika typer av idrotter. På området finns bland annat en ishall, en konstgräsplan, friidrottsytor, tennishall och tennisbanor. Under hösten 2019 färdigställs även en ny gymnastikhall. Fokusområdet syftar till att fördjupa analysen avseende Mälarhöjdens idrottsplats för att se vilket bidrag som idrottsplatsen kan ge till samhällsrisk i området. Avståndet mellan vägen och idrottsplatsen är mellan 25–40 meter och personer som vistas på någon av idrottsplatsen planer/banor utomhus är relativt oskyddade för exponering från en eventuell olycka med farligt gods på vägen.

I den inledande beräkningen för Ruta B gjordes grova uppskattningar av antalet personer som kan antas vistas på Mälarhöjdens idrottsplats. Detta fokusområde syftar till att fördjupa analysen av antalet personer som vistas på idrottsplatsen genom att kontakta de olika verksamheterna på området och därigenom få en mer realistisk uppskattning av personantalet.

6.5.1. Resultat

En uppdatering av indata för antalet personer som vistas på Mälarhöjdens IP visar på en liten ökning av samhällsrisk. Ökningen beror på att persontätheten i zonerna 25–50 meter och 50–150 meter ökas efter den fördjupade analysen. Att ingen större påverkan på samhällsrisk går att utläsa efter den fördjupade analysen beror av att den initiala uppskattningen av antalet personer på idrottsplatsen var relativt nära den data som samlades in under den fördjupade analysen.

Det kan också konstateras att då idrottsplatsen medför ett antal människor vistas utomhus i vägens närhet, kan skyddseffekten av en vall/skärm vara relativt stor här, enligt tidigare presenterade resonemang kring vall/skärm.

6.5.2. Tillämpbarhet på andra rutor

Några tydliga slutsatser utifrån Mälarhöjdens idrottsplats kan inte dras för andra platser utmed den aktuella vägsträckan. Den obetydliga påverkan på samhällsrisken som kan att utläsas ur den fördjupade analysen av Mälarhöjdens Idrottsplats var en följd av att den initiala uppskattningen var förhållandevis god.

6.6. Ruta F - Tillkommande bebyggelse på norra sidan av Södra länken

Mellan Södra Länken och Årstabergsvägen planeras en exploatering av kontorshus med plats för omkring 4500 personer, se Figur 17. Detta fokusområde syftar till att studera effekten på samhällsrisken av att placera den tänkta exploateringen av kontorshus norr om Södra länken på ett avstånd av 40 meter från vägen att jämföra med de 25 meter som antas i den inledande beräkningen. Analysen genomförs inom Ruta F.



Figur 17. Lokalisering av planerade kontorslokaler norr om Södra länken gulmarkerat i figur (Google maps)

6.6.1. Resultat

Resultatet från beräkningarna av samhällsrisknivån inom Ruta F visar på en samhällsrisknivå som delvis befinner sig i den övre delen av ALARP-området. Genom att placera planerad kontorsbebyggelse mellan Södra länken Årstabergsvägen på 40 meters avstånd från Södra länken istället för på 25 meters avstånd, sänks den totala samhällsrisknivån inom Ruta F, men förblir inom ALARP.

Att skillnaden på den totala samhällsriskens inom Ruta F blir förhållandevis liten bedöms främst bero på det beräkningstekniska faktum att Södra länken endast utgör en tredjedel av den totala beräknade vägsträckan inom Ruta F. Andelen stadigvarande personer i kontorsbebyggelse är även betydligt lägre än i bostäder vilka planeras att exploateras längs Essingeleden. Detta påverkar samhällsrisknivån inom Ruta F i större utsträckning. Vid en jämförelse av samhällsriskbidraget som enbart genereras av Södra länken kan en tydligare sänkning av samhällsriskbidraget utläsas då kontorsbebyggelsen flyttas från 25 meter till 40 meter från väkant.

Beräkningarna för Södra länken visar att individrisken är acceptabel på 30 meters avstånd från vägen. Riskreducerande åtgärder kommer således behöva vidtas för att sänka både individ- och samhällsrisknivån om bebyggelsen placeras på ett avstånd närmare än 30 meter från vägen. Det finns kombinationer av tekniska åtgärder som ger en god riskreducerande effekt och som kan vidtas i fasaden till ett kontorshus som placeras där individrisknivån är inom ALARP-området. Dessa inkluderar t.ex. obrännbar eller brandklassad fasad, brandtekniska krav på fönsterglas, begränsning i öppningsbarhet för fönster, placering av ventilationsintag och utformning av takfot. För bostäder är det normalt svårare att åstadkomma en motsvarande riskreduktion med lämpliga åtgärds kombinationer (beroende på krav på boendemiljön) samtidigt som den typen av markanvändning är mer känslig och därför rimligen kräver mer omfattande åtgärder.

6.6.2. Tillämpbarhet på andra rutor

Placeringen av kontorsbebyggelsen på ett större avstånd från Södra länken än i den inledande beräkningen gav på just denna plats en relativt liten riskreduktion på samhällsrisknivån i Ruta F. Främst beroende av att vägsträckningen längs Södra länken endast utgör en tredjedel av den totalt beräknade vägsträckningen inom denna ruta. En tydligare minskning av samhällsrisknivån ses vid en jämförelse av samhällsriskbidraget som genereras enbart av Södra länken. Ur risksynpunkt är ett längre skyddsavstånd från transportled med farligt gods alltid att föredra, då det sänker samhällsrisknivån och minskar därmed behovet av andra riskreducerande åtgärder.

6.7. Identifiering av de mest problematiska platserna längs hela sträckan.

För att identifiera de mest problematiska platserna för exploatering längs vägsträckan Trafikplats Bredäng till Gröndalsbron har resultaten från samhällsriskberäkningarna, individriskberäkningarna, exploateringarnas utformning samt vägsträckningens utformning vägts samman.

Avseende situationen idag, visar en jämförelse av resultaten att den högsta samhällsrisknivån längs sträckan är i höjd med The Brick (det f.d. Ericsson-huset norr om Mikrofonvägen i Ruta E). Här utgörs bebyggelsen på båda sidor om vägen av bostäder, vilket innebär en stor andel stadigvarande nära vägen vilket höjer risknivåerna. Skillnaden mellan idag och år 2040 i detta område är mindre i jämförelse med andra delar av sträckan, vilket beror av att flera av detaljplanerna längs denna sträcka av vägen redan är antagna/exploaterade och således har inkluderats i riskberäkningarna för nuläget. Vi-

dare bedöms det vara problematiskt att i antagna detaljplaner genomföra ytterligare riskreducerande åtgärder för att sänka samhällsrisknivån i detta område. Behovet av riskreducerande åtgärder behöver istället beaktas inom kommande detaljplaner i området.

Avseende år 2040, visar resultaten att området kring Västertorps trafikplats (Ruta C) får en samhällsrisk på en oacceptabelt hög nivå vid en sådan (omfattande) exploatering som antagits. Observera dock att detta är utan hänsyn till några riskreducerande åtgärder och beror på den relativt höga persontätheten som antagits hamna inom ett avstånd av 25-50 meter från vägen när både området kring Kontrollvägen och Mellanbergsstråket exploaterats. Framförallt är det den antagna placeringen av bebyggelse på som närmast 25 meter från vägen som bidrar till att risknivån blir högre än i andra rutor. Resultaten från tidigare diskuterat fokusområde avseende skyddseffekten av vall och skärm, visar att ruta C erhåller en tydlig skyddseffekt av en avskärmning. Samhällsrisken sjunker då från en oacceptabelt hög nivå till den lägre delen av ALARP-området. Det bedöms även sannolikt att liknande typ av riskreduktion kan skapas med ett större skyddsavstånd (än 25 meter) eller med kombinationer av andra utformningsåtgärder. Att bebyggelsen placeras på ett så litet avstånd från vägen längs med hela denna sträcka och på båda sidor av vägen bedöms vara relativt otroligt, särskilt med hänsyn till trafikplatsens utbredning med avfarter och lokalgator. Planerna för detta område är i ett tidigt skede vilket ger goda möjligheter att påverka risknivåerna med genomtänkt lokalisering och utformning av bebyggelsen.

7. OSÄKERHETER

Resultaten i riskbedömningar bör alltid beaktas med vetskap om de osäkerheter som finns i de många antaganden och ingångsvärden som använts vid analysen. Osäkerheter kan bland annat finnas i form av stokastisk osäkerhet, även kallad variabilitet, vilket innebär att det finns naturlig variation i de data som används, vilka inte kan påverkas. En annan typ av osäkerhet är epidemisk osäkerhet, vilken ofta benämns kunskapsosäkerhet. Denna typ av osäkerheter innebär en bristande kunskap om systemet och kan åtgärdas rent teoretiskt, men inte alltid i praktiken.

För att undvika att riskerna underskattas i de genomförda riskanalyserna har en ansats gjorts till att göra konservativa men rimliga antaganden avseende ingående parametrar. Några variabler som bedöms vara förknippade med relativt stora osäkerheter är:

- Det prognosticerade trafikflödet och andelen tungtrafik bedöms vara förknippat med osäkerheter t.ex. med avseende på påverkan från öppnandet av Förbifart Stockholm.
- Det prognosticerade flödet av transporter med farligt gods är förknippat med osäkerheter som kopplar till den långsiktiga utvecklingen inom de näringsgrenar som använder dessa produkter, såväl som till osäkerheter kring den övergripande fördelningen mellan transportslagen (järnväg, väg, sjöfart).
- Den antagna fördelningen mellan ADR-klasserna av farligt gods bedöms kunna komma att påverkas av t.ex. fördelningen av drivmedel inom transportsektorn (som t.ex. en övergång till fler gasdrivna eller elektriska fordon).
- Den uppskattade framtida befolkningstätheten i området utmed vägen (inom den befintliga bebyggelsen) beror bland annat på prognoser om trångboddhet vilka bedöms vara förknippade med vissa osäkerheter.
- En vanlig ansats vid i riskbedömningar i detaljplaneskedet är att bara ta hänsyn till planer i omgivningen som vunnit laga kraft. I det underlag som ingått i beräkningarna har däremot alla planerade exploateringar inklusive tidiga skeden tagits med. Antagandet är alltså att alla planer – oavsett skede i planprocessen – kommer bli fullt ut exploaterade enligt nuvarande plan. Det är inte troligt att detta kommer visa sig stämma för alla de ingående planerna. Det är vanligare att exploateringsplaner minskar än att de växer i omfattning.
- Alla planerade exploateringar i vägens direkta närhet har beräkningstekniskt placerats på 25 meters avstånd från vägen. Det verkliga planerade avståndet kan däremot vara upp mot 70 meter.
- Befolkningstäthet i befintlig bebyggelse antas oförändrad. Den befolkningstillväxt som sker antas ske helt och hållet genom den planerade nyexploateringen.

Inom ramen för detta uppdrag görs ingen klassisk känslighetsanalys där olika variabler varieras för att se vilken effekt det får på resultaten. Istället utgörs osäkerhetskhanteringen i detta uppdrag av att de olika identifierade fokusområdena oundvikligen leder till att vissa variabler och förutsättningar varieras och utvärderas i samband med de fördjupade analyserna av fokusområden.

8. SLUTSATSER & DISKUSSION

I detta kapitel redogörs för ett antal slutsatser kring uppdragets övergripande genomförande, datainsamling, byggandet av en modell samt slutligen analysernas resultat.

8.1. Uppdragets övergripande genomförande

Arbetet med att genomföra denna utredning har visat på att det är möjligt att genomföra en grov, översiktlig analys av samhällsrisk utmed en lång vägsträcka. Att använda workshop-formatet visade sig vara ett lämpligt arbetsverktyg för att snabbt identifiera och prioritera fokusområden till fördjupad analys. En prioritering av ett antal (sju stycken) fokusområden var nödvändig utifrån uppdragets omfattning. Detta angreppssätt visade sig vara effektivt för att med begränsad utredningstid ändå dra slutsatser om fokusområdenas tillämplighet längs med hela sträckan och ur ett helhetsperspektiv.

En viktig framgångsfaktor i arbetsprocessen var deltagande och engagemang från Länsstyrelsen i Stockholm och Storstockholms Brandförsvär. Att flertalet personer med olika roller från både stadsbyggnadskontoret och exploateringskontoret deltog tillförde också ett stort värde till processen.

8.2. Datainsamling

Arbetet med att fastställa planeringsförutsättningarna som skulle ligga till grund för analysarbetet visade sig (som ofta i riskhantering i planprocesser) vara tidsödande. Detta gällde alla typer av indata som behövdes för analysen:

- Befintliga verksamheter
- Befintliga bostäder
- Trafikmängd
- Transport av farligt gods
- Planerad exploatering

För flera av dessa punkter var framgången slutligen relativt personberoende och uppnådde tillräcklig kvalitet tack vare arbetsinsatser från enskilda individer på stadsbyggnadskontoret, exploateringskontoret samt Trafikverket. Det saknades i flera fall tydliga inarbetade processer och strukturer för insamling av denna data, vilket bedöms utgöra en sårbarhet för framtida upprepningar eller fördjupningar av denna eller andra liknande analyser.

Vissa indata, exempelvis information om befintliga och planerade bostäder samt verksamheter, har staden själv tillgång och rådighet över och har följaktligen möjlighet att själva tillhandahålla. Vad gäller andra indata exempelvis trafikflöde (inkl. transporter av farligt gods) och prognoser för utvecklingen av dessa över tid bör Trafikverket som infrastrukturförvaltare och verksamhetsutövare kunna förväntas tillhandahålla

trovärdiga data. Det har i detta projekt liksom tidigare visat sig förenat med vissa svårigheter att inhämta denna information.

8.3. Att bygga en modell

Denna utredning har haft som målsättning att tillämpa en grov modell för översiktlig analys av samhällsriskens längs en så lång sträcka som den aktuella inom ramen för denna analys. Några för- och nackdelar med det angreppssättet har identifierats:

- Det har varit användbart att arbeta med flera olika områden (rutor) utmed vägen och att dela upp analysen av respektive ruta i flera zoner på varje sida av vägen.
- Vägens längd och det angränsande områdets variation har medfört vissa svårigheter att beakta det bebyggelsefria området närmast vägen. Områdets storlek och antaganden om människors vistelse däri bedöms vara förknippade med stora osäkerheter och ha en relativt stor påverkan på resultaten.
- Det är inom det bebyggelsefria området som effekten av riskreducerande åtgärder som t.ex. vall/skärm är störst. Detta gäller även befintliga naturliga skydd såsom bergskärning och andra höjdskillnader.
- Det har varit mycket positivt för utredningen att Exploateringskontoret kunnat tillhandahålla detaljerad information om fastigheter med uppskattningar av personantal. Diskrepansen är dock stor mellan denna relativt höga detaljeringsnivå och andra indata där grövre bedömningar varit nödvändiga.
- Endast transporter med farligt gods har beaktats som riskkälla i denna analys. Den riskpåverkan som vissa farliga verksamheter medför mot områdena som inkluderas i de studerade rutorna har därmed inte beaktats. Det kan finnas områden där den ackumulerade riskpåverkan är så stor att den behöver beaktas i kommande planprocesser.

Att definiera för- och nackdelar med modellen och dess detaljeringsnivå ger upphov till många intressanta frågor och utvecklingsmöjligheter. Utredningstiden har dock varit begränsad och många fler intressanta frågor har identifierats än som varit möjligt att hantera inom ramen för detta uppdrag. T.ex. identifierades många fler förslag till fokusområden än de som har prioriterats och utretts. Under kapitel 9 Fortsatt arbete beskrivs några möjliga vägar framåt.

8.4. Vad visar resultaten?

Resultaten från genomförda analyser (både de inledande och fördjupade) visar att staden har goda möjligheter undvika oacceptabelt höga risknivåer. I det underlag som ingått i beräkningarna har alla planerade exploateringar inklusive tidiga skeden tagits med. Den övergripande föreslagna exploateringsgraden utmed sträckan innebär inte att staden ”byggt in sig” i en situation där risknivåerna inte kan hanteras. Det i sin tur innebär att någon hård prioritering mellan de föreslagna utvecklingsområdena inte bedöms vara nödvändig i detta skede. Resultaten visar alltså att den föreslagna exploateringen utmed vägsträckan bör kunna *lokaliseras* till de ungefärligt utpekade platserna. Risknivåerna är

dock sådana att bebyggelsens *utformning* och *placering* på den avsedda marken behöver väljas med omsorg för att hantera den riskpåverkan som vägen medför mot omgivningen. Det bedöms finnas möjligheter att göra det inom ramen för kommande detaljplaneprocesser. Genom att på ett strategiskt sätt kombinera väl valda riskreducerande åtgärder inom ramen för enskilda detaljplaner med samordnade åtgärder för flera detaljplaner utmed sträckan, bedöms både en effektivare riskreducering kunna skapas samtidigt som befintlig bebyggelse i vissa fall kan skyddas i större utsträckning. Mer om hur detta skulle kunna systematiseras presenteras i nästföljande kapitel.

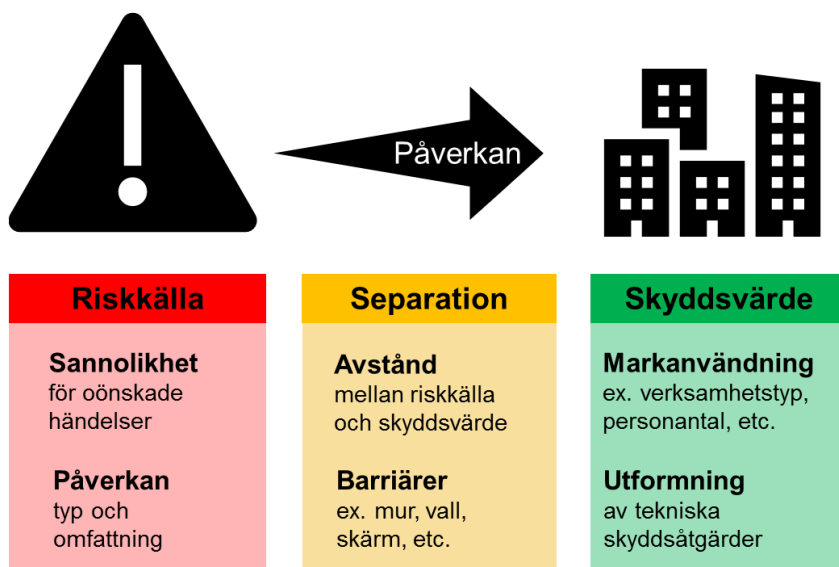
9. FORTSATT ARBETE

Fyra övergripande teman har identifierats vad gäller fortsatt arbete. Det handlar om:

- att tillvarata och inarbeta resultaten från uppdraget i Stockholms stads planeringsprocesser,
- att inarbeta resultaten i GIS,
- att återanvända och tillvarata de indata och planeringsförutsättningar som kunnat fastställas inom ramen för denna utredning och
- möjlig utveckling och fördjupning av den framtagna analysmodellen. Dessa teman diskuteras i följande avsnitt.

9.1. Tillvarata resultaten i kommande planering

En ambition med uppdraget har varit att skapa ett underlag som även framgent kan leva vidare inom staden och tillvaratas på ett effektivt sätt i både Stadsbyggnadskontorets och Exploateringskontorets strategiska planering, t.ex. vid utredningsbeslut och inriktningsbeslut, samt i senare delar av planprocessen. Det bedöms finnas flera fördelar att dra av det arbete som gjorts i och med denna utredning. En utvärdering av en plans tekniska och ekonomiska genomförbarhet kan med fördel ta utgångspunkt i de resultat som presenteras i denna rapport, samt utgå från en sådan tankemodell kring möjliga strategier för riskreducering som presenteras i Figur 18.



Figur 18. En tankemodell som beskriver olika strategier för riskreducering, som riktar sig mot en riskkälla, något skyddsvärde eller en separation mellan de två.

Tankemodellen kan användas av staden för att tidigt identifiera vilka strategier som bäst passar för enskilda detaljplaner såväl som samordnat mellan flera detaljplaner utmed samma vägsträcka. Modellen bör också kunna tillföra en systematik och möjliggöra en

transparens och kontinuitet genom flera steg i dessa processer. Målet bör bland annat vara att undvika att i sena skeden av planeringsprocessen hamna i lägen där det krävs dyra och svåra åtgärder. En möjlig aktivitet vore att systematiskt gå igenom de studerade rutorna och planerna som identifierats i denna utredning, och identifiera vilken riskhanteringsstrategi som bedöms vara bäst lämpad utifrån de övergripande resultat som denna rapport redovisar.

Modellen bygger på att riskreducerande åtgärder principiellt sett kan vidtas för att påverka någon av följande aspekter:

- A. Riskkällan
 - A1. Sannolikhet (för händelser)
 - A2. Påverkan (typ och omfattning)
- B. Separation
 - B1. Avstånd (mellan riskkällan och det skyddsvärda)
 - B2. Barriärer (mur, vall, skärm, etc.)
- C. Skyddsvärde
 - C1. Markanvändning (verksamhetstyp, personantal, etc.)
 - C2. Utformning (tekniska skyddsåtgärder som fasadutformning, specificerade krav på utrymning, etc.)

Vad gäller åtgärder som riktas mot riskkällan (A), bedöms förutsättningarna utmed den aktuella vägsträckan av Södertäljevägen (samt Essingeleden och Södra Länken) ge staden små möjligheter att tillämpa sådana för att skapa riskreduktion. Vägens utformning och den trafik som medför att den har en riskpåverkan mot omgivningen är Trafikverkets ansvar som ägare och förvaltare av infrastrukturen.

Vad gäller separation (B) kan några övergripande slutsatser dras. Staden bedöms ha stora möjligheter att med skyddsavstånd skapa en riskreduktion, men behöver väga denna riskreducerande effekt mot andra intressen som verkar för att bebyggelsen ska närma sig vägen (som mål för bostadsutveckling eller andra stadsbyggnadsmässiga värden som kan stärkas av att minska vägens barriäreffekter). På många platser utmed sträckan finns befintliga naturliga eller byggda skydd i form av bergskärningar, vallar, skärmar, diken med mera. Resultaten från analysen visar att en skyddseffekt av sådana kan skapas (eller tillgodoräknas) för de platser där ny bebyggelse planeras inom ungefär 50 meter.

Vad gäller att påverka den skyddsvärda bebyggelsemiljön (C) genom val av markanvändning eller specifik utformning bedöms staden ha stora möjligheter att minska risknivåerna. Störst påverkan på risknivåerna ger markanvändning där personer befinner sig stora delar av dygnet, det vill säga bebyggelse med en hög andel stadigvarande, så som bostäder, hotell och andra verksamheter där människor övernattar. Antalet personer som befinner sig i bebyggelsen är också av betydelse för risknivåerna. Höga persontätheter innebär att många människor kan komma att påverkas olyckor på vägen.

Viss påverkan på risknivåerna ges också av hur ytor utomhus i vägens närhet utformas (inom ungefär 50 meter), som att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse, såsom lekparkar, idrottsplatser, kolonilotter eller dylikt.

Olika kombinationer av utformningsåtgärder såsom fasadåtgärder, krav på ventilation eller utrymningsvägar kan i området inom ungefär 50 meter också ge en god riskreduktion. Det är dock inte möjligt att ge någon allmän rekommendation om behovet av sådana åtgärder, utan behöver fastställas för respektive byggnad i senare skeden av planprocesserna.

I kommande detaljplaneprocesser kan detta underlag utgöra en grund för bedömning av lämplig strategi för riskreduktion, givet att förutsättningarna som används i denna analys stämmer med de som då gäller. Att inleda ett sådant arbete med någon sorts aktualitetsprövning bedöms vara rimligt. Om detaljplanens:

- inte ligger inom ett område som påverkas av någon annan riskkälla än de utredda vägarna,
- fortsatt har den verksamhetstyp och omfattning som angavs i denna inventering och
- som inte ligger i området där individrisken är förhöjd (30 meter) från vägen

föreligger rimligtvis inget behov av fördjupad riskbedömning och slutsatser kan dras om riskreducerande utformningsåtgärder direkt utifrån denna utredning.

För detaljplaner där någon avvikelse finns från förutsättningarna för denna utredning föreligger ett behov av att utreda ytterligare riskpåverkan och därmed riskreducerande åtgärder. Utredningsbehovet kan bli olika omfattande och beror på avvikelsens storlek och typ.

9.2. Inarbete resultat i GIS

Det finns tekniska möjligheter att inarbete resultaten av denna relativt grova analys som ett skikt i stadens GIS-modell. Det är dock oklart om slutsatserna är på en sådan nivå att de går att illustrera grafiskt på ett lättförståeligt sätt. En möjlig väg framåt är att Stadsbyggnads- och Exploateringskontoret identifierar vilken typ av slutsatser från riskbedömningar som skulle ge mest mervärde om de fanns enkelt tillgängliga i stadens GIS-modell. Kart- och modellenheten på Stadsbyggnadskontoret kan därefter utreda exakt vad av detta som är möjligt att inarbete i GIS-modellen.

9.3. Återanvända indata och insamlade underlag

Att samla in underlag för riskberäkningarna har varit tidskrävande och att kvaliteten på indata till slut blivit generellt god har till stor del berott på insatser från enskilda individer på Stadsbyggnadskontoret, Exploateringskontoret samt på Trafikverket. Det finns stora utvecklingsmöjligheter kring de här frågorna för att kunna säkra en god kvalitet på indata, för spara tid och för att lyckas nå resultat av god kvalitet i liknande utredningar framöver. För att arbetsprocessen ska bli smidig och upprepningsbar i framtiden behöver den beskrivas och arbetas in i Stadsbyggnadskontorets och Exploateringskontorets interna processer.

Det underlag som samlats in inom ramen för uppdraget bedöms i olika hög grad kunna komma till användning i utredningar för kommande detaljplaner inom utredningsområdet. Det rör sig om underlag för:

- Befintliga verksamheter
- Befintliga bostäder
- Trafikmängd
- Transport av farligt gods
- Planerad exploatering

Trafikmängder för nuläge och prognosticerad mängd för år 2040 är uppdelad på Södertäljevägen, Essingeleden och Södra länken men kan inom utredningsområdet användas längs hela dessa sträckor. Det bedöms finnas stora möjligheter att använda dessa underlag i utredningar för kommande detaljplaner inom utredningsområdet. Det finns dock ett behov av att med jämna mellanrum stämma av med Trafikverket om deras prognoser fortfarande gäller.

Vad gäller andelen tung trafik av det totala trafikflödet och andelen farligt gods av den tunga trafiken som transporteras på vägen har bästa tillgängliga data använts. Här bedöms det dock finnas ett behov av att hitta mer stöd för dessa antaganden i mer omfattande mätningar med fler mätpunkter. Tills sådan data finns tillgänglig bedöms dock finnas stora möjligheter att använda dessa antaganden även i utredningar för kommande detaljplaner inom utredningsområdet. Men då bör en medvetenhet finnas om osäkerheterna i antagandena och deras betydelse för resultatet.

Fördelningen mellan klasserna av farligt gods baseras på den statistik som Trafikanalys (TRAFA) varje år samlar in med avseende på lastbilstrafiken i Sverige. Denna data skulle kunna analyseras för prognosåret för att ta hänsyn till trender vad gäller framtida fördelningen mellan klasserna av farligt gods. Sådana trender skulle t.ex. kunna vara kopplade till en ökad elektrifiering eller ökning av gasformiga bränslen för fordonsflotta och industri. På grund av stora osäkerheter vad gäller denna typ av framtida utveckling har i detta uppdrag ingen ansats gjorts för att göra sådana prognoser. Så länge trovärdiga prognoser saknas om framtida fördelning mellan klasserna av farligt gods kan med fördel underlaget i denna utredning nyttjas i utredningar för kommande detaljplaner inom utredningsområdet. Endast en enkel uppdatering behöver göras varje år när TRAFA släpper sin årssammanställning.

Underlag för personer skrivna i befintliga bostäder håller hög kvalitet men har inventerats per zon inom ruta A-H om en kvadratkilometer vilket utgör avgränsningen för varje enskild riskberäkning. Detta begränsar användningen av underlagen i andra projekt något. Men om befolkningens numerär, sammansättning och placering är likartade bör dock vissa slutsatser kunna dras även för projekt där beräkningsytan om en kvadratkilometer inte passar exakt.

Underlag för personer i befintliga verksamheter samt planerade exploateringar håller hög kvalitet men är till sin natur förenade med vissa osäkerheter. Underlagen redovisas

per verksamhetsområde eller detaljplan och bör därmed kunna nyttjas i utredningar för kommande detaljplaner inom utredningsområdet.

9.4. Fördjupa analysmodellen

Analysmodellen som nyttjas vid beräkning av samhällsrisk och individrisk har flera begränsningar vilka lämnar utrymme för utveckling. Nedan listas i korthet identifierade utvecklingsmöjligheter för analysmodellen.

- Metodutveckling beräkningsmässigt
 - Beakta variationer över dag och natt för boende, arbetande, besökande och trafik.
 - Beakta människors vistelse ute/inne och skyddseffekt av bebyggelse.
 - Förbättringar i modeller för konsekvensuppskattningar.
 - Förbättringar i modeller för frekvensuppskattningar.
 - Beakta höjdskillnader där vägen går upphöjt på en bro.
- Komplettering med fler riskkällor som kan aggregeras till den riskbild som presenteras i föreliggande utredning t.ex.:
 - drivmedelsstationer,
 - verksamheter som omfattas av bestämmelserna enligt 2 kap. 4§ Lagen (2003:778) om skydd mot olyckor (LSO 2:4)
 - transporter av farligt gods på sekundärleder, t.ex. till drivmedelsstationer och verksamheter inom Västberga industriområde. Särskilt vid avfarter där transporterna avviker från primärled till sekundärled kan detta förändra hänsynen till individriskavstånd för tillkommande bebyggelse.

REFERENSER

- ¹ SFS 2010:900, Plan och Bygglag, Stockholm: Näringsdepartementet.
- ² SFS 1998:808, Miljöbalken, Stockholm: Miljö- och energidepartementet.
- ³ Länsstyrelserna i Skåne län, Stockholms län & Västra Götalands län, (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen – Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods*. Faktablad 2006:000.
- ⁴ Länsstyrelsen Stockholms län (2016). *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*. Löpnummer: Fakta 2016:4.
- ⁵ SIS (2018). *Svensk Standard SS-ISO 31000:2018. Riskhantering – Vägledning (ISO 31000:2018, IDT)*, ICS: 03.100.01. Stockholm: Swedish Standards Institute (SIS).
- ⁶ Räddningsverket (1997). *Värdering av risk*. FoU RAPPORT, DNV. ISBN 91-88890-82-1. Karlstad: Statens räddningsverk.
- ⁷ Boverket & Räddningsverket (2006). *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner – Vägledningsrapport*. Karlstad: Räddningsverket.
- ⁸ SKL (2012). *Transporter av farligt gods – Handbok för kommunernas planering*. Stockholm: Sveriges kommuner och landsting, Avdelningen för tillväxt och samhällsbyggnad.
- ⁹ Trafikverket, (2018) Moran. C, Mailkorrespondens, 2018-09-13.
- ¹⁰ WSP (2016) Analyser av transporter med farligt gods, Mätningar utförda i Stockholm under maj och oktober 2015.
- ¹¹ Stockholm Stad (2018) *Projekt inom 5 år*, Stadsbyggnadskontoret, Planavdelningen.
- ¹² Trafikverket, (2018) Moran. C, Mailkorrespondens, 2018-09-13.
- ¹³ Trafikanalys (2017) Nationellt snitt, fördelning av farligt godsklasser väg 2013-2017.
- ¹⁴ Länsstyrelsen i Skåne län (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods (RIKTSAM)*. Rapport ”Skåne i utveckling”, 2007:6.
- ¹⁵ Stadsbyggnadskontoret Göteborg (1997) *Översiktsplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS*. Göteborg: Stadsbyggnadskontoret.
- ¹⁶ FOA (1997) *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – Metoder för bedömning av risker*. Tumba: Forsvarets forskningsanstalt, avdelningen för vapen och skydd.

¹⁷ Stockholm Stad (2018) *Folkbokförda*, Kart- och modellenheten, Stadsbyggnadskontoret, Planavdelningen.

¹⁸ Stockholm stad (2018) *Folkbokförda*, Stadsbyggnadskontoret, Planavdelningen Kart- och modellenheten.

¹⁹ Stockholm stad (2018) Exploateringskontoret, Avdelningen för Projektutveckling Västra söderort.

²⁰ Structor (2016) *Risikopåverkan från transporter med farligt gods förbi Brunna i Botkyrka kommun – underlag till fortsatt utformning*. Underlag till Brunna – detaljplaneprogram, Samrådshandling 2017. Diarienumr: KS 2012:478

²¹ Trafikverket (2011), *E4 Förbifart Stockholm Arbetsplan, Bilaga 1 Miljökonsekvensbeskrivning, Övergripande riskbedömning*, Utställelsehandling 2011-05-05.

Bilaga A Olycksscenarier för olycka med transport av farligt gods

I denna bilaga presenteras de olycksscenarier som kan förekomma i olyckor vid transport av farligt gods i Tabell 1 nedan.

Tabell 1. Allmänna beskrivningar av olycksscenarier för de olika klasserna av farligt gods. Generella bedömningar av påverkan baseras på tillgänglig litteratur^{1,2,3}.

ADR-S klass	Beskrivning
1 - Explosiva ämnen och föremål	Explosioner till följd av olyckor med ADR-S klass 1 påverkar omgivningen genom tryckpåverkan, värmestrålning och splitter. Vid stora mängder explosiva varor kan skador från tryckvågen uppstå på flera hundratals meter, och splitterskador på uppemot en kilometer.
2 – Gaser	Olycksförloppen vid olyckor med gaser varierar beroende på vilken typ av gas som är inblandad.
<i>2.1 - Brandfarliga gaser</i>	Olyckor med brandfarliga gaser inkluderar olika brandförlopp som kan påverka omgivningen genom värmestrålning eller tryckpåverkan. Vid ett läckage som antänds omgående uppstår en jetflamma som orsakar värmestrålning mot omgivningen. Om ingen antändning sker kan den utsläppta gasen bilda ett brännbart gasmoln som förflyttar sig med vinden och vid senare antändning orsakar en gasmolnsexplosion. Gasmolnsexplosionen orsakar värmestrålning och under vissa mycket specifika förhållanden även tryckvågor mot omgivningen. I sällsynta fall kan även en typ av explosion som kallas BLEVE (Boiling Liquid Expandning Vapor Explosion) uppstå. Dessa tre scenarier kan medföra påverkan på några hundratals meter om den brandfarliga gasen transporteras i stora mängder i tank.
<i>2.2 – Icke giftig, icke brandfarlig gas</i>	Den påverkan på omgivningen som kan uppstå vid olyckor med denna riskgrupp är främst kopplad att kraftig uppvärmning kan leda till kärlsprängning samt omkringflygande kärldelar eller splitter.
<i>2.3 – Giftiga gaser</i>	En olycka med giftig gas kan leda till påverkan på omgivningen om ett läckage leder till att ett giftigt gasmoln kan sprida sig från olycksplatsen. Spridningen av den giftiga gasen beror bland annat på läckagestorlek och väderförhållanden. Påverkan på människor kan uppkomma på flera hundratals meter.
3 – Brandfarliga vätskor	Olycksförlopp med brandfarliga vätskor innebär typiskt att ämnet vid läckage strömmar ur tanken och breder ut sig på marken och formar en pöl. Pölens utbredning beror på underlagets utformning (lutning, diken, porositet med mera). Om det sker en antändning uppstår en pölbrand, som påverkar omgivningen inom ett par tiotals meter genom värmestrålning från flammor och produktion av skadlig rök.
4 – Brandfarliga fasta ämnen	Olyckor som involverar brandfarligafasta ämnen kan påverka omgivningen inom något tiotal meter främst genom värmestrålning och giftiga brandgaser.
5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Oxiderande ämnen är brandfrämjande ämnen som vid avgivande av syre (oxidation) kan initiera eller understödja brand i andra ämnen samt i vissa fall leda till explosioner. Organiska peroxider är mycket reaktiva och dess termiska instabilitet kan medföra att ämnet sönderfaller, i vissa fall explosionsartat. Påverkan på omgivningen kan alltså uppstå genom värmestrålning vid bränder eller tryckpåverkan och splitter vid explosioner. Påverkan på människor kan sträcka sig upp till femtio meter från olyckan.
6 – Giftiga och smittfarliga ämnen	Giftiga substanser som troligen kan orsaka allvarlig ohälsa eller död, eller smittfarligt ämne, bedöms vid ett olycksscenario påverka människor endast vid direkt kontakt med ämnet.
7 – Radioaktiva ämnen	Ämnen som genom sitt sönderfall producerar alfa-, beta- eller gammastrålning transporteras inte på sådant sätt så att de kan medföra akut påverkan på människor vid ett tidsbegränsat olycksscenario. Allvarliga skador på människor bedöms generellt uppkomma vid långvarig exponering, vilket inte beaktas i denna riskbedömning.
8 – Frätande ämnen	Ämnen som i flytande eller fast form kan skada levande vävnad eller utrustning bedöms vid ett olycksscenario påverka människor endast vid direkt kontakt med ämnet
9 – Övriga farliga ämnen	Ett vanligt exempel på ADR-S klass 9 är asbest. Allvarliga skador på människor bedöms generellt uppkomma vid långvarig exponering, vilket inte beaktas i denna riskbedömning.

Bilaga B Frekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods – indata och metod

I denna bilaga beskrivs inledande metod och underlag (indata och antaganden) för de beräkningar som gjorts. För fortsatt beräkning av frekvenser för möjliga olycksscenarioer som kan påverka människor, används händelseträdsmetodik, se Bilaga C. Resultaten redovisas i rapportdelen. För beräkningar av hur ofta olyckor med farligt gods förväntas inträffa används den metod som presenteras i *Farligt gods – riskbedömning vid transport*⁴. För de aktuella vägarna presenteras viktiga indata till beräkningarna som är hämtade från denna rapport.

Viktiga indata till beräkningar för Södertäljevägen, Essingeleden och Södra Länken, utöver de som redovisats i rapporten, presenteras i Tabell 2,

Tabell 3, Tabell 4 nedan.

Tabell 2. Indata till frekvensberäkningar för Södertäljevägen.

Variabel	Väg
Hastighet [km/h]	80 km/h
Studerad vägsträcka [km]	1 km
Bebyggelsemiljö ⁴	Tätort
Gatu-/vägtyp ⁴	Motorväg
Olyckskvot [-] ⁴	0,46
Andel singelolyckor [-] ⁴	0,4
Index för farligt gods olycka [-] ⁴	0,245

Tabell 3. Indata till frekvensberäkningar för Essingeleden.

Variabel	Väg
Hastighet [km/h]	70 km/h
Studerad vägsträcka [km]	1 km
Bebyggelsemiljö ⁴	Tätort
Gatu-/vägtyp ⁴	Motorväg
Olyckskvot [-] ⁴	0,6
Andel singelolyckor [-] ⁴	0,3
Index för farligt gods olycka [-] ⁴	0,13

Tabell 4. Indata till frekvensberäkningar Södra Länken.

Variabel	Väg
Hastighet [km/h]	70 km/h
Studerad vägsträcka [km]	0,5 km
Bebyggelsemiljö ⁴	Tätort
Gatu-/vägtyp ⁴	Motorväg
Olyckskvot [-] ⁴	0,6
Andel singelolyckor [-] ⁴	0,3
Index för farligt gods olycka [-] ⁴	0,13

Trafikflödet vid nuläge och vid prognosår 2040 på Södertäljevägen⁶, Essingeleden⁶ och Södra Länken⁵ har tillhandahållits av Trafikverket⁶.

Tabell 5. Trafikflödesprognos nuläge och år 2040.

Väg	Trafikflöde nuläge, ÅDT [fordon/dygn]	Trafikflöde 2040 ÅDT [fordon/dygn]
Södertäljevägen E4/E20 ⁶	120 000	116 400
Essingeleden E4/E20 ⁶	150 000	139 500
Södra länken 75 ⁵	105 000	105 000

Andelen tung trafik av det totala trafikflödet och andelen farligt gods av den tunga trafiken som transporteras på Södertäljevägen, Essingeleden och Södra Länken har antagits till 7% respektive 2,2%. Vilket är den fördelning som uppmätts på Essingeleden i WSPs analys för Trafikverket och Stockholms stad.

Antal transporter har sedan beräknats utifrån trafikmängder och andel tung trafik. Fördelning mellan klasserna av farligt gods baserat på den statistik som Trafikanalys (TRAFA) samlar in med avseende på lastbilstrafiken i Sverige. Detta då vägarna har genomfartstrafik och relativt höga flöden. Det nationella genomsnittet för fördelningen mellan klasserna av farligt gods på vägarna mellan åren 2013 och 2017 redovisas i Tabell 6.

Tabell 6. Fördelning av transporter med farligt gods som används⁷

ADR-S-klass	Nationellt snitt. Andel [%]
1	0,34
2.1	6,79
2.2	21,9
2.3	0,05
3	47,34
4	1,25
5	2,65
6	5,25
7	0,00
8	11,85
9	2,59
Totalt	100

Bilaga C Frekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods – Händelseträdsmetodik

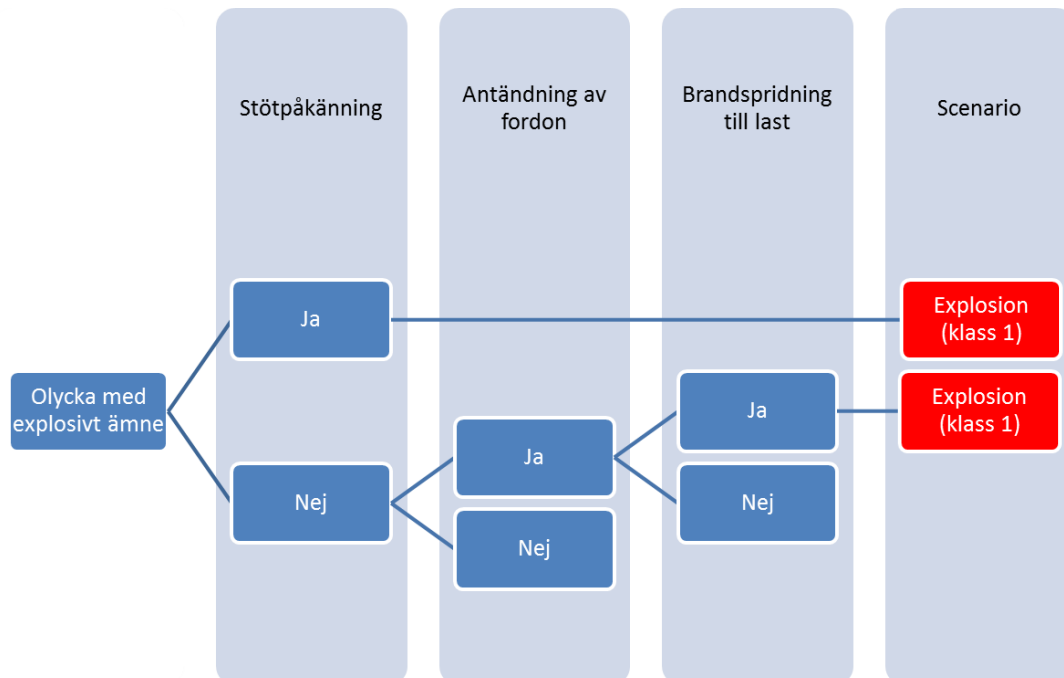
För fortsatt beräkning av frekvenser för olika möjliga olycksscenarier som kan påverka människor, används händelseträdsmetodik. I avsnitten nedan presenteras händelseträd för de olika klasserna av farligt gods som förekommer.

Explosiva ämnen (ADR-S klass 1)

För att en olycka som involverar explosiva ämnen ska leda till en explosion krävs att det transporterade godset påverkas (genom t.ex. en kraftig stöt eller brand).

Ett jämförelsevärde att förhålla sig till gällande stötpåkänning angavs av HMSO⁸ baserat på brittiska data från 1950–1990. Där var sannolikheten för en stötinitierad detonation till följd av en kollision mindre än 0,2 %. Med hänsyn till utvecklingen inom trafiksäkerhet och fordonskonstruktion som skett sedan det statistiska underlaget, bedöms det vara konservativt att använda en halverad sannolikhet på 0,1 % för att en kollision leder till en stötinitierad detonation.

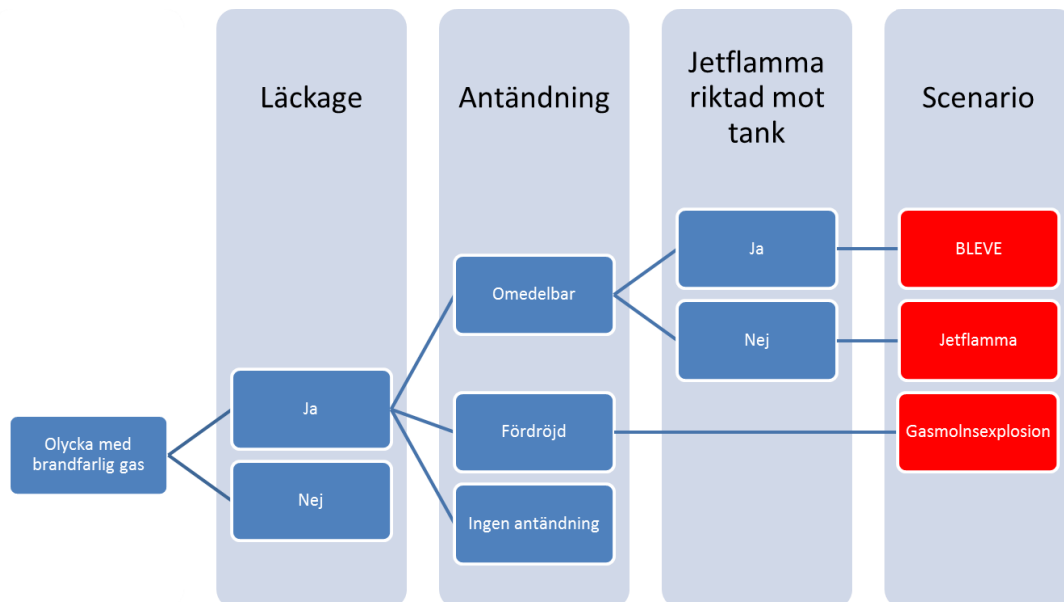
Svensk statistik visar på att sannolikheten för att ett fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna är ca 0,4 %⁹. Vidare antas (som i Göteborgs fördjupade översiktsplan²), att sannolikheten för att en brand sprider sig och leder till en explosion är 50 %.



Figur 1. Händelseträd för olyckor med explosivt ämne.

Brandfarliga gaser (ADR-S klass 2.1)

De händelseförlopp som kan uppkomma vid olyckor med brandfarlig gas har identifierats som: jetflamma, gasmolnsexplosion och BLEVE. Ett möjligt förlopp illustreras av händelseträdet i Figur 2.



Figur 2. Händelseträd för olyckor med brandfarlig gas.

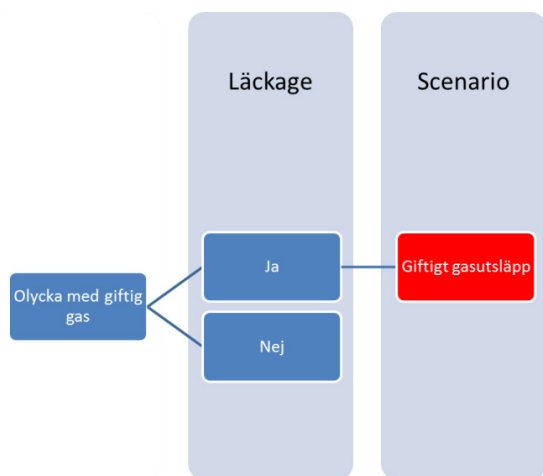
Sannolikheten för läckage från gastanken antas vara 1/30 av sannolikheten för läckage från en tank med vätska⁴. Sannolikhetsfördelningen för de olika typerna av antändning antas är anpassade utifrån *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*¹⁰. Följande sannolikheter är resultatet av en sammanvägning av de två uppsättningar med sannolikheter som presenteras i den rapporten för ”Litet utsläpp” respektive ”Stort utsläpp”:

- Omedelbar antändning: 15 %
- Fördröjd antändning: 65 %
- Ingen antändning: 20 %

Vidare antas grovt att en av hundra (1 %) jetflammar är så riktad att den genom kraftig uppvärmning orsakar en BLEVE i en närliggande tank (eller om jetflamman reflekteras, en BLEVE som involverar den aktuella tanken själv).

Giftiga gaser (ADR-S klass 2.3)

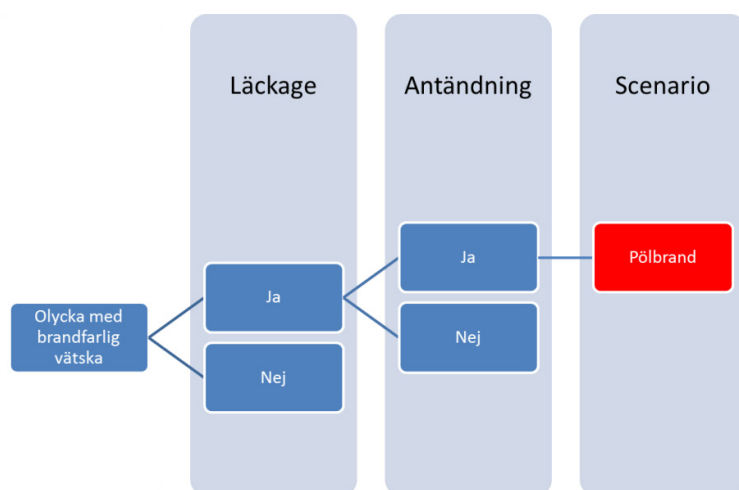
Ett giftigt gasutsläpp kan till följd av ett läckage bilda ett giftigt gasmoln som förflyttar sig med vinden i omgivningen. Spridningsvinkeln på molnet, och hur långt det når, beror bland annat på läckagets storlek och vilket utflöde av gas som uppkommer. Sannolikheten för läckage från gastanken antas vara 1/30 av sannolikheten för läckage från en tank med vätska⁴.



Figur 3. Händelseträd för olycka med giftig gas.

Brandfarliga vätskor (ADR-S klass 3)

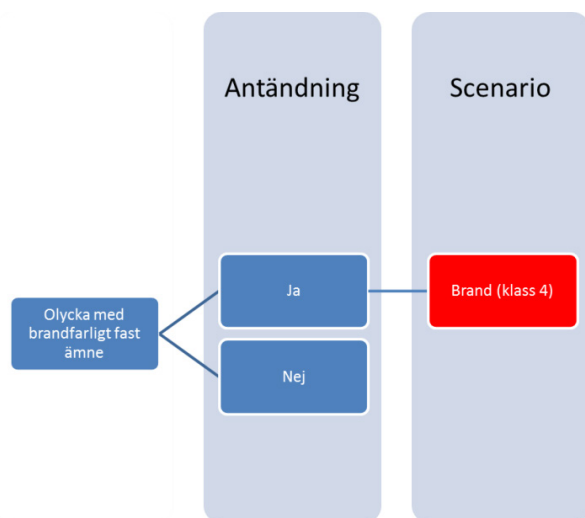
Ett identifierat olycksscenario utgörs enligt tidigare av ett utsläpp med brandfarlig vätska som bildar en pöl och som vid en antändning orsakar en pölbrand. Sannolikheten för att ett läckage uppstår, givet att en olycka med en tankbil inträffar, antas vara enligt *Index för farligt gods olycka* (se Tabell 2 och Figur 4). Givet att ett sådant läckage har inträffat antas sannolikheten för en antändning av pölen vara en trettiondel (3,3 %)⁸. Händelseträdets i Figur 4 visar hur händelseförloppet kan utvecklas.



Figur 4. Händelseträd för olyckor med brandfarlig vätska.

Brandfarliga fasta ämnen (ADR-S klass 4)

Olyckor med brandfarliga fasta ämnen kan påverka omgivningen om det sker en antändning, vilket kan resultera i en kraftig brand även om inget läckage uppstår. Sannolikheten för antändning, givet att en olycka skett antas likt tidigare utifrån svensk statistik vara 0,4 %⁹. Förenklat antas alla sådana bränder leda till att de transporterade brandfarliga fasta ämnena deltar i branden.



Figur 5. Händelsesträd för olycka med brandfarligt fast ämne.

Oxiderande ämnen och organiska peroxider (ADR-S klass 5)

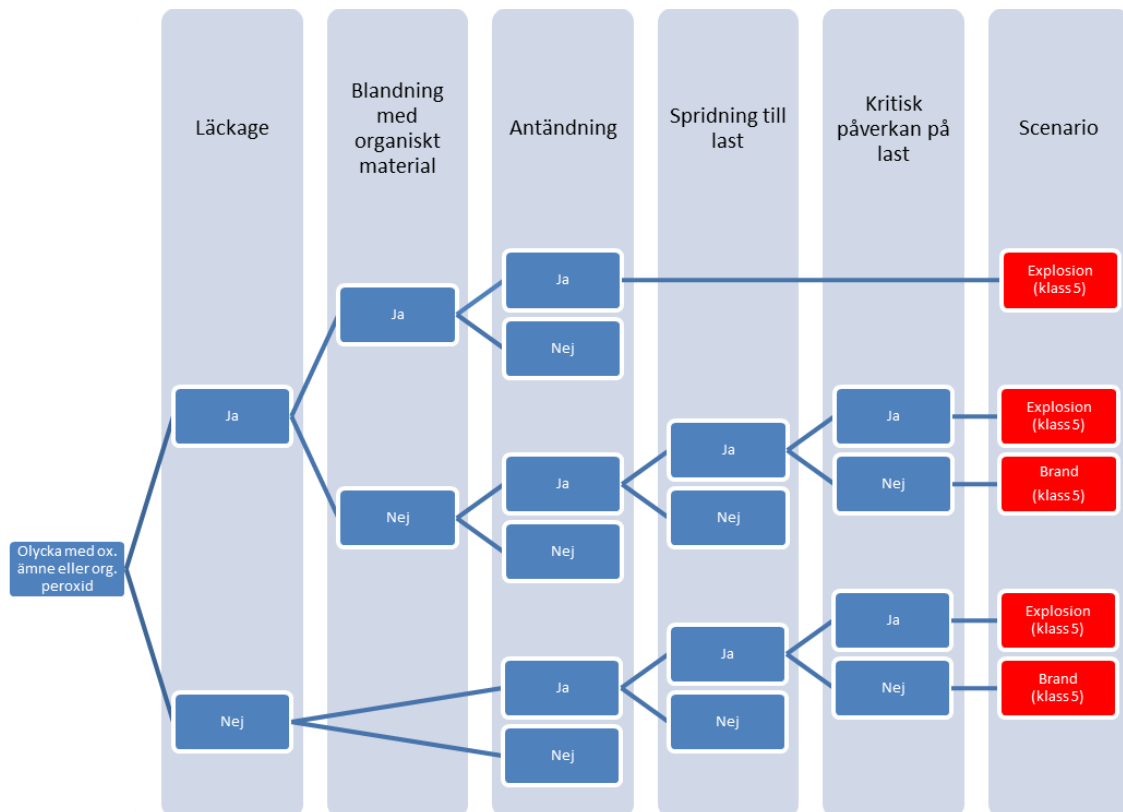
Olyckor med oxiderande ämnen och organiska peroxider kan orsaka kraftiga bränder och under särskilda förhållanden leda till explosioner. En antändning och explosion kan ske i samband med en olycka där det utsläppta oxiderande ämnet (eller den organiska peroxiden) först blandas med ett organiskt flytande ämne. Blandningen som bildas utgör då ett kraftfullt sprängämne. Vidare kan en explosion uppkomma efter kraftig brandpåverkan även om någon blandning med organiskt material inte skett.

Ammoniumnitrat är vid transport uppvärmt till ca 135°C, då ämnet är flytande med relativt hög densitet (27 m³ väger ca 40 ton).

Sannolikheten för läckage antas vara samma som för gastankar enligt ovan (1/30 av sannolikheten för läckage från en tank med vätska⁴). Sannolikheten för att det i samband med utsläppet av ADR-S klass 5 också förekommer ett utsläpp av exempelvis ADR-S klass 3 (flytande organiskt material), och att blandning mellan dem kan ske uppskattas till 50 %¹¹. Sannolikheten för en påföljande antändning av blandningen uppskattas vara jämförbar med sannolikheten för antändning av ett utsläpp av brandfarlig vätska (3,3 %⁸). En sådan antändning antas resultera i en explosion.

Sannolikheten för antändning som följer en olycka med läckage men utan blandning uppskattas på samma sätt som för antändning av fordon ovan till 0,4 %⁹. Sannolikheten för att den då uppkomna branden ska sprida sig till att påverka lasten uppskattas grovt till 50 %⁸. För att en brand som spridit sig och påverkar lasten ska leda till en explosion krävs att temperaturen överstiger 190°C under en längre tidsperiod. Det eventuella sönderfallet avstannar ofta om värmekällan avlägsnas¹². Olycksstatistik för olyckor med ADR-S klass 5 visar också på att det är relativt långa olycksförlopp med brinntider på 1–16 timmar innan detonation. Grovt antas hälften av dessa bränder leda till en sådan kraftig påverkan att en detonation (explosion) uppkommer (50 %). Detta gäller för de fall där ett utsläpp av ADR-S klass 5 också inträffat och en kraftig brand antas uppstå

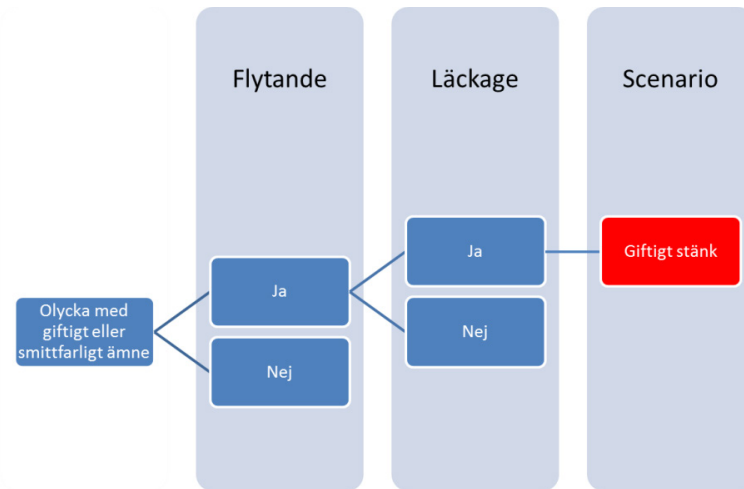
kring lastbilen. I de fall något utsläpp inte inträffat bedöms det grovt vara hälften så sannolikt att en brandpåverkan skulle leda till en explosion (25 %). De bränder som inte leder till någon explosion antas i modellen ändå påverka omgivningen med värmestrålning och brandgaser i en omfattning som är jämförbar med en pölbrand (ADR-S klass 3).



Figur 6. Händelsesträd för olycka med oxiderande ämne eller organisk peroxid.

Giftiga eller smittfarliga ämnen (ADR-S klass 6)

Skador på människor till följd av olyckor med giftiga eller smittfarliga ämnen bedöms enligt tidigare endast kunna uppstå där stänk från ämnet hamnar. Det innebär att det endast är i flytande form som ämnena kan medföra en akut påverkan på människor i omgivningen. Uppgifter¹¹ gör gällande att omkring 23 % av den transporterade mängden ADR-S klass 6 utgörs av flytande ämnen. Sannolikheten för att ett läckage uppstår, givet att en olycka med en tankbil inträffar, antas vara enligt *Index för farligt gods olycka* (se Tabell 2 och Figur 7).



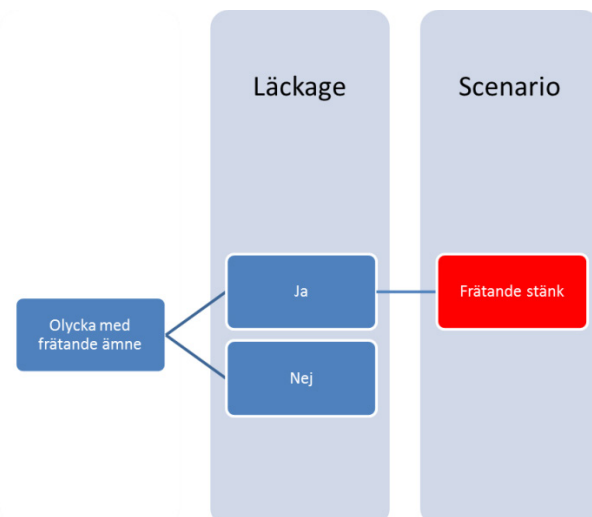
Figur 7. Händelsetråd för olycka med giftigt eller smittfarligt ämne.

Radioaktiva ämnen (ADR-S klass 7)

Skador till följd av utsläpp av radioaktiva ämnen beaktas enligt ovan (Tabell 1) inte i denna riskbedömning.

Frätande ämnen (ADR-S klass 8)

Skador på människor till följd av olyckor med frätande ämnen bedöms enligt tidigare endast kunna uppstå där stänk eller iväg kastat ämne hamnar. En förutsättning är därmed att ett läckage uppstår. Sannolikheten för att ett läckage uppstår, givet att en olycka med en tankbil inträffar, antas vara enligt *Index för farligt gods olycka* (se Tabell 2 och Figur 8).



Figur 8. Händelsetråd för olyckor med frätande ämnen.

Övriga farliga ämnen och föremål (ADR-S klass 9)

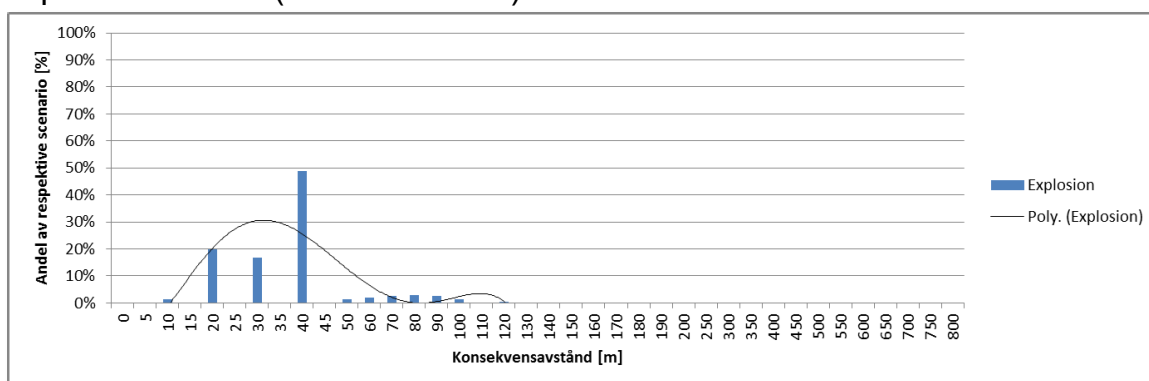
Beaktas (enligt Tabell 1) inte i denna riskbedömning.

Bilaga D Konsekvensberäkningar för olycka med transport av farligt gods

I denna bilaga beskrivs metod och underlag (indata och antaganden) för de beräkningar som gjorts avseende konsekvenser av de identifierade olycksscenarierna. Resultaten redovisas i rapportdelen.

Konsekvenserna av de identifierade typerna av olycksförlopp har tidigare beräknats bland annat i samband med att Länsstyrelsen i Skåne län upprättade sina *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen*¹ (RIKTSAM). Nedanstående fördelningar är anpassade utifrån resultaten däri förutom för ADR-S klass 2.1 och ADR-S klass 3. Med konsekvensavstånd menas här det avstånd inom vilket människor förväntas omkomma till följd av påverkan från olycksförloppet (exempelvis genom värmestrålning, tryckpåverkan eller toxicitet – beroende på olyckans karaktär).

Explosiva ämnen (ADR-S klass 1)



Figur 9. Använda fördelningar av konsekvensavstånd för explosion (ADR-S klass 1). Kurvan "Poly. (Antagen fördelning)" visar en trendlinje som endast inkluderats för visualisering av fördelningen.

Brandfarliga gaser (ADR-S klass 2.1)

Avseende händelseförloppet jetflamma används de konsekvensberäkningar som gjorts för Förbifart Stockholm i samband med upprättande av Arbetsplan¹³.

Gällande händelseförloppen gasmolnsexplosion och BLEVE genomförs konsekvensberäkningar. Brandfarliga gaser (ADR-S klass 2.1) omfattas av exempelvis väte, propan, butan och acetylen. Gasol är ett exempel på en kondenserad brandfarlig gas, som har den största transportvolymen på väg². Gasol antas utgöra ett representativt ämne att basera beräkningarna på, då gasol på grund av dess låga brännbarhetsgräns och det faktum att den ofta transporteras tryckkondenserad gör den till ett konservativt val.

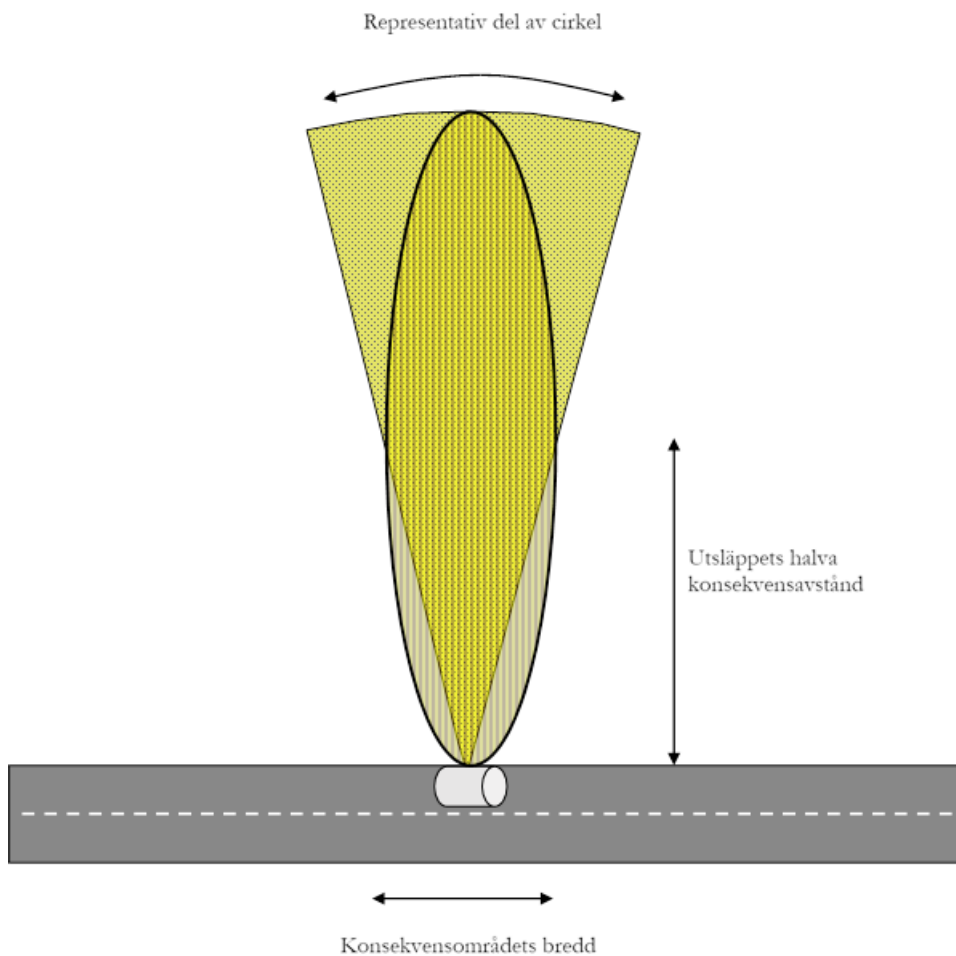
Antaganden

Ett läckage till följd av en olycka med en transport av brandfarlig gas antas kunna bli *litet*, *medelstort* eller *stort*, där utsläppsstorlekarna är definierade i *Farligt gods – riskbedömning vid transport*⁴ utifrån massflöde: 0,09 kg/s (*litet*), 0,9 kg/s (*medelstort*)

respektive 17,9 kg/s (*stort*). Vid läckage från tjockväggiga tankbilar bedöms sannolikheten för respektive storlek vara 62,5 %, 20,8 % och 16,7 %⁴.

När ett läckage har skett påverkar väder och vindförhållanden spridning av gaser och ångor. Vid högre vindhastigheter blandas utsläppta gaser ut snabbare med den omgivande luften än vid lägre vindhastigheter. Under åren 1961–2004 har vindhastigheten på 330 stationer runtom landet avlästs månad för månad. Insamlade data visar på en medelvindhastighet i Sverige som är 4 m/s¹⁴. Vindhastighet antas vara 4 m/s. Temperaturen antas vara 15 °C och väderscenariot till stabilitetsklass D vilket är ett konservativt antagande.

En viktig faktor för spridningen av en gas vid ett läckage är påverkan av vinden, både för scenarier med brännbara gaser och giftiga. De huvudsakliga konsekvenserna uppkommer i vindriktningen från utsläppet. Eftersom konsekvenserna drabbar ett mindre område, reduceras frekvensen för respektive scenario med hänsyn till vilken approximativ spridningsvinkel som konsekvensområdet får, enligt Figur 10.



Figur 10. Konsekvensområdet vid gasutsläpp får ofta en oval form. Utifrån konsekvensområdets längd och bredd approximeras en lämplig cirkelsektor (representativ del av cirkel) för reducering av grundfrekvensen.

Samtliga vindriktningar antas förenklat ha samma sannolikhet, vilket innebär att konsekvensområdets utbredning har samma sannolikhet i alla riktningar från läckaget.

Vid beräkning av konsekvenserna av en farligt gods-olycka med utsläpp av brännbar gas (gasol) uppskattas det grovt att samtliga transporter utgörs av tankbilar och att mängden gas i en tankbil alltid är 25 ton.

Vid beräkningar av värmestrålning mot omgivningen definieras acceptabla nivåer för exponering mot icke brandklassad byggnadsfasad och utrymningsvägar till 15 kW/m^2 .¹⁵

BLEVE

Konsekvenserna av en BLEVE beräknas enligt exempel 11.3.2 i *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor*³. Antagen mängd gasol är satt till 25 ton i en lastbil. Avståndet inom vilket värmestrålningen blir så stor att en exponerad person antas omkomma är beräknat till 170 meter.

Gasmolnsexplosion

En gasmolnsexplosion kan uppstå vid en fördröjd antändning av en utsläppt gasmassa som hunnit sprida sig och inte längre befinner sig under tryck. Konsekvensområdet beror på hur gasen sprids i omgivningen, vilket i sin tur beror på en mängd faktorer som vind, stabilitetsförhållanden, hinder, utströmmande flöde och densitet, med mera.

Vid en antändning antas hela den gasvolym som befinner sig inom brännbarhetsområdet förbrännas. I det fysiska område där detta sker blir konsekvenserna mycket allvarliga med dödliga förhållanden. Utanför detta område förväntas dock konsekvenserna bli lindriga, men strålningspåverkan kan uppkomma.

Programvaran *Spridning Luft* används för spridningsberäkningarna där avståndet till den undre brännbarhetsgränsen ($21\,000 \text{ ppm}$)¹⁶ beräknas. Som konsekvensavstånd nyttjas avståndet till brännbarhetsgränsen tillsammans med en säkerhetsmarginal för att ta hänsyn till strålningspåverkan som kan ske även utanför den gasvolym som förbränns. Säkerhetsmarginalen beräknas genom en konservativ strålningsberäkning utifrån gasmolnets höjd och bredd, samt i utsläppets riktning.

Beräkningarna resulterar i ett konsekvensområde som enligt Figur 10, approximeras med en cirkelsektor (anges som en vinkel, i grader).

Konsekvensavstånd

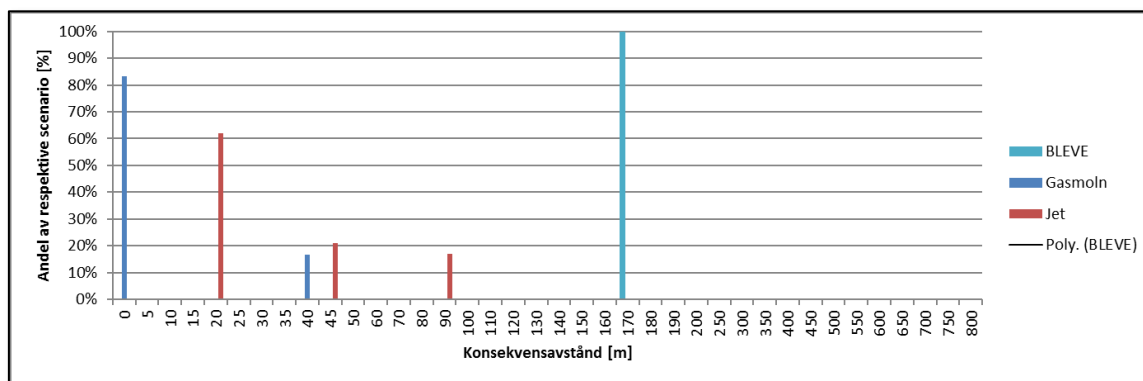
Nedan sammanställs de beräknade konsekvensavstånden för ADR-S klass 2.1, se Tabell 7.

Tabell 7. Beräknade konsekvensavstånd för plym med gas inom vilket personer antas omkomma.

Scenario	Konsekvensavstånd [m]	Vinkel [grad]
BLEVE	170	360
Gasmolnsexplosion - litet läckage	0*	-
Gasmolnsexplosion - mellanstort läckage	0*	-
Gasmolnsexplosion - stort läckage	48	35

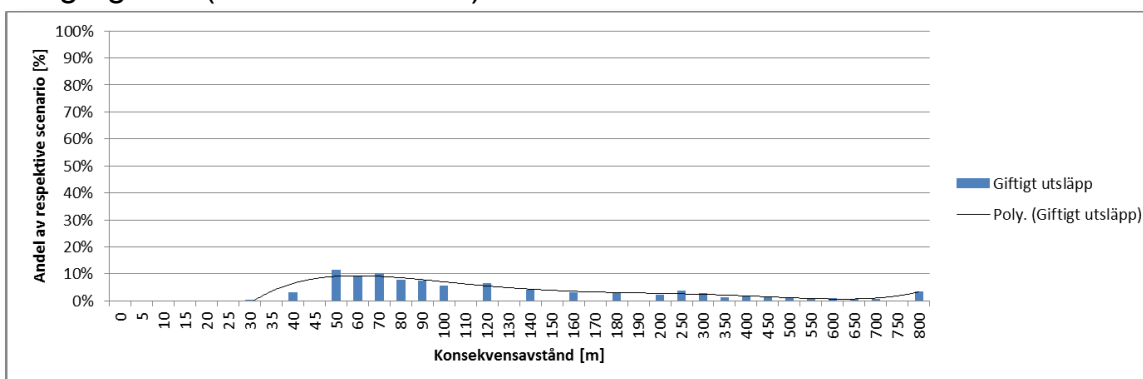
* Konsekvensavståndet blir noll meter då läckageflödet är så litet att någon gasvolym med en gaskoncentration inom brännbarhetsområdet inte uppkommer.

Använda fördelningar av konsekvensavstånd presenteras i Figur 11.



Figur 11. Använda fördelningar av konsekvensavstånd för BLEVE, gasolnsexplosion samt jetflammar (ADR-S klass 2.1).

Giftiga gaser (ADR-S klass 2.3)



Figur 12. Använda fördelningar av konsekvensavstånd vid utsläpp av giftig gas (ADR-S klass 2.3).

Brandfarliga vätskor (ADR-S klass 3)

ADR-S klass 3 omfattas av brandfarliga vätskor, exempelvis bensin, E85, diesel- och eldningsoljor, lösningsmedel. Bensin och diesel utgör tillsammans majoriteten av produkterna i ADR-S klass 3¹⁷. Brandfarliga vätskor med låg flampunkt (till exempel bensin) antänds lättast¹⁸. Förenklat (och konservativt) antas samtliga transporter av brandfarlig vätska utgöras av bensin.

Antaganden

För beräkningar av konsekvensavstånd för tillämpas den etablerade metoden i *Farligt gods – riskbedömning vid transport*⁴. Ett läckage till följd av en olycka med en transport av brandfarlig vätska är definierade i *Farligt gods – riskbedömning vid transport*⁴ som *litet*, *medelstort* eller *stort*, utifrån vilken pölstorlek de ger upphov till:

50 m² (*litet*), 200 m² (*mellanstort*) samt 400 m² (*stort*). Vid läckage från tankbil med släp bedöms sannolikheten för respektive storlek vara 25%, 25% och 50%⁴.

I försök har det även påvisats att pölens utbredning är kraftigt beroende av underlagets utformning och lutningar. Det krävs relativt små lutningar för att vätskan ska forma rännilar eller ansamlingar i lågpunkter m.m. Med avseende på pölbrand antas det grovt att pölen har cirkulär utbredning, vilket ger en högre strålningsnivå. Skydd antas finnas längs vägkant som hindrar vätska från att rinna av från vägbanan om inget annat är känt.

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser för omgivningen kan uppkomma när vätskan läcker ut och antänds för då bildas en brand som sprider giftiga brandgaser och genererar värmestrålning mot omgivningen. Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt som följd av brandspridning till byggnader, antas vara där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/m². Det är en strålningsnivå som orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (cirka 2–3 sekunder) samt acceptabla nivåer för exponering mot icke brandklassad byggnadsfasad och utrymningsvägar^{2,15,19}.

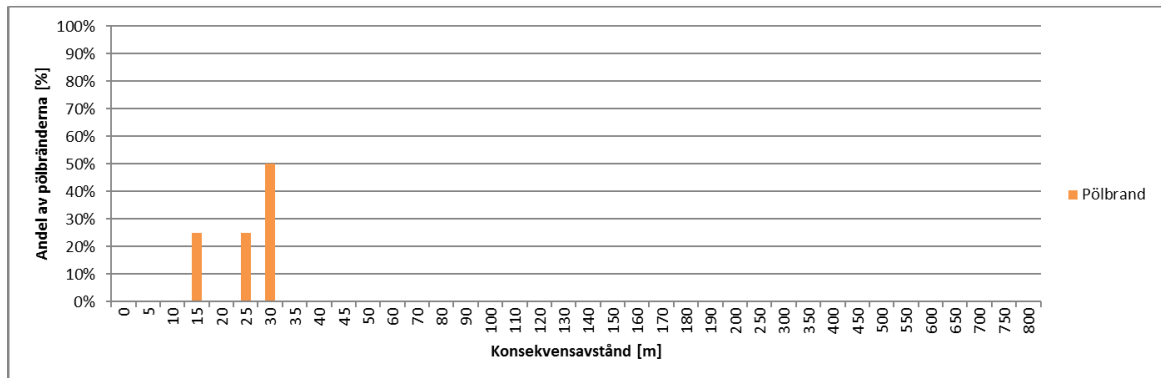
Konsekvensavstånd

Strålningsberäkningar har genomförts med hjälp av beräkningar i enlighet med Bilaga E. Nedan sammanställs de beräknade konsekvensavstånden för ADR-S klass 3, se Tabell 8.

Tabell 8. Avstånd till kritisk strålningsnivå på halva flammans höjd (15 kW/m²) för olika pölstorlekar.

Scenario	Pölbrand av varierande storlek	Längd/bredd	Konsekvensavstånd från pölkant [m]	Fördelning
Litet utsläpp	50 m ²	7,1	12 m	25%
Mellanstort utsläpp	200 m ²	14,15	22 m	25%
Stort utsläpp	400 m ²	20	28 m	50%

Använda fördelningar av konsekvensavstånd presenteras i Figur 13.



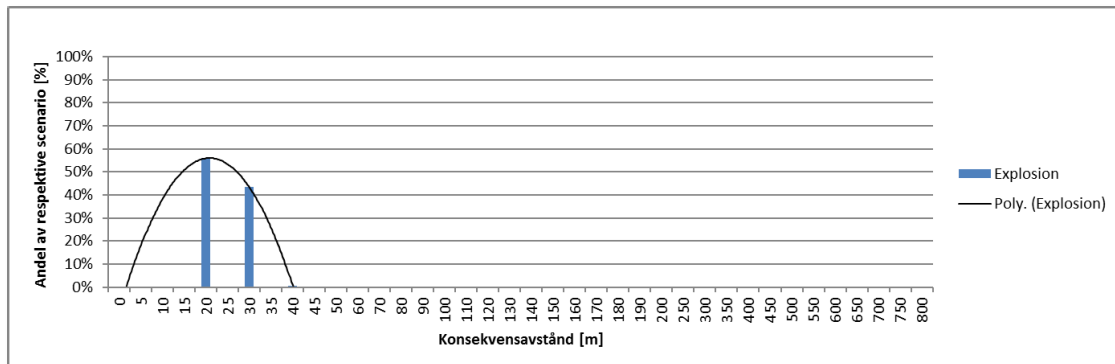
Figur 13. Använda fördelningar av konsekvensavstånd för pölbränder (ADR-S klass 3).

Brandfarliga fasta ämnen (ADR-S klass 4)

Brandfarliga fasta ämnen (ADR-S klass 4) antas ha samma konsekvensavståndsfördelning som brandfarliga vätskor (ADR-S klass 3). Detta antagande bedöms vara konservativt.

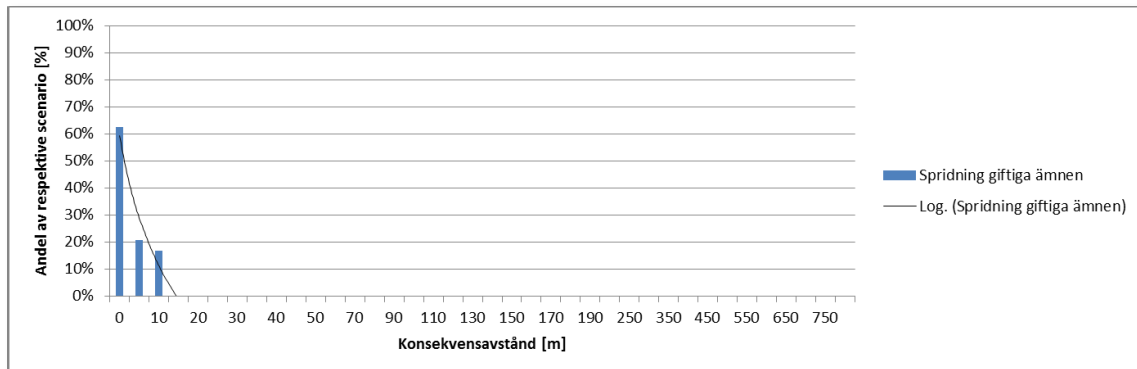
Oxiderande ämnen och organiska peroxider (ADR-S klass 5)

Fördelningen vid bränder för oxiderande ämnen och organiska peroxider (ADR-S klass 5) antas ha samma konsekvensavstånd som för brandfarliga vätskor (ADR-S klass 3). Detta antagande bedöms vara konservativt. Använd fördelning av konsekvensavstånd vid explosioner redovisas i Figur 14.



Figur 14. Använd fördelning av konsekvensavstånd vid explosioner med oxiderande ämnen och organiska peroxider (ADR-S klass 5).

Giftiga eller smittfarliga ämnen (ADR-S klass 6)

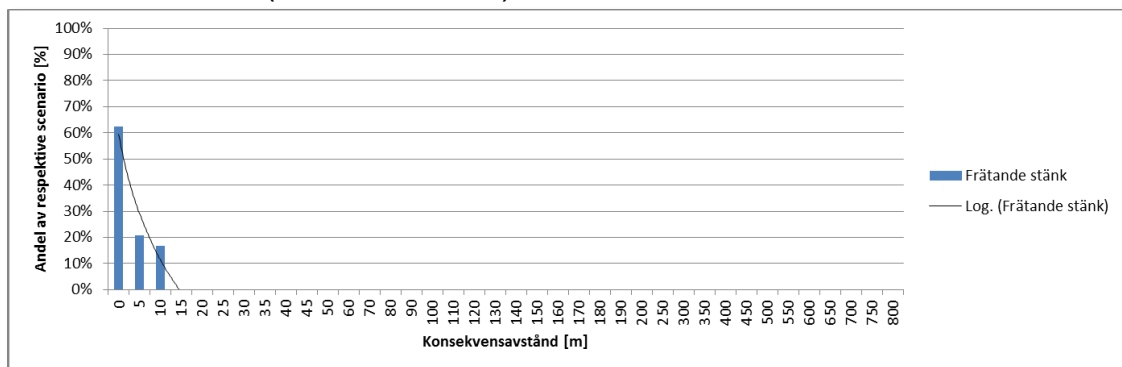


Figur 15. Använd fördelning av konsekvensavstånd för stänk med giftiga eller smittfarliga ämnen (ADR-S klass 6).

Radioaktiva ämnen (ADR-S klass 7)

Skador till följd av utsläpp av radioaktiva ämnen (ADR-S klass 7) beaktas enligt ovan inte i denna riskbedömning.

Frätande ämnen (ADR-S klass 8)



Figur 16. Använd fördelning av konsekvensavstånd för stänk med frätande ämne (ADR-S klass 8).

Övriga farliga ämnen och föremål (ADR-S klass 9)

Övriga farliga ämnen (ADR-S klass 9) beaktas enligt ovan inte i denna riskbedömning.

Bilaga E Riskuppskattningar för pölbrand

I denna bilaga beskrivs dimensionerande förutsättningar, antaganden och metod för genomförda strålningsberäkningar för pölbrand med avseende påverkan på människa och icke brandklassad fasad.

Typ av drivmedel

Beroende på vilket drivmedel som släpps ut kommer den utsläppta vätskan vara olika lättantändlig där bensin bildar mycket lättantändliga blandningar medan dieselångor är mer svårantändliga.

Antändning kan ske genom att den gas-/luftblandningen som uppkommer vid en brandfarlig vätska kommer i kontakt med en tändkälla som exempelvis heta motordelar, statisk elektricitet eller en öppen låga. Gas-/luftblandningen är tyngre än luft för samtliga drivmedel. Detta innebär att den ibland kan spridas till lågt liggande utrymmen som kulvertar, rörledningar, källare m.m. eller föras med vinden och antändas på avstånd från själva utsläppspunkten.

Strålningen som avges från en pölbrand med en viss storlek är beroende av förbränningseffektiviteten, förbränningshastigheten per ytenhet samt förbränningsvärmen.

Tabell 9. Förbränningsparametrar för pölbränder för olika drivmedel.

Drivmedel	Förbrännings-effektivitet	Förbränningshastighet per ytenhet	Förbränningsvärme
Bensin	0,7 ²⁰	0,055 kg/m ² s ²¹	43 700 kJ/kg ²¹
Diesel	0,7 ^{20,21}	0,048 kg/m ² s ²¹	43 600 kJ/kg ²²

Ur tabellen kan det utläsas att bensin är det drivmedel som kommer att ge upphov till den största utvecklade effekten utifrån en given pölarea. Detta då bensin har både högst förbränningshastighet och förbränningsvärme.

En annan viktig parameter för att bedöma påverkan från pölbranden på bebyggelse är att bedöma en eventuell pölbrands källa och utbredning.

Strålningsberäkningar avseende pölbränder med brandfarliga vätskor

Värmestrålningen från en pölbrand med brandfarlig vätska kan beräknas i följande steg:

1. Beräkning av brandeffekt för den aktuella pölstorleken
2. Beräkning av flammans höjd och temperatur,
3. Beräkning av synfaktor,
4. Beräkning av infallande strålning på olika avstånd från branden.

Brandeffekten beräknas för att uppskatta hur mycket energi som avges från branden till omgivningen. Flammans höjd beräknas för att sedan användas för att beräkna den så

kallade synfaktorn som anger hur mycket av den från branden emitterade strålningen som når olika punkter i omgivningen. Temperaturen hos flammen ligger till grund för beräkningen av hur mycket infallande strålning som mottas av ytor på olika avstånd från branden.

Brandeffekt

För pölbränder med relativt stora diametrar (> 2 m) kan brandeffekten från en pöl beräknas utifrån följande samband:

$$\dot{Q} = \chi \cdot \dot{m}'' \cdot \Delta H_c \cdot A_f$$

där

\dot{Q} = utvecklad effekt (kW)

χ = förbränningseffektivitet

\dot{m}'' = förbränningshastighet per ytenhet (kg/m²s)

ΔH_c = förbränningsvärme (MJ/kg)

A_f = pölstorlek (m²)

Ekvivalent branddiameter

Brandens ekvivalenta diameter (D) beräknas ur:

$$D = \sqrt{\frac{4A_f}{\pi}}$$

Flamhöjd

Flamhöjden H_f (m) för kvadratiska pölar och rektangulära pölar där längden på pölen inte är större än två gånger bredden beräknas med hjälp av följande ekvation²⁰

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

För pölar där längden är betydligt större än bredden beräknas flamhöjden som:

$$H_f = 0.035 \cdot (\dot{Q}/L)^{2/3}$$

Flamtemperatur

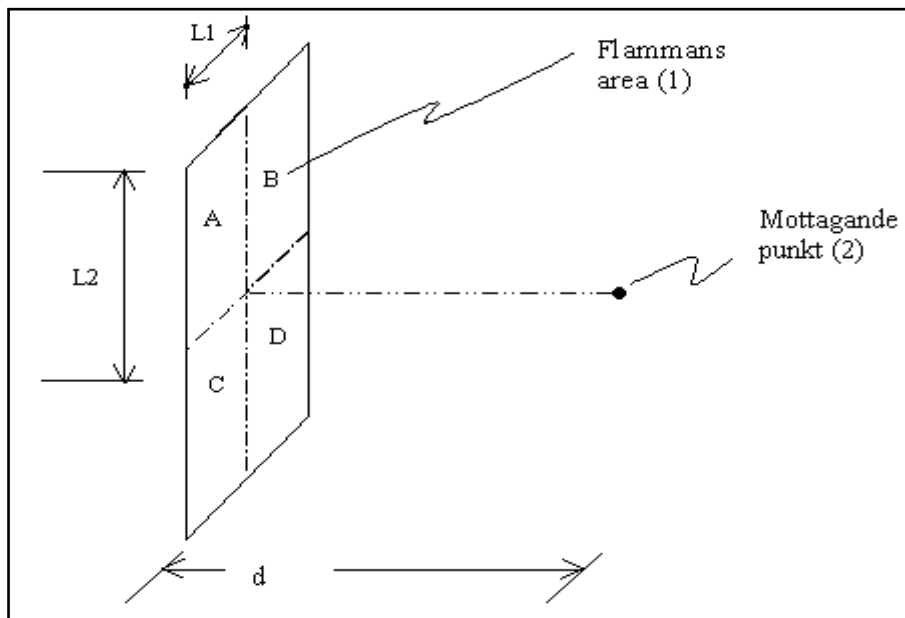
Flamtemperaturen T_f utgör medeltemperaturen i flammen, temperaturen i själva flamspetsen (T_t) är ca 540°C (813 K) och flammans maximala temperatur (T_b) antas för samtliga studerade ämnen vara 1000°C (1273 K). Den maximala flamtemperaturen är bland annat beroende av vilket material som brinner och storleken på branden. Utifrån

dess antaganden kan medeltemperaturen i flammen bestämmas. Medeltemperaturen används i beräkningen av strålningen från flammen och erhålls enligt:

$$T_f = \left(\frac{T_b^4 + T_t^4}{2} \right)^{1/4} = \left(\frac{1273^4 + 813^4}{2} \right)^{1/4} = 1112K$$

Synfaktor

Synfaktorn F anger hur stor andel av den emitterade strålningen från flammen (1) som når den mottagande punkten eller ytan (2), se Figur 1. Vid beräkningen av synfaktorn antas att flammen är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då flammen i själva verket normalt är betydligt smalare i toppen än i basen.



Figur 1. Principiell modell för beräkning av synfaktor.

Synfaktorn $F_{1,2}$ mellan flammen och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt

$$F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$$

där $F_{A1,2}$ beräknas enligt följande:

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

där Θ_1 och Θ_2 är infallande vinkel (i aktuellt fall 0), och $F_{B1,2}$, $F_{C1,2}$ och $F_{D1,2}$ beräknas på samma sätt för dess mått där:

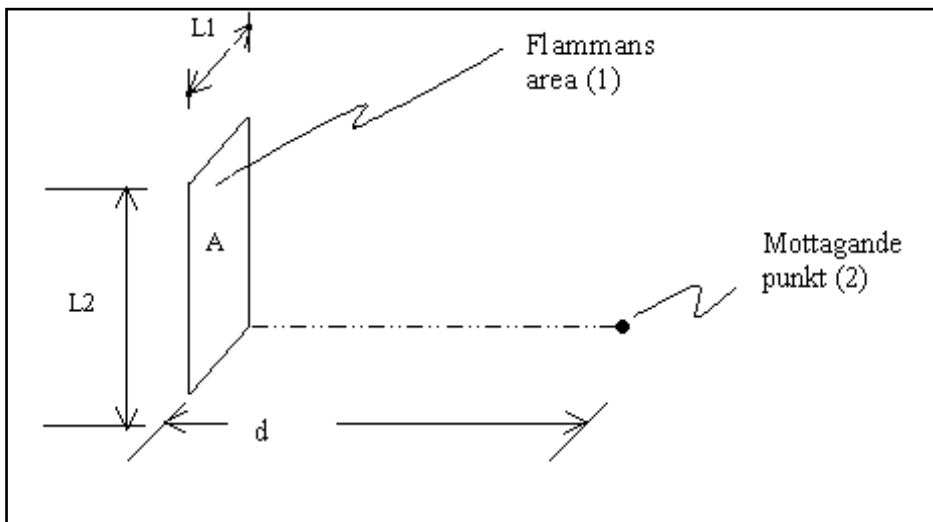
$A_1 = L_1 \cdot L_2$ enligt Figur 17.

För beräkning av respektive ytas synfaktor används följande ekvation

$$F_{A1,2} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right)$$

där

$X = \frac{L_1}{d}$ och $Y = \frac{L_2}{d}$ enligt Figur 17.



Figur 17. Synfaktor för yta A.

I det fallet då ytorna A, B, C och D är lika stora betyder det att det är den mest kritiska punkten på avståndet d från branden som studeras, vilket är det som eftersöks vid beräkningar av konsekvensavstånd.

Infallande strålning – vinkelrätt från flaman

Den från branden infallande strålningen som når omgivningen varierar med flammans temperatur, synfaktorn och den brinnande massans emissivitet. Emissiviteten, det vill säga materialets förmåga att avge värmeenergi, är beroende av materialets temperatur och egenskaper, särskilt vid ytan. Exempelvis kan sägas att en blankpolerad yta har mycket lägre emissivitet än en mörk skrovlig yta. Den infallande strålningen kan beräknas genom:

$$q_r'' = \epsilon \sigma F T_f^4$$

där

q_r'' = Infallande strålning (kW/m²)

ε = Emissionstal

σ = Stefan-Boltzmanns konstant ($= 5.67 \times 10^{-11} \text{ kW/m}^2\text{K}^4$)

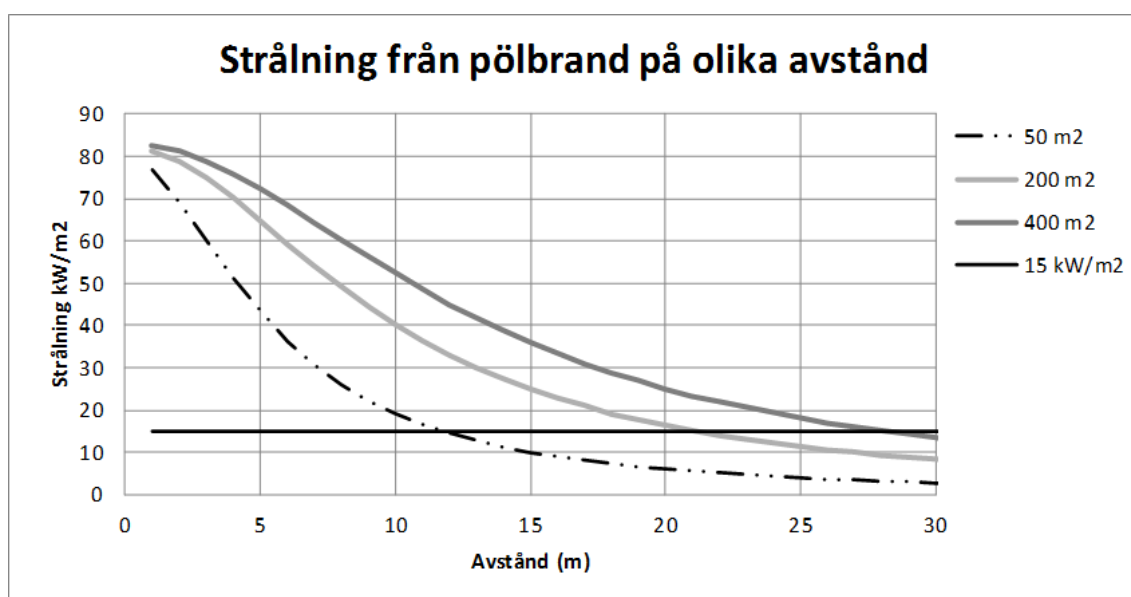
F = Synfaktor

T_f = Flammans medeltemperatur

Emissionstalet för en flamma varierar med materialets egenskaper och tjockleken på flammen, vilket tas hänsyn till i beräkningarna.

Resultat

De strålningsnivåer som, för olika vätskeformiga drivmedel, kan uppnås till följd av valda pölstorlekar presenteras i Figur 2. Strålningsnivåer värderas mot 15 kW/m^2 (svart streck) som acceptanskriterium för icke brandklassad fasad¹⁵.



Figur 2. Strålning från pölbränder med bensin i pöl.

De konsekvensbaserade skyddsavstånden för icke brandklassad fasad för valda pölstorlekar visas i Tabell 8 nedan. Dessa avstånd räknas från väggkant eftersom skydd antas finnas längs väggkant som hindrar vätska från att rinna av från vägbanan om inget annat är känt.

Tabell 10. Avstånd till kritisk strålningsnivå på halva flammans höjd (15 kW/m^2) för olika pölstorlekar.

Scenario	Pölbrand av varierande storlek	Längd/bredd	Konsekvensavstånd från pölkant [m]
----------	--------------------------------	-------------	------------------------------------

Litet utsläpp	50 m ²	7,1	12 m
Mellanstort utsläpp	200 m ²	14,15	22 m
Stort utsläpp	400 m ²	20	28 m

Bilaga F Beräkning av risknivåer för olycka med transport av farligt gods

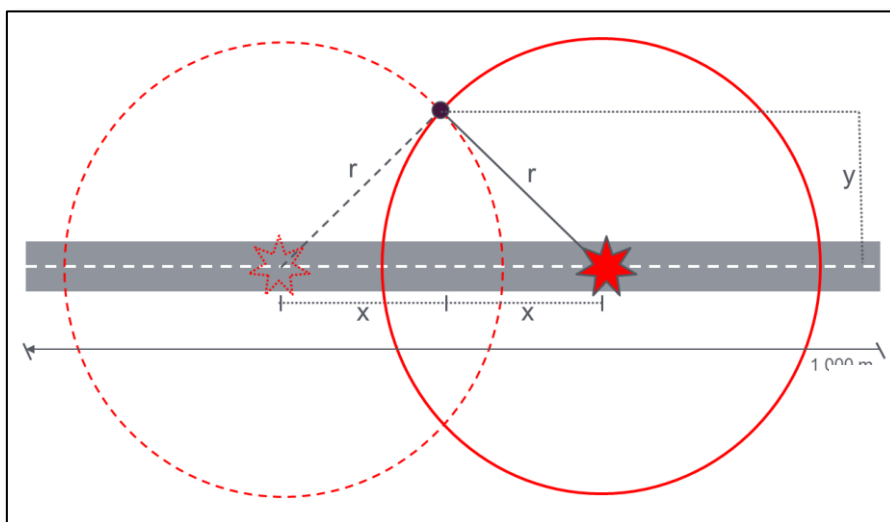
I följande bilaga beskrivs hur beräkningarna av individrisk respektive samhällsrisk genomförs.

Individrisk

Beräkningsmetoden som används i denna riskbedömning bygger på den metod som används ibland andra Helsingborgs stads *Strategi för bebyggelseplanering intill rekommenderade färdvägar för transport av farligt gods*¹¹.

Resultaten av frekvens- och konsekvensberäkningarna ovan räknas samman till en risknivå utmed respektive vägsträcka genom en beräkningsgång som kan beskrivas enligt följande (med scenariot pölbrand som exempel).

En specifik punkt i omgivningen påverkas endast av en olycka som inträffar på en vägsträcka nära punkten. Längden på denna sträcka beror på punktens avstånd från vägen och hur stort område som det studerade olycksscenarioet påverkar, se Figur 18.



Figur 18. Olyckor med konsekvensavståndet (r) måste inträffa någonstans på sträckan ($2x$) för att påverka en given punkt på ett givet avstånd (y) från vägen. Med hjälp av Pythagoras sats kan sträckan ($2x$) beräknas, givet att konsekvensavståndet (r) samt avståndet till vägen (y) är känt.

Resonemanget i Figur 18 leder till att en frekvenskorrigeringsfaktor som är specifik för en punkt på ett givet avstånd kan beräknas. Frekvenskorrigeringsfaktorn är två gånger sträckan x dividerat med längden på den studerade sträckan. Beräkningarna bygger vidare på att ett stort antal punkter i omgivningen (olika värden på y) studeras med upprepade beräkningar för alla de identifierade olycksscenarierna. Den använda upplösningen för beräkningarna (värden på y) är:

0–50 meter från vägkant	Var 5:e meter
50–200 meter från vägkant	Var 10:e meter
200–800 meter från vägkant	Var 50:e meter

Formeln som används för att beräkna en frekvenskorrigeringsfaktor per kilometer blir:

$$\frac{2\sqrt{r^2-y^2}}{1000}, \text{ se Tabell 11.}$$

Tabell 11. Frekvenskorrigeringsfaktor (utsnitt).

	Studerat avstånd (y) [m]					
↓ Olyckan når (r) [m]	0	5	10	15	...	800
0	0	-	-	-	...	0
5	0,01	0	-	-	...	0
10	0,02	0,02	0	-	...	0
15	0,03	0,03	0,02	0	...	0
20	0,04	0,04	0,03	0,03	...	0
...						0
800	1,60	1,60	1,60	1,60	...	0

Vidare har det i konsekvensberäkningarna ovan uppskattats fördelning av hur långa konsekvensavstånd som förväntas uppstå vid de olika scenarierna, se Tabell 12. Dessa värden är tillämpade utifrån Figur 1 till Figur 16.

Tabell 12. Fördelning av konsekvensavstånd (utsnitt).

	Sannolikhetsfördelning konsekvensavstånd
↓ Olyckan når [m]	Pölbrand
0	x %
5	y %
10	z %
15	w %
...	
800	0 %

Resultat av korsvis multiplikation mellan de två tabellerna (Tabell 11 och Tabell 12) ovan redovisas i Tabell 13.

Tabell 13. Resultat av korsvis multiplikation (utsnitt).

	Studerat avstånd [m]					
↓ Olyckan når [m]	0	5	10	15	...	800
0	0	-	-	-	...	0
5	0,0001	0	-	-	...	0
10	0,0010	0,0009	0	-	...	0
15	0,0024	0,0023	0,0018	0	...	0
20	0,0072	0,0070	0,0062	0,0048	...	0
...						

Respektive kolumn summeras sedan för att ge en total reduceringsfaktor för respektive avstånd, se Tabell 14. Vidare sker en justering av frekvenserna med avseende på att vissa av olycksscenarierna inte har en cirkulär utbredning, utan bedöms påverka olika andelar av en cirkelsektor, se Tabell 15.

Tabell 14. Kolumnvis summering av Tabell 13 (utsnitt).

	Studerat avstånd [m]					
	0	5	10	15	...	800
Reduceringsfaktor	0,051	0,050	0,046	0,040	...	0

Tabell 15. Justeringar med avseende på olyckssceneriernas utbredning.

Olycksscenario	Andel av cirkel	Kommentar
Pölbrand	1	Pölbranden antas ge cirkulär utbredning av värmestrålning.
BLEVE	1	BLEVE antas ge cirkulär utbredning av värmestrålning.
Jetflamma	0,2	Jetflamman antas riktas mot en specifik plats på en sida av olyckan i 20 % (1/5) av fallen (den första av fem följande riktningar på flammen antas drabba en specifik plats: rakt mot platsen, rakt från platsen, uppåt samt vinkelrätt från platsen åt två håll).
Gasmolnsexplosion	0,06	Gasmolnsexplosion (UVCE) antas enligt ¹⁰ ge en utbredning av omkring 22 grader i vindriktningen ($22/360=0,06$).

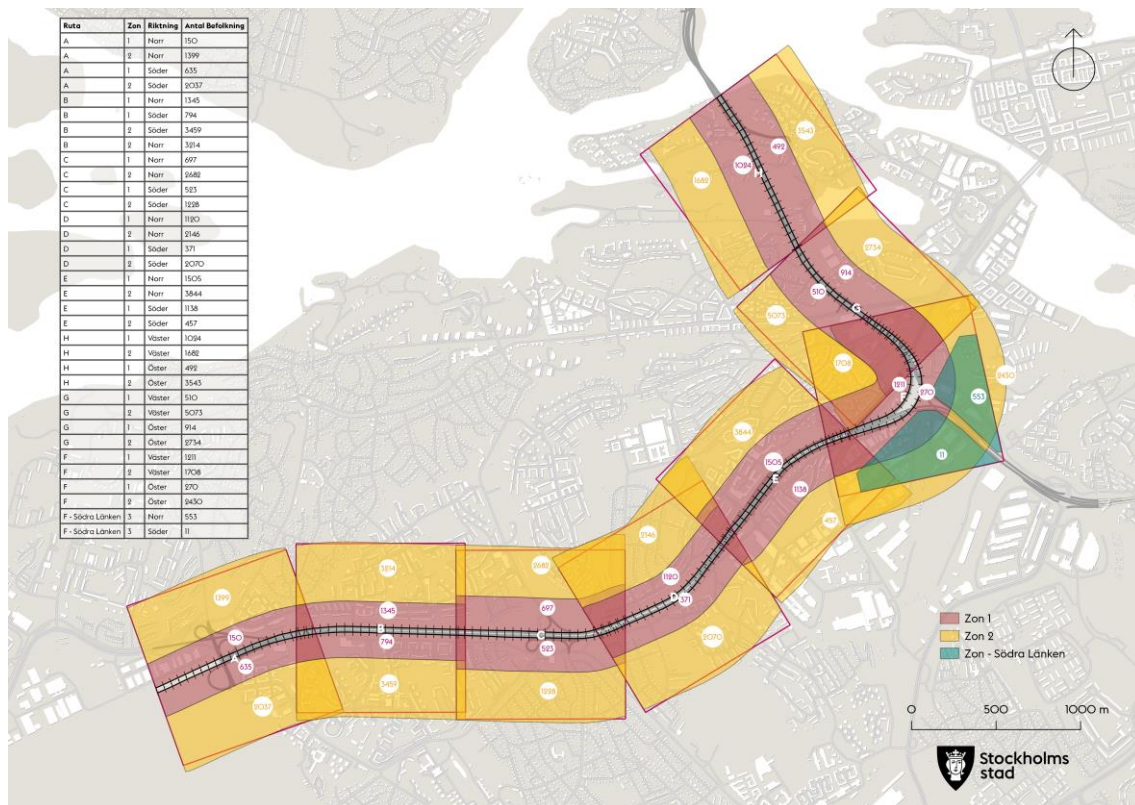
Efter detta kan reduceringsfaktorn multipliceras med respektive andel av cirkel och den ursprungliga frekvensen (f) för att ge en individrisknivå på olika avstånd (Tabell 16). De resulterande värdena används slutligen för att plotta individrisken som en kurva.

Tabell 16. Resulterande individrisk på olika studerade avstånd (utsnitt).

	Studerat avstånd [m]			
	0	5	10	...
Individrisk	$0,051 \cdot 1 \cdot (f)$	$0,050 \cdot 1 \cdot (f)$	$0,046 \cdot 1 \cdot (f)$...

Samhällsrisk

Vid beräkningar av samhällsrisk studeras normalt ett typområde på en kvadratkilometer, med den aktuella planen eller riskkällan i dess mitt²³. I detta uppdrag studeras totalt åtta stycken kvadratkilometer stora områden där riskkällan i form av Södertäljevägen, Essingeleden och Södra länken placerats i rutornas mitt, se Figur 19.

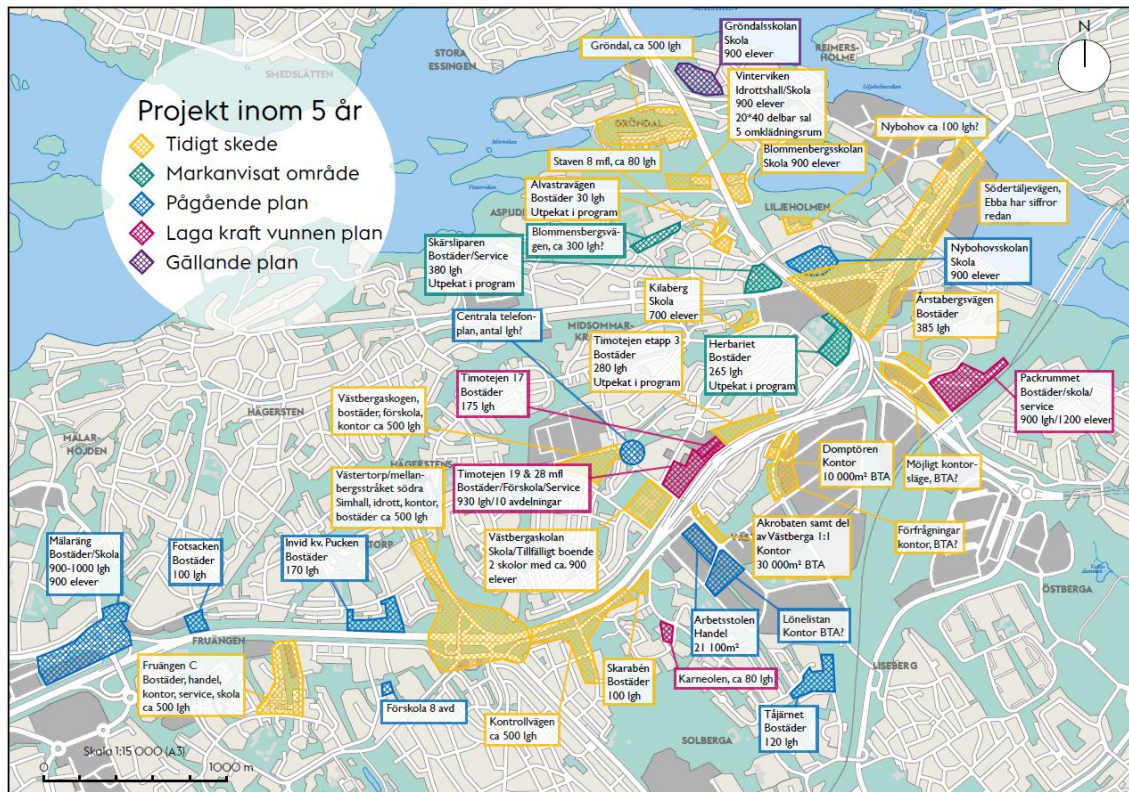


Figur 19. Aktuella kvadratkilometrar där påverkan från Södertäljevägen E4/E20, Essingeleden E4/E20 och Södra länken 75 beräknas. Zoner med antalet folkbokförda i Nuläge kan även utläsas i figuren för respektive Ruta A-H²⁴.

Underlag för antal boende Nuläge har tillhandahållits av Kart- och modellenheten, Stadsbyggnadskontoret, Planavdelningen, Stockholm stad, se Figur 19²⁴. Underlaget har sammanställts genom att antalet folkbokförda inom respektive ruta (A-H) har beräknats. Underlaget över antalet folkbokföra är fördelat på två zoner på respektive sida av vägen. Zon 1 0-150/180/200 meter anpassat efter befintlig bebyggelse och Zon 2 150/180/200-500 meter.

Underlag för uppskattning av antal sysselsatta/verksamma/besökande personer inom respektive ruta (A-H) har tillhandahållits från Exploateringskontoret, Stockholm stad²⁵.

Underlag för antal personer inom projekt som planeras inom 5 år längs studerad vägsträcka har tillhandahållits av Planavdelningen, Stadsbyggnadskontoret, Stockholm stad²⁶, se Figur 20.



Figur 20. Projekt inom 5 år längs aktuell sträckning längs Södertäljevägen E4/E20, Essingeleden E4/E20 och Södra länken 75²⁶.

Laga kraftvunna detaljplaner inkluderas i riskberäkningarna för Nuläge. Pågående planer, markanvisat område och projekt i tidigt skede inkluderas i riskberäkningarna för det studerade horisontåret år 2040.

En nedräkning sker utifrån att 50% av de boende antas vara iväg 10 h/dygn. En nedräkning sker också utifrån att de sysselsatta som arbetar inom kvadratkilometern antas 100% arbeta 40 h/vecka. Persontäthet för besökare på verksamheter inom kvadratkilometern uppskattas utifrån typ av verksamhet. Förskolor och skolor antas nyttjas till fullo 8 h/dygn. Inom den bebyggelsefria zonen antas 10 personer/km².

Använda värden

Respektive ruta har delats upp i åtta zoner - fyra zoner norr/öster om vägen och fyra zoner söder/väster om vägen. För att beräkna samhällsrisk har en förenkling gjorts i form av att befolkningstätheten bedöms vara likformig inom varje specifik del av området.

Utifrån tillhandahållet underlag och uppskattningar av antalet människor inom respektive ruta kan personstätheter (personer/km²) i de olika zonerna beräknas, vilka presenteras för respektive ruta nedan. En bebyggelsefri zon på 25 meter intill vägen har antagits inom alla rutor.

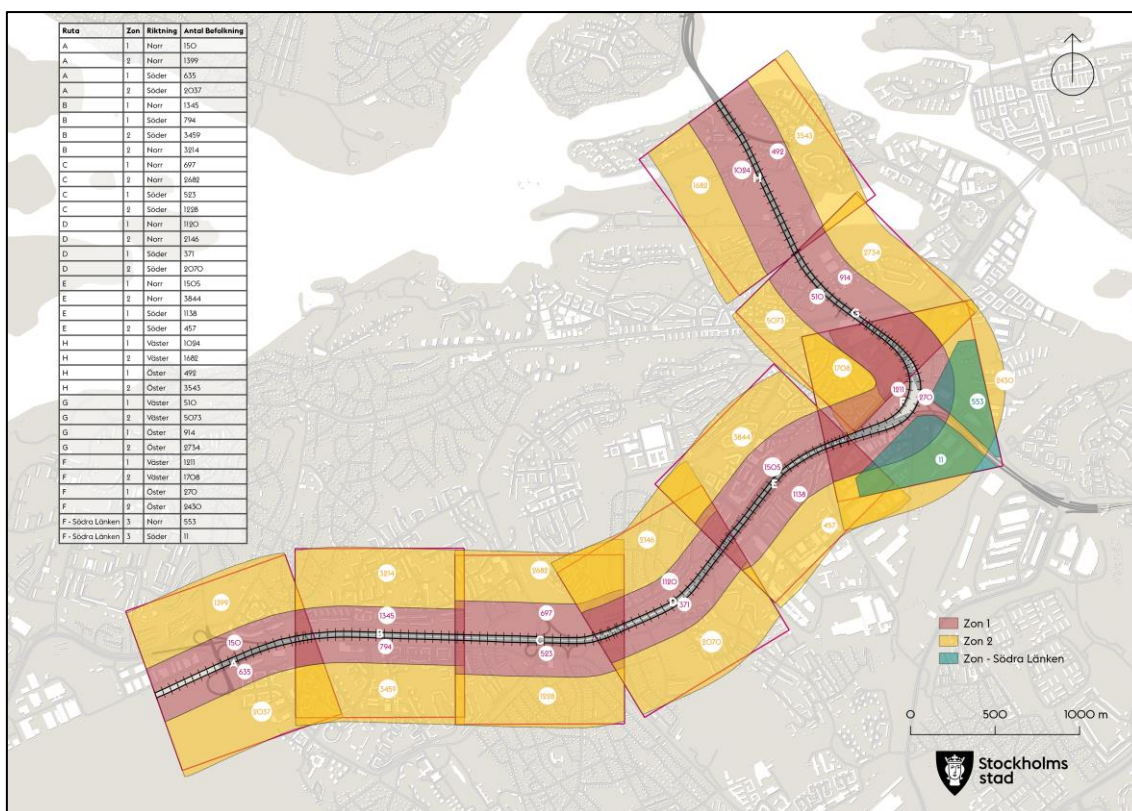
Bilaga G Referenslista Bilaga A-E

- ¹ Länsstyrelsen i Skåne län (2007). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen – bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods (RIKTSAM)*. Rapport ”Skåne i utveckling”, 2007:6.
- ² Stadsbyggnadskontoret Göteborg (1997) *Översiktsplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS*. Göteborg: Stadsbyggnadskontoret.
- ³ FOA (1997) *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – Metoder för bedömning av risker*. Tumba: Försvarets forskningsanstalt, avdelningen för vapen och skydd.
- ⁴ Räddningsverket (1996). *Farligt gods – riskbedömning vid transport*. Karlstad, Statens räddningsverk.
- ⁵ Trafikverket (2018) Nationell vägdatas, <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket> [hämtad 2018-10-31]
- ⁶ Trafikverket, (2018) Moran. C, Mailkorrespondens, 2018-09-13.
- ⁷ Trafikanalys (2018) Nationellt snitt, fördelning av farligt gods, snitt från åren 2013-2017.
- ⁸ HMSO (1991). *Major hazard aspects of the transport of dangerous substances*. Appendix 9. London: Advisory Comitee on Dangerous Substances Health & Safety Comission.
- ⁹ SIKA (2001). *Vägrafikskador* Statens institut för kommunikationsanalys, 2001
- ¹⁰ Purdy, G. (1993) *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*. Journal of Hazardous Materials, 33, 229-259. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- ¹¹ Wuz (2010). *Helsingborgs stad – Strategi för bebyggelseplanering intill rekommenderade färdvägar för transport av farligt gods*. Kävlinge, Wuz risk consultancy AB
- ¹² Marlair, G och Kordek, M-A.(2005) *Safety and security issues relating to low capacity storage of AN-based fertilizers*. Journal of Hazardous Materials, ss. A123. pp 13-28.
- ¹³ Trafikverket (2011). *E4 Förbifart Stockholm – Riskbedömning för driftskedet på farligt gods transporter på ytvägnätet*. OS147311. Trafikverket 2010-06-30 (Rev B 2011-05-01).
- ¹⁴ SMHI (2006). Vindstatistik för Sverige 1961-2004. 25 maj 2006, Hans Alexandersson.
- ¹⁵ Lunds Universitet et al. (2012). Brandskyddshandboken.
- ¹⁶ CDC (2018). The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH): Propane. <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/74986.html> , hämtat: 2018-03-21.
- ¹⁷ SPBI (2018). Statistik. <http://spbi.se/statistik/> , 2018-06-12. Svenska Petroleum & Biodrivmedel Institutet, 2018.
- ¹⁸ Räddningsverket (2000). Räddningskemi - Farliga ämnen. Räddningsverket, Halmemies, Sakari, 2000.
- ¹⁹ BBR. Boverkets byggregler, BFS 2006:12. u.o., Karlskrona : Boverket, 2006
- ²⁰ Karlsson, B & Quintiere, J.G. (2000). *Enclosure Fire Dynamics*, 2000.
- ²¹ Tewarson, A. (2002). Generation of Heat and Chemical Compounds in Fire – Chapter 3.4 SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 3rd Edition, Quincy, 2002.
- ²² Miljöförvaltningen i Stockholm kommun (2006). Säkerhetsaspekter med E85 som drivmedel, Stockholm, 2006.
- ²³ Räddningsverket (1997). *Värdering av risk*. FoU RAPPORT. ISBN 91-88890-82-1. Karlstad: Statens räddningsverk.
- ²⁴ Stockholm Stad (2018) *Folkbokförda*, Kart- och modellenheten, Stadsbyggnadskontoret, Planavdelningen.
- ²⁵ Stockholm Stad (2018) Exploateringskontoret, Avdelningen för Projektutveckling, Västra söderort.
- ²⁶ Stockholm Stad (2018) *Projekt inom 5 år*, Stadsbyggnadskontoret, Planavdelningen.

Bilaga G – Övergripande indata beräkningar

Samhällsrisk

Vid beräkningar av samhällsrisken studeras normalt ett typområde på en kvadratkilometer, med den aktuella planen eller riskkällan i dess mitt¹. I detta uppdrag studeras totalt åtta stycken kvadratkilometer stora områden där riskkällan i form av Södertäljevägen, Essingeleden och Södra länken placerats i rutornas mitt, se Figur 1.



Figur 1. Aktuella kvadratkilometrar där påverkan från Södertäljevägen, Essingeleden och Södra länken beräknas. Zoner med antalet folkbokförda i Nuläge kan även utläsas i figuren för respektive Ruta A-H².

Underlag för antal boende Nuläge har tillhandahållits av Kart- och modellenheten, Stadsbyggnadskontoret, Planavdelningen, Stockholm stad, se Figur 1². Underlaget har sammanställts genom att antalet folkbokförda inom respektive ruta (A-H) har beräknats. Underlaget över antalet folkbokförda är fördelat på två zoner på respektive sida av vägen. Zon 1 0-150/180/200 meter anpassat efter befintlig bebyggelse och Zon 2 150/180/200-500 meter.

Underlag för uppskattning av antal sysselsatta/verksamma/besökande personer inom respektive ruta (A-H) har tillhandahållits från Exploateringskontoret, Stockholm stad³.

[illegible]

Laga kraftvunna detaljplaner inkluderas i riskberäkningarna för Nuläge. Pågående planer, markanvisat område och projekt i tidigt skede inkluderas i riskberäkningarna för det studerade horisontåret år 2040.

Använda värden

Respektive ruta har delats upp i åtta zoner - fyra zoner norr/öster om vägen och fyra zoner söder/väster om vägen. För att beräkna samhällsrisker har en förenkling gjorts i

form av att befolkningstätheten bedöms vara likformig inom varje specifik del av området.

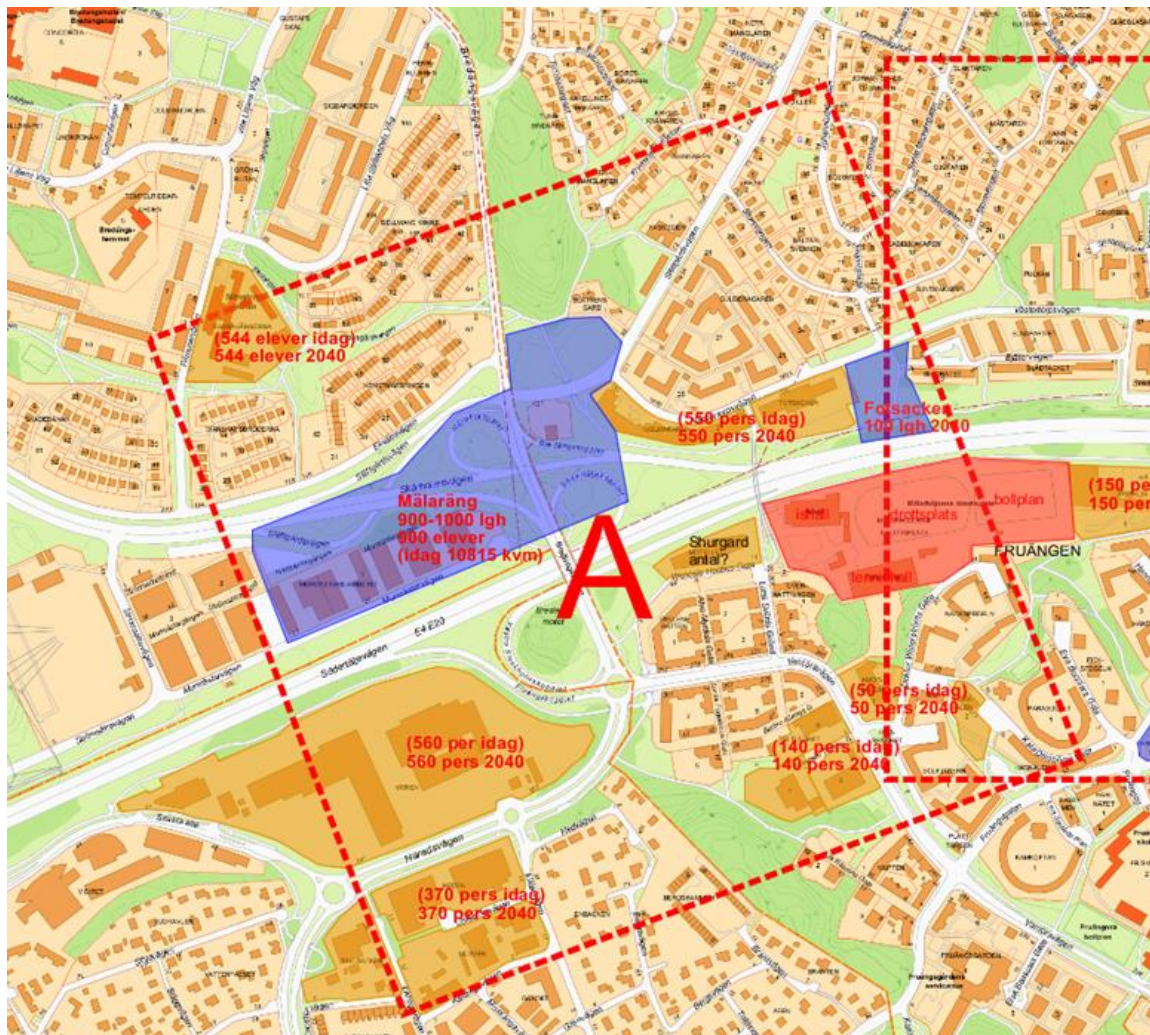
Utifrån tillhandahållet underlag och uppskattningar av antalet människor inom respektive ruta kan persontätheter (personer/km²) i de olika zonerna beräknas, vilka presenteras för respektive ruta nedan. En bebyggelsefri zon på 25 meter intill vägen har antagits inom alla rutor.

Bilaga H – Indata & resultat av beräkningar ruta för ruta

I följande bilaga presenteras indata till och resultaten av utförda individ och samhällsriskberäkningar ruta för ruta. Resultat från de studerade fokusområdena presenteras även i diagrammen nedan.

Ruta A

Ruta A karakteriseras av den utbredda trafikplatsen i Bredäng med avfarter. Närmast vägen utgörs bebyggelsen av bilhallar, en postcentral, hotell, ishall och en idrottsplats. På längre avstånd finns en drivmedelsstation, flerfamiljshus, radhus och förskolor. Trafikplatsen ska byggas om för att ge rum för en exploatering av främst bostäder men också centrumhandel.



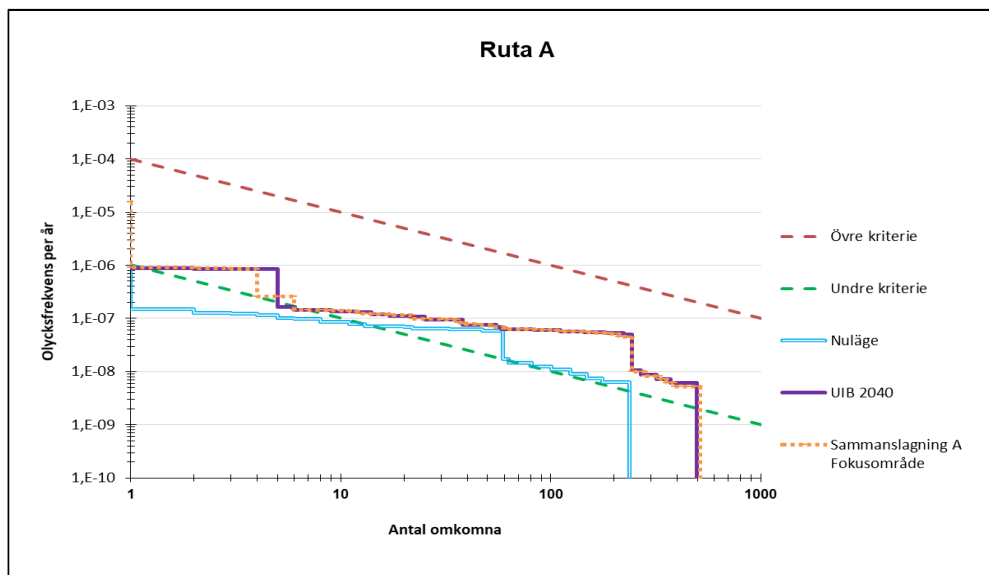
Figur 3. Befintliga verksamheter och tillkommande bebyggelse i ruta A.

Tabell 1. Indata befintligt boende Ruta A.

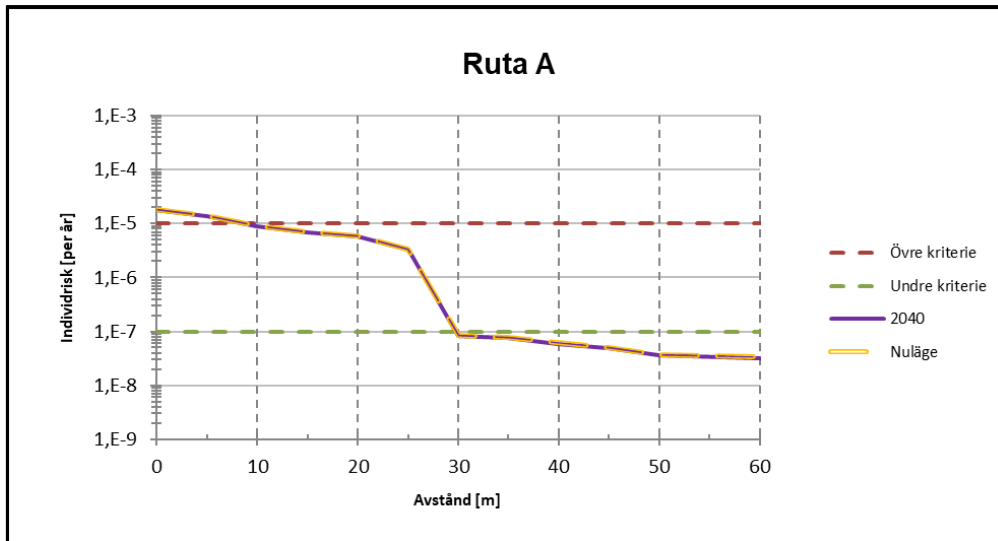
Zon	Avstånd från väg [m]	Riktning	Antal folkbokförda
1	0-150	Norr	150
2	150-500	Norr	1399
1	0-150	Söder	635
2	150-500	Söder	2037

Tabell 2. Nyttjade persontätheter vid beräkningar i Ruta A för Nuläge, 2040 alternativet samt uppdelning av persontäthet för Fokusområde Uppdelning av beräkning.

	Nuläge Total [personer/km ²]	2040 Total [personer/km ²]	Fokusområde Del 850 m Total [personer/km ²]	Fokusområde Del 150 m Total [personer/km ²]	
150–500 m	2814	5171	5642	2498	Norr
50–150 m	1616	3477	3580	3027	
25–50 m	10	890	10	4703	
0–25 m	10	10	10	10	
Vägen					
0–25 m	10	10	10	10	Söder
25–50 m	118	118	81	329	
50–150 m	4660	4660	4782	2865	
150–500 m	3835	3835	3849	3755	



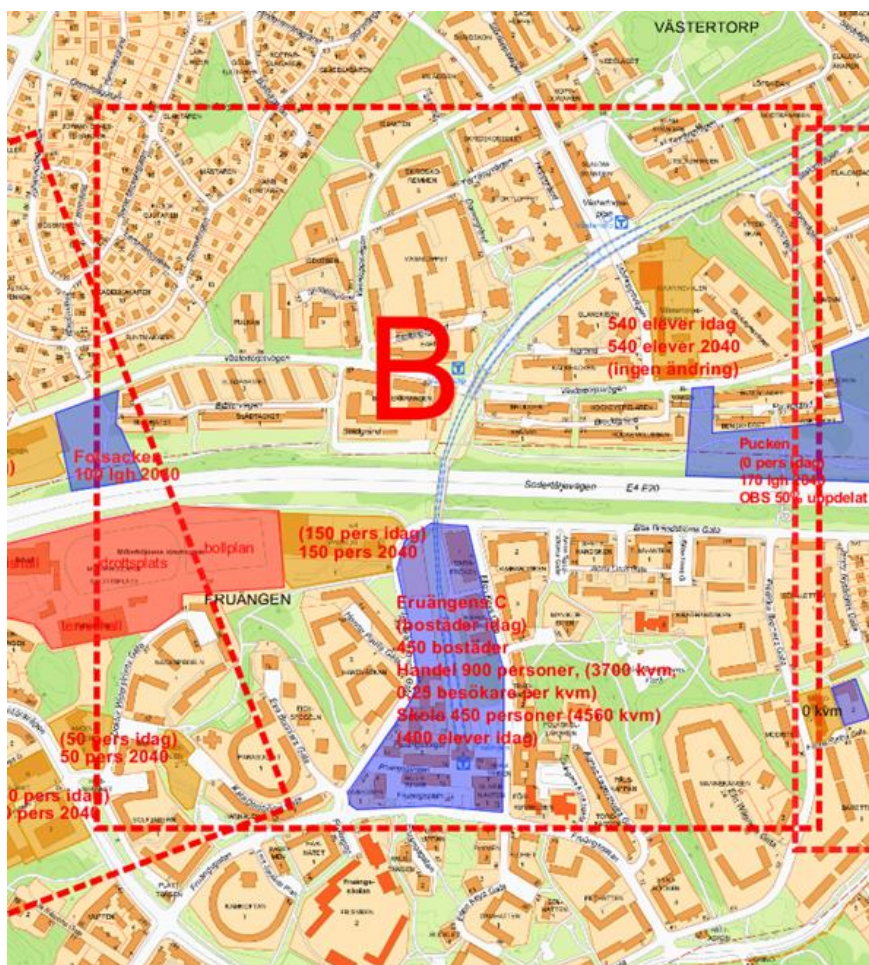
Figur 4. Resultat av samhällsriskberäkning Ruta A.



Figur 5. Resultat av individriskberäkning Ruta A.

Ruta B

Ruta B karakteriseras till stor del av bostadsbebyggelse både norr och söder om vägen. Direkt söder om vägen finns Mälarhöjdens IP innehållandes bland annat bollplaner, tennisplaner och en idrottshall. I mitten av rutan söder om vägen finns även Fruängens tunnelbanestation och centrum. Fruängens centrum planeras att utvecklas med bostäder, handel och en skola. Avstånd från vägen till befintlig bostadsbebyggelse är omkring 50 meter längs med hela vägsträckningen inom Ruta B. Två nya exploateringar av bostäder planeras direkt norr om vägen, Fotsacken och Pucken vilka delvis befinner sig inom Ruta B.



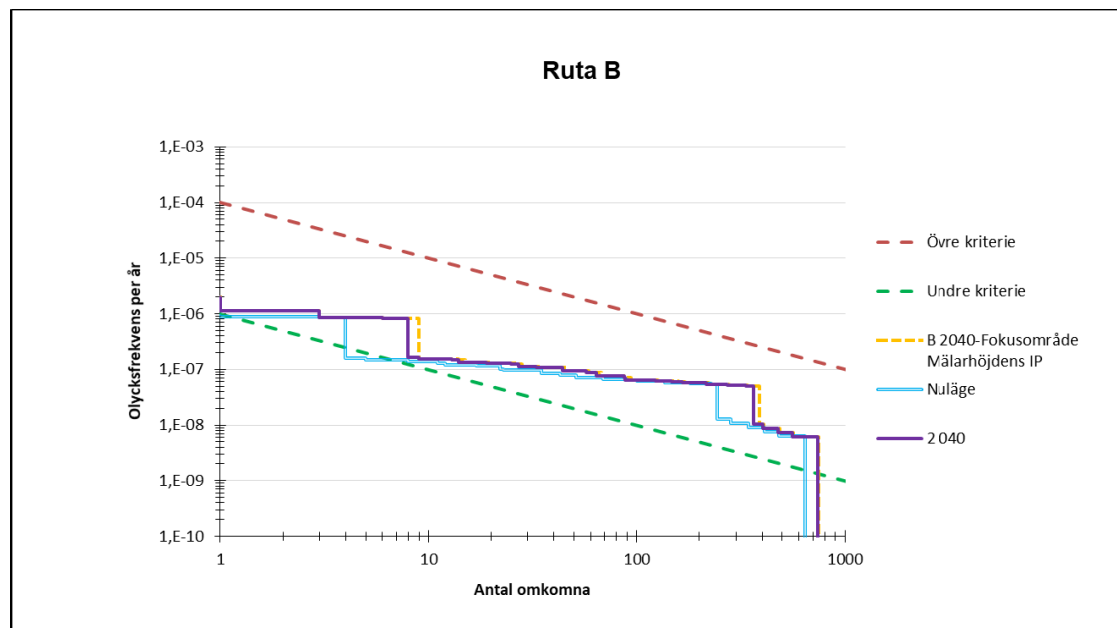
Figur 6. Befintliga verksamheter och tillkommande bebyggelse i Ruta B.

Tabell 3. Indata befintligt boende Ruta B.

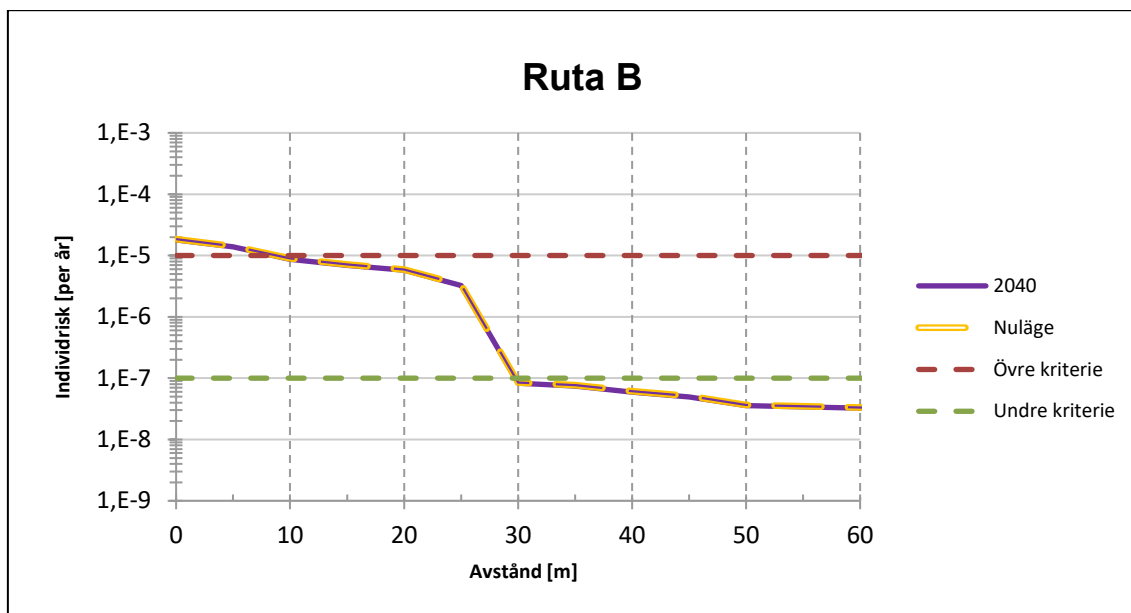
Zon	Avstånd från väg [m]	Riktning	Antal folkbokförda
1	0-150	Norr	1345
2	150-500	Norr	3214
1	0-150	Söder	794
2	150-500	Söder	3459

Tabell 4. Nyttjade persontätheter vid beräkningar i Ruta B, för Nuläge, 2040 alternativet samt Fokusområde Mälarhöjdens IP.

	Nuläge Total [personer/km ²]	2040 Total [personer/km ²]	Fokusområde Mälarhöjdens IP Total [personer/km ²]	
150–500 m	6014	6014	6014	Norr
50–150 m	2395	2625	2625	
25–50 m	10	1198	1198	
0–25 m	10	10	10	
Vägen				
0–25 m	10	10	10	Söder
25–50 m	10	2750	2862	
50–150 m	5803	8729	9616	
150–500 m	6317	7521	7521	



Figur 7. Resultat av samhällsriskberäkning Ruta B.



Figur 8. Resultat av individriskberäkning ruta B. (Samma individrisk ruta A-E påverkas av trafikflöde, ej persontäthet)

Figur 9. Befintliga verksamheter och tillkommande bebyggelse i Ruta C.

Tabell 5. Indata befintligt boende Ruta C.

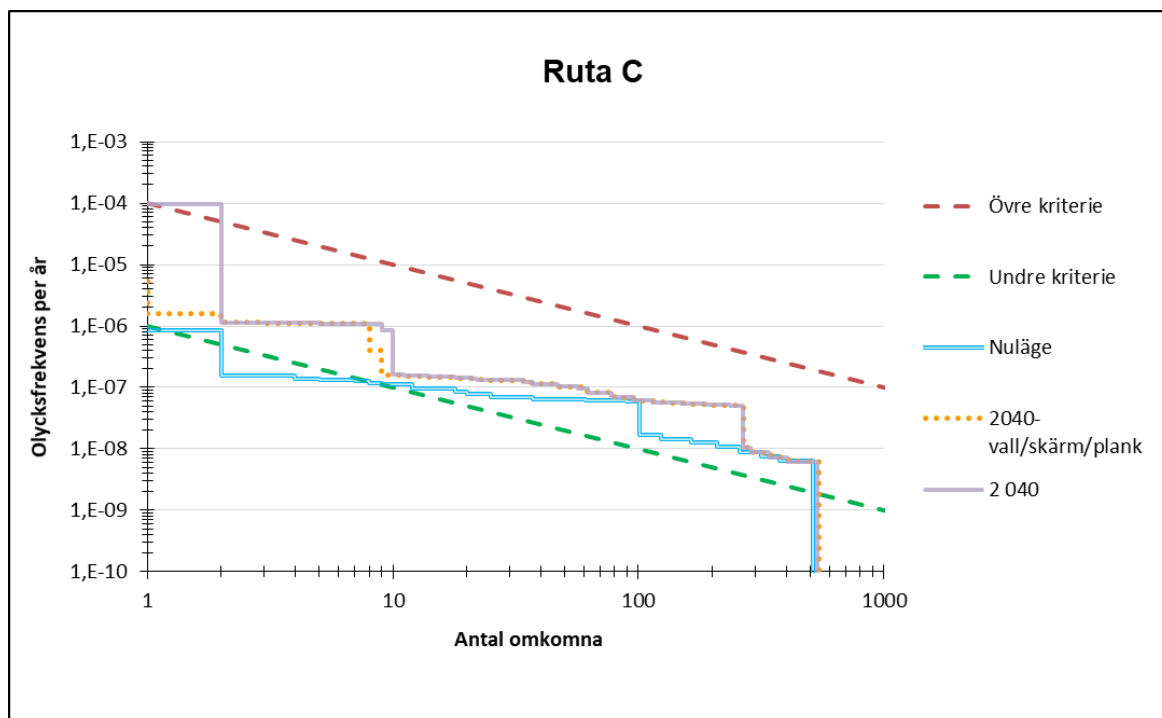
Zon	Avstånd från väg [m]	Riktning	Antal folkbokförda
1	0-200	Norr	697
2	200-500	Norr	2682
1	0-200	Söder	523
2	200-500	Söder	1228

Tabell 6. Nyttjade persontätheter vid beräkningar i Ruta C för Nuläge och 2040.

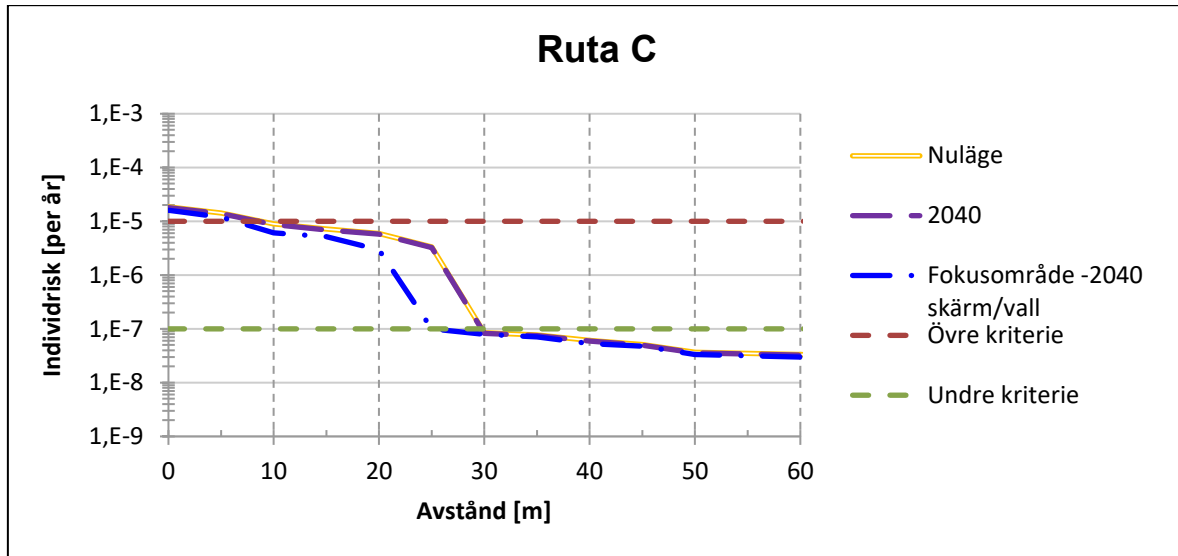
	Nuläge Total [personer/km ²]	2040 Total [personer/km ²]	
200-500 m	5682	7699	Norr
50-200 m	827	1279	
25-50 m	10	2958	
0-25 m	10	10	
Vägen			
0-25 m	10	10	Söder
25-50 m	10	10 725	
50-200 m	2227	4106	
200-500 m	2558	2644	

Tabell 7. Antagen förändring av konsekvensavstånd vid beräkning av Fokusområde skärm/vall

Typ av olycka	Antaget minskat konsekvensavstånd från grundberäkning till följd av skärm/vall
Jetflamma	5 m
Pölbrand	5 m



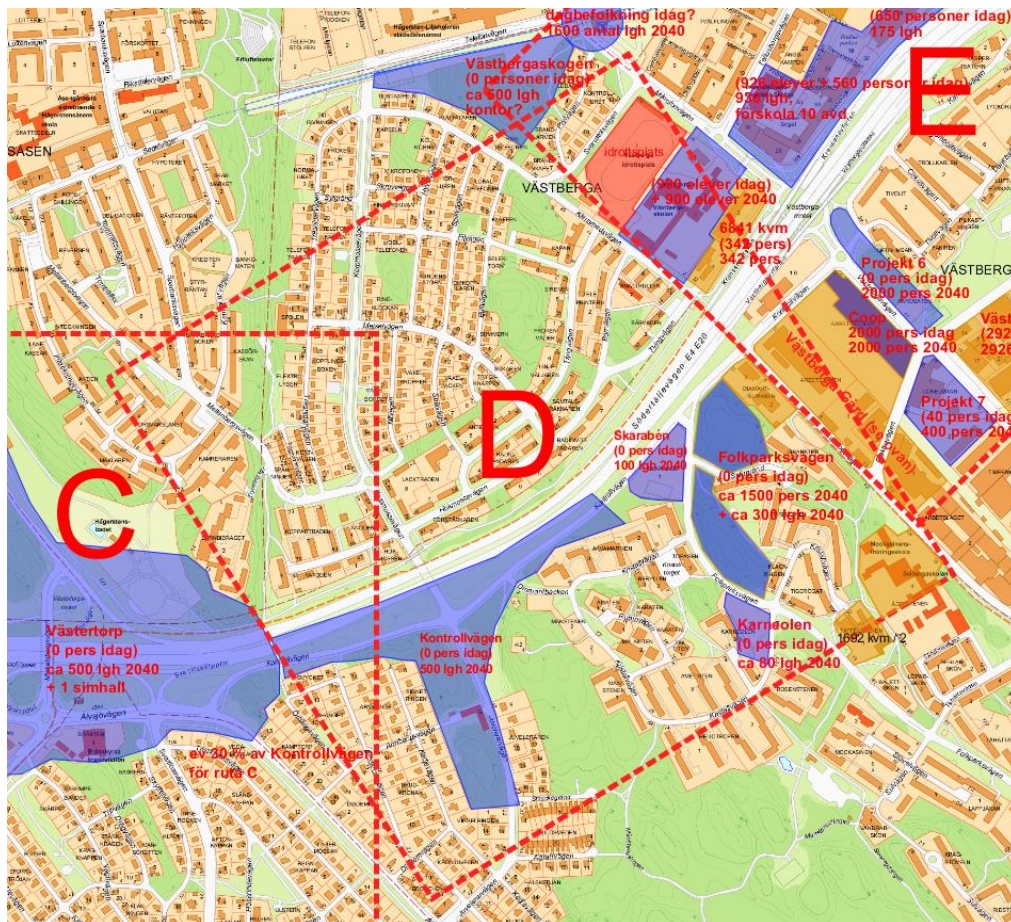
Figur 10. Resultat av samhällsriskberäkning Ruta C.



Figur 11. Resultat av individriskberäkningar Ruta C.

Ruta D

Ruta D karakteriseras av bostadsbebyggelse i form av villor och flerfamiljshus både norr och söder om vägen. I de östra delarna av rutan finns norr om vägen Västbergaskolan vilken i 2040-alternativet antas ha fördubblat sitt elevantal. Söder om vägen finns i nuläget flertalet grönytor vilka i 2040-alternativet exploaterats med bostäder och verksamheter. Direkt söder om vägen planeras ny bostadsbebyggelse som lokaliseras längs med nästan hela vägsträckningen.



Figur 12. Befintliga verksamheter och tillkommande bebyggelse i Ruta D.

Tabell 8. Indata befintligt boende Ruta D.

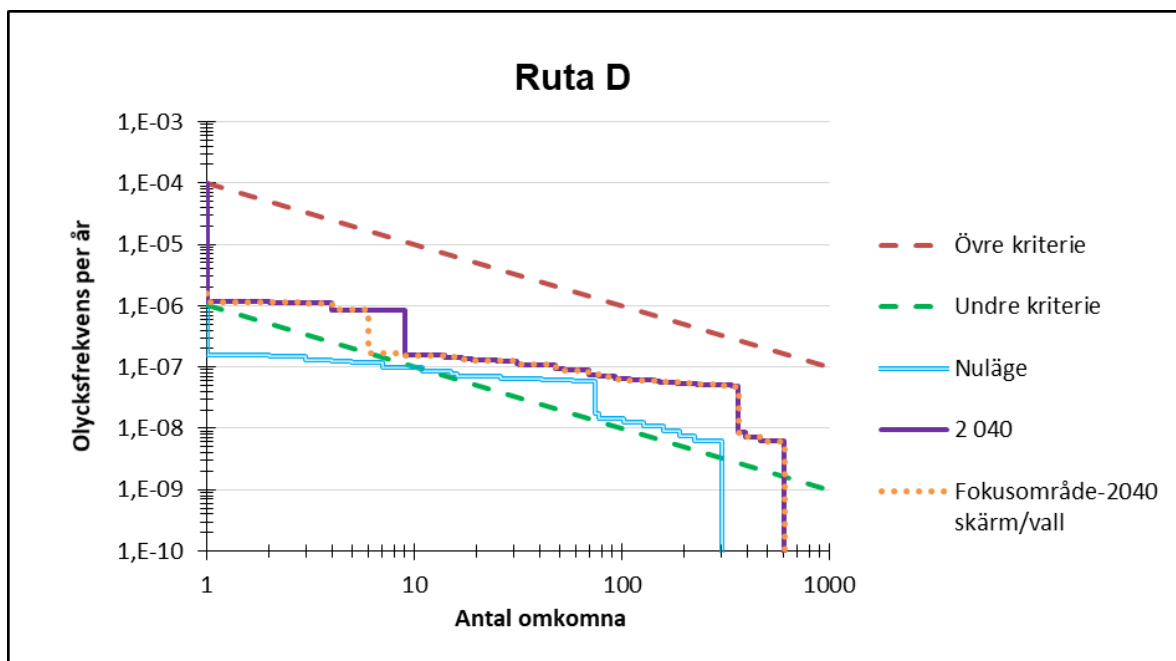
Zon	Avstånd från väg [m]	Riktning	Antal folkbokförda
1	0-180	Norr	1120
2	180-500	Norr	2146
1	0-180	Söder	371
2	180-500	Söder	2070

Tabell 9. Nyttjade persontätheter vid beräkningar i Ruta D för Nuläge och 2040.

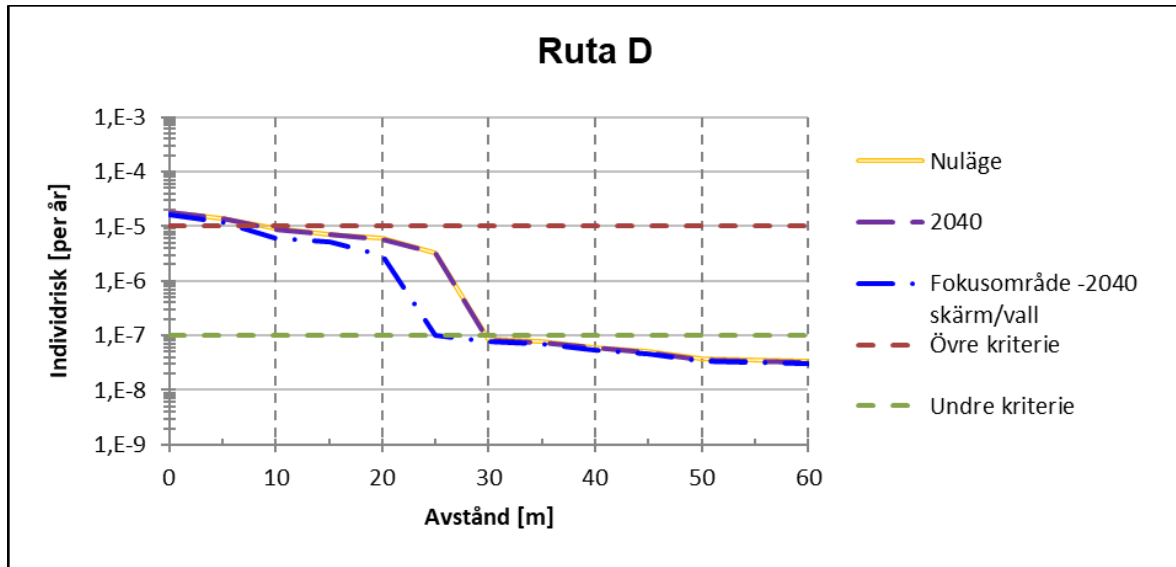
	Nuläge Total [personer/km ²]	2040 Total [personer/km ²]	
180–500 m	4191	4191	Norr
50–180 m	1721	4182	
25–50 m	10	10	
0–25 m	10	10	
Vägen			
0–25 m	10	10	Söder
25–50 m	10	5322	
50–180 m	2006	6983	
180–500 m	4409	6417	

Tabell 10. Antaget minskat konsekvensavstånd vid beräkning av Fokusområde skärm och vall.

Typ av olycka	Antaget minskat konsekvensavstånd vid beräkning av skyddseffekt skärm/vall
Jetflamma	5 m
Pölbrand	5 m



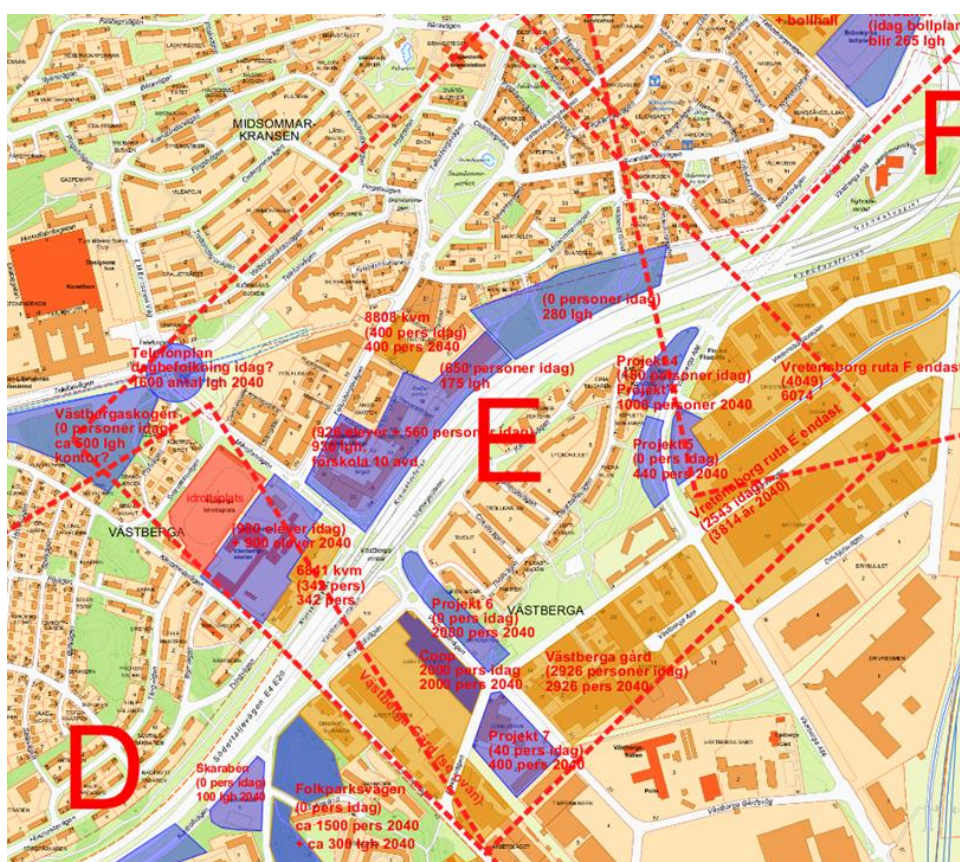
Figur 13. Resultat av samhällsriskberäkningar Ruta D.



Figur 14. Resultat av individeriskberäkningar Ruta D.

Ruta E

Ruta E karakteriseras norr om vägen i stort av bostadsbebyggelse i form av flerbamiljs-hus. Direkt norr om vägen planeras nyexploateringar av bostäder. I mitten av rutan di-
rekt norr om vägen finns även The Brick, det fd Ericsson-huset vilket nu utvecklas till
bostäder. I de västra delarna av rutan, norr om vägen, finns Västbergaskolan vilken
planeras få ett dubblat elevantal i 2040-alternativet. I de bakre delarna av rutan norr om
vägen finns Telefonplans tunnelbanestation, där ett höghus planeras. I mitten av rutan
direkt söder om vägen utgörs bebyggelsen av flerbostadshus. Utöver denna bostadsbe-
byggelse utgörs bebyggelsen söder om vägen av Västberga- och Vretensborgs handels-
område.



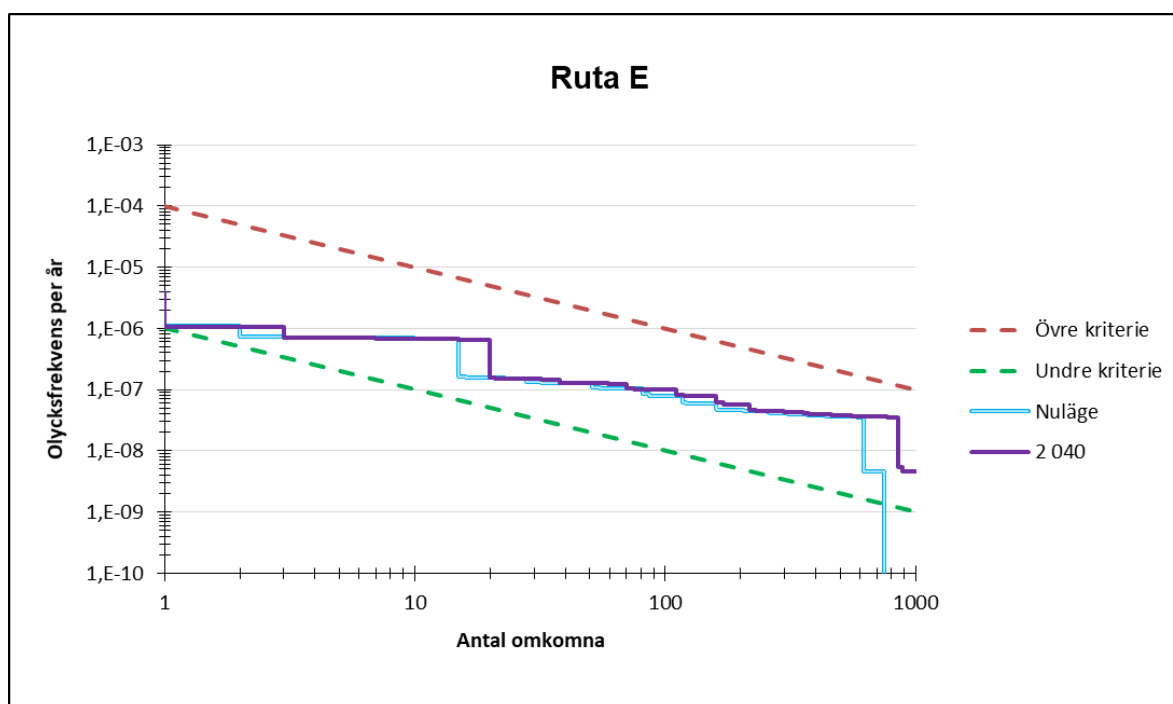
Figur 15. Befintliga verksamheter och tillkommande bebyggelse i Ruta E.

Tabell 11. Indata befintligt boende Ruta E.

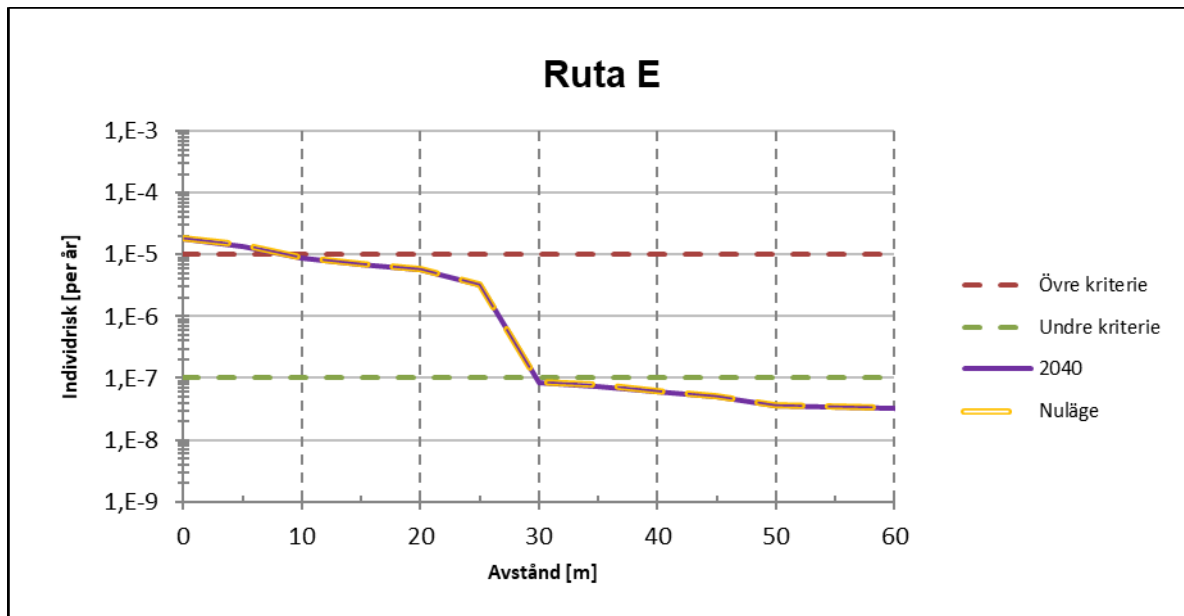
Zon	Avstånd från väg [m]	Riktning	Antal folkbokförda
1	0-200	Norr	1505
2	200-500	Norr	3844
1	0-200	Söder	1138
2	200-500	Söder	457

Tabell 12. Nyttjade persontätheter vid beräkningar i Ruta E för Nuläge och 2040.

	Nuläge Total [personer/km ²]	2040 Total [personer/km ²]	
200–500 m	8252	14398	Norr
40–200 m	13692	18403	
25–40 m	2781	3767	
0–25 m	10	10	
Vägen			
0–25 m	10	10	Söder
25–40 m	10	10	
40–200 m	5327	7676	
2000–500 m	2880	3758	



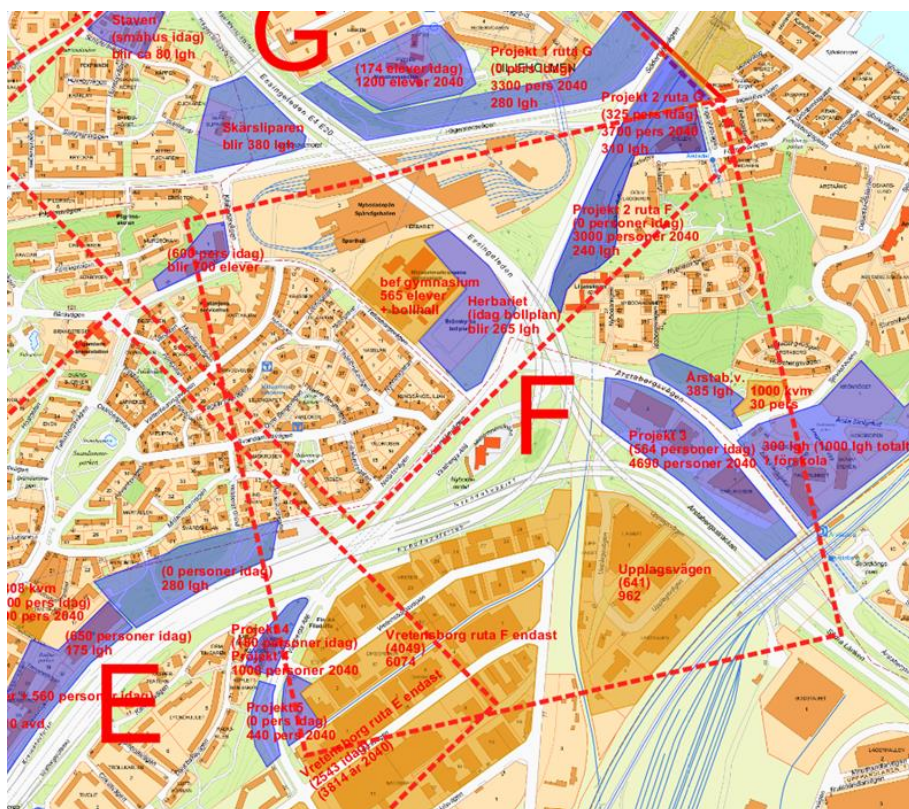
Figur 16. Resultat av samhällsriskberäkningar Ruta E.



Figur 17. Resultat av individriskberäkning Ruta F.

Ruta F

I ruta F delar vägen upp sig i Södertäljevägen, Essingeleden och Södra länken. Den södra delen av rutan utgörs av Vretenborgs handelsområde, nordvästra delen av bland annat flerfamiljshus och en gymnasieskola i området Midsommarkransen och östra delen området Årstaberg innehållandes flerfamiljshus, kontor och verksamheter. Längst norr ut i Rutan finns en tunnelbanedepå, där passerar vägen på en bro över tunnelbanedepån. Flera nyexploateringar planeras inom ruta F, bland annat ny kontorsbebyggelse direkt öster om Södra länken. Även flertalet bostadsexploateringar planeras.



Figur 18. Befintliga verksamheter och tillkommande bebyggelse i Ruta F.

Tabell 13. Indata befintligt boende Ruta F.

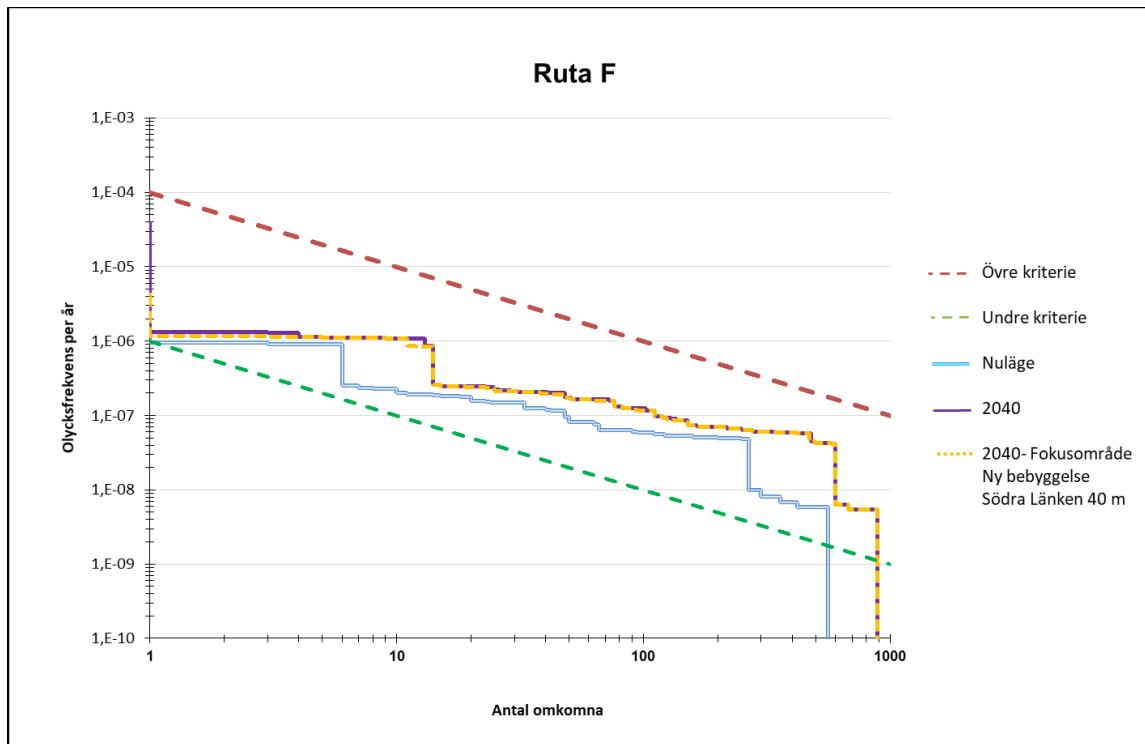
Del av väg	Zon	Avstånd från väg [m]	Riktning	Antal folkbokförda
Södertäljevägen/Essingeleden	1	0-150	Norr/Väster	1211
Södertäljevägen/Essingeleden	2	150-500	Norr/ Väster	1708
Södertäljevägen/Essingeleden	1	0-150	Söder/Öster	270
Södertäljevägen/Essingeleden	2	150-500	Söder/Öster	2430
F- Södra Länken	-	-	Öster	553
F- Södra Länken	-	-	Väster	11

Tabell 14. Nyttjade persontätheter vid beräkningar i Ruta F, Essingeleden för Nuläge och 2040.

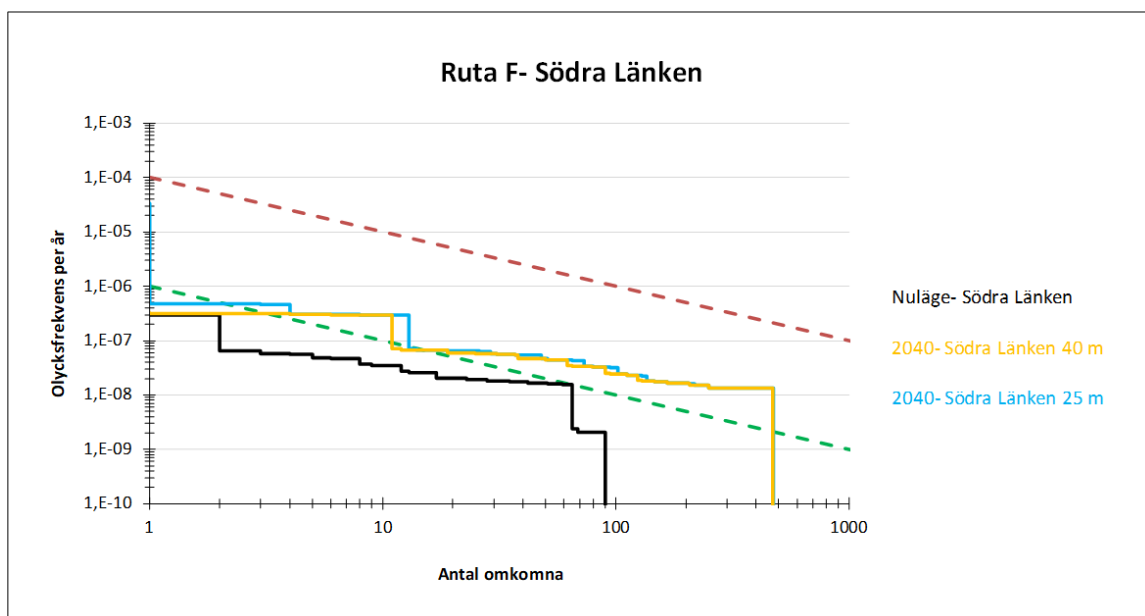
	Nuläge Total [personer/km ²] Essingeleden	2040 Total [personer/km ²] Essingeleden	
150–500 m	3262	3297	Norr
50–150 m	7994	10 975	
25–50 m	10	593	
0–25 m	10	10	
Vägen			
0–25 m	10	10	Söder
25–50 m	10	463	
50–150 m	4147	7842	
150–500 m	6379	11675	

Tabell 15. Nyttjade persontätheter vid beräkningar i Ruta F, Södra Länken Nuläge och 2040.

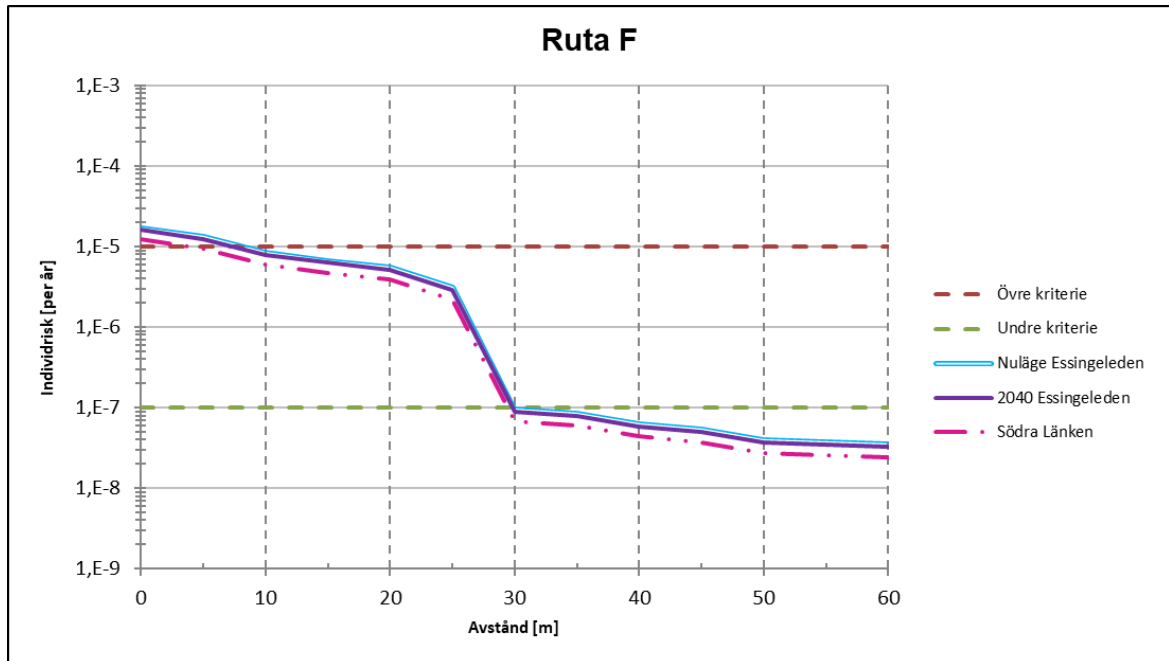
	Nuläge Total [personer/km ²] Södra Länken	2040 Total [personer/km ²] Södra Länken	
150–500 m	770	1127	Väster
50–150 m	602	962	
25–50 m	10	10	
0–25 m	10	10	
Vägen		0	
0–25 m	10	10	Öster
25–50 m	10	6788	
50–150 m	1481	13 746	
150–500 m	702	753	



Figur 19. Resultat av beräkning samhällsrisk Ruta F.



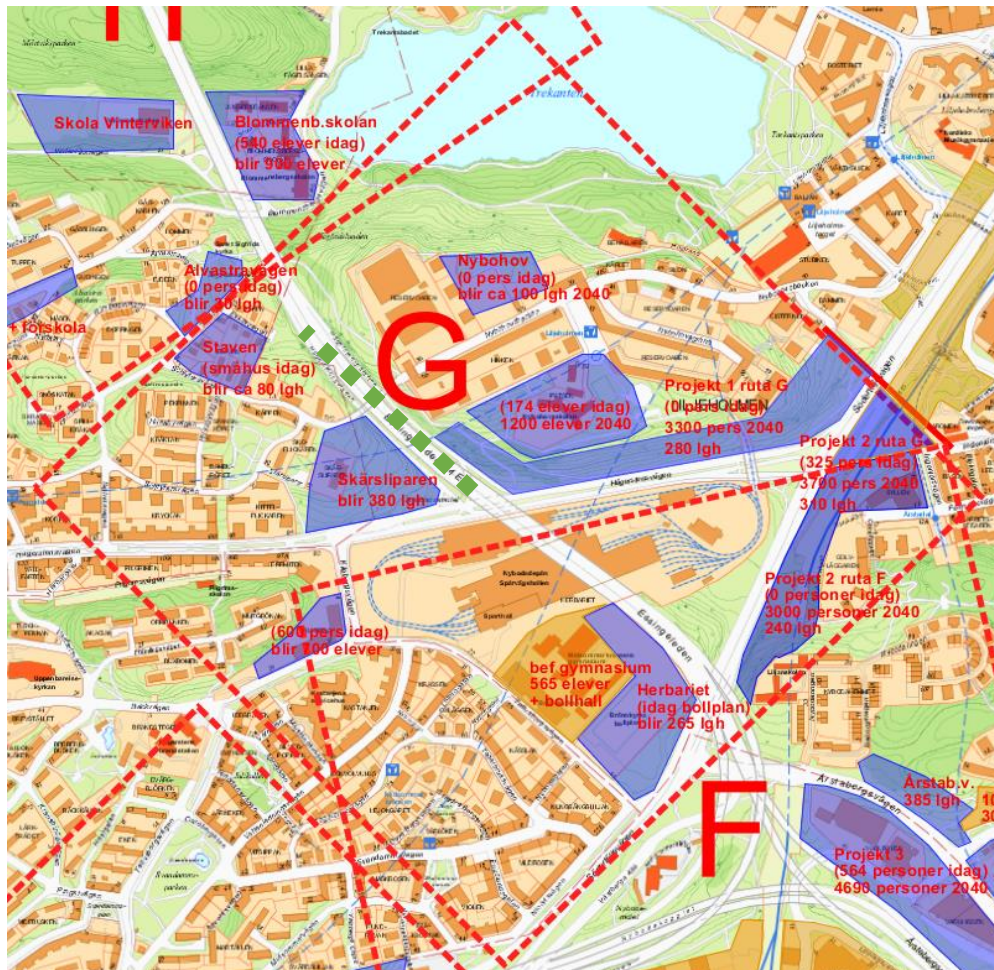
Figur 20. Resultat av beräkning av Södra länkens samhällsriskbidrag inom Ruta F.



Figur 21. Resultat av individriskberäkning Ruta F. För Södra Länken har samma trafikflöde antagits vid Nuläge och år 2040.

Ruta G

De södra delarna av rutan innehåller tunnelbanedepå, Midsommarkransens gymnasium och bostadsområde överlappar ruta F. Essingeleden passerar genom rutan delvis på en hög bro och genom en bergsskärning. Flertalet bostadsexploateringar och kontor planeras inom rutan, och även en utbyggnad av Nybohovsskolan.



Figur 22. Befintliga verksamheter och tillkommande bebyggelse i Ruta G. Ungefärlig del av vägsträcka där bergsskärning beräknats i ett fokusområde, grön streckad.

Tabell 16. Indata befintligt boende Ruta G.

Zon	Avstånd från väg [m]	Riktning	Antal folkbokförda
1	0-200	Öster	510
2	200-500	Öster	5073
1	0-200	Väster	914
2	200-500	Väster	2734

Tabell 17. Nyttjade persontätheter vid beräkningar i Ruta G, Essingeleden för Nuläge och 2040.

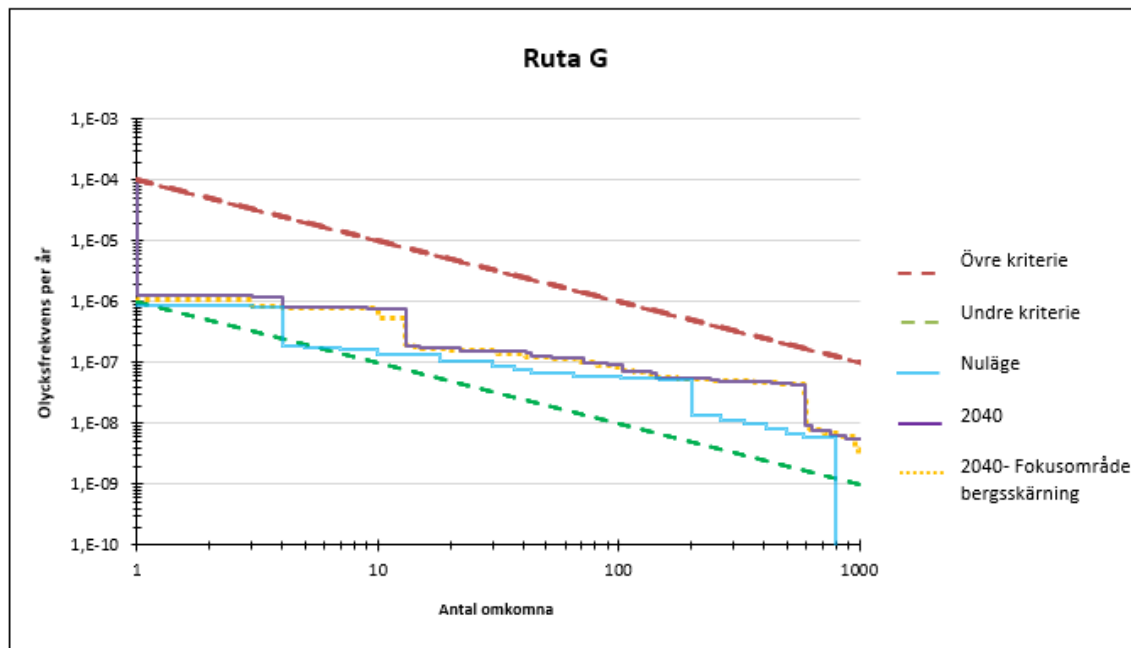
	Nuläge Total [personer/km ²]	2040 Total [personer/km ²]	
200–500 m	6058	10400	Öster
50–200 m	4058	10281	
25–50 m	10	657	
0–25 m	10	10	
Vägen			
0–25 m	10	10	Väster
25–50 m	10	5321	
50–200 m	2925	8684	
200–500 m	10925	10984	

Tabell 18. Nyttjade persontätheter vid fokusområde bergsskärning Ruta G 2040, för 400 m bergsskärning och 600 m icke berg.

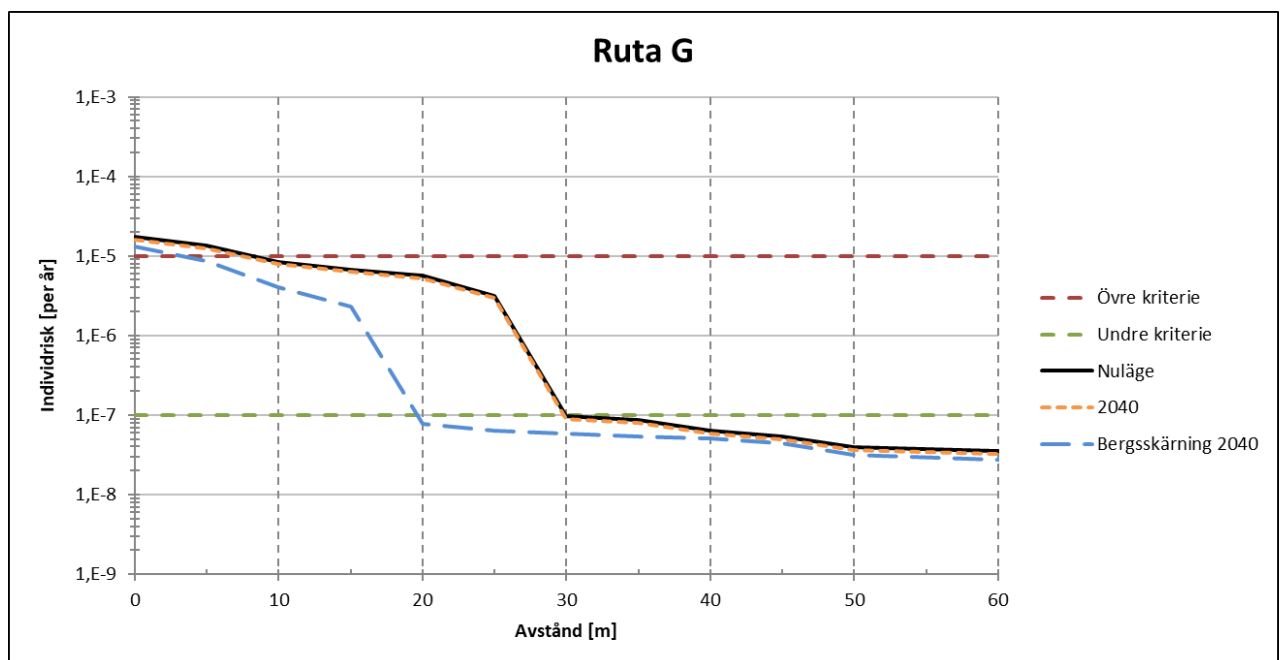
	2040 400 m bergsskärning Total [personer/km ²]	2040 600 m icke bergsskärning Total [personer/km ²]	
200–500 m	5696	13 537	Öster
50–200 m	8425	11518	
25–50 m	1779	891	
0–25 m	10	10	
Vägen			
0–25 m	10	10	Väster
25–50 m	7838	3644	
50–200 m	9527	8122	
200–500 m	10569	11261	

Tabell 19. Antaget minskat konsekvensavstånd till följd av bergsskärning.

Typ av olycka	Antaget minskat konsekvensavstånd från grundberäkning till följd av bergsskärning
Explosion	15 m
Jetflamma	15 m
Pölbrand	10 m



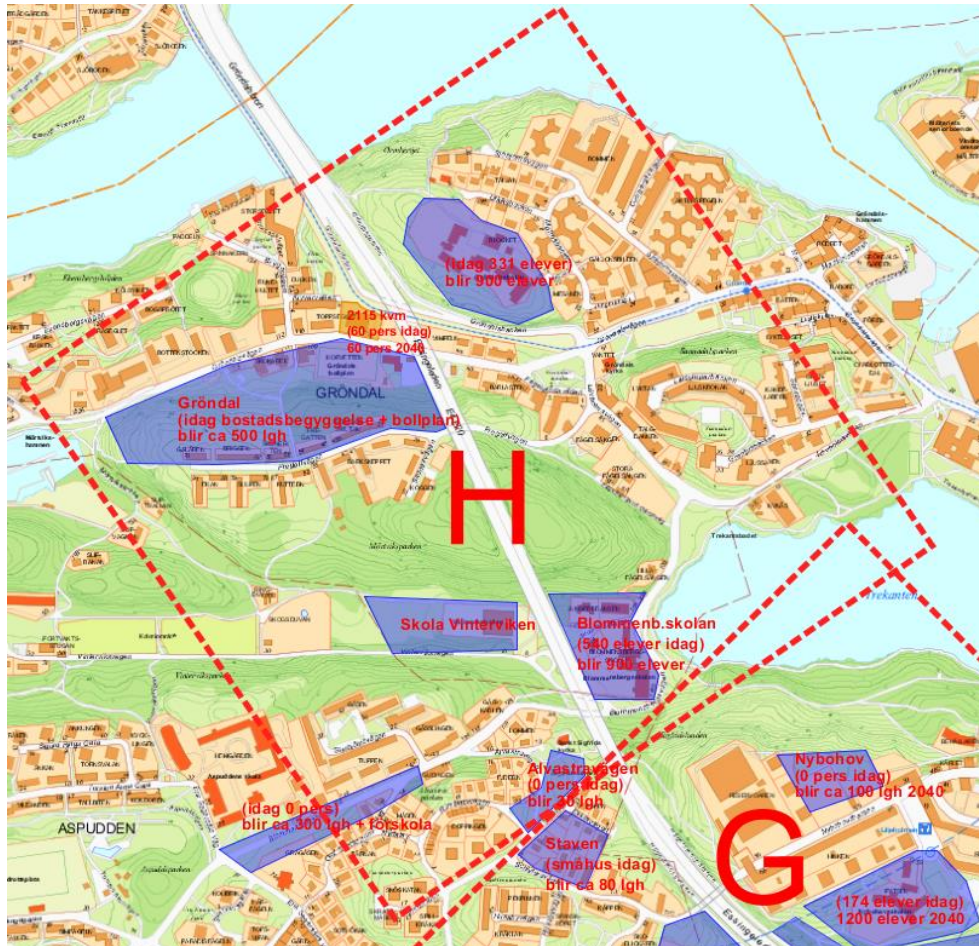
Figur 23. Resultat av samhällsriskberäkning Ruta G



Figur 24. Resultat av individriskberäkning ruta G.

Ruta H

Ruta H karakteriseras av bostadsbebyggelse och större grönområden. Vägen passerar genom rutan delvis på bro och delvis genom en bergsskäring. I den sydöstra delen av rutan passerar vägen på en bro förbi Blommensbergsskolan.



Figur 25. Befintliga verksamheter och tillkommande bebyggelse i Ruta H.

Tabell 20. Indata befintligt boende Ruta H.

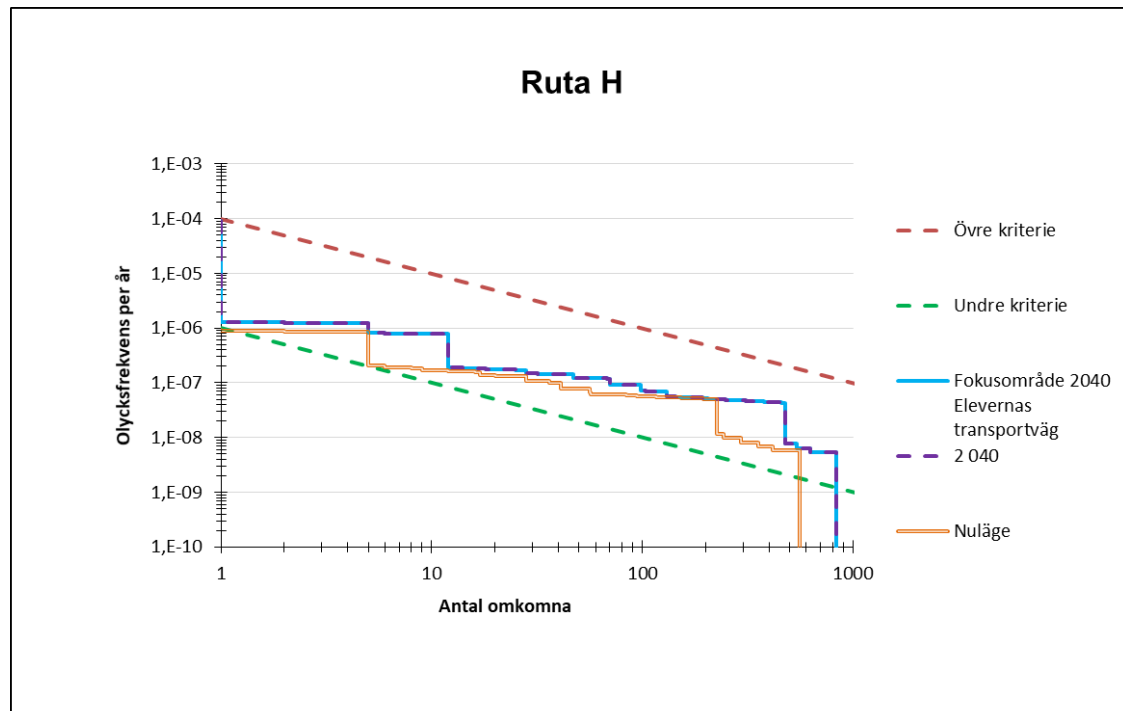
Zon	Avstånd från väg [m]	Riktning	Antal folkbokförda
1	0-200	Norr	1024
2	200-500	Norr	1682
1	0-200	Söder	492
2	200-500	Söder	3543

Tabell 21. Nyttjade persontätheter vid beräkningar i Ruta H, Essingeleden för Nuläge och 2040.

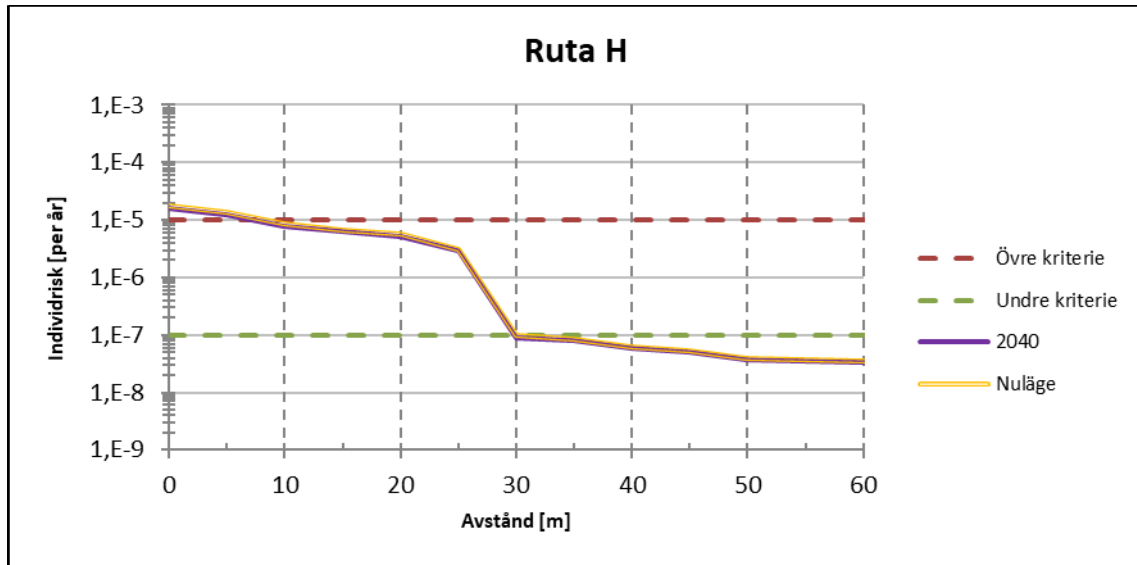
	Nuläge Total [personer/km ²]	2040 Total [personer/km ²]	2040 Fokusområde Elevernas transportväg	
200–500 m	7381	9215	9215	Öster
40–200 m	3029	6258	6258	
25–40 m	10	3101	3101	
0–25 m	10	10	12	
Vägen				
0–25 m	10	10	12	Väster
25–40 m	10	3503	3503	
40–200 m	4046	6830	6830	
200–500 m	3504	5567	5567	

Beräkning av elevernas transportväg.

Antas att 1200 elever från Blommensbergskolan förflyttar sig inom den bebyggelsefria zonen 3 min per dag, 5 dagar i veckan 9 månader om året. Ger konservativt beräknat en ökning på 2 personer extra i bebyggelsefria zonen i samhällsriskberäkningen.

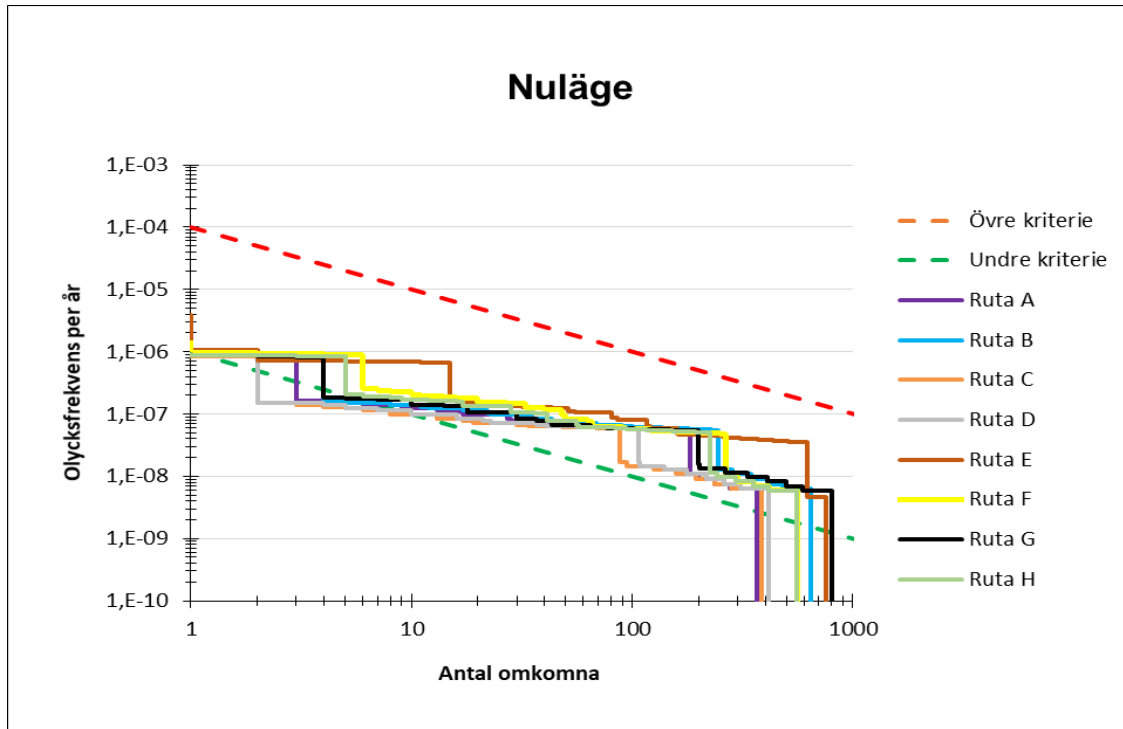


Figur 26. Resultat av samhällsriskberäkning Ruta H.

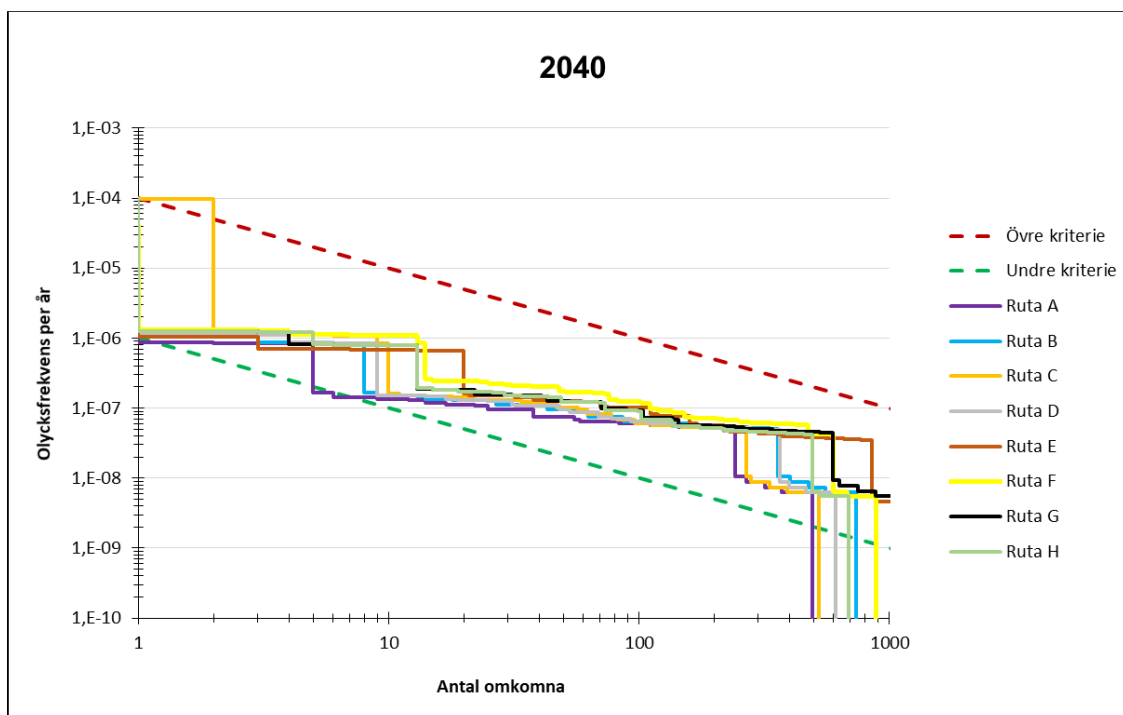


Figur 27. Resultat av individeriskberäkning Ruta H.

Alla Rutor



Figur 28. Samhällsriskkurvor för alla rutor Nuläge.



Figur 29. Samhällsriskkurvor för alla rutor 2040.

Referenslista Bilaga G-H

-
- ¹ Räddningsverket (1997). *Värdering av risk*. FoU RAPPORT. ISBN 91-88890-82-1. Karlstad: Statens räddningsverk.
- ² Stockholm Stad (2018) *Folkbokförda*, Stadsbyggnadskontoret, Planavdelningen, Kart- och modellenheten.
- ³ Stockholm Stad (2018) Exploateringskontoret, Avdelningen för Projektutveckling, Västra söderort.
- ⁴ Stockholm Stad (2018) *Projekt inom 5 år*, Stadsbyggnadskontoret, Planavdelningen.