

V259 Tvärförbindelse Södertörn

TSK01
Framtagande av Vägplan

PM
Olycksrisk
Farligt gods-transporter på ytvägnätet

VÄGPLAN

2020-02-28 (Rev A 2020-06-17)

0Q140002.doc

Rev	Ant	Ändring avser	Godkänd	Datum
A		Förtydligande åtgärder	MCD	2020-06-17

Granskare	Godkänd av	Ort	Datum
Anders Rosqvist	Eva Öberg	Stockholm	2020-02-28

Objektamn V259 Tvärförbindelse Södertörn
 Entreprenadnummer TSK01
 Entreprenadnamn Framtagande av Vägplan
 Beskrivning 1 PM
 Beskrivning 2 Olycksrisk
 Beskrivning 3 Farligt gods-transporter på ytvägnätet
 Beskrivning 4
 Granskningsstatus
 Diarienummer
 Konstruktionsnummer
 Objekt nummer 145326
 Plantyp VÄGPLAN
 Handlingstyp
 Företag Tyréns AB
 Författare/Konstruktör Magnus Cederlund
 Externnummer 260805



TRAFIKVERKET

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Mål och syfte	1
1.3	Avgränsningar	1
1.3.1	Allmänna avgränsningar	1
1.3.2	Geografiska avgränsningar	2
1.3.3	Påverkan	2
1.3.4	Åtgärder	2
1.3.5	Tidshorisont	3
1.4	Underlagsmaterial	3
1.5	Metod	3
1.5.1	Riskhanteringsprocessen	3
1.5.2	Metod för riskinventering	4
1.5.3	Metod för riskanalys	4
1.5.4	Metod för riskvärdering	5
1.5.5	Regionala och nationella riktlinjer	7
1.6	Definitioner och begrepp	10
2	Beskrivning av Tvärförbindelse Södertörns ytväglägen	11
3	Riskinventering	12
3.1	Inventering av skyddsvärda objekt	12
3.2	Transport av farligt gods	13
3.2.1	Övergripande om transporter av farligt gods	13
3.2.2	Transport av farligt gods på TS	14
3.2.3	Primärleder för farligt gods	15
4	Riskenivåer och identifierade konfliktområden	16
4.1	Riskenivåer och konfliktområden	16
4.1.1	Vägavsnitt 1	19
4.1.2	Vägavsnitt 2	23
4.1.3	Vägavsnitt 3	25
4.1.4	Vägavsnitt 4	27
4.1.5	Vägavsnitt 5	29
4.1.6	Vägavsnitt 6	31
4.1.7	Vägavsnitt 7	34
4.1.8	Vägavsnitt 8	36
4.1.9	Vägavsnitt 9	40
4.1.10	Vägavsnitt 10	42
5	Risikvärdering och förslag på riskreducerande åtgärder	44
5.1	Möjliga riskreducerande åtgärder	44
5.2	Värdering av riskenivåer och förslag på riskreducerande åtgärder	46
5.2.1	Vägavsnitt 1	46

5.2.2	Vägavsnitt 2	52
5.2.3	Vägavsnitt 3	54
5.2.4	Vägavsnitt 4	56
5.2.5	Vägavsnitt 5.....	58
5.2.6	Vägavsnitt 6	60
5.2.7	Vägavsnitt 7.....	63
5.2.8	Vägavsnitt 8	65
5.2.9	Vägavsnitt 9	67
5.2.10	Vägavsnitt 10.....	69
5.3	Sammanställning över föreslagna riskreducerande åtgärder per konfliktområde	71
5.3.1	Vägräcken och dike.....	71
5.3.2	Förstärkta bullerskyddsskärmar (plank)	71
5.3.3	Sammanställning riskreducerande åtgärder	73
6	Osäkerheter	74
6.1	Antalet transporter och eventuell förändring på sikt	74
6.2	Prognosen avseende folkmängden för år 2045.....	74
6.3	Beräkningsmodellen.....	74
6.4	Framtida bränslen och körsätt.....	75
7	Slutsatser	76
8	Referenser	77
	Bilaga A - Beräkningar och Indata	1
	Bilaga B - Identifierade skyddsvärda objekt lokaliseringsskedet.....	1
	Bilaga C – PM Olycksrisk Varvet 1	5

1 Inledning

Denna riskbedömning för ytväglägen av Tvärförbindelse Södertörn (TS) är framtagen för att utgöra delunderlag till miljökonsekvensbeskrivningen (MKB:n) för TS.

I detta kapitel ges en beskrivning av riskbedömningens bakgrund, omfattning och del i uppdraget.

1.1 Bakgrund

I vägplaneringsprocessen ingår att genomföra miljöbedömningar och ta fram miljökonsekvensbeskrivningar för att möjliggöra en samlad bedömning om projektets direkta och indirekta effekter på människors hälsa och på miljön. I bedömningen ingår såväl kontinuerlig påverkan som påverkan från plötsligt inträffade händelser (olyckor) i samband med drift- respektive byggske.

I vägplaneskedet syftar miljöbedömningsprocessen till att miljöanpassa den valda lösningen och vid behov minska dess påverkan på människors hälsa och miljön. Effekter till följd av olyckor utreds som regel med hjälp av en särskild riskbedömning där risknivån för människors hälsa och för miljön beräknas och bedöms. Anses risknivån vara för hög anges förslag till riskreducerande åtgärder, vilka tillsammans med erhållen risknivå redovisas i miljökonsekvensbeskrivningen. Beslutade åtgärder redovisas i vägplan och i MKB.

För att uppfylla intentionerna i miljöbalken ingår att beakta nedanstående riskpåverkan till följd av olyckor för utredningsalternativ, nollalternativ samt för omledningsvägnät i händelse av planerad eller oplanerad stängning av vägen:

- Olyckor i omgivningen med påverkan på vägen
- Olyckor på vägen med påverkan på omgivande människors hälsa och miljö
- Olyckor på vägen med påverkan inom väganläggningen

I denna riskbedömning hanteras en delmängd av de olycksrisker och skyddsvärda objekt som är aktuella för Tvärförbindelse Södertörn. Övriga olycksrisker behandlas i andra dokument framtagna inom vägplan och systemhandling, se avsnitt 1.3.

1.2 Mål och syfte

Riskbedömningen ska utgöra ett delunderlag avseende olycksrisker i den samlade bedömningen av vägprojektets effekter (med beräkning och värdering av risknivåer och skyddsåtgärder) och fungera som underlag att beakta i bygghandling och vid uppföljning av identifierade miljökonsekvenser.

1.3 Avgränsningar

Detta avsnitt redovisar givna avgränsningar som gäller för genomförda riskbedömningar i enlighet med definierat uppdrag.

1.3.1 Allmänna avgränsningar

De risker som studeras utgörs av plötsligt inträffade oönskade händelser som kan innebära skada på omgivande personers fysiska hälsa och på naturmiljön. De oönskade händelserna för ytvägnätet som hanteras utgörs av olycksrisker förknippade med transporter av farligt gods. Naturolyckor, antagonistiska risker samt trafikolyckor som inte involverar farligt gods beaktas ej.

Olyckor i tunnel som påverkar omgivningen vid tunnelpåslag har inkluderats i inventering av riskanalysen för att bedöma ifall vidare utredning krävs. Slutsatsen av inventeringen var att det inte

fanns några tunnelpåslag längst med Tvärförbindelse Södertörn som ligger i närhet av befintlig eller planerad bebyggelse. På grund av att det inte fanns några befintliga fastigheter eller byggrätter som vunnit laga kraft i närheten av någon av de planerade tunnelpåslagen så utförs ingen kvantifiering av risker som kan uppstå vid tunnelpåslag i denna riskanalys.

Ytvägnätet har behandlats schematiskt med innebörden att t.ex. topografi, förhärskande vindriktningar, stabilitetsklasser, ytråhet i omgivande terräng osv. ansatts vara densamma längs hela, och på båda sidor av, de aktuella ytvägsträckorna. Påverkan på samhällsviktiga funktioner och tillfälliga vägnät (omledningsvägnät) utreds inte i denna PM.

En av projektförutsättningarna är att TS ska upplåtas för alla typer av farligt gods, utan några restriktioner eller andra administrativa åtgärder, och därför har inga åtgärder relaterat till sådana restriktioner utretts.

1.3.2 Geografiska avgränsningar

Aktuell riskbedömning är geografiskt avgränsad till att behandla de vägsträckor som kommer att genomgå nybyggnad eller väsentlig ombyggnad. Väsentlig ombyggnad innebär att åtgärder är så omfattande att vägen åtminstone delvis ges ny sträckning, bredare vägrenar eller nya körfält. Sammanfattat betyder det att riskanalysen utförs för Tvärförbindelse Södertörn från Jordbro i öst till anslutningen E4/E20 i väst inklusive E4/E20 sträckan trafikplats Fittja till anslutning mot Förbifart Stockholm. I Figur 5 i avsnitt 2 illustreras avgränsningarna för respektive vägsnitt.

1.3.3 Påverkan

Olyckors påverkan på trafikanter på ytvägnätet hanteras inte. Trafiksäkerhetsåtgärder enligt gällande regelverk vid projektering av väg förutsätts utföras och därmed anses dessa risker vara hanterade.

Om en eller flera tunnlar längs med TS behöver stängas (på grund av underhåll, olycka eller annan orsak) kommer trafiken inklusive transporter med farligt gods att ledas om på andra vägar som är klassade som transportleder för farligt gods. Omledningsvägnätet bedöms därför inte behöva behandlas närmare.

Påverkan på människor och naturmiljö i omgivningen under byggskedet, av själva byggandet av vägen, ingår inte i denna handling.

Riskbedömningen utgör ingen heltäckande bedömning av olyckornas påverkan på naturmiljön utan utgör ett underlag till andra delar av miljökonsekvensbeskrivningen där detta behandlas närmare.

De delar av Tvärförbindelse Södertörn som går i tunnel kommer att behandlas i detalj i säkerhetskonceptet som tas fram för Tvärförbindelse Södertörn. Olycksrisker som sker i tunnel och i närheten av tunnelmynning samt olycksrisker på ytvägnätet i närheten av tunnelmynning ingår inte i denna rapport utan i en separat tunnelriskrapport (Riskanalys Tunnelsäkerhet, 2019).

Utredningen omfattar inte buller, vibrationer, elektromagnetisk strålning, luft- eller markföroreningar. Frågor som enbart berör arbetsmiljö ingår inte i utredningen utan hanteras genom andra processer i projektet.

1.3.4 Åtgärder

Vid arbetet med att utreda riskreducerande åtgärder har avgränsning gjorts till att huvudsakligen utreda sådana åtgärder som är möjliga att vidta inom vägplanens geografiska område och som ger betydande reduktion av individrisk intill vägen.

En mer detaljerad studie innehållande mer omfattande åtgärdsförslag har tagits fram för området närmast Vårbybro och fastigheten Varvet 1 (Bilaga C – PM Olycksrisk Varvet 1).

1.3.5 Tidshorisont

Utförda beräkningar är baserade på trafikprognoser för horisontåret 2045. Framtida tillkommande bebyggelse beaktas inte, utan endast befintliga detaljplaner som vunnit laga kraft ingår. Vid framtida detaljplaneprocesser ska risknivån beaktas inom 150 meter från TS ytväglägen i enlighet med länsstyrelsens rekommendationer (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016).

Denna avgränsning innebär att framtida planer för förtätning, exempelvis planeras nytt bostadsområde vid Vårby udde, på marken där Spendrups har haft sin verksamhet, samt Spårväg Syd mellan Älvsjö och Flemmingsberg, ej beaktas i denna utredning.

1.4 Underlagsmaterial

Följande material har utgjort underlag i rapporten:

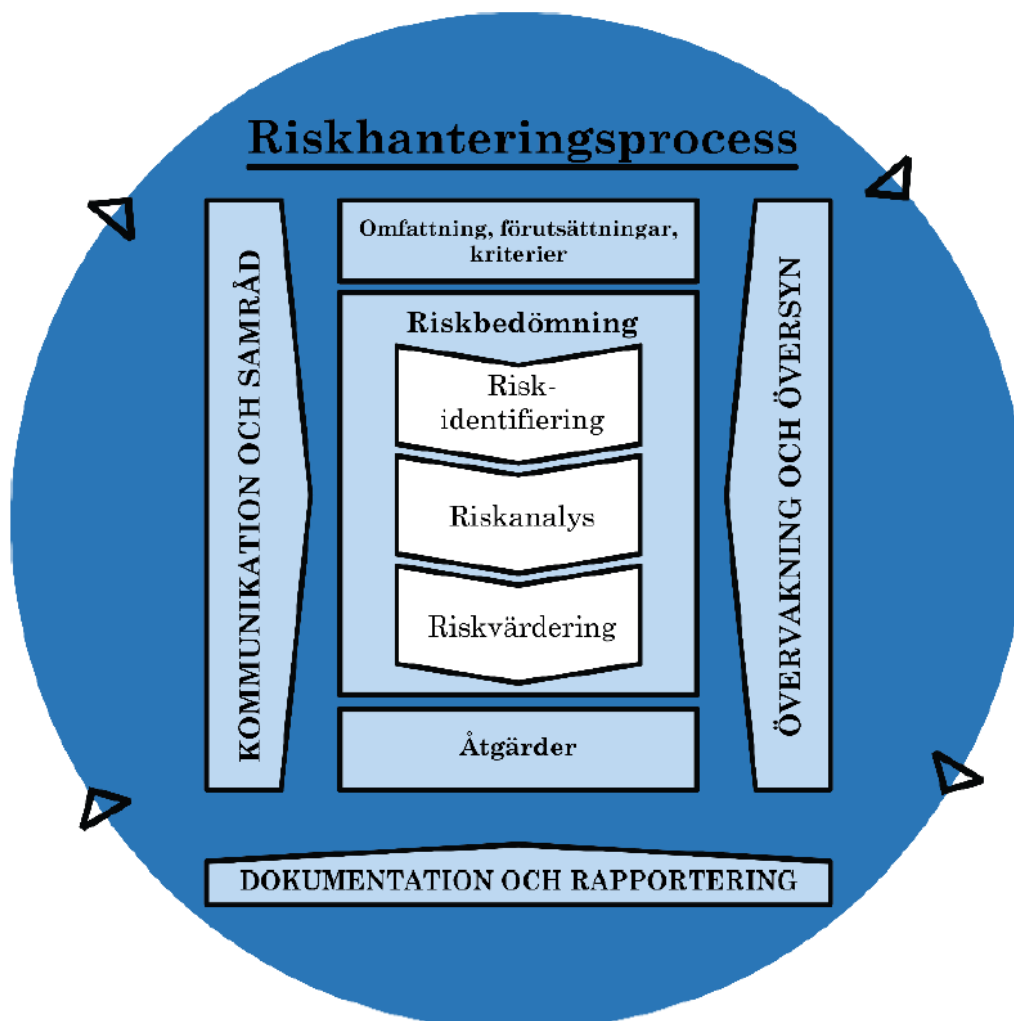
- Kartmaterial över Tvärförbindelse Södertörns sträckning daterat 2017-08-16
- Trafikverkets tabeller över utpekade riksintressen, 2013-02-20, uppdaterad 2017-02-28
- Huddinge kommun översiktsplan 2030, maj 2014
- Botkyrka kommun översiktsplan 2030, maj 2014
- Haninge kommun översiktsplan 2030 med utblick mot 2050
- V259 Tvärförbindelse Södertörn. PM Olycksrisk och tunnelsäkerhet, val av lokaliseringsalternativ daterat 2016-10-14
- Tekniskt PM Trafikprognos, OT140023, 2019-06-26

1.5 Metod

I detta avsnitt redogörs för den arbetsmetod och riskvärderingsmetod som använts i rapporten.

1.5.1 Riskhanteringsprocessen.

Begreppet risk har olika innebörd beroende på sammanhang och vem man frågar. Enligt ISO 31 000 definieras risk som osäkerhetens effekt på målet (SIS, 2018). I vardagligt tal handlar risk ofta om hur ofta allvarliga eller livshotande olyckor kan inträffa. I samband med riskanalyser brukar risk uttryckas som en sammanvägning av sannolikhet (hur troligt är det att en viss händelse inträffar) och konsekvens (hur allvarliga skador kan händelsen resultera i). En metod för systematisk hantering av risker presenteras i Figur 1.



Figur 1. Riskhanteringsprocessen (SIS, 2018)

I *riskhanteringsprocessen* ingår att inventera, analysera och värdera risker samt ge förslag på och verifiera effekten av riskreducerande åtgärder.

1.5.2 Metod för riskinventering

Riskobjekt och skyddsvärda objekt har identifierats i lokaliseringsskedet av projektet (Trafikverket, 2016). Identifieringen utfördes med hjälp av bland annat berörda kommuners översiktsplaner och att kontakt togs med kommunerna.

I inventeringen har särskilt risker förknippade med transporter av farligt gods på TS beaktats. En studie har gjorts av hur vanligt förekommande transport av respektive farligt gods-klass förväntas vara år 2045 på TS. Statistik om transporter har sammanställts som indata till riskhanteringsprocessen nästa steg: riskanalysen.

1.5.3 Metod för riskanalys

I denna riskbedömning har riskmåten *individrisk* och *samhällsrisk* använts för att presentera risknivån med avseende på identifierade risker.

Med individrisk avses sannolikheten (frekvensen) att enskilda individer ska omkomma, d.v.s. frekvensen för att en person som befinner sig på en specifik plats omkommer. Individrisken är platsspecifik och är oberoende av antal människor som vistas i området. Individrisken kan redovisas som riskkonturer som visar den förväntade frekvensen för en händelse som orsakar dödsfall inom ett specifikt område eller i form av en grafisk kurva som visar individrisken som funktion av avståndet från riskkällan.

Med samhällsrisk avses hur stora konsekvenserna kan bli för ett skadescenario med avseende på antalet personer som påverkas. Samhällsrisk redovisas i en så kallad F/N- kurva där sambandet mellan den ackumulerade frekvensen för samtliga olyckor och antal omkomna redovisas.

Genom att använda sig av både individ- och samhällsrisk beaktas både risknivåer för den enskilde individen och risknivåer för flera personer (samhället).

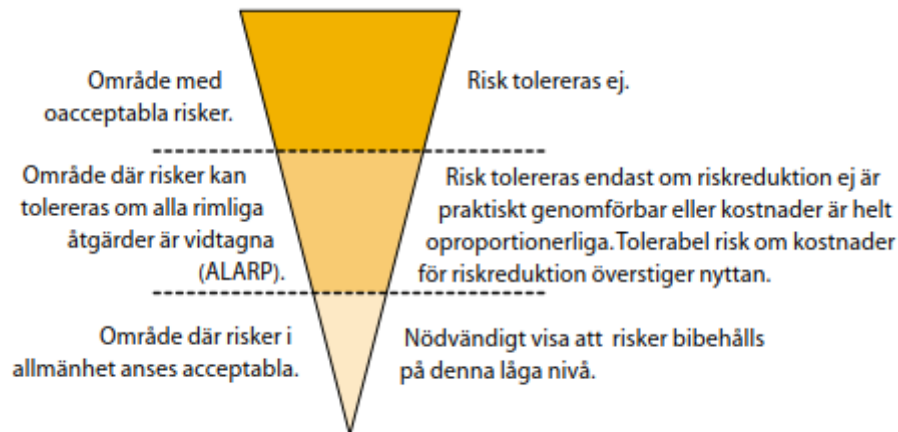
För beräkning av individ- och samhällsrisk har bland annat en inventering gjorts av möjliga framtida farligt gods-transporter längs TS, beskrivet i avsnitt 1.5.2, samt beräkningar av olycksfrekvens för farligt gods-olyckor. Metodiken för detta beskrivs närmare i *Bilaga A - Beräkningar och Indata*.

1.5.4 Metod för riskvärdering

Värdering av risker har sin grund i hur riskerna upplevs. Som allmänna utgångspunkter för värdering av risk är följande fyra principer vägledande och används i analysen (Räddningsverket, 1997):

- Rimlighetsprincipen: Om det med rimliga tekniska och ekonomiska medel är möjligt att reducera eller eliminera en risk skall detta göras.
- Proportionalitetsprincipen: En verksamhets totala risknivå bör stå i proportion till den nytta i form av exempelvis produkter och tjänster verksamheten medför.
- Fördelningsprincipen: Riskerna bör, i relation till den nytta verksamheten medför, vara skäligt fördelade inom samhället.
- Principen om undvikande av katastrofer: Om risker realiseras bör detta hellre ske i form av händelser som kan hanteras av befintliga resurser än i form av katastrofer.

Risker kan kategoriskt placeras i tre fack. De kan anses vara tolerabla, tolerabla med restriktioner eller oacceptabla. Figur 2 beskriver principen för riskvärdering.



Figur 2. Princip för uppbyggnad av riskvärderingskriterier (Räddningsverket, 2003)

Det är nödvändigt att skilja på två grupper av personer när kriterier för risktolerans diskuteras för människors liv och hälsa. Dessa är dels personer ur allmänheten, s.k. "tredje man" och dels personer med anknytning till den analyserade riskkällan.

Privatpersoner, människor i sina bostäder, människor på offentliga platser och exempelvis i affärer etc. är att betrakta som "tredje man". Denna indelning grundar sig i fördelningsprincipen, vilken innebär att enskilda grupper inte skall vara utsatta för oproportionerligt stora risker från en verksamhet i förhållande till de fördelar som verksamheten innebär för dem.

För "tredje man" innebär detta att risken från ett analysobjekt inte bör utgöra en betydande del av den totala risken som personer i denna grupp utsätts för eftersom "tredje man" har mycket liten, eller ingen nytta av att utsättas för risken.

I Sverige finns i dagsläget inget nationellt beslut om vilka riskvärderingskriterier som ska användas. År 2016 publicerade Länsstyrelsen i Stockholms län en rapport (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016) där riskvärderingskriterierna som togs fram av Det Norske Veritas – DNV (Räddningsverket, 1997) föreslås.

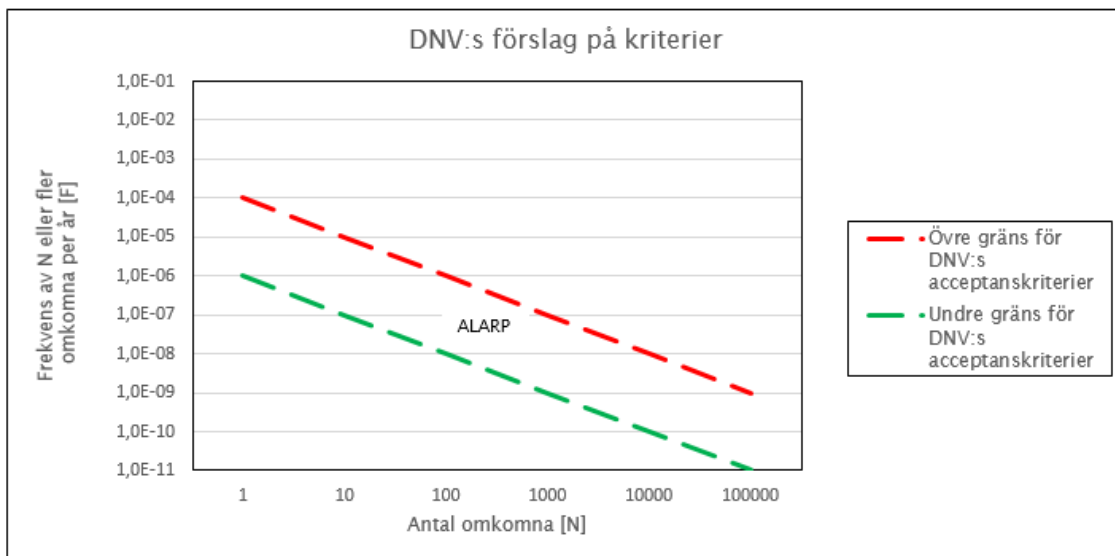
För individrisk föreslås följande kriterier av DNV:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras: 1×10^{-5} per år
- Övre gräns för område där risker kan anses som små: 1×10^{-7} per år

För samhällsrisk föreslås följande kriterier av DNV:

- Övre gräns där riskerna under vissa förutsättningar anses som acceptabla: $F=1 \times 10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutningen på F/N-kurva -1.
- Övre gräns där risker anses vara acceptabla: $F=1 \times 10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutningen på F/N-kurva -1.

Toleranskriterierna för samhällsrisk som DNV har föreslagit visas i Figur 3.



Figur 3. Av DNV föreslagna samhällsriskkriterier.

Området mellan den övre och undre gränsen kallas för ALARP-området. ALARP står för As Low As Reasonably Practicable och innebär att riskerna kan tolereras om alla rimliga åtgärder är vidtagna.

I analysen används de toleranskriterier för individrisk och samhällsrisk som DNV har föreslagit.

1.5.5 Regionala och nationella riktlinjer

Länsstyrelserna i storstadsregionerna (Stockholm, Skåne och Västra Götaland) har gemensamt tagit fram Riskhantering i detaljplaneprocessen - riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods (Länsstyrelserna, Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län, 2006). Riskhanteringspolicyn rekommenderar att riskhanteringsprocessen beaktas inom 150 meter avstånd från en farligt gods-led vid framtagande av detaljplaner.

Länsstyrelsen i Stockholm har även gett ut riktlinjer i faktabladet "Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods" (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016) samt häftet "Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer" (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000). I faktabladet redovisas följande:

Följande riktlinjer är främst avsedda för vid detaljplaner och inte vägplaner. Riktlinjer har i denna riskanalys använts främst vid inventering av fastigheter som kan påverkas av Tvärförbindelse Södertörns utbyggnad.

Vägar med transporter av farligt gods

- 25 meter byggnadsfritt bör lämnas närmast transportleden.
- Tätt kontorsbebyggelse närmare än 40 meter från väggkant bör undvikas.
- Inom 30 meter ställs krav på riskreducerande åtgärder. Typen av riskreducerande åtgärd varierar beroende på markanvändning.
- Sammanhållen bostadsbebyggelse eller personintensiva verksamheter (centrumanvändning i form av mindre galleria eller dylikt) närmare än 75 meter från väggkant bör undvikas.
- Intill sekundära transportleder för farligt gods anser Länsstyrelsen att det i de flesta fall krävs ett bebyggelsefritt skyddsavstånd på minst 25 meter för bostäder (B), centrum (C), vård (D), handel (H), friluftsliv och camping (N), tillfällig vistelse (O), besöksanläggningar (R), skola (S) och kontor (K). I vissa fall kan ett skyddsavstånd på 15 - 20 meter vara tillräckligt, detta kan

vara tillämpligt vid få transporter eller då de olyckor som kan inträffa har korta konsekvensavstånd.

Järnväg

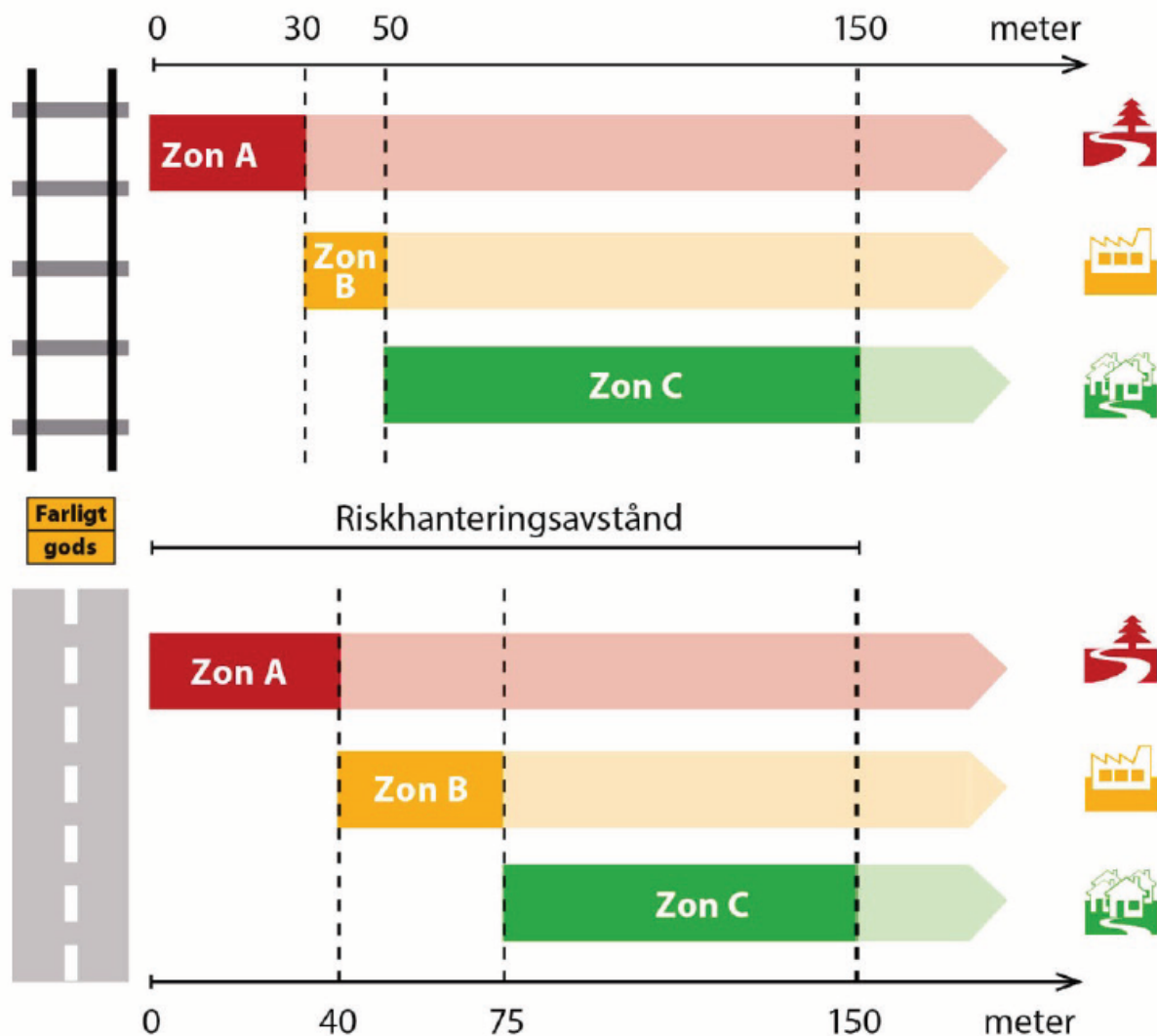
- 25 meter byggnadsfritt bör lämnas närmast järnvägen, mätt från spårets mitt.
- Tätt kontorsbebyggelse inom 30 meter från järnvägen bör undvikas.
- Inom 30 meter ställs krav på riskreducerande åtgärder. Typen av riskreducerande åtgärd varierar beroende på markanvändning.
- Sammanhållen bostadsbebyggelse eller personintensiva verksamheter (centrumanvändning i form av mindre galleria eller dylikt) närmare än 50 meter från järnvägen bör undvikas.

Bensinstationer

- Ett minimiavstånd på 25 meter bör hållas från bensinstation till kontor och liknande.
- Ett minimiavstånd på 50 meter bör hållas till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus samt samlingsplatser där oskyddade människor uppehåller sig.
- I nyplaneringsfallet bör alltid ambitionen vara att hålla ett avstånd på 100 meter från bensinstationen till bostäder, daghem, åldershem och sjukhus.

Byggnadsfritt avstånd

Länsstyrelsens policy är att i första hand nyttja skyddsavstånd som säkerhetsåtgärd, se Figur 4, samt att inte bebygga närmare än 25 meter från led för farligt gods. Frångås de rekommenderade skyddsavstånden behöver det på ett tillfredsställande sätt redovisas om andra skyddsåtgärder behövs. Generellt ska detaljeringsnivån på riskanalysen öka ju närmare leden för farligt gods som bebyggelsen hamnar.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

Zon A	Zon B	Zon C
G – drivmedelsförsörjning (obemannad) L – odling och djurhållning P – parkering (ytparkering) T – trafik	E – tekniska anläggningar G – drivmedelsförsörjning (bemannad) J – industri K – kontor N – friluftsliv och camping P – parkering (övrig parkering) Z – verksamheter	B – bostäder C – centrum D – vård H – detaljhandel O – tillfällig vistelse R – besöksanläggningar S – skola

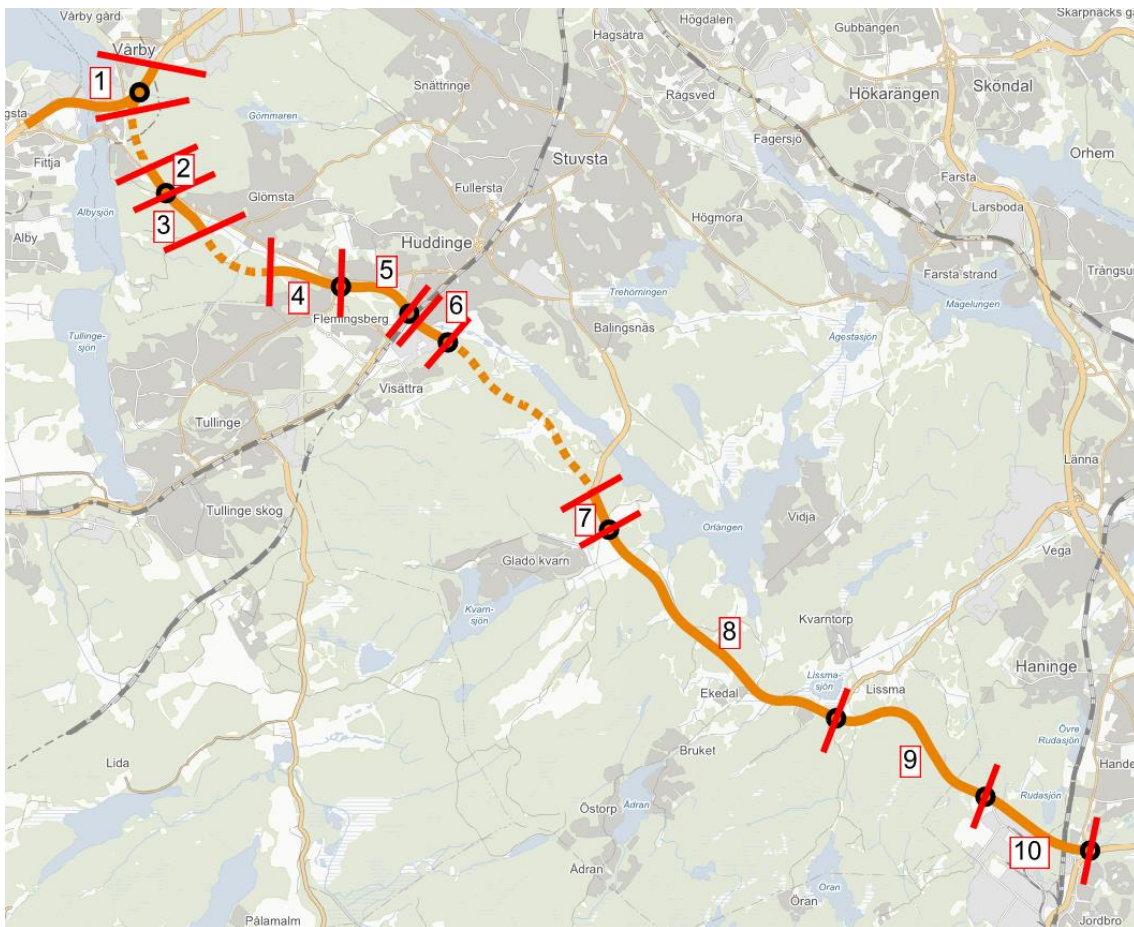
Figur 4. Rekommenderade skyddsavstånd mellan transportleder för farligt gods och olika typer av markanvändning (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016).

1.6 Definitioner och begrepp

2:4-anläggning	Farlig verksamhet enligt lagen om skydd mot olyckor, 2 kap. 4§ i Lagen om skydd mot olyckor (SFS 2003:778)
Konfliktpunkt	Konfliktpunkt definieras som en byggnad eller plats som utsätts för förhöjd risknivå till följd av TS. Platser med förhöjd risknivå motsvarar generellt sådana där individrisknivån är inom det område som benämns <i>ALARP</i> , vilket definieras närmare i kommande avsnitt.
Olycksrisk	Risken för en plötsligt inträffad oönskad händelse som kan medföra skada på människor eller miljö.
Risk	Risk definieras som en osäkerhets effekt på mål
Riskkälla	Avgränsade delar inom en verksamhet (riskobjekt) som kan orsaka olyckor. Exempelvis en gasoltank på en industri.
Riskobjekt	Med riskobjekt avses objekt eller områden med verksamheter som kan innebära risk för omgivningen genom brand, explosion, giftiga gasutsläpp etc.. Exempel på riskobjekt kan vara industrianläggningar eller transportleder för farligt gods.
Samhällsviktig verksamhet	En samhällsviktig verksamhet uppfyller minst ett av följande villkor: (MSB, 2014) Ett bortfall av, eller en svår störning i verksamheten som ensamt eller tillsammans med motsvarande händelser i andra verksamheter på kort tid kan leda till att en allvarlig kris inträffar i samhället. Verksamheten är nödvändig eller mycket väsentlig för att en redan inträffad kris i samhället ska kunna hanteras så att skadeverkningarna blir så små som möjligt.
SEVESO-verksamhet	Verksamhetsutövare som hanterar farliga ämnen i större mängder vid ett och samma tillfälle omfattas av lagen (SFS 1999:381) förordningen (SFS 2015:236) och föreskrifterna (MSBFS 2015:8) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor.
Skyddsvärda objekt	Med skyddsvärda objekt avses objekt som ska skyddas från olyckor inom riskobjekt. Objekt som innehåller ett särskilt skyddsvärde t.ex. hög persontäthet, värdefull miljö eller egendom. Exempel på skyddsvärda objekt är skolor, vårdanläggningar, vattentäkt, byggnader med stort kulturvärde och anläggningar för viktiga samhällsfunktioner. Det innefattar människors liv och hälsa, naturmiljö (mark, vatten, djurliv och övriga naturvärden) och fysisk miljö (egendom, kulturmiljö, samhällsviktiga funktioner och skyddsobjekt).
Skyddsobjekt	Objekt som omfattas av skyddslagen (SFS 2010:305) så som exempelvis militäranläggningar och myndighetsbyggnader.

2 Beskrivning av Tvärförbindelse Södertörns ytväglägen

Tvärförbindelse Södertörns planerade sträckning löper genom tre kommuner; Botkyrka kommun, Huddinge kommun och Haninge kommun, se Figur 5. I figuren har vägen delats in i tio vägavsnitt. Vägen ansluter till väg E4/E20 i norr (vägavsnitt 1) och går sedan omväxlande i tunnel, tråg och ytläge tills den ansluter till väg 73 (vägavsnitt 10). Vägplanens gräns går strax öster om trafikplats Slätmosen. En del av E4/E20 ingår i vägplanen, området sträcker sig från trafikplats Fittja i söder upp till anslutningen mot Förbifart Stockholm. Streckade avsnitt innebär att vägen går i tunnel.



Figur 5. Tvärförbindelse Södertörns sträckning samt indelning för riskbedömning

3 Riskinventering

I detta avsnitt redovisas de skyddsvärda objekt som identifierades under Lokaliseringsskedet, samt en presentation av transporter av farligt gods.

3.1 Inventering av skyddsvärda objekt

I Tabell 1 redovisas de skyddsvärda objekt och konfliktpunkter som har identifierats. Objekt-id märkta med R är tagna från lokaliseringsutredningen och representerar ett geografiskt område i närheten av TS (Trafikverket, 2016). Kartorna från lokaliseringsskedet återfinns i Bilaga B - Identifierade skyddsvärda objekt lokaliseringsskedet.

Tabell 1. Identifierade skyddsvärda objekt i omgivningen som kan påverkas av farligt gods-olycka på TS från lokaliseringsskedet (Trafikverket, 2016).

Objekt-id	Beskrivning	Avstånd från TS
R6	Industriområde med större industrier.	
R44	Handelsområde med olika butiker, vårdcentral, restaurang	30
R36	Industriområde med industrier, marina och fjärrvärmeverk (SEVESO-anläggning och farlig verksamhet). Marinan ligger mer än 150 meter från korridoren.	<30 meter
R26	Handelsområde med en större elektronikbutik, en bilaffär, en drivmedelsstation och en restaurang.	Ca 20 meter till ramp, 50 meter till huvudkörfält
R41	Handelsområde med större byggvaruhandel, matbutik, moské, drivmedelsstation och andra verksamheter.	Ca 30 meter
R5	Bostadsområde med villor, radhus och flerbostadshus i flera våningar (i de norra delarna av området).	Enskilda byggnader mycket nära. Sammanhållen småhusbebyggelse ca 75
R7	Bostadsområde med villor samt några handelsverksamheter.	Enstaka fastigheter. Närmaste på ca 100 meters avstånd
E4/E20	Riksintresse, person och godstrafik	Gemensam sträckning
Tunnelbanan	Röda tunnelbanelinjen mellan Norsborg och Ropsten. Tunnelbanestation i Masmo	TS går genom Masmotunneln i anslutning till tunnelbanestationen.
Väg 226 Huddingevägen	Primär/sekundär farligt gods-led	TS korsar väg 226
Västra Stambanan	Järnväg med pendeltåg, regionaltåg och godståg	TS korsar Västra Stambanan
R46	Bostadsområde med ett fåtal villor samt handels/industriverksamhet	Enstaka villor, närmaste på ca 50 meters avstånd.
R7	Bostadsområde med villor, skola samt några handelsverksamheter. Det finns även flerbostadshus i flera våningar inom området. Inom Glömstadalen planeras exploatering av bostäder och kontor.	Närmaste fastighet på ca 100 meter vid Kästa trafikplats
R45	Bostadsområde med villor samt några flerbostadshus i två plan.	Närmaste fastighet på ca 50 meter
R11	Industriområde med diverse industriverksamheter samt en skola.	30 Ca 150 till skola Återvinningscentral och byggnader inom 50 meter från väggkant.
R39	Bostadsområde med villor	40
R40	Bostadsområde med villor. Viss mindre industri/kontorsverksamhet.	50
R13	Bostadsområde med ett fåtal villor.	600 till ytvägläge
R37	Bostadsområde med ett fåtal villor.	120
R21	Bostadsområde med ett fåtal villor samt ett villaområde. I området finns även två scoutstugor.	20-30
R22	Bostadsområde med ett fåtal villor, ett villaområde samt ett campingområde.	30
R24	Bostadsområde med ett fåtal villor samt ett stödboende.	100
R32	Jordbro Företagspark med olika industrier och även några kontorsbyggnader. Inom industriområdet finns tre drivmedelsstationer, en 2:4-anläggning (kyllager med ammoniak) samt en SEVESO-verksamhet (depå/terminal för omlastning av gas).	40 till närmaste byggnad. Ca 1200 meter till 2:4 anläggning Ca 600 meter till Sevesoanläggning Ca 500 meter till drivmedelsstation
R33	Bostadsområde med radhus och villor. Inom 150 meter från korridoren finns också en drivmedelsstation.	60 för närmaste byggnad >400 meter till bensinstation
Nynäsbanan	Riksintresse, person och godstrafik	TS korsar Nynäsbanan

3.2 Transport av farligt gods

Det planeras för att TS kommer att utpekas som en primär transportled för farligt gods. I detta avsnitt beskrivs övergripande vilka risker transport med farligt gods är förknippade med.

3.2.1 Övergripande om transporter av farligt gods

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för ämnen och produkter, som har sådana farliga egenskaper att de kan skada människor, miljö, egendom och annat gods, om de inte hanteras rätt under transport. Farligt gods delas in i nio olika klasser (ADR-klasser):

- Klass 1 Explosiva ämnen och föremål
- Klass 2 Gaser
- Klass 3 Brandfarliga vätskor
- Klass 4.1 Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen och fasta okänsliggjorda explosivämnen
- Klass 4.2 Självantändande ämnen
- Klass 4.3 Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten
- Klass 5.1 Oxiderande ämnen
- Klass 5.2 Organiska peroxider
- Klass 6.1 Giftiga ämnen
- Klass 6.2 Smittförande ämnen
- Klass 7 Radioaktiva ämnen
- Klass 8 Frätande ämnen
- Klass 9 Övriga farliga ämnen och föremål

Olyckor involverande farligt gods kan ge upphov till fyra olika följdhändelser samt kombinationer av dessa. Följdhändelserna som anses ha störst konsekvenser är:

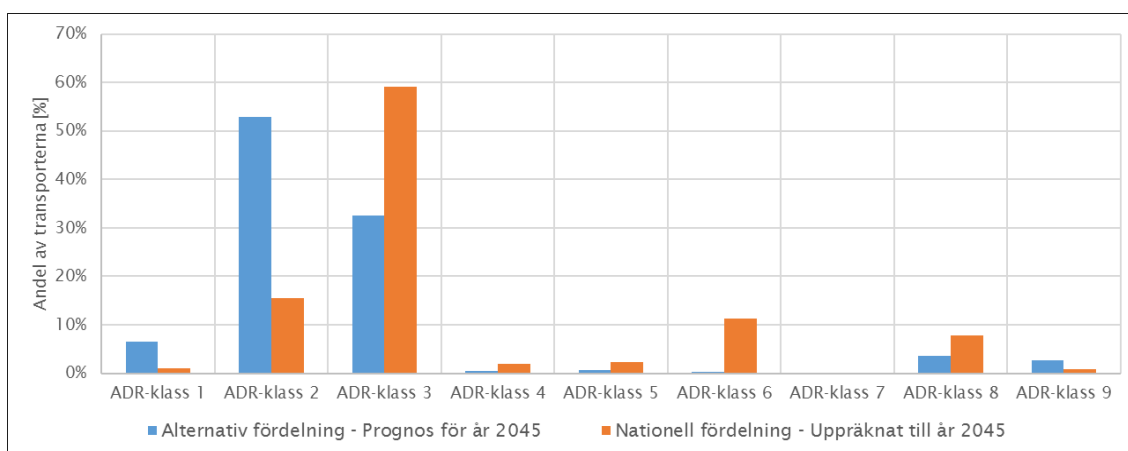
- Explosion (både från explosivämnen och från snabba brandförlopp i brännbara gasblandningar)
- Brand
- Utsläpp av giftig gas
- Utsläpp av frätande vätska

Av klasserna ovan bedöms brandfarliga fasta ämnen, ADR-/RID-klass 4, samt övriga ämnen, ADR-/RID-klass 9, normalt inte utgöra någon fara för omgivningen eftersom konsekvenserna koncentreras till fordonets närhet. Oxiderande ämnen och organiska peroxider, ADR-/RID-klass 5, kan i vissa fall

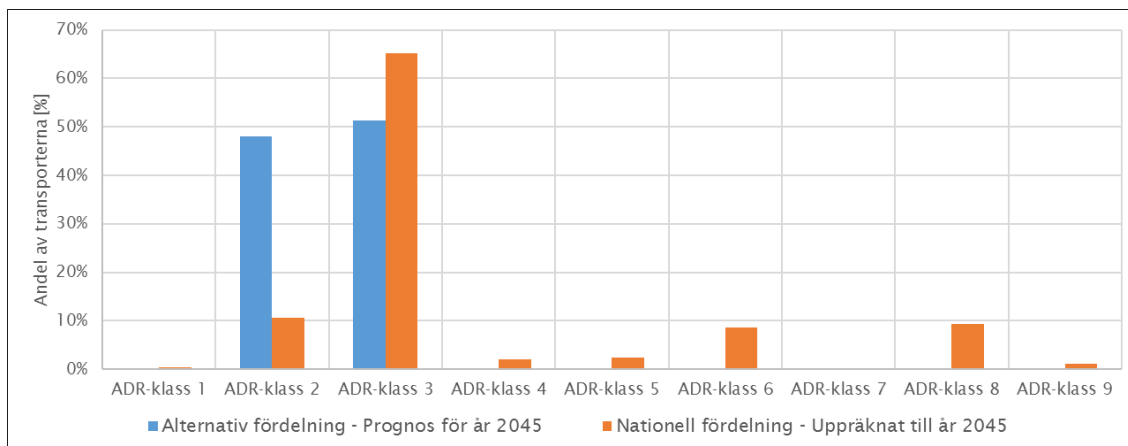
orsaka en betydande skada medan radioaktiva ämnen, ADR-/RID-klass 7, främst förväntas påverka personer som kommer i kontakt med ämnet.

3.2.2 Transport av farligt gods på TS

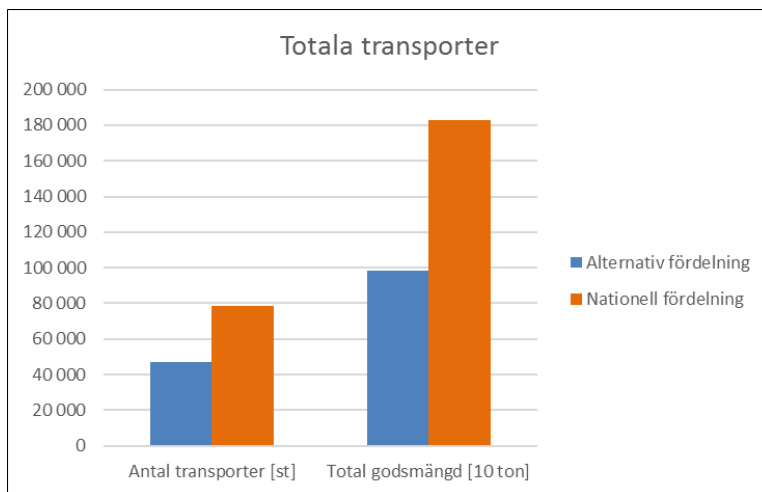
För att uppskatta i vilken utsträckning som farligt gods kommer att transporteras på TS i driftskedet har två olika metoder nyttjats, den ena med antagande om att transporterna följer den *nationella fördelningen* med avseende på mängden gods inom och mellan klasserna och den andra genom en inventering av närliggande potentiella mottagare eller avsändare av farligt gods (*alternativa fördelningen*). En jämförelse av dessa uppskattningar har därefter gjorts, vilka presenteras i Figur 6 och Figur 7. I Figur 8 jämförs den totala transportmängden fördelat på antalet transporter och godsmängd. Beskrivning av den metodik som använts finns i Bilaga A - Beräkningar och Indata.



Figur 6. Jämförelse utifrån antalet transporter av farligt gods.



Figur 7. Jämförelse utifrån transporterad godsmängd.



Figur 8. Jämförelse mellan totala transporter.

Det är främst två ADR-klasser, ADR-klass 2 respektive 3, som skiljer sig åt mellan den alternativa och nationella fördelningen. Utanför Nynäshamn har AGA en LNG-terminal och den medför ett mycket stort antal transporter med ADR-klass 2, vilket gör att ADR-fördelningen påverkas. Andelen ADR-klass 3 är högre i den nationella fördelningen, men detta beror troligtvis på att transporterna från AGA påverkar den alternativa fördelningen. Utan de omfattande transporterna med ADR-klass 2 hade skillnaderna gällande ADR-klass 3 varit mindre mellan den alternativa respektive nationella ADR-fördelningen. Figur 8 visar att det totala antalet transporter samt transporterad godsmängd är lägre för TS jämfört med det nationella snittet. Utifrån jämförelsen så bedöms den regionala inventerade ADR fördelningen vara med rättvisande, och kommer att användas i riskanalysen.

3.2.3 Primärleder för farligt gods

I dagsläget sker nord/sydliga transporter av farligt gods på både E4/E20 samt Väg 73. För öst-västlig transport finns tre alternativ att tillgå, Södra Länken, väg 259 och väg 225. Av dessa tre vägar är Södra Länken den modernaste och förlagd till stora delar under mark i tunnel. Eftersom transporter av farligt gods i tunnel under mark är behäftat med särskilda risker har restriktioner bestämts av Länsstyrelsen i Stockholm (01FS 2014:65). I praktiken innebär restriktionerna begränsningar vad som får transporteras i tunneln under dagtid vilket leder till att transporter av vissa klasser av farligt gods sker på antingen väg 259 eller 225 på dagtid.

Väg 259 är i dag en hårt belastad väg där framkomligheten är begränsad. Trots detta transporteras betydande mängder gods på denna väg. Orlångsbron är även enbart klassad enligt bärighetsklass 2 (BK2) vilket betyder att de tyngsta transporterna inte kan gå på väg 259. Enligt trafikprognoser förväntas trafikflödena öka oavsett om Väg 259 moderniseras eller ersätts med Tvärförbindelse Södertörn.

Väg 225 ansluter från Väg 73 vid Ösmo och sträcker sig västerut för att ansluta vid E4/E20 i Södertälje. Dock är endast vägsträckan Ösmo-Vårsta rekommenderad (primär) farligt godsled. Enligt Trafikverkets åtgärdsvalsstudie (Trafikverket, 2015) utgör Väg 225 det primära valet för godstransporter som kommer från Nynäshamn och ska vidare ut till övriga Sverige eftersom det är den närmaste vägen. Väg 225 har begränsade möjligheter att utöka trafikflödet då den inte har den fysiska kapaciteten för detta.

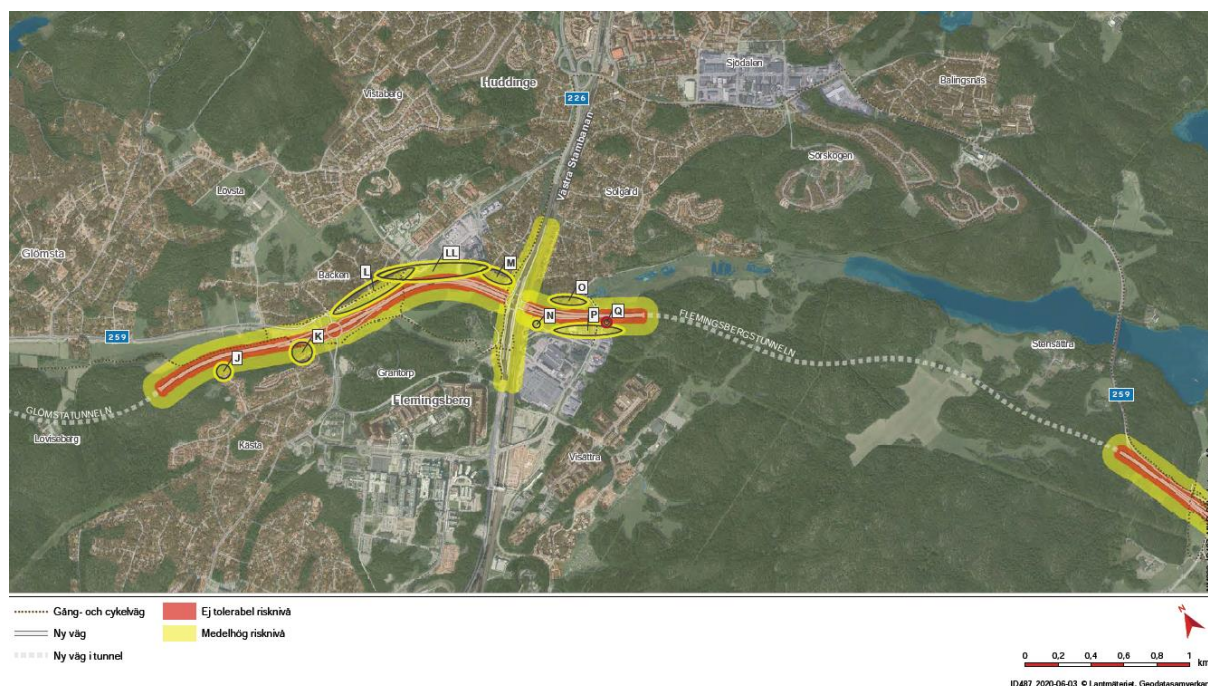
Ur ett regionalt perspektiv anses olycksrisken kunna minska jämfört med ett nuläge då de tre befintliga primärlederna för farligt gods kompletteras av Tvärförbindelse Södertörn som blir en större och säkrare väg. Transporter av farligt gods kommer då ta en del av den tunga trafiken som idag går igenom centrala delar av Stockholm (främst Södra Länken och del av väg 259 som går igenom centrala Huddinge).

I detta avsnitt presenteras resultatet av de beräkningar som har gjorts av individ- och samhällsrisk längs med TS och vilka konfliktområden som identifierats. För en detaljerad redogörelse av beräkningar hänvisas till respektive Bilaga A - Beräkningar och Indata. En mer detaljerad studie har utförts för vägvsnitt 1 och specifikt fastigheten Varvet 1 på grund av dess korta avstånd till Vårby bro (Bilaga C – PM Olycksrisk Varvet 1). För vägvsnittens uppdelning, se figur 5.

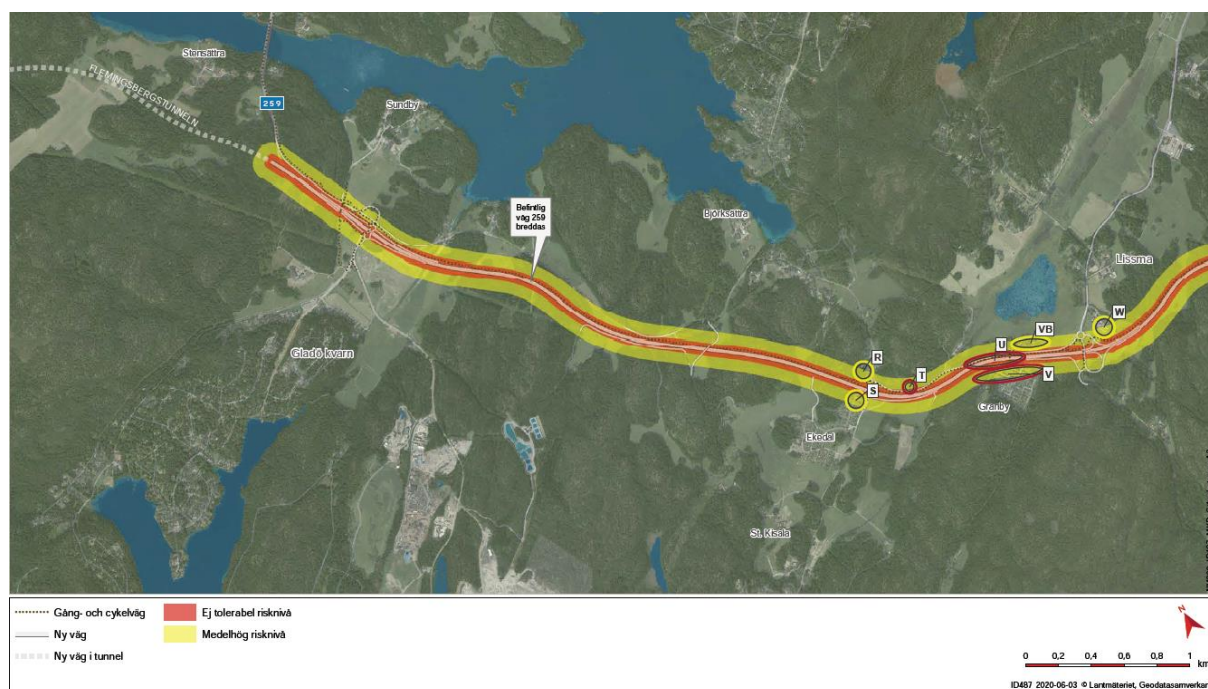
Individrisknivåer längs med TS redovisas i form av buffertzoner intill vägen. Inom röd zon är individrisken ovanför ALARP och inom gul zon är individrisken inom ALARP. Utanför zonerna är individrisken under ALARP. Individrisknivåerna redovisas även i diagram. Varje bokstav i bilderna representerar en fastighet eller fastighetsområde. Beskrivning av varje fastighet (bokstav) beskrivs för varje vägavsnitt.

I Figur 8, 9, 10 och 11 redovisas en övergripande karta med utritade riskavstånd för Tvärförbindelse Södertörn utan riskreducerande åtgärder.

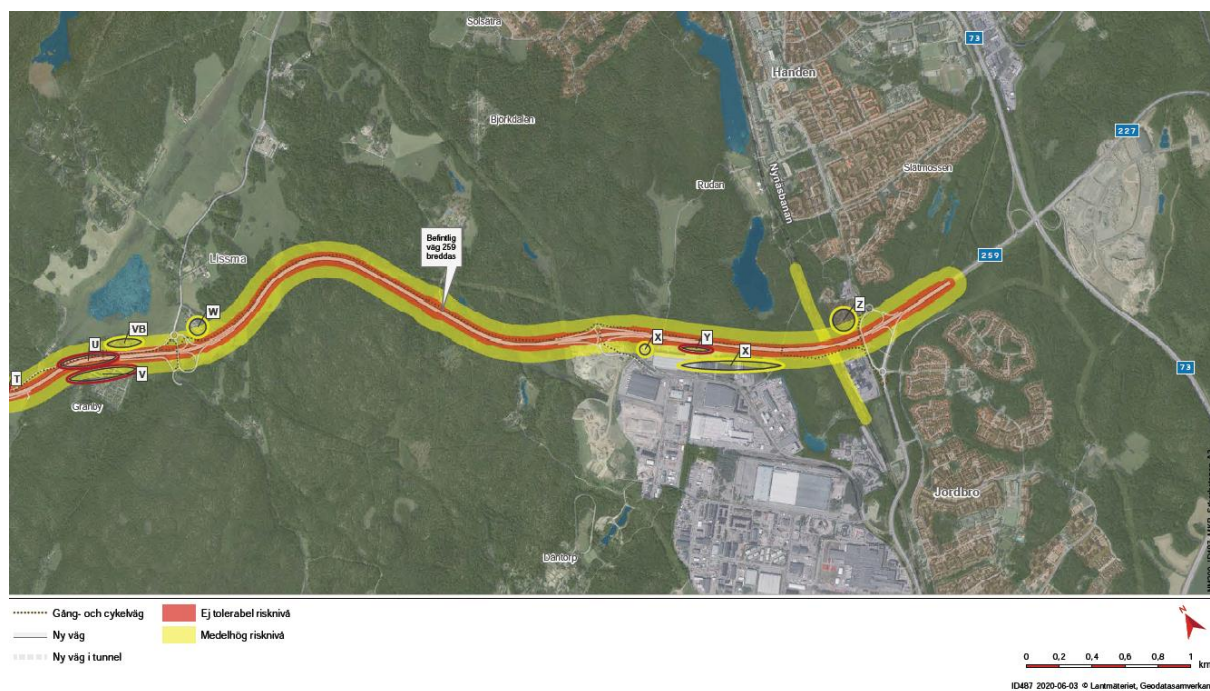




Figur 10 Övergripande karta av riskavstånd utan åtgärder, vägsnitt 4 – 7 samt Huddingevägen och Södra Stambanan

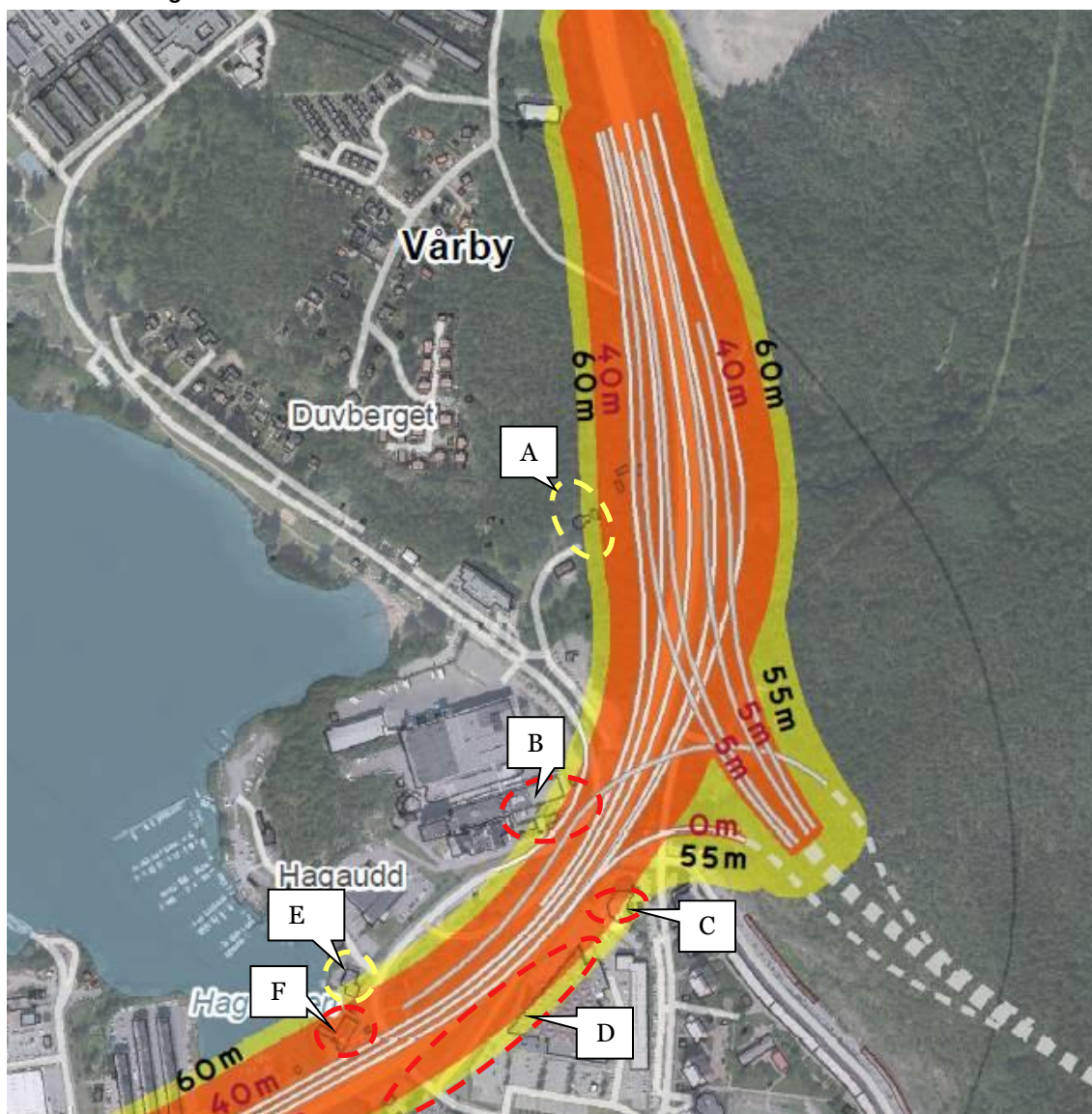


Figur 11 Övergripande karta av riskavstånd utan åtgärder, vägsnitt 7 - 9

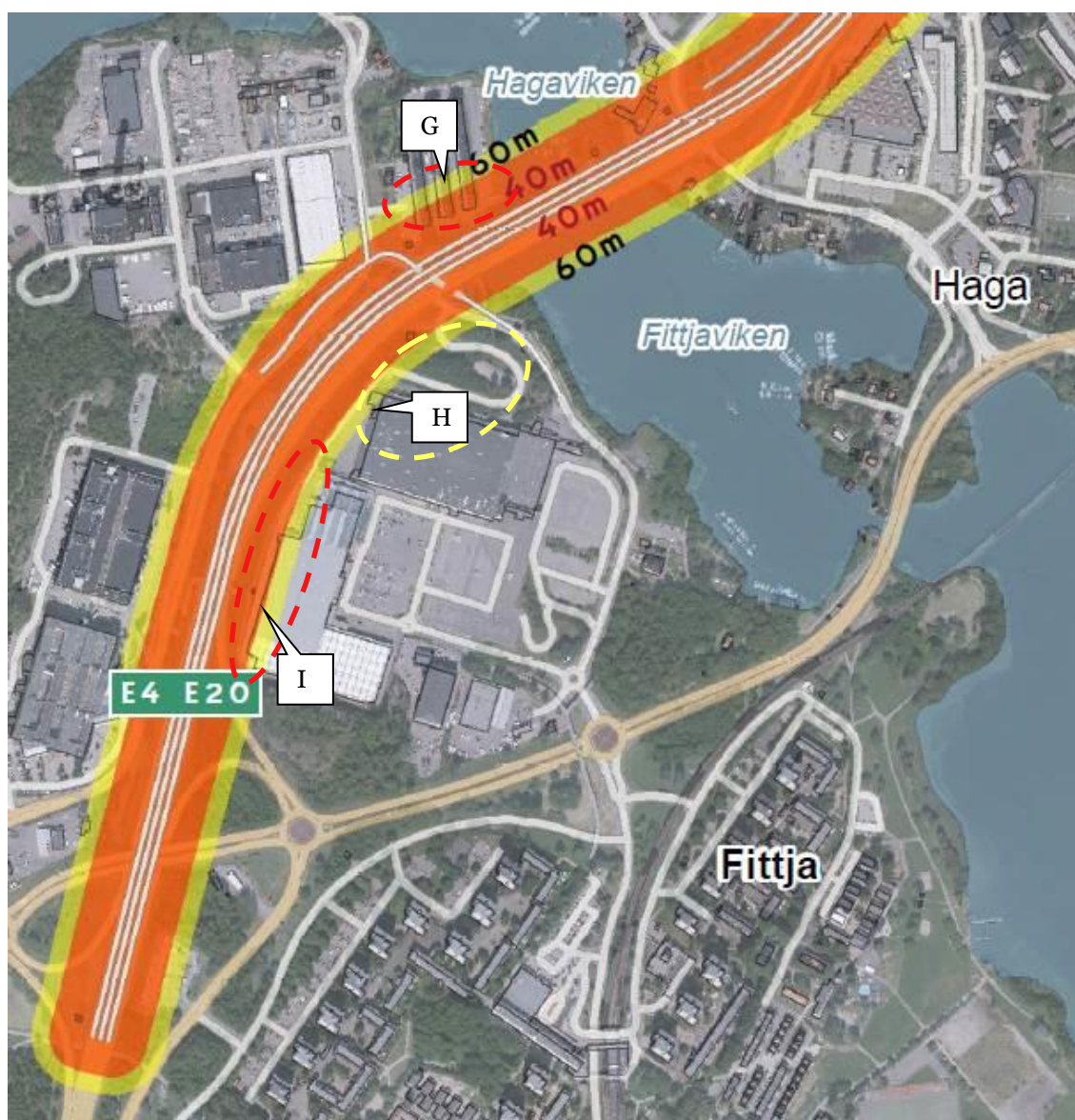


Figur 12 Övergripande karta av riskavstånd utan åtgärder, vägvagnitt 8 – 10 samt Nynäsbanan

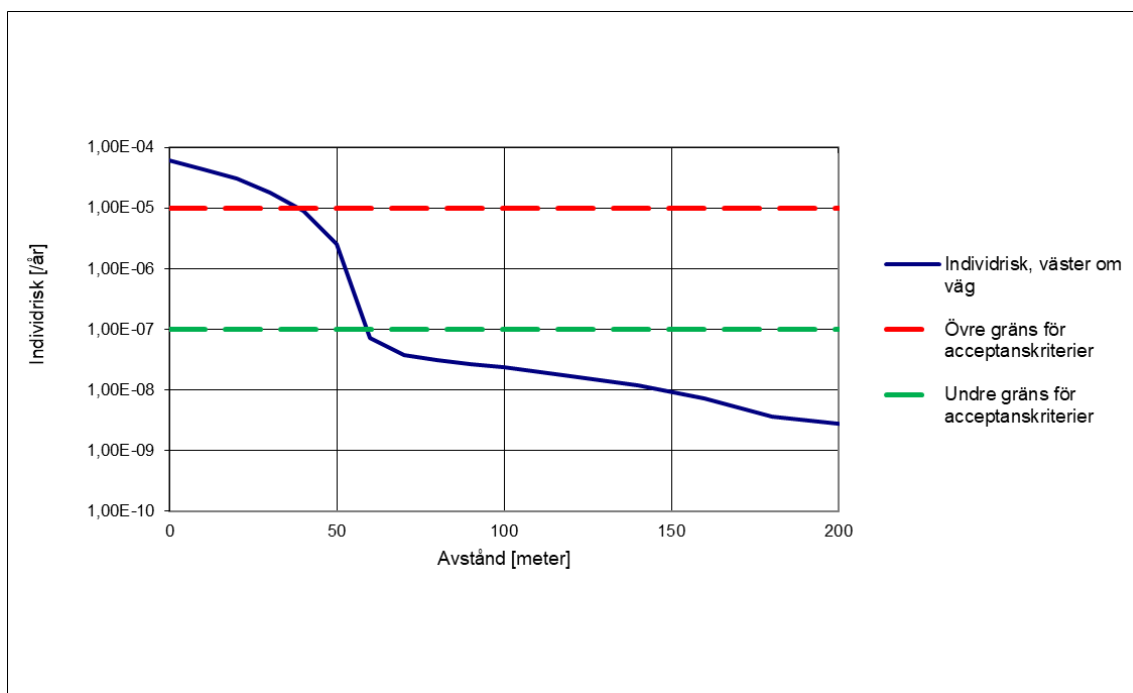
4.1.1 Vägavsnitt 1



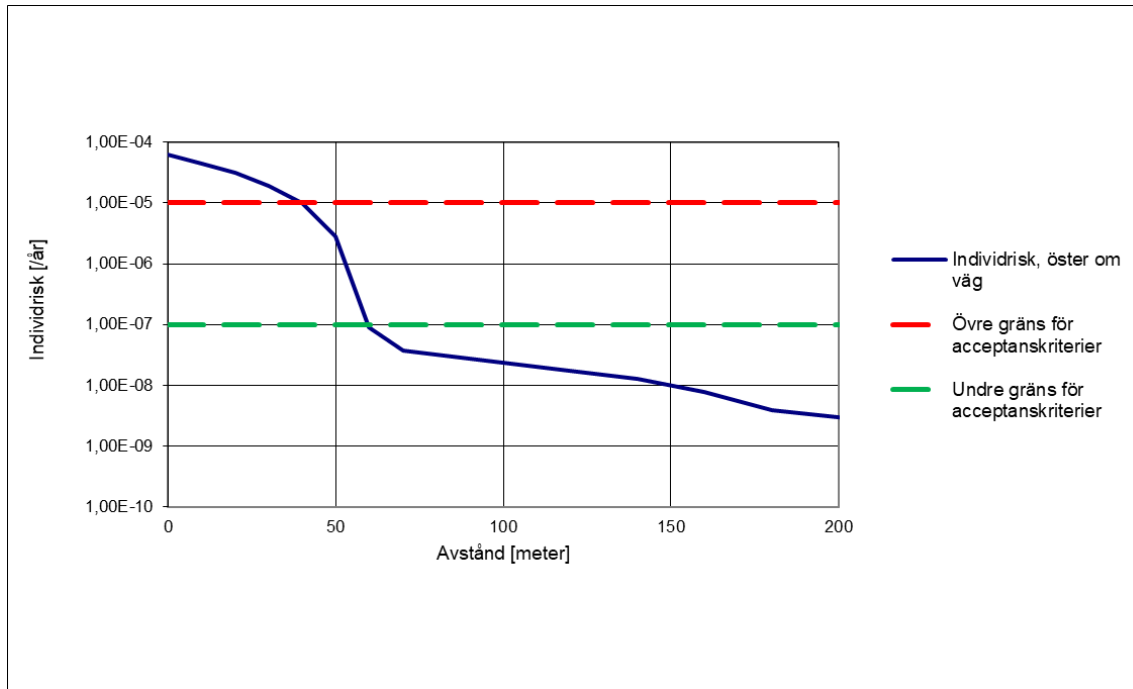
Figur 13. Vägavsnitt 1 del 1, buffertzon E4/E20 utan åtgärder



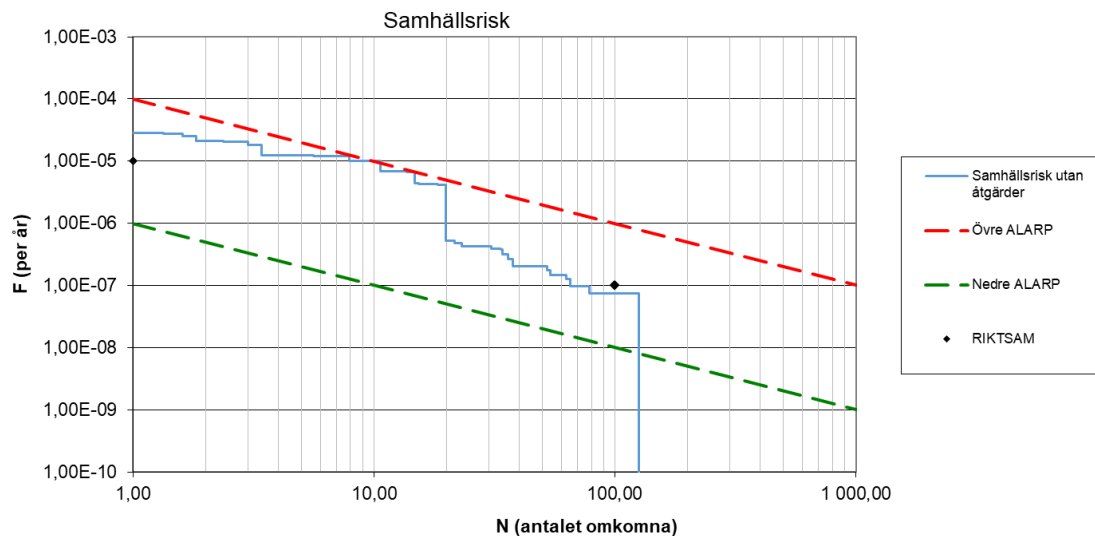
Figur 14. Vägavsnitt 1 del 2, buffertzon E4/E20 utan åtgärder



Figur 15. Individrisk E4/E20 utan åtgärder, väster om väg



Figur 16. Individrisk E4/E20 utan åtgärder, öster om väg



Figur 17 Samhällsrisik E4/E20 utan åtgärder

Riskenivåer och konfliktområden

- A) Enskild fastighet inom ALARP. Avståndet till närmaste byggnad är ca 40 meter (gäller ramp)
- B) Industribyggnad över ALARP. Avståndet till närmaste byggnad är ca 15 meter (gäller ramp)
- C) Kontor, vårdcentral ovan ALARP. Avståndet till närmaste byggnad är ca 23 meter.
- D) Handelsverksamhet samt enskild byggnad delvis ovan ALARP. Avståndet till närmaste byggnad är ca 25 meter.
- E) Industrifastighet inom ALARP. Avståndet till byggnad är ca 40 meter
- F) Industrifastighet ovan ALARP. Avståndet till byggnad är ca 0 meter
- G) Kontorsbyggnad (Varvet 1) ovan ALARP. Fastighet inom 25 meter från väg. Se riskanalys för Varvet 1, Bilaga C, för detaljerad riskanalys
- H) Handelsverksamhet och nya bostäder inom ALARP. Avståndet till närmaste byggnad är ca 45 meter.
- I) Handelsområde inom ALARP där delar av byggnad ligger över ALARP. Avståndet till närmaste byggnad är ca 35 meter.

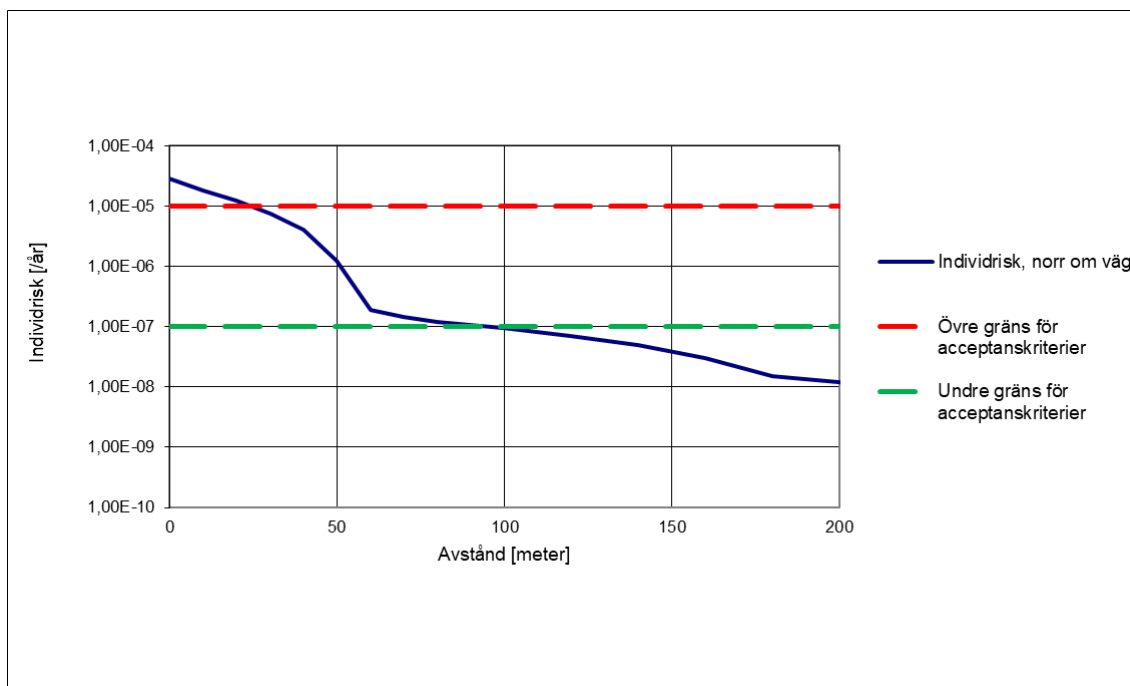
Samhällsrisik

Beräknad samhällsrisik ligger huvudsakligen i den övre delen av ALARP. Inga riskreducerande åtgärder har använts i den inledande beräkningen av samhällsrisik.

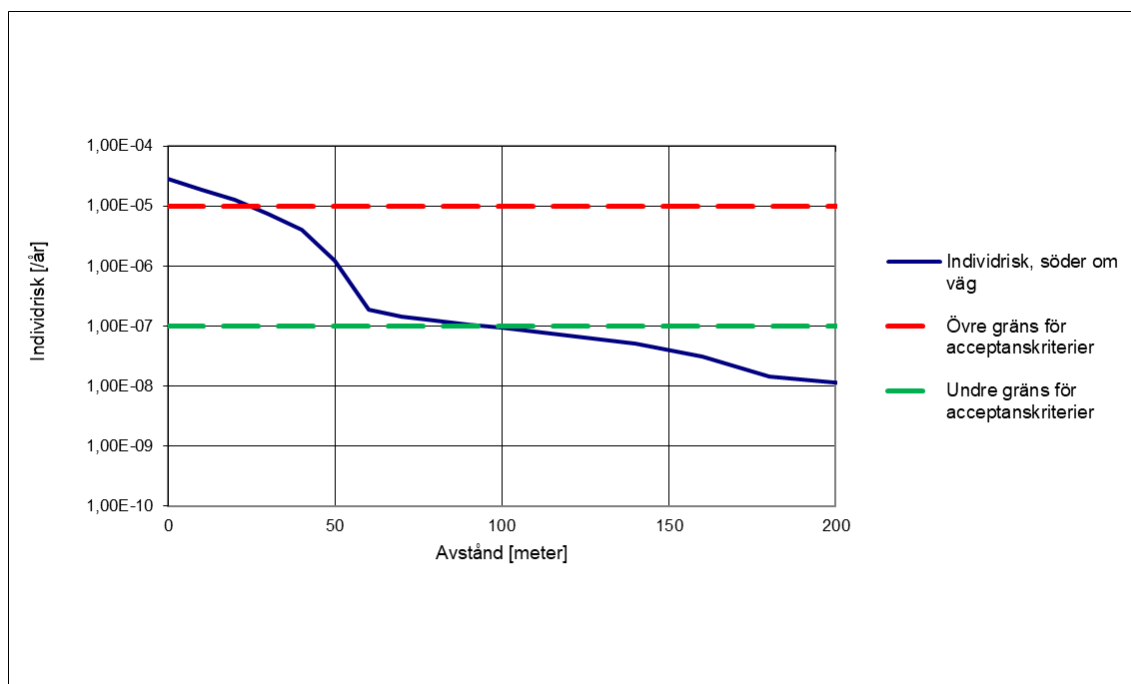
4.1.2 Vägavsnitt 2



Figur 18. Vägavsnitt 2, buffertzona TS utan åtgärder



Figur 19. Individrisk TS vägavsnitt 2 utan åtgärder, norr om väg

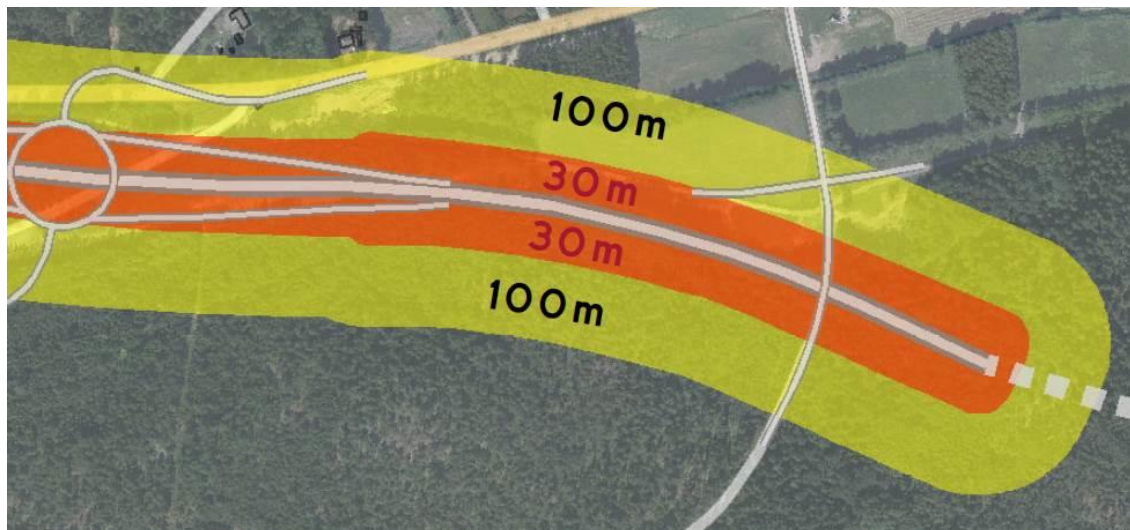


Figur 20. Individerisk TS vägsnitt 2 utan åtgärder, söder om väg

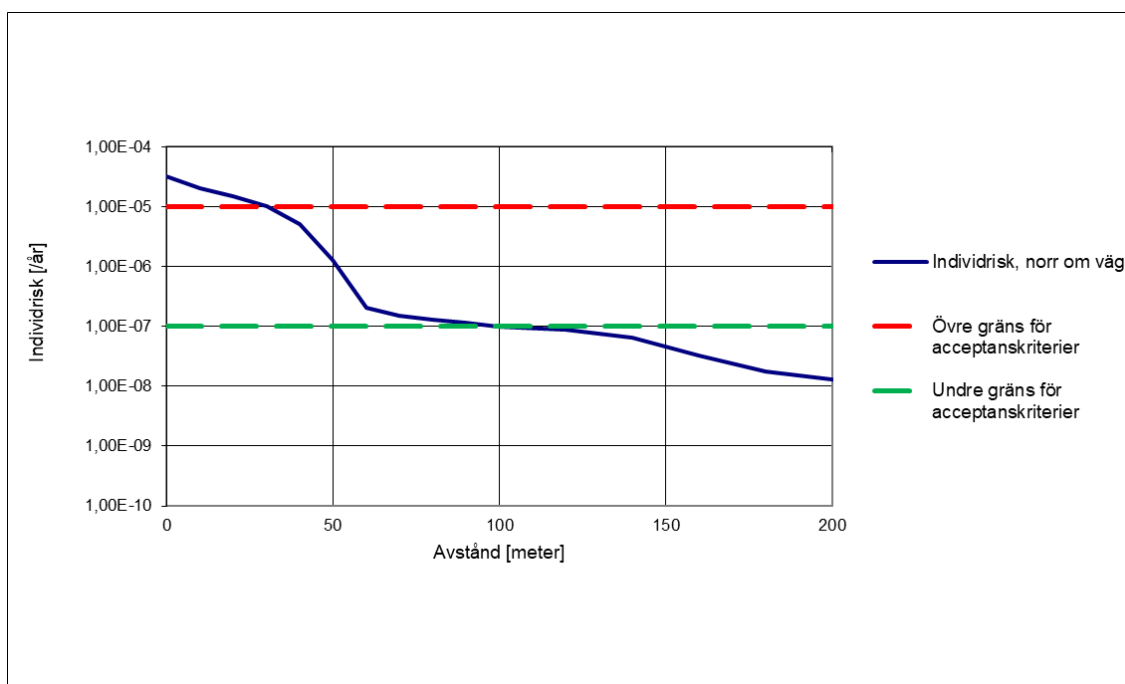
Riskenivåer och konfliktområden

Inga konfliktområden finns inom riskhanteringsavståndet.

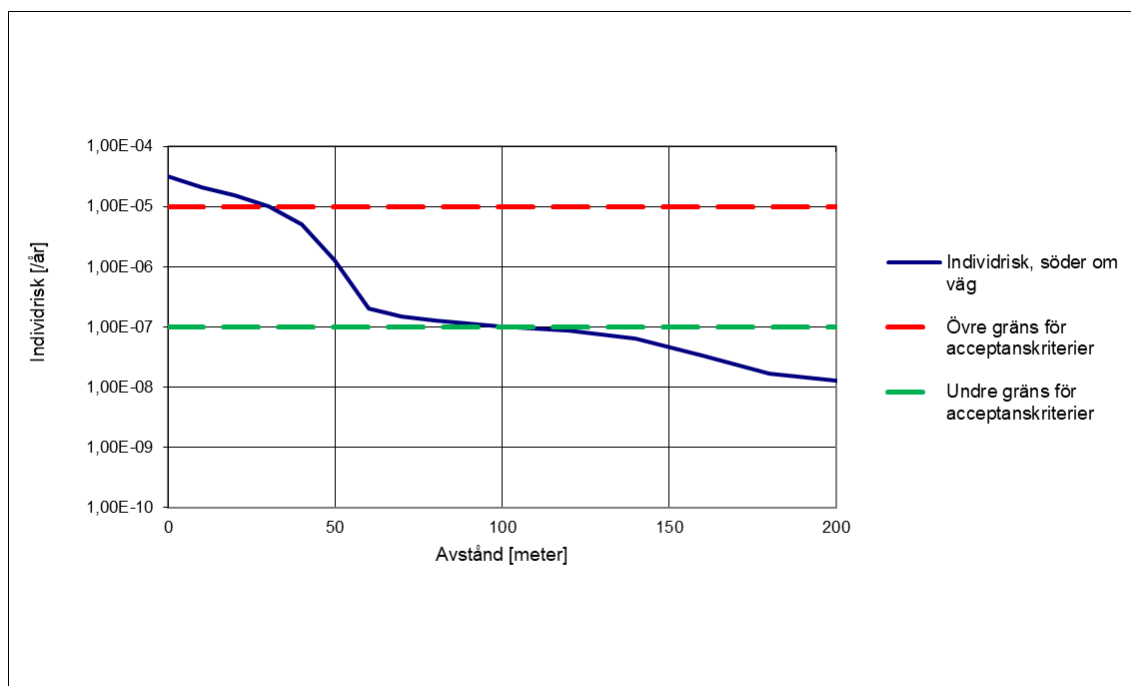
4.1.3 Vägavsnitt 3



Figur 21. Vägavsnitt 3, buffertzoon TS utan åtgärder



Figur 22. Individerisk TS vägavsnitt 3 utan åtgärder, norr om väg

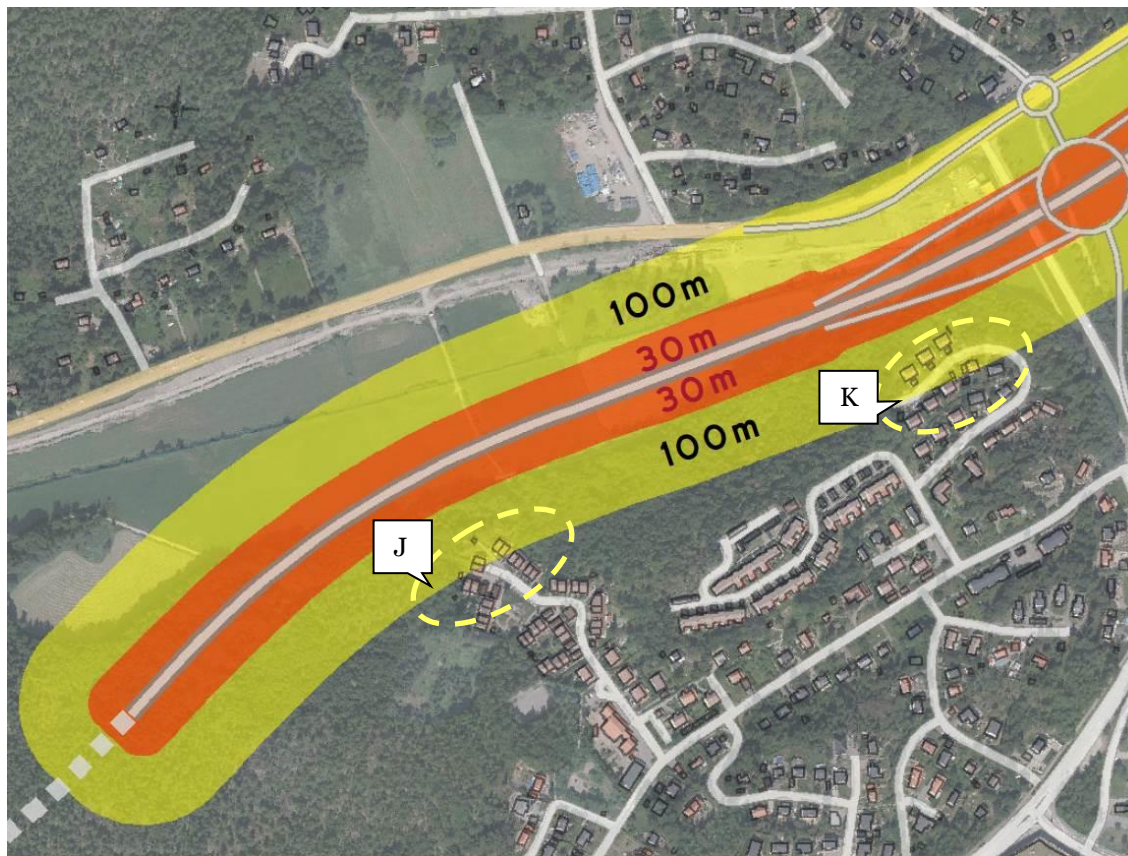


Figur 23. Individrisk TS vägsnitt 3 utan åtgärder, söder om väg

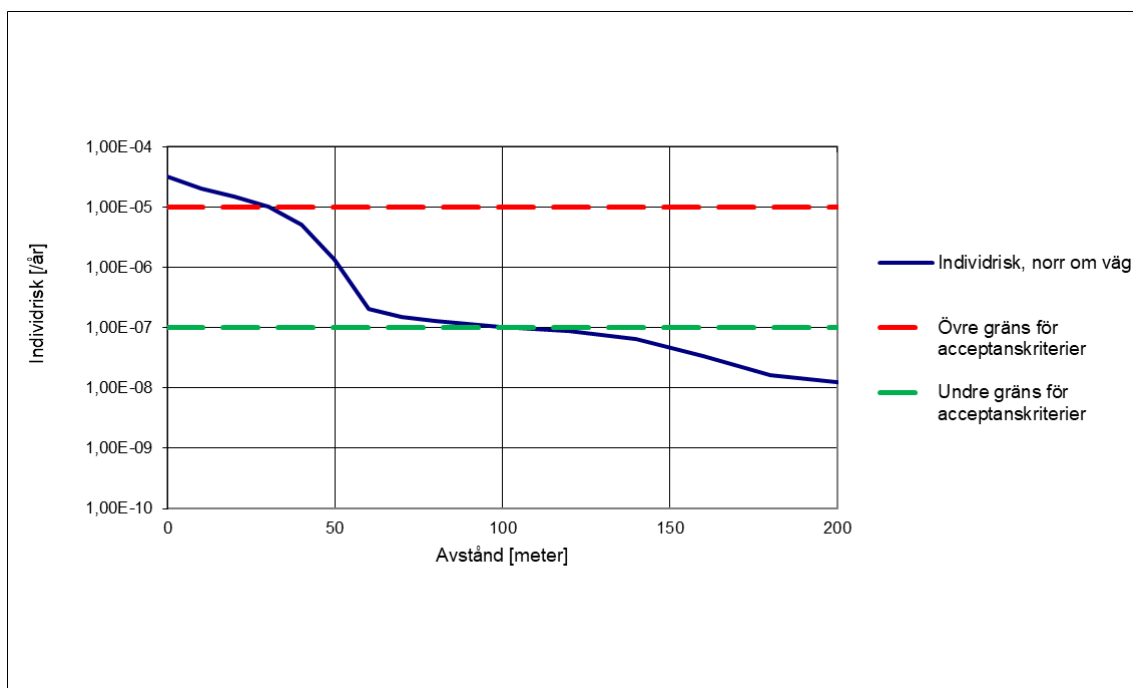
Riskenivåer och konfliktområden

Inga konfliktområden finns inom riskhanteringsavståndet.

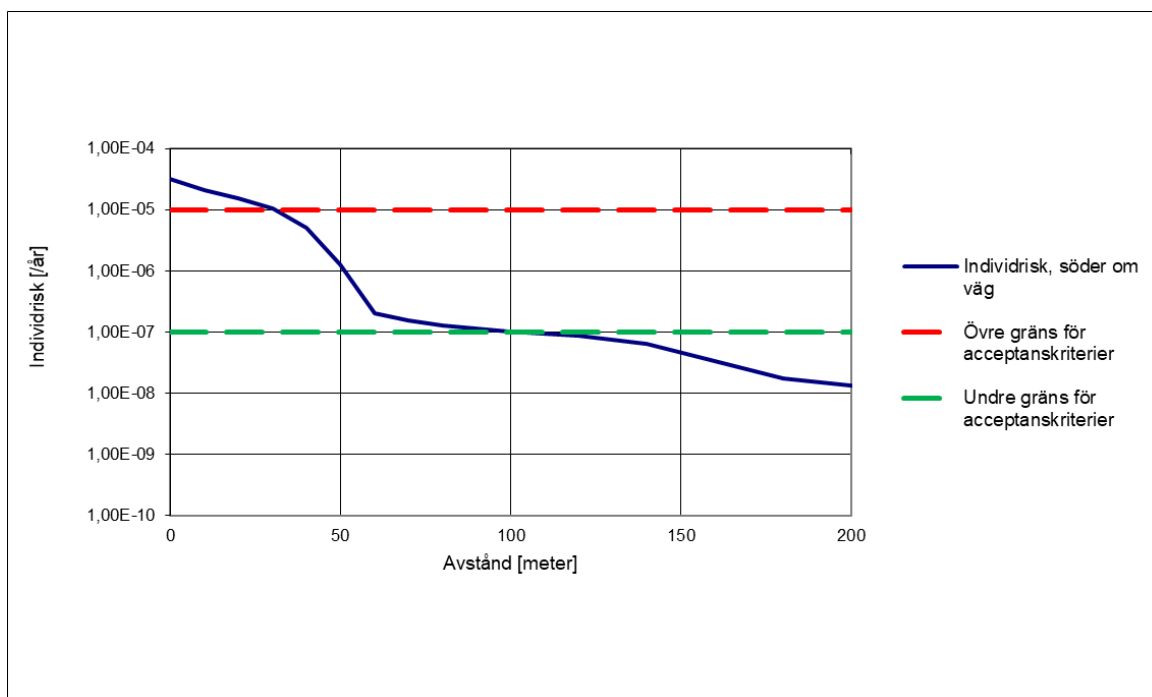
4.1.4 Vägavsnitt 4



Figur 24. Vägavsnitt 4, buffertzona TS utan åtgärder



Figur 25. Individrisk TS vägavsnitt 4 utan åtgärder, norr om väg



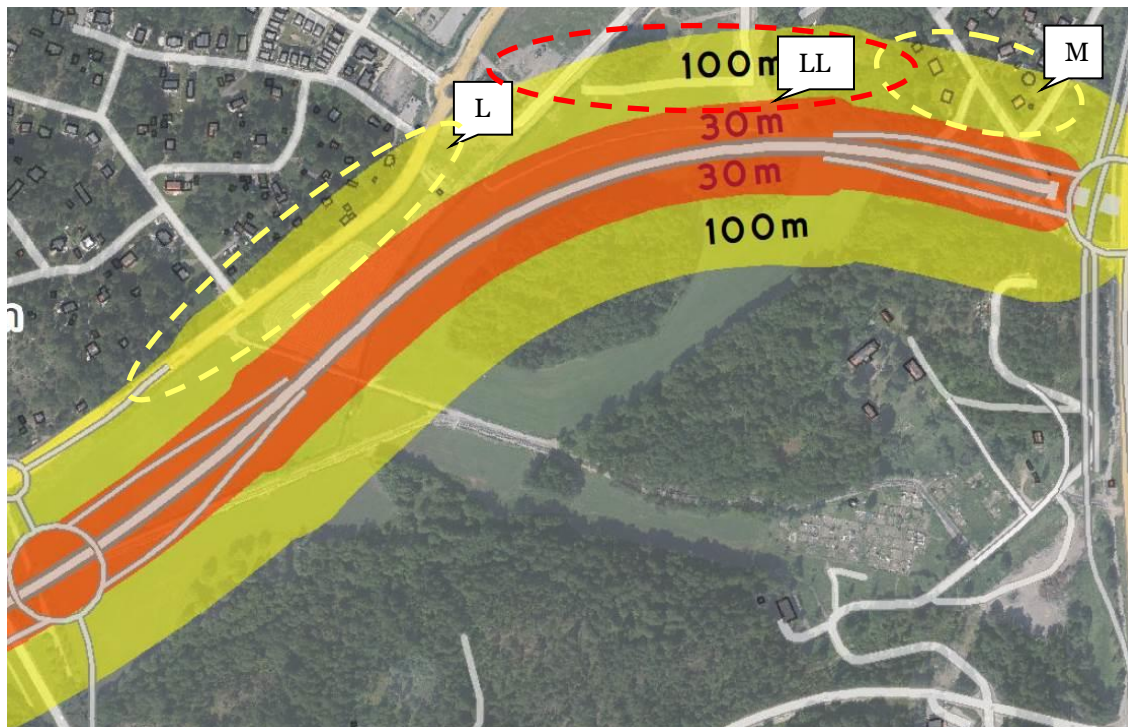
Figur 26. Individrisk TS vägavsnitt 4 utan åtgärder, söder om väg

Riskenivåer och konfliktområden

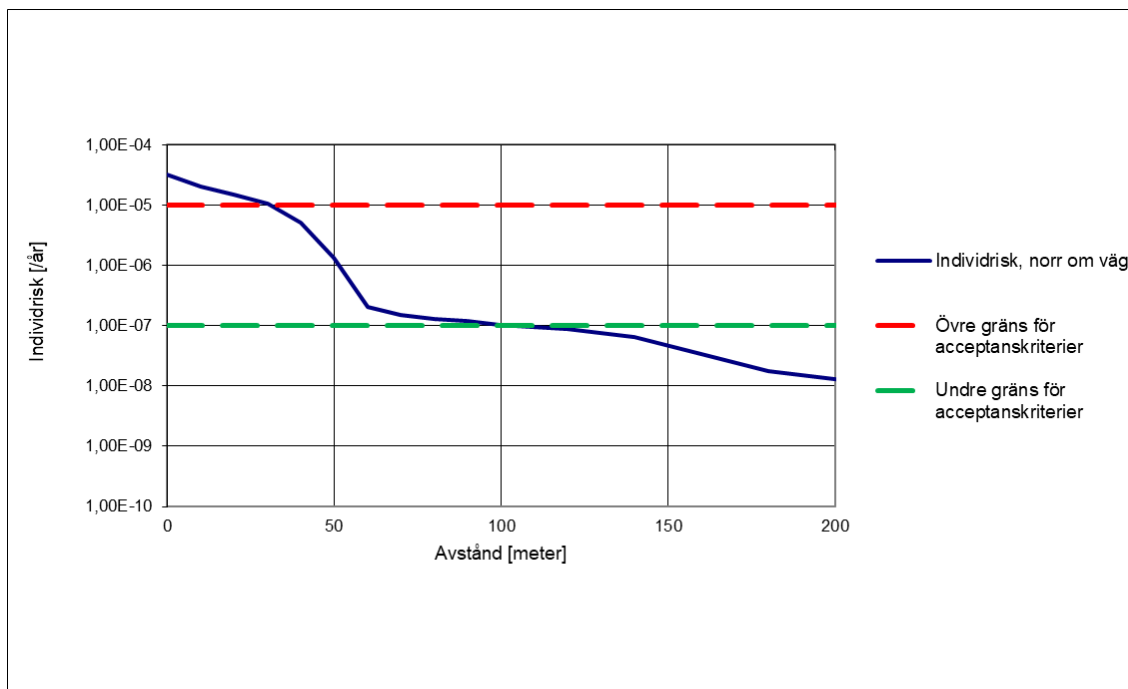
J) Ett flertal byggnader (villor) inom ALARP. Avståndet till närmaste byggnad är ca 80 meter.

K) Ett flertal byggnader (villor) inom ALARP. Avståndet till närmaste byggnad är ca 55 meter.

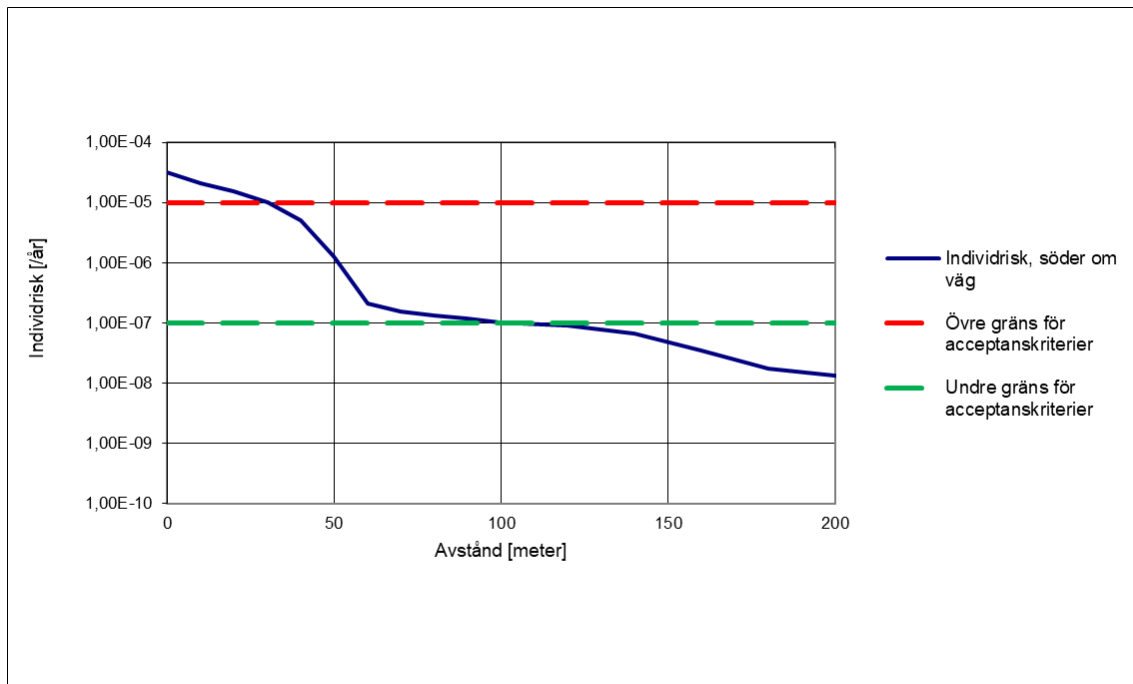
4.1.5 Vägavsnitt 5



Figur 27. Vägavsnitt 5, buffertzona TS utan åtgärder



Figur 28. Individrisk TS vägavsnitt 5 utan åtgärder, norr om väg



Figur 29. Individrisk TS vägavsnitt 5 utan åtgärder, söder om väg

Riskenivåer och konfliktområden

L) Ett flertal byggnader (villor) inom *ALARP*. Avståndet till närmaste byggnad är ca 80 meter.

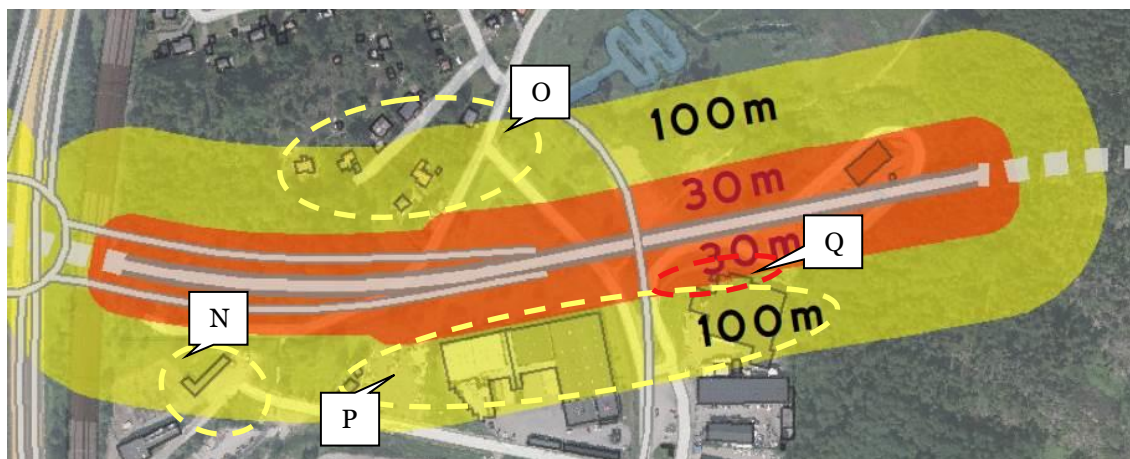
LL) Nyligen byggda samt outnyttjade byggrätter för handel (sällanköp), industri samt kontor delvis över *ALARP*. Avstånd till närmaste byggrätt är 25 meter.

M) Ett flertal byggnader (villor) inom *ALARP*. Avståndet till närmaste byggnad är ca 30 meter.

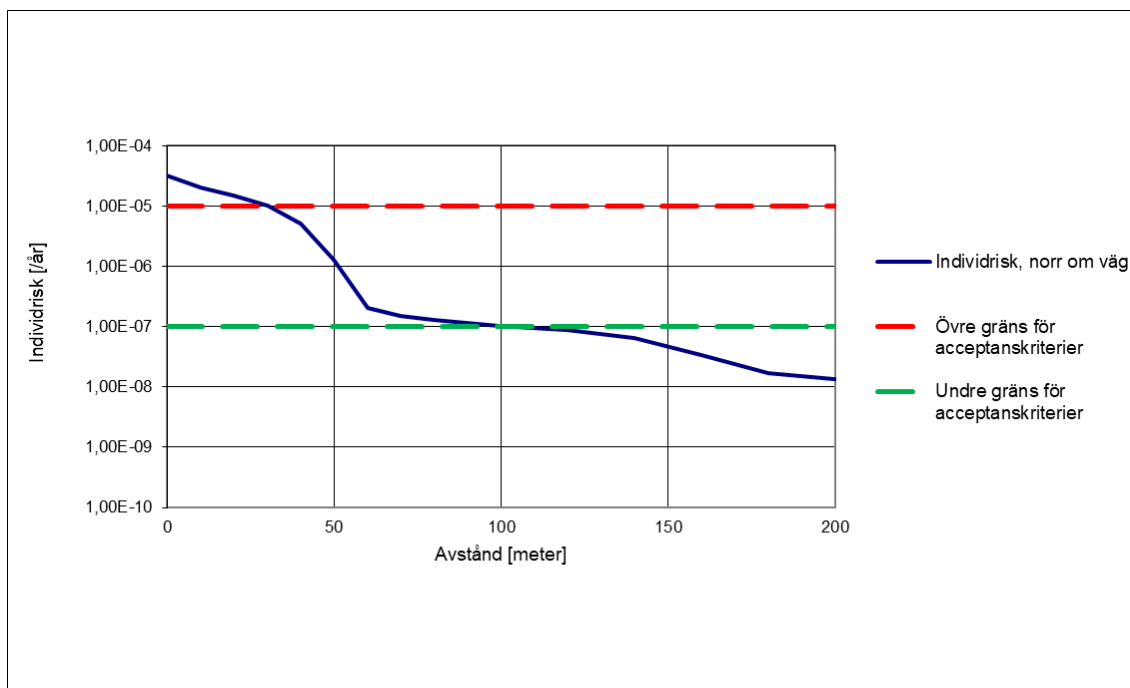
Samhällsrisk

Samhällsrisk beräknas för hela vägavsnitt 5 och 6. Beräkningarna presenteras därför i nästa avsnitt (vägavsnitt 6)

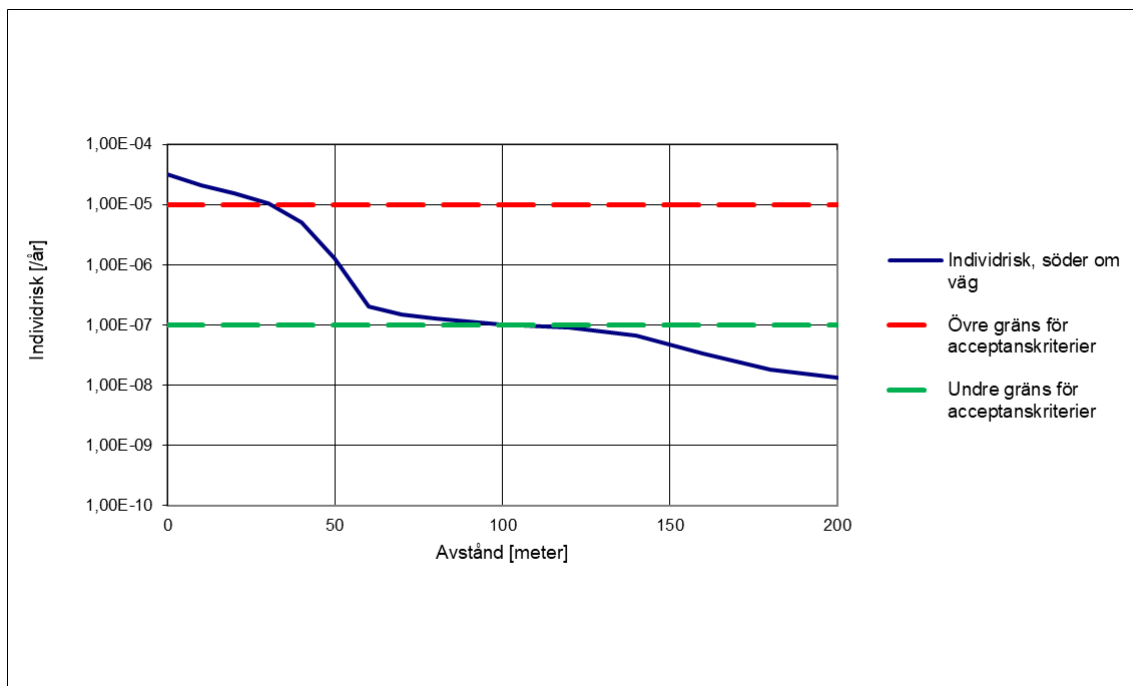
4.1.6 Vägavsnitt 6



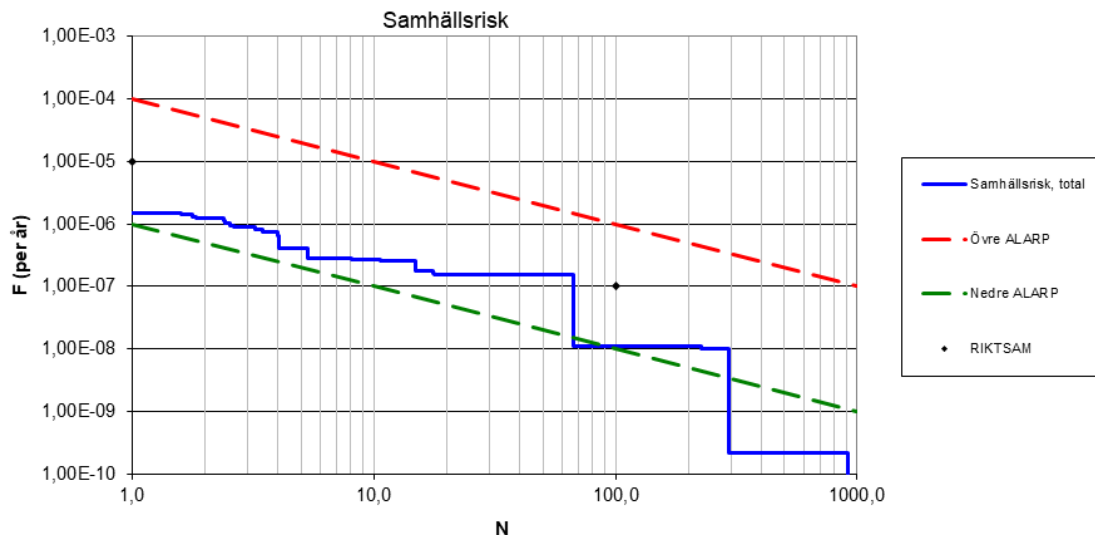
Figur 30 Vägavsnitt 6, buffertzona TS utan åtgärder



Figur 31. Individrisk TS vägavsnitt 6 utan åtgärder, norr om väg



Figur 32. Individrisk TS vägsnitt 6 utan åtgärder, söder om väg



Figur 33. Samhällsrisk vägsnitt 5 och 6

Riskenivåer och konfliktområden

N) Två byggnader (tekniska anläggningar) i anslutning till ställverk inom ALARP. Avståndet till närmaste byggnad är ca 35 meter (gäller ramp). Att vägen går i tråg har ej kvantifierats i de inledande beräkningarna.

O) Ett flertal byggnader (villor) inom ALARP. Avståndet till närmaste byggnad är strax ca 60 meter (gäller ramp).

P) Delar av byggnader (industri) inom ALARP. Avståndet till närmaste delar av byggnader är strax över 35 meter. Att vägen går i tråg har ej kvantifierats i de inledande beräkningarna.

Q) Delar av byggnader (industri) ovanför *ALARP*. Avståndet till närmaste delar av byggnader är ca 20 meter.

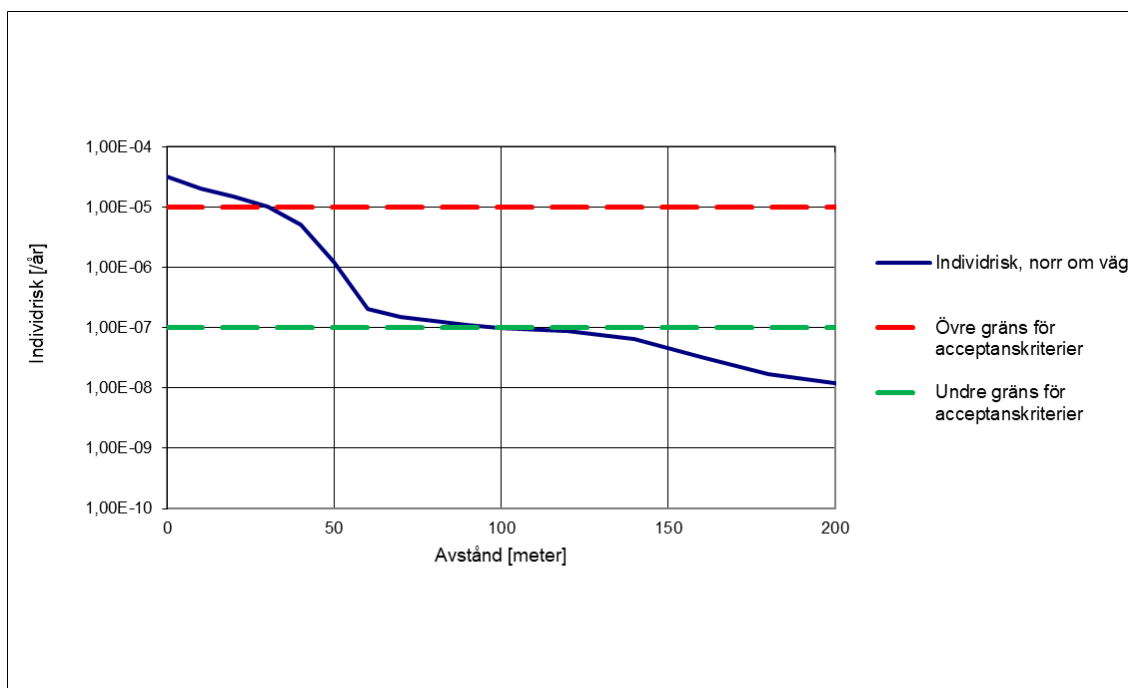
Samhällsrisk

Beräknad samhällsrisk ligger huvudsakligen i den lägre delen av *ALARP* men under *ALARP* för händelser med större antal omkomna. Den riskreducerande effekten av att vägen går i tråg har kvantifierats i den inledande beräkningen av samhällsrisk. Effekten av att vägen går i tråg framgår av den samhällsriskberäkning som presenteras i figuren ovan.

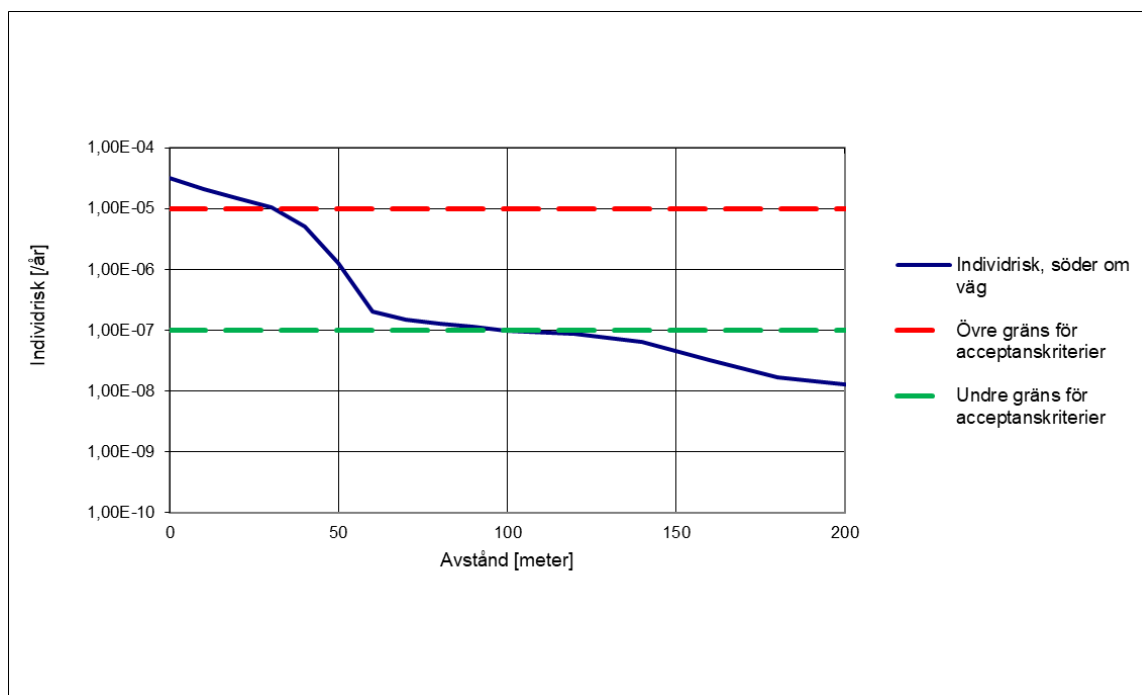
4.1.7 Vägavsnitt 7



Figur 34. Vägavsnitt 7, buffertzona TS utan åtgärder



Figur 35. Individerisk TS vägavsnitt 7 utan åtgärder, norr om väg



Figur 36. Individrisk TS vägvsnitt 7 utan åtgärder, söder om väg

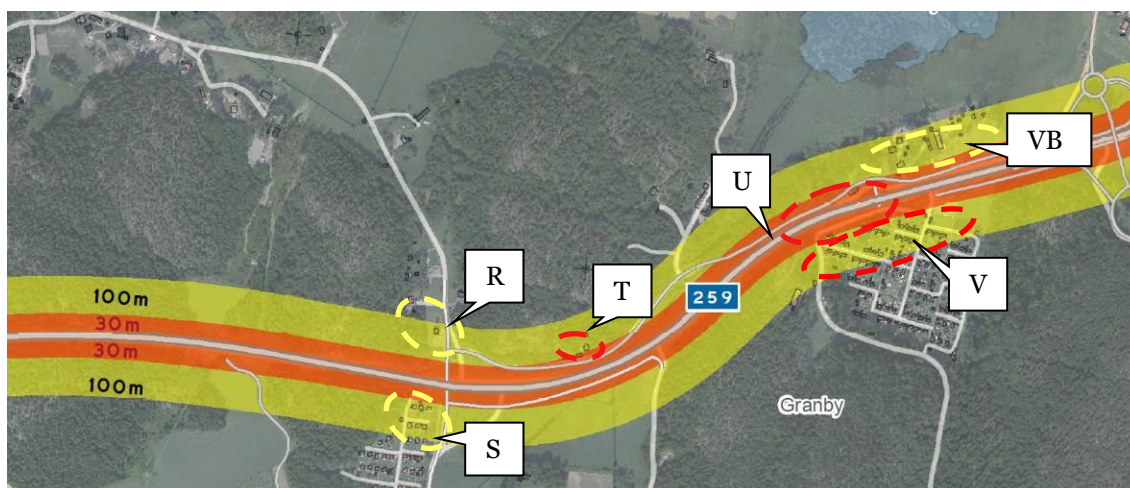
Riskenivåer och konfliktområden

Inga konfliktområden finns inom riskhanteringsavståndet.

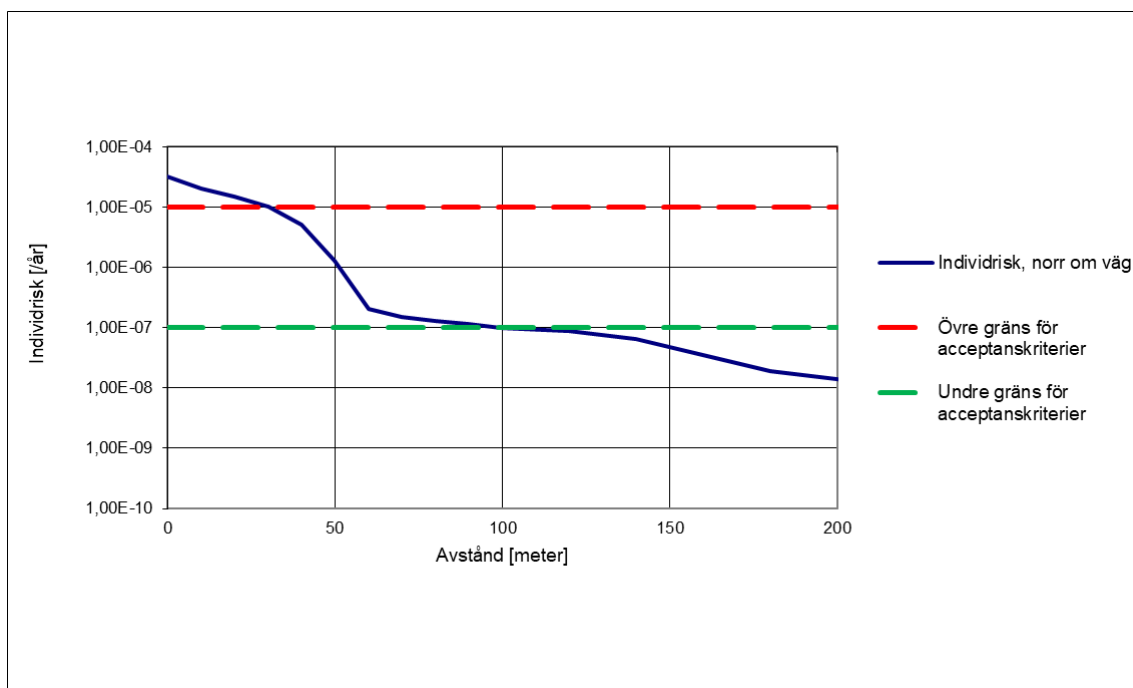
4.1.8 Vägavsnitt 8



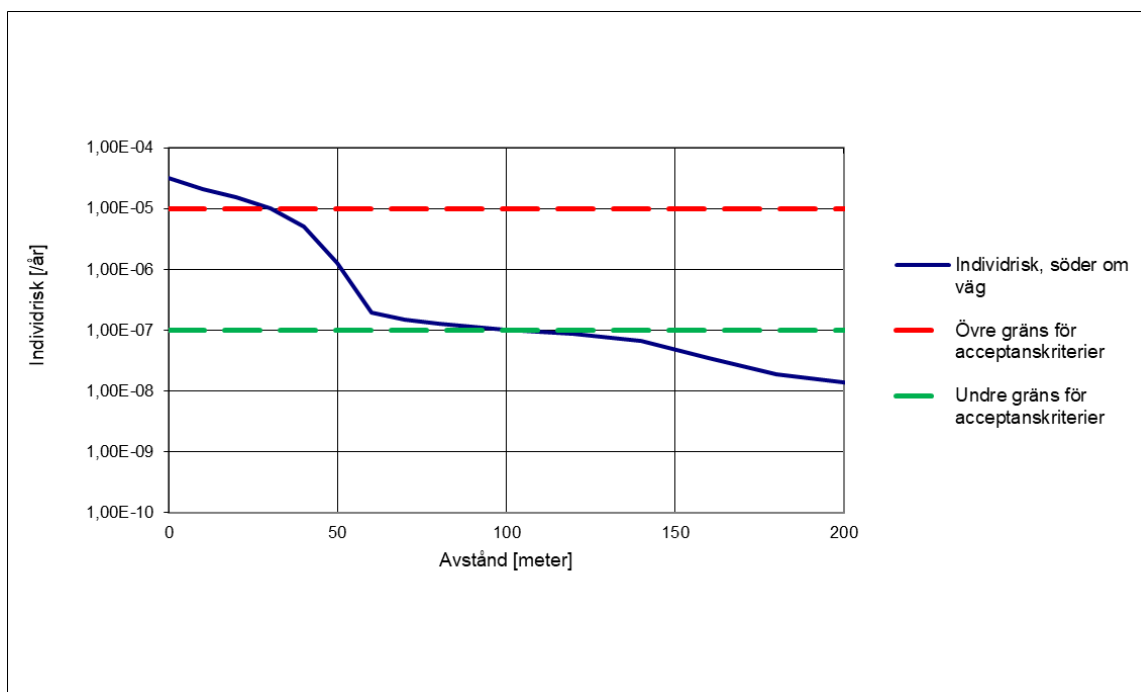
Figur 37. Vägavsnitt 8 del 1, buffertzona TS utan åtgärder



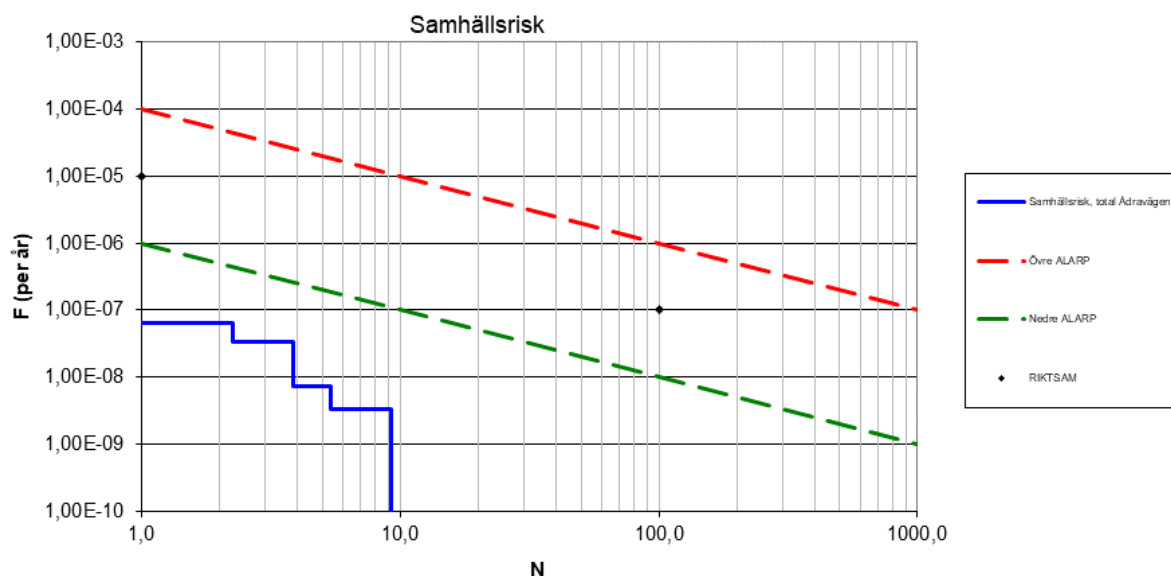
Figur 38. Vägavsnitt 8 del 2, buffertzona TS utan åtgärder



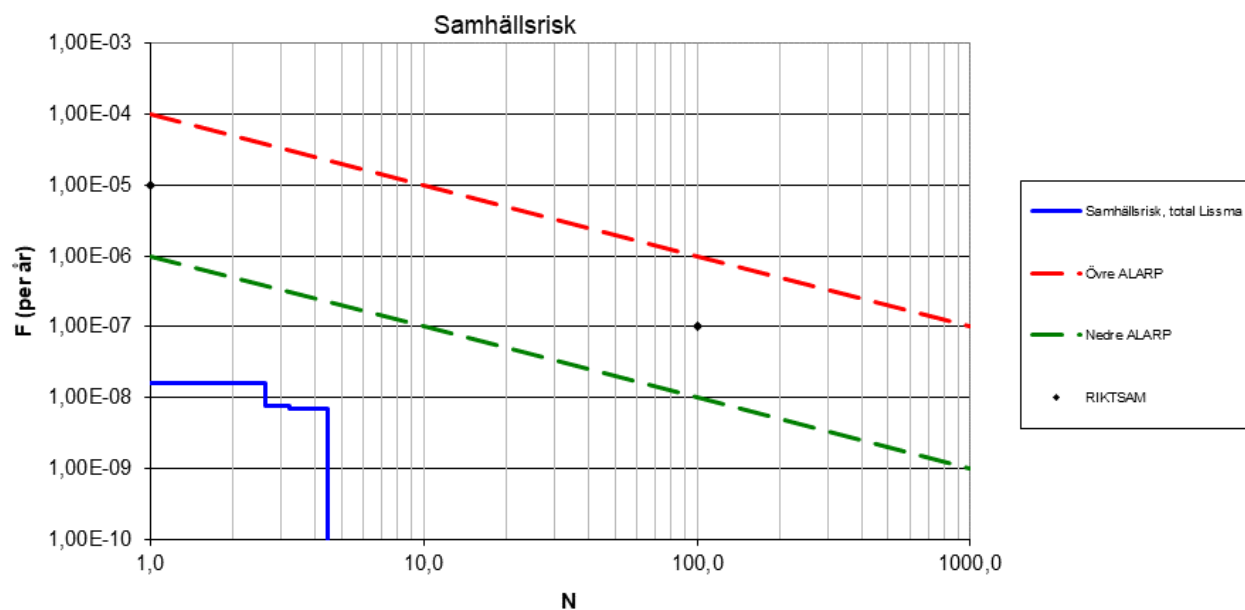
Figur 39. Individrisk TS vägsnitt 8 utan åtgärder, norr om väg



Figur 40. Individrisk TS vägsnitt 8 utan åtgärder, söder om väg



Figur 41. Samhällsrisk för området R), S) och T)



Figur 42. Samhällsrisk för området U), V) och VB)

Riskenivåer och konfliktområden

R) Ett kontor inom ALARP. Avstånd till närmaste byggnad är ca 80 meter.

S) Flertalet byggnader (bostäder) inom ALARP. Avståndet till närmaste byggnad är ca 32 meter.

T) Två byggnader (bostäder) ovanför ALARP. Avståndet till närmaste byggnad är strax över 25 meter.

U) Enskild byggnad (samlingslokal) ovanför ALARP. Avståndet till närmaste byggnad är strax över 10 meter.

V) Flertalet byggnader (bostäder) inom ALARP. Avståndet till närmaste byggnad är ca 25 meter.

VB) Bostadsbyggnad samt besöksnäring inom ALARP. Avståndet till närmaste byggnad är ca 35 meter.

Samhällsrisk

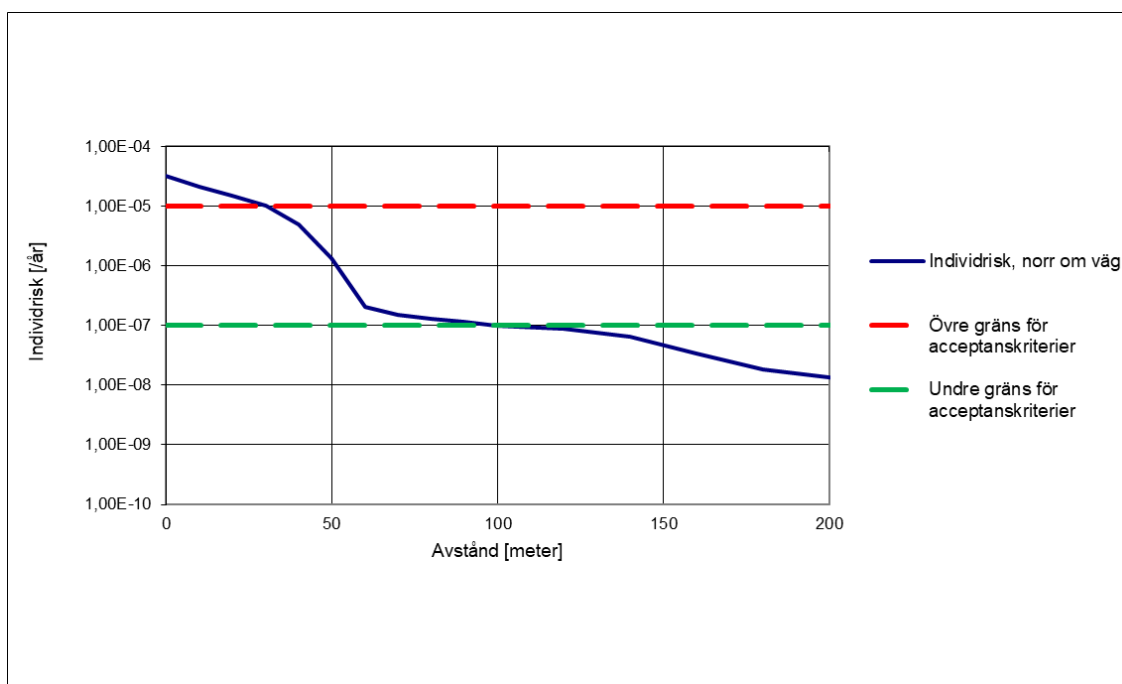
Beräknad samhällsrisk för området R), S) och T) ligger under *ALARP*.

Beräknad samhällsrisk för området U), V) och VB) ligger under *ALARP*

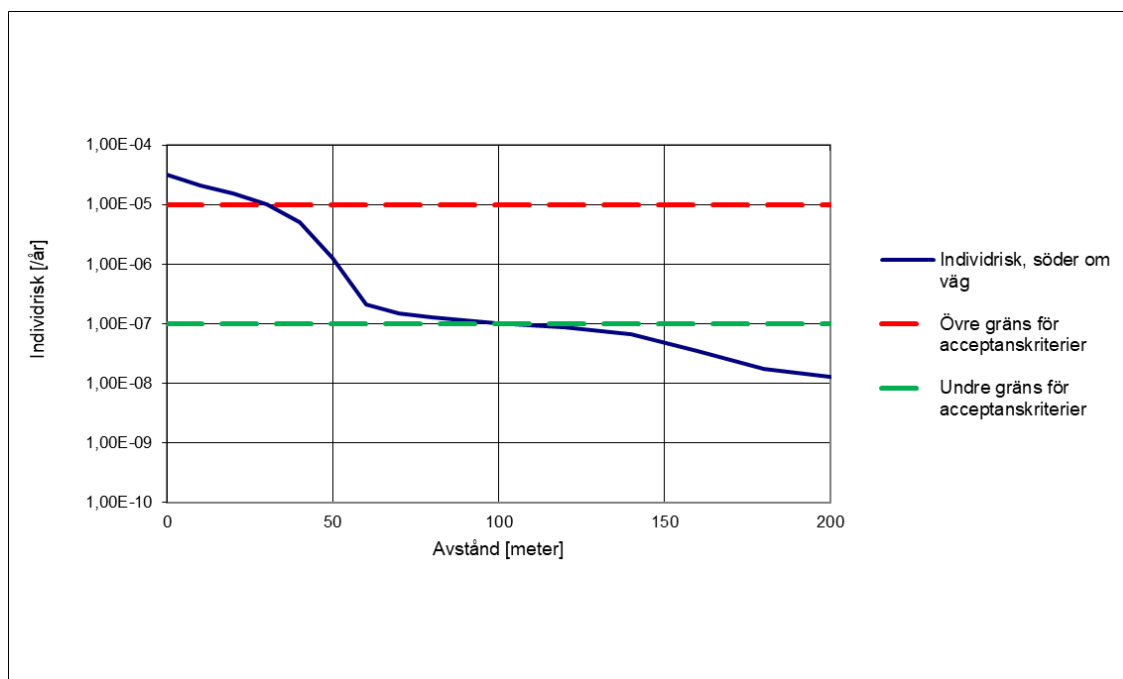
4.1.9 Vägavsnitt 9



Figur 43. Vägavsnitt 9, buffertzona TS utan åtgärder



Figur 44. Individerisk TS vägavsnitt 9 utan åtgärder, norr om väg

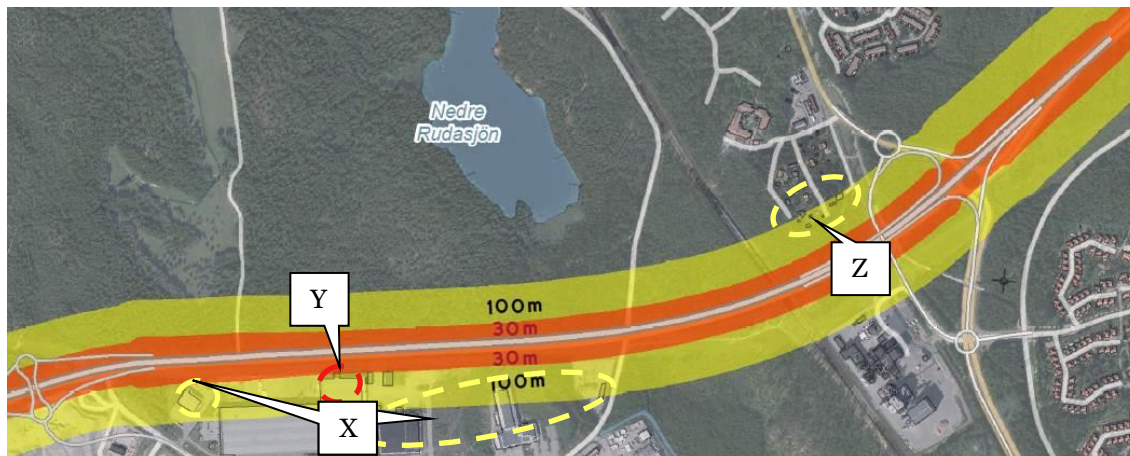


Figur 45. Individrisk TS vägvsnitt 9 utan åtgärder, norr om väg

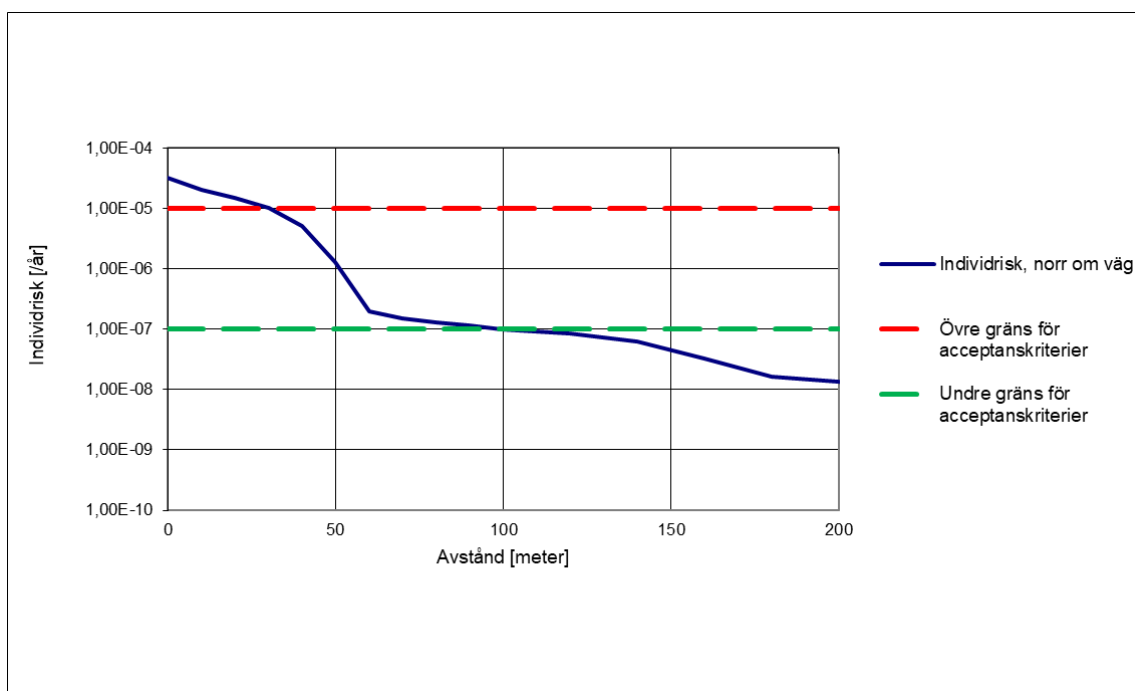
Riskenivåer och konfliktområden

W) En byggnad (bostad) inom *ALARP*. Avståndet till byggnaden är ca 100 meter.

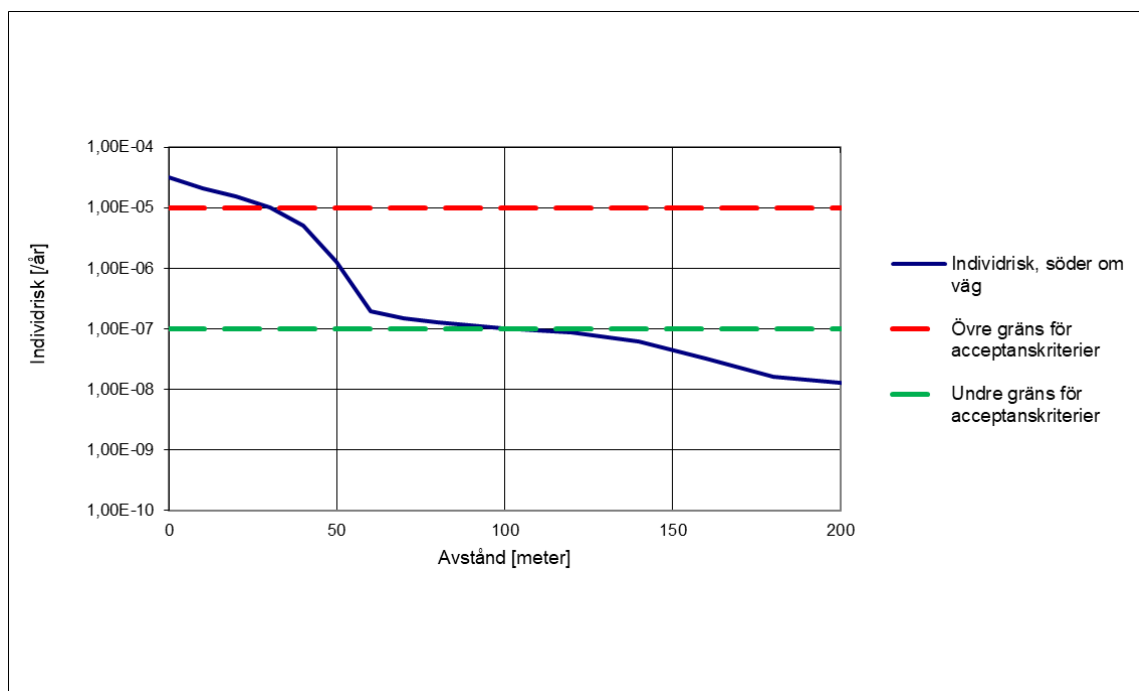
4.1.10 Vägavsnitt 10



Figur 46. Vägavsnitt 10, buffertzoon TS utan åtgärder



Figur 47. Individrisk TS vägavsnitt 10 utan åtgärder, norr om väg



Figur 48. Individrisk TS vägavsnitt 10 utan åtgärder, söder om väg

Riskenivåer och konfliktområden

X) Enstaka byggnader (industri) inom *ALARP*. Avståndet till närmaste byggnad är ca 40 meter.

Y) Delar av byggnader (industri) ovanför *ALARP*. Kortaste avståndet är strax över 25 meter men byggnaderna ligger till största del inom *ALARP*.

Z) Enstaka bostäder inom *ALARP*. Kortaste avståndet bostad ca 85 meter.

5 Riskvärdering och förslag på riskreducerande åtgärder

I detta avsnitt redogörs inledningsvis för vilka riskreducerande åtgärder som generellt är möjliga för att hantera olycksrisker vid samhällsplanering. Därefter görs en värdering av de beräknade risknivåerna i föregående avsnitt och en bedömning av behovet av riskreducerande åtgärder. Slutligen verifieras effekten av föreslagna riskreducerande åtgärder på risknivåerna.

5.1 Möjliga riskreducerande åtgärder

För att begränsa sannolikhet för och konsekvenser av olyckor med farligt gods kan en rad riskreducerande åtgärder införas. Åtgärderna kan syfta till att begränsa sannolikheten för trafikolyckor, sannolikheten för att olyckor med farligt gods leder till utsläpp till omgivningen eller omfattningen av utsläppet och dess följd effekter.

De riskreducerande åtgärder som presenteras nedan (Tabell 2) har olika behov av underhåll och reglering i planer eller i lokala föreskrifter för att funktionen ska tillgodoses. I tabellen görs även en inledande bedömning av åtgärdens lämplighet för TS. Åtgärd 1 – 8 lämpar sig vid planering av vägplan, och det är främst dessa som beaktas i riskanalysen. Åtgärd 9 – 15 lämpar sig främst som åtgärder vid nybyggnation eller ändringar av befintliga detaljplaner. Åtgärd 16 – 18 beaktas i utformningen av vägen.

Framtida tillkommande bebyggelse beaktas inte, utan endast befintliga detaljplaner som vunnit laga kraft ingår. För framtida exploatering är det därför viktigt att beakta olycksrisken. Som första åtgärd vid planering är att ta hänsyn till skyddsavstånd.

Tabell 2. Möjliga riskreducerande åtgärder (Räddningsverket och Boverket, 2006)

Nr	Åtgärd	Effekt	Lämplighet
1	Inlösen av mark	Åtgärden innebär att skyddsvärda objekt tas bort.	Åtgärden kan vara lämplig för vissa områden.
2	Dike	Kan förhindra att bland annat brandfarlig vätska rinner mot skyddsvärda objekt vid olycka. Kan även minska ytan av en pölbrand och på så sätt minska påverkan på skyddsvärda objekt.	Åtgärden kan vara lämplig för vissa områden.
3	VA-system	Ett VA-system kan utformas med möjlighet att samla upp bland annat brandfarliga vätskor som läcker ut på vägbanan vid olycka.	Åtgärden kan vara lämplig för vissa områden.
4	Vägräcke	Vägräcken kan reducera sannolikheten för att ett fordon som transporterar farligt gods lämnar vägbanan vid olycka och kan reducera risken för allvarliga kollisioner.	Åtgärden kan vara lämplig för vissa områden.
5	Skyddsavstånd	Åtgärden innebär att avståndet från väg till skyddsvärda objekt ökas vilket kan minska påverkan på objekt i händelse av farligt gods-olycka.	Åtgärden kan vara lämplig för vissa områden.
6	Vall/mur/plank (exempel förstärkta bullerskyddsskärmar)	Kan utgöra ett fysiskt skydd mot främst brand, explosion, spridning av tung gas och fordon som lämnar vägbanan. Skyddets höjd, robusthet och motstånd mot brand inverkar på dess effektivitet.	Åtgärden kan vara lämplig för vissa områden.
7	Tråg	Åtgärden innebär att vägbanan sänks ned eller omgärdas av en vall på respektive sida om vägen. Kan utgöra ett fysiskt skydd mot främst brand, explosion, spridning av tung gas och fordon som lämnar vägbanan. Trågets djup inverkar på åtgärdens effektivitet.	Åtgärden kan vara lämplig för vissa områden.
8	Porös markbeläggning	Kan skydda mot att brandfarlig vätska sprids efter en olycka vilket kan förhindra att pölbränder uppstår nära skyddsvärda objekt.	Åtgärden kan vara lämplig för vissa områden.
9	Disposition inom byggnad/anläggning	Åtgärden innebär att känsligare delar av byggnader eller anläggningar placeras på ett sådant sätt att de påverkas mindre vid farligt gods-olycka på vägen.	Åtgärden kan vara lämplig för vissa områden men innebär förändringar utanför vägplan.
10	Placering av friskluftsintag för byggnad	Kan, beroende på placering, skydda mot att brandfarliga och/eller giftiga gaser sprids in i byggnad eller anläggning genom ventilationen.	Åtgärden kan vara lämplig för vissa områden men innebär förändringar utanför vägplan.

Nr	Åtgärd	Effekt	Lämplighet
11	Förstärkning av byggnadsstomme	Kan skydda mot tryckvågor och splitter från explosioner till följd av farligt gods-olyckor.	Åtgärden kan vara lämplig för vissa områden men innebär förändringar utanför vägplan.
12	Begränsning byggnads fönsterarea	Kan skydda mot tryckvågor och splitter från explosioner till följd av farligt gods-olyckor.	Åtgärden kan vara lämplig för vissa områden men innebär förändringar utanför vägplan.
13	Ej öppningsbara fönster i byggnad	Kan skydda mot insläpp av brandfarliga och/eller giftiga ämnen in i byggnader.	Åtgärden kan vara lämplig för vissa områden men innebär förändringar utanför vägplan.
14	Brandskyddad fasad på byggnad	Kan skydda mot att brand sprids till byggnad vid farligt gods-olycka på väg.	Åtgärden kan vara lämplig för vissa områden men innebär förändringar utanför vägplan.
15	Centralt avstängningsbar ventilation för byggnad	Åtgärden innebär att ventilation inom en byggnad eller anläggning kan stängas av vid en eventuell olycka där brandfarlig och/eller giftig gas förväntas spridas mot anläggningen eller byggnaden. Avstängningen kan ske via en bemannad plats eller via detektorer.	Åtgärden innebär förändringar utanför vägplan och det kan vara svårt att säkerställa att åtgärdens funktion upprätthålls över tid varför den sannolikt inte är lämplig.
16	Restriktioner för transport av farligt gods	Begränsar vilka ADR-klasser som får transporteras på TS vid olika tider på dygnet vilket kan medföra att antalet farligt gods-transporter och antalet förväntade olyckor reduceras.	Då ett av syftena med TS är att skapa bättre förutsättningar för transport av gods och farligt gods i öst-västlig riktning är denna åtgärd inte lämplig för TS.
17	Separata körfält för mötande trafik	Separata körfält förväntas reducera risken för trafikolyckor så som omkörningsolyckor och mötandeolyckor.	Åtgärden beaktas i utformningen av vägen och behandlas därför inte vidare i denna utredning.
18	Vägutformning	Vägutformningen kan reducera risken för vissa typer av olyckor. Utformningar av cirkulationsplatser, planskilda korsningar, påfartssträckor, vävsträckor, begränsning av lutningar, trafikstyrning, trafikövervakning, kameraövervakning och vägsignaler kan ha riskreducerande effekt.	Åtgärden beaktas i utformningen av vägen och behandlas därför inte vidare i denna utredning.

Vid bedömning av åtgärders lämplighet beaktas följande:

ADR klass 2 (gas) och ADR klass 3 (brandfarlig vätska) är de ADR klasserna som har störst påverkan på riskbilden längs med TS. Åtgärder för ADR klass 2 är ofta friskluftsintag som monteras på sida bort från riskkällan, eller att friskluftsintagen görs avstängningsbara eller bestyckas med detektion. Dessa åtgärder kan vara effektiva, men ger ofta inte ett hundra procentigt skydd, vilket gör att kvantifiering i beräkningar är svårt. Dessa åtgärder brukar användas främst vid nybyggnation och kan vara svåra/dyra att införa på befintliga byggnader.

Åtgärder för ADR klass 3 är ofta vägräcken, dike, fasadåtgärder eller vall/mur/plank. Fasadåtgärder är ofta effektivt vid nybyggnation, medan vall/mur/plank är en effektiv åtgärd även för befintliga byggnader. Vanliga konsekvensavstånd är att en pölbrand kan få påverkan inom 25 - 30 meter från vägen, men så långa avstånd som upp till 50 meter från vägen är möjligt om pölen kan rinna i riktning mot bebyggelsen. Med hjälp av vägräcken och diken kan fördröjd pölbrand förhindras, vilket gör att de dimensionerande avstånden sänks från 50m till 25 - 30 meter. Vall/mur/plank kan med fördel användas på byggnader främst inom 30 meter, men även på platser upp till 50 meter där riskpåverkan från ADR klass 3 är hög. Över 50 meter får vall/mur/plank en begränsad effekt då konsekvensavstånden för ADR klass 3 ligger på runt 50 meter. En vall/mur/plank har viss effekt även mot andra ADR klasser (t.ex. Jetflamma), men för att vara konservativ så antas i dessa beräkningarna vall/mur/plank enbart ha en riskreducerande effekt på ADR klass 3. Då bullerskyddsskärmar (plank) kommer att finnas på flertalet sträckor längst med TS så föreslås dessa uppföras för att klara strålning från ADR klass 3. Bullerskyddsskärmar som ej uppförs i obrännbart material antas även ha en positiv effekt då de fördröjer spridning av brand, om än ej i samma utsträckning som förstärkta bullerskyddsskärmar. I beräkningarna har de vanliga bullerskyddsskärmarna ej kvantifierats för att vara konservativ.

Tråg kan antas ha samma riskreducerande effekt som vägräcke, dike samt vall/mur/plank beroende på hur djupt tråget är. Geografiska skillnader kan med fördel användas som åtgärder, detta kan till exempel vara nivåskillnader som får en samma riskreducerande effekt som mur/vall/plank och nivåskillnaden är tillräckligt hög.

Som riskreducerande åtgärder för TS anses följande åtgärder vara mest lämpliga och effektiva:

- Vägräcke
- Dike
- Vall/mur/plank
- Tråg

5.2 Värdering av risknivåer och förslag på riskreducerande åtgärder

I detta avsnitt bedöms vilka åtgärder som är lämpliga för varje vägsnitt, samt beräknade risknivåer efter införda riskreducerande åtgärder.

5.2.1 Vägsnitt 1

Värdering av risknivåer och förslag på riskreducerande åtgärder

A) Individerisken är i den övre delen av *ALARP* och detta främst på grund av påverkan från ADR-klass 3. För att reducera risknivåerna föreslås att åtgärderna 2) Dike, 4) Vägräcke. Bullerskyddsskärmar (ej förstärkta) kommer uppföras på sträckan vilket kommer medföra en viss riskreducerande effekt som ej har kvantifierats i beräkningarna.

B) Individerisken är delvis över *ALARP* och detta främst på grund av påverkan från ADR-klass 3 (brandfarlig vätska). För att reducera risknivåerna föreslås att åtgärderna 2) Dike, 4) Vägräcke. Bullerskyddsskärmar (ej förstärkta) kommer uppföras på sträckan vilket kommer medföra en viss riskreducerande effekt som ej har kvantifierats i beräkningarna.

C) Individerisken är delvis över *ALARP* och detta främst på grund av påverkan från ADR-klass 3 (brandfarlig vätska). För att reducera risknivåerna föreslås att åtgärderna 2) Dike, 4) Vägräcke och 6) Förstärkta bullerskyddsskärmar vidtas intill vägen. En sådan förstärkt bullerskyddsskärm bör vara minst 4 meter högt, vara icke-transparent, ha ett obrännbart ytskikt mot vägen och uppfylla brandteknisk klass EW30 eller motsvarande. Om de förstärkta bullerskyddsskärmarna placeras på en ramp som går på en högre plushöjd än genomfartsleden kan de förstärkta bullerskyddsskärmarnas höjd minskas med denna plushöjdsskillnad. I de fall bullerskärm planeras kan denna med fördel uppföras så att den även fungerar som brandskydd.

D) Individerisken är delvis över *ALARP* och detta främst på grund av påverkan från ADR-klass 3 (brandfarlig vätska). För att reducera risknivåerna föreslås att åtgärderna 2) Dike, 4) Vägräcke och 6) Förstärkta bullerskyddsskärmar vidtas intill vägen. En förstärkt bullerskyddsskärm bör vara minst 4 meter högt, vara icke-transparent, ha ett obrännbart ytskikt mot vägen och uppfylla brandteknisk klass EW30 eller motsvarande. Om de förstärkta bullerskyddsskärmarna placeras på en ramp som går på en högre plushöjd än genomfartsleden kan de förstärkta bullerskyddsskärmarnas höjd minskas med denna plushöjdsskillnad. I de fall bullerskärm planeras kan denna med fördel uppföras så att den även fungerar som brandskydd.

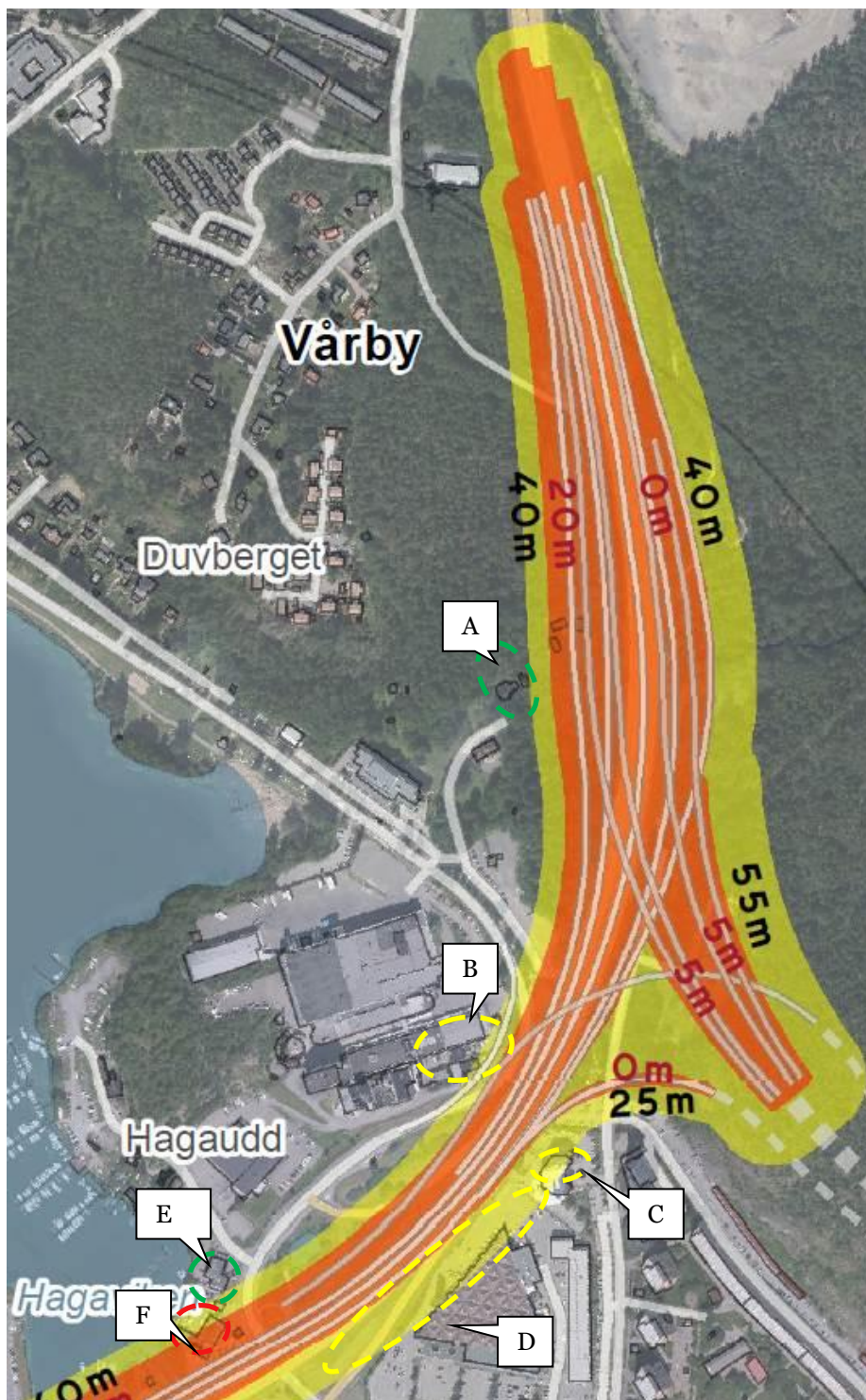
E) Individerisken är i den övre delen av *ALARP* och detta främst på grund av påverkan från ADR-klass 3. För att reducera risknivåerna föreslås att åtgärderna 2) Dike, 4) Vägräcke. Bullerskyddsskärmar (ej förstärkta) kommer uppföras på sträckan vilket kommer medföra en viss riskreducerande effekt som ej har kvantifierats i beräkningarna.

F) Fastigheten tas med förvärv då delar av nya Vårby Broar kommer gå över fastigheten.

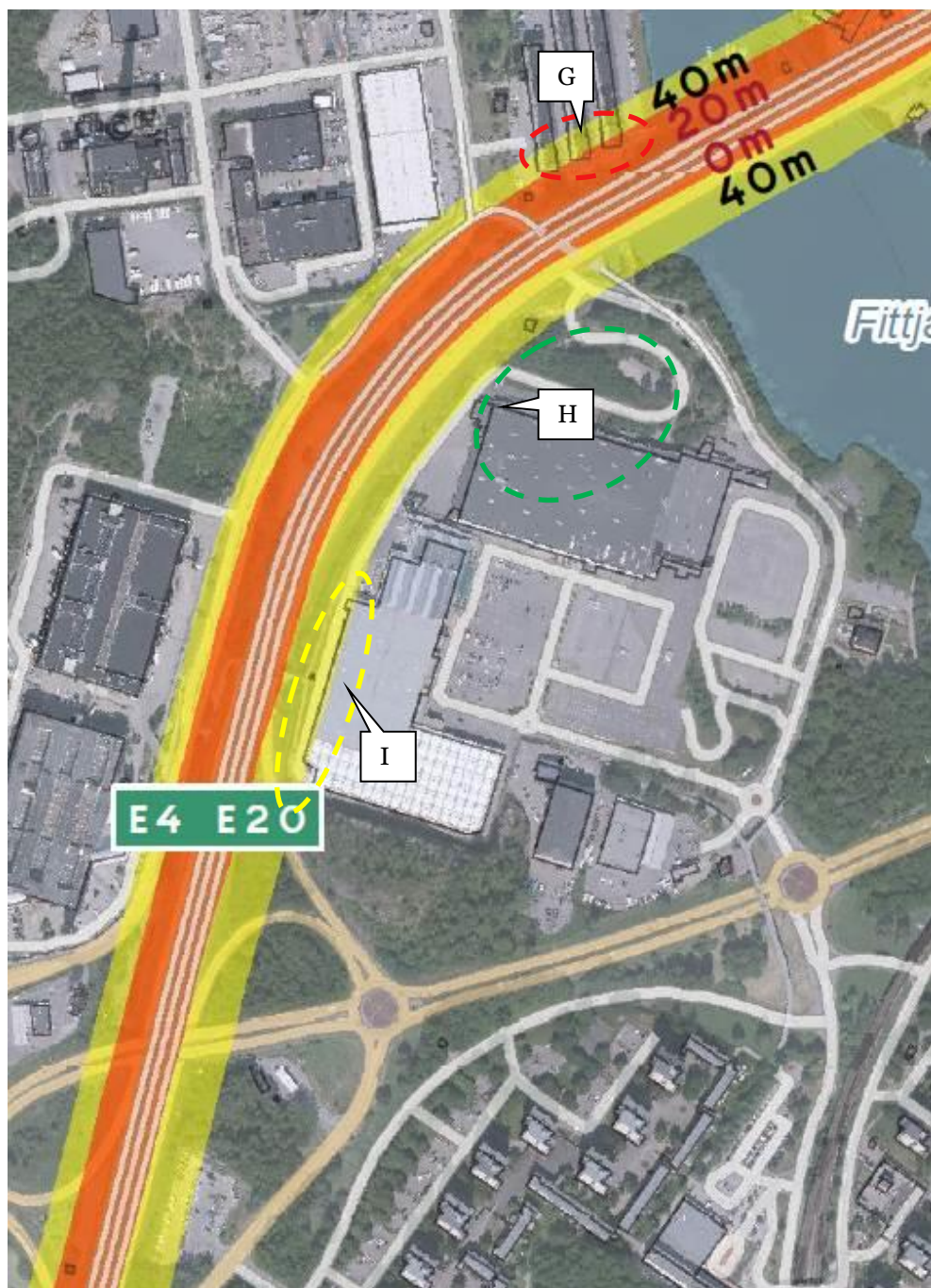
G) Fastigheten Varvet 1 får ett eget åtgärdspaket. Se Varvet 1, Bilaga C, för detaljerad information.

H) Individerisken är i den övre delen av *ALARP* och detta främst på grund av påverkan från ADR-klass 3. Byggnaderna ligger på en betydande högre höjd än vägen vilket har en riskreducerande effekt som har kvantifierats i beräkningar. För att reducera risknivåerna föreslås att åtgärderna 2) Dike, 4) Vägräcke. Bullerskyddsskärmar (ej förstärkta) kommer uppföras på sträckan vilket kommer medföra en viss riskreducerande effekt som ej har kvantifierats i beräkningarna.

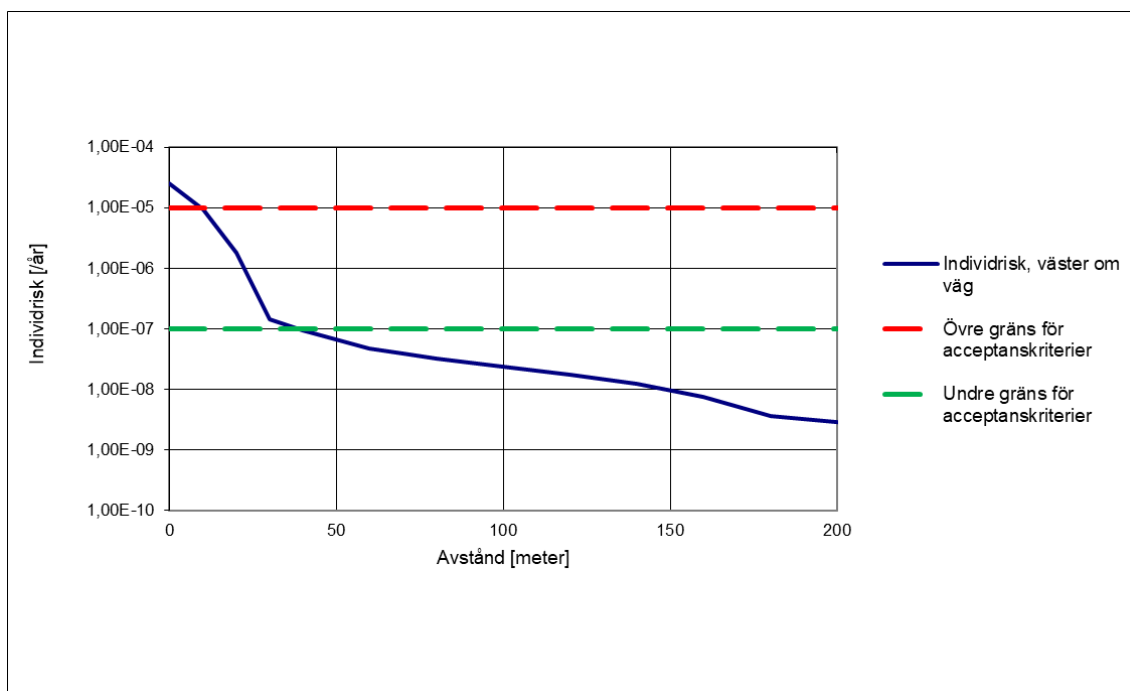
I) Individrisken är delvis över *ALARP* och detta främst på grund av påverkan från ADR-klass 3 (brandfarlig vätska). Byggnaderna ligger på en betydande högre höjd än vägen vilket har en riskreducerande effekt som har kvantifierats i beräkningar. För att reducera risknivåerna föreslås att åtgärderna 2) Dike, 4) Vagräcke. Bullerskyddsskärmar (ej förstärkta) kommer uppföras på sträckan vilket kommer medföra en viss riskreducerande effekt som ej har kvantifierats i beräkningarna.



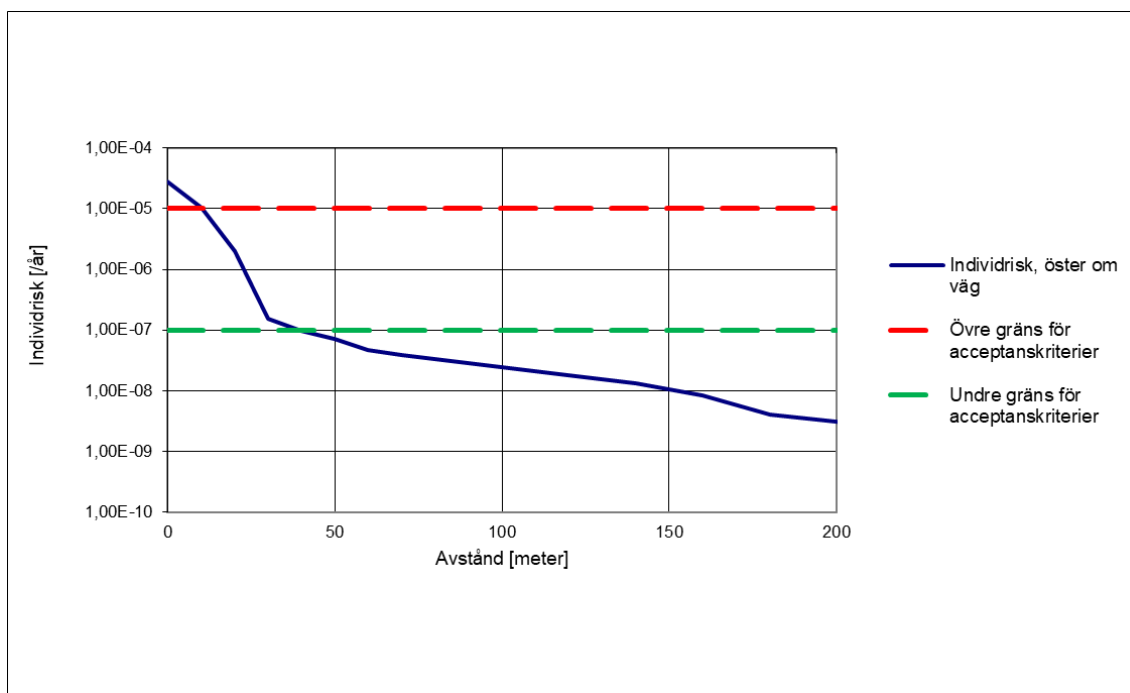
Figur 49. Vägavsnitt 1 del 1, buffertzon med åtgärder



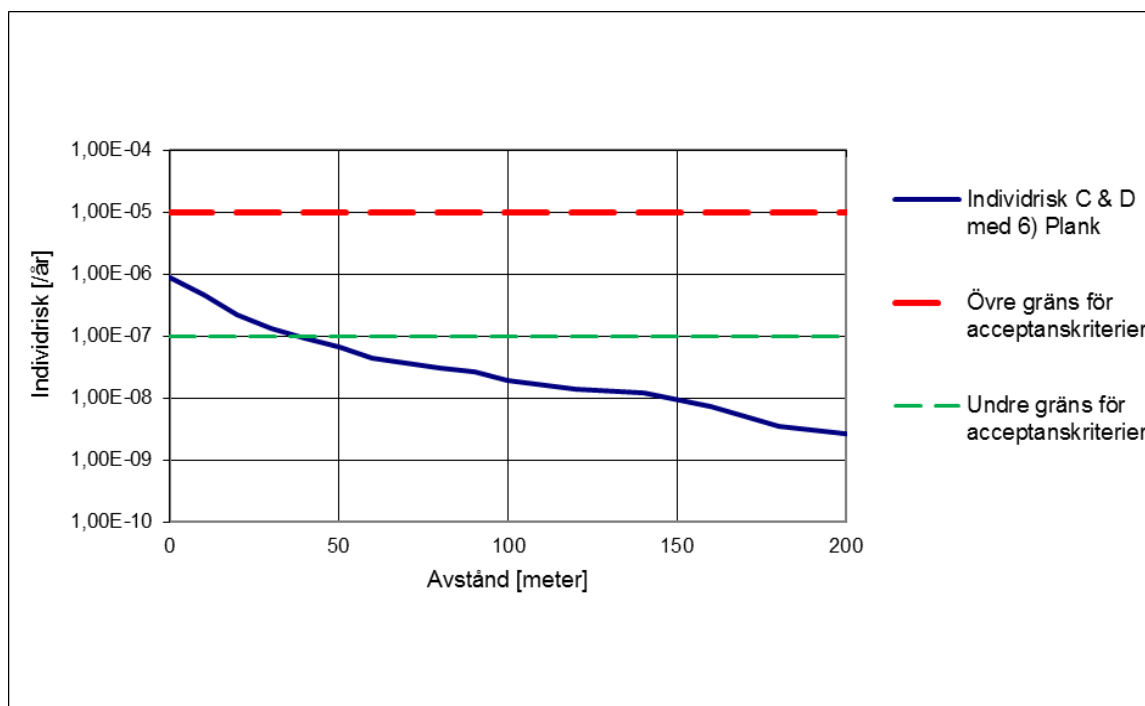
Figur 50. Vägavsnitt 1 del 2, buffertzon med åtgärder



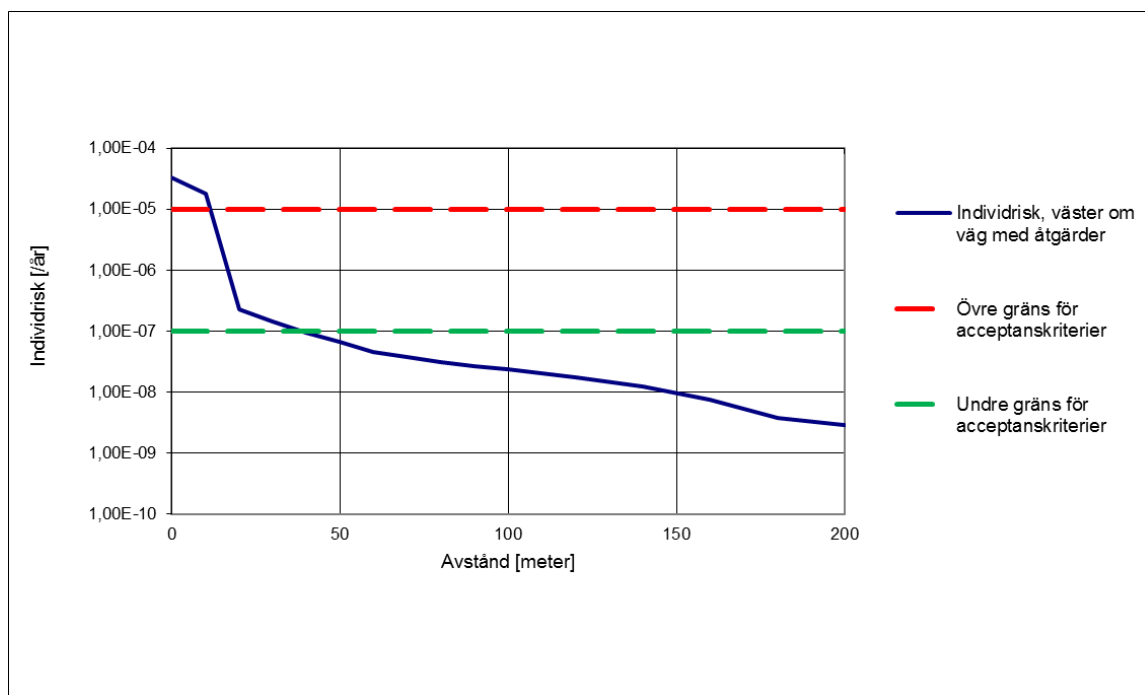
Figur 51. Individrisk E4/E20 med åtgärder, väster om väg



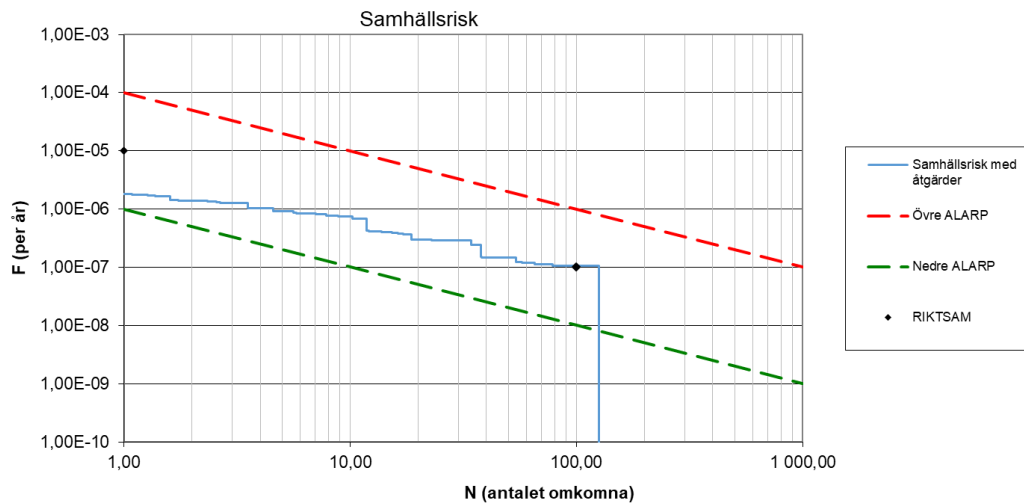
Figur 52. Individrisk E4/E20 med åtgärder, öster om väg



Figur 53. Individrisk E4/E20 med förstärkta bullerskyddsskärmar förbi fastighet C och D



Figur 54. Individrisk E4/E20 för fastigheten Varvet 1 med fasadåtgärder. För mer info se Bilaga C



Figur 55 Samhällsrisk E4/E20 med åtgärder.

Värdering av risknivåer efter vidtagande av föreslagna riskreducerande åtgärder

A) Risknivåerna sjunker med de föreslagna riskreducerande åtgärderna och hamnar under *ALARP*. Inga ytterligare åtgärder bedöms vara rimliga att vidta för att vidare reducera denna risknivå.

B) Risknivåerna sjunker med de föreslagna riskreducerande åtgärderna och hamnar inom *ALARP*. Då byggnaden är klassad som industribyggnad som har lägre krav enligt Länsstyrelsen i Stockholm riktlinjer anses inga ytterligare åtgärder bedöms vara rimliga att vidta för att vidare reducera denna risknivå.

C) Risknivåerna sjunker till acceptabla nivåer med de föreslagna riskreducerande åtgärderna och hamnar i den lägre delen av *ALARP*. Inga ytterligare åtgärder bedöms vara rimliga att vidta för att vidare reducera denna risknivå.

D) Risknivåerna sjunker med de föreslagna riskreducerande åtgärderna och hamnar i den lägre delen av *ALARP*. Inga ytterligare åtgärder bedöms vara rimliga att vidta för att vidare reducera denna risknivå.

E) Risknivåerna sjunker med de föreslagna riskreducerande åtgärderna och hamnar under *ALARP*. Inga ytterligare åtgärder bedöms vara rimliga att vidta för att vidare reducera denna risknivå.

F) Fastigheten tas med förvärv. Inga ytterligare åtgärder bedöms vara rimliga.

G) Risknivåerna sjunker med de föreslagna åtgärderna och hamnar i den nedre delen av *ALARP*. Se Bilaga C, för Varvet 1 för detaljerad riskanalys med åtgärder

H) Risknivåerna sjunker med de föreslagna riskreducerande åtgärderna och hamnar under *ALARP*. Inga ytterligare åtgärder bedöms vara rimliga att vidta för att vidare reducera denna risknivå.

I) Risknivåerna sjunker med de föreslagna riskreducerande åtgärderna och hamnar i den lägre delen av *ALARP*. Inga ytterligare åtgärder bedöms vara rimliga att vidta för att vidare reducera denna risknivå.

Samhällsrisk

Samhällsriskerna hamnar i den lägre delen av *ALARP* vid införande av föreslagna riskreducerande åtgärder. Med åtgärder som föreslås för vägvsnittet för TS så uppnås acceptabla åtgärder då konsekvenserna från främst ADR klass 3 minskar. För att ytterligare sänka samhällsriskerna behövs konsekvenserna för ADR klass 2 sänkas. Då ADR klass 2 är svår att få ett hundra procentigt skydd mot (åtgärder kan till exempel vara förvärv eller ventilationsåtgärder som är svårt på befintliga enbostadshus) så kan dessa åtgärder anses vara orimliga.

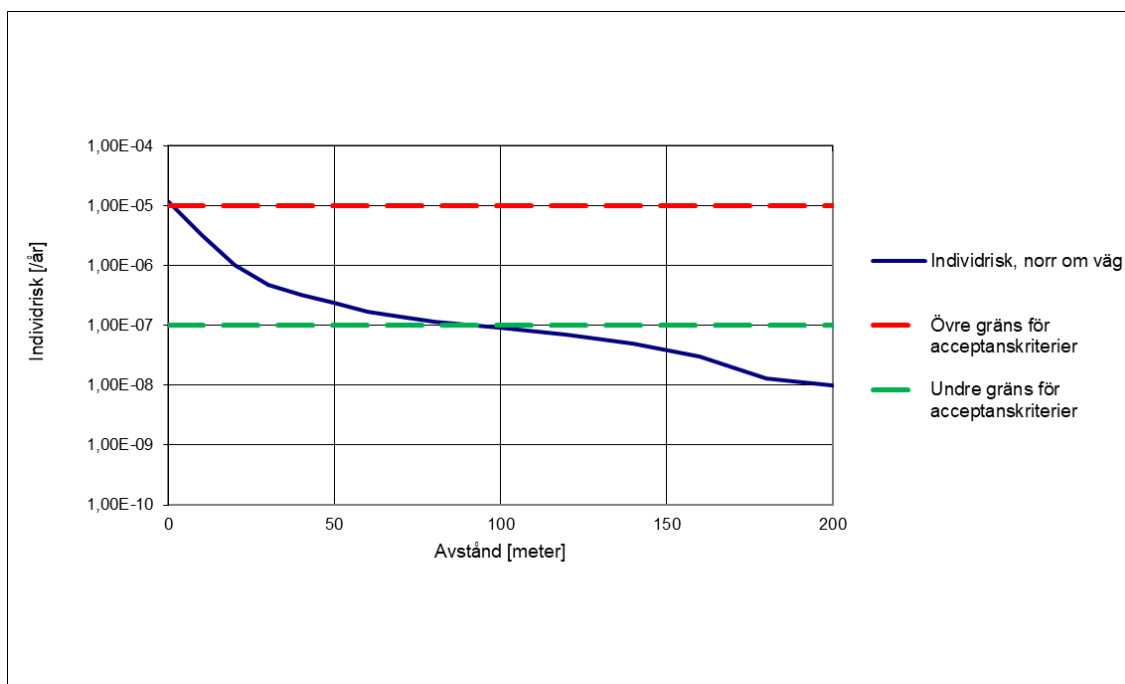
5.2.2 Vägavsnitt 2

Värdering av risknivåer och förslag på riskreducerande åtgärder

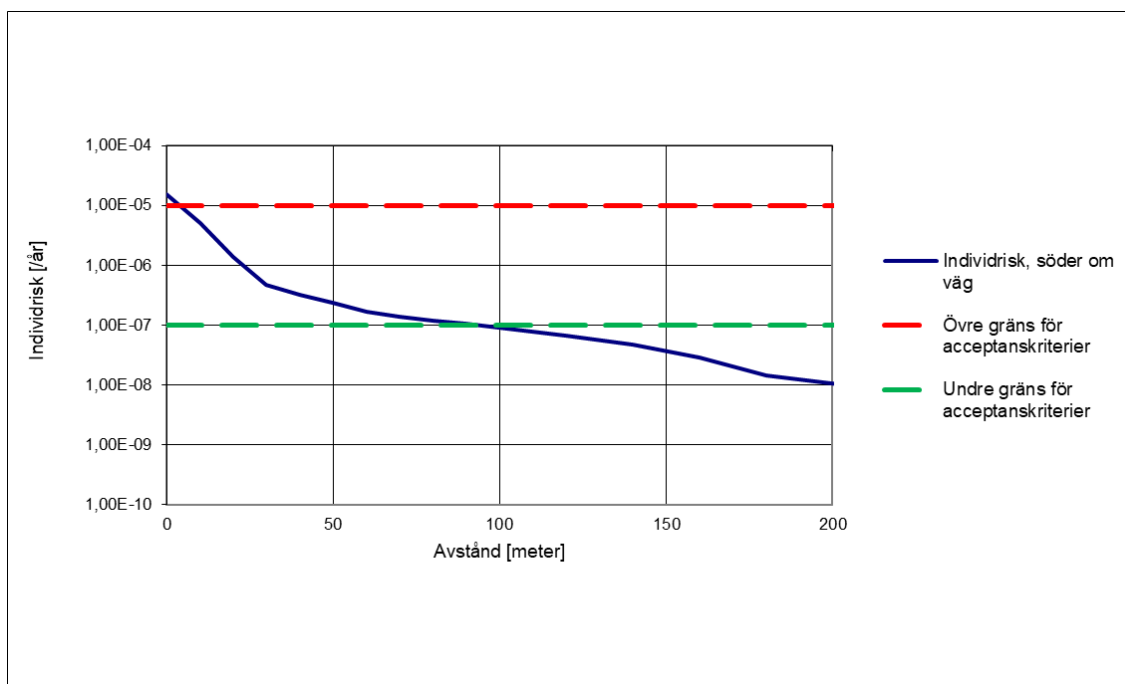
Eftersom inga konfliktområden finns inom riskhanteringsavståndet bedöms risknivån vara acceptabel utan riskreducerande åtgärder. Av andra skäl än för att hantera omgivningens risknivåer kommer dock åtgärderna 2) Dike och 4) Vagräcke att vidtas intill vägen. Detta har en riskreducerande effekt vilken framgår i kartan och diagrammen nedan.



Figur 56. Vägavsnitt 2, buffertzona TS med åtgärder



Figur 57. Individerisk TS vägsnitt 2 med åtgärder, norr om väg



Figur 58. Individerisk TS vägsnitt 2 med åtgärder, söder om väg

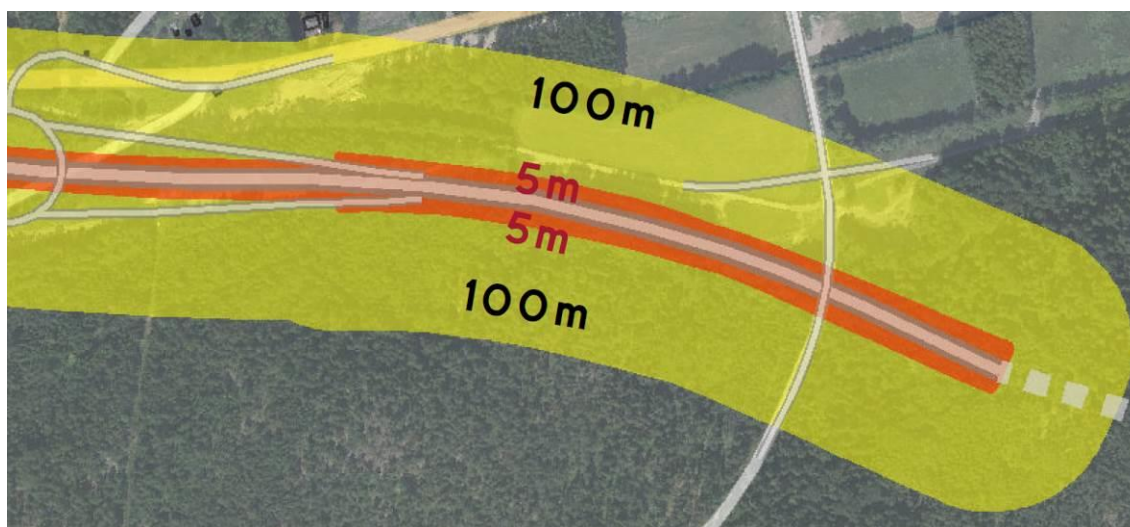
Värdering av risknivåer efter vidtagande av föreslagna riskreducerande åtgärder

Ingen bebyggelse finns inom riskhanteringsavståndet.

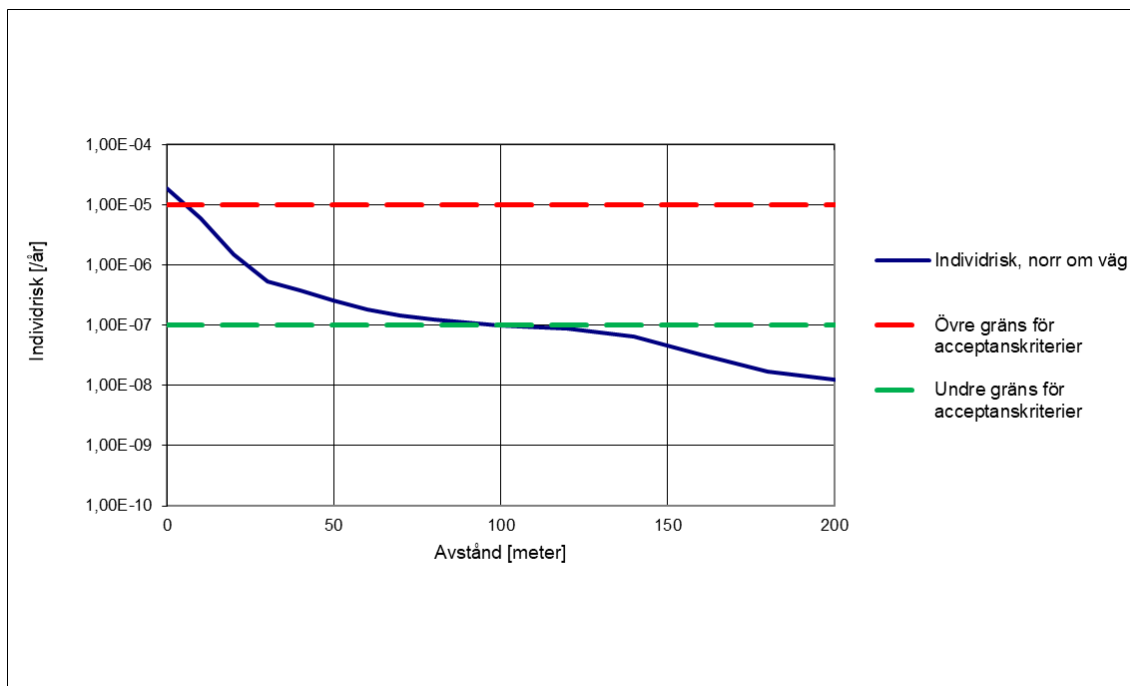
5.2.3 Vägavsnitt 3

Värdering av risknivåer och förslag på riskreducerande åtgärder

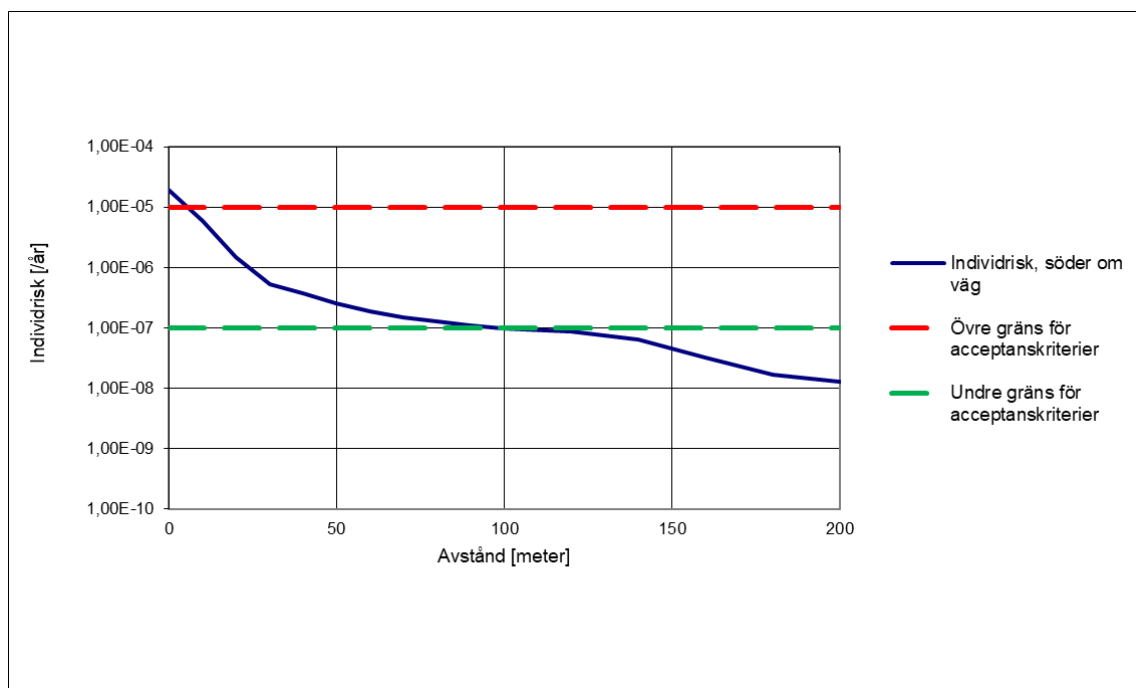
Eftersom inga konfliktområden finns inom riskhanteringsavståndet bedöms risknivån vara acceptabel utan riskreducerande åtgärder. Av andra skäl än för att hantera omgivningens risknivåer kommer dock åtgärderna 2) Dike och 4) Väggräcke att vidtas intill vägen. Detta har en riskreducerande effekt vilken framgår i kartan och diagrammen nedan.



Figur 59. Vägavsnitt 3, buffertzona TS med åtgärder



Figur 60. Individrisk TS vägavsnitt 3 med åtgärder, norr om väg



Figur 61. Individrisk TS vägavsnitt 3 med åtgärder, söder om väg

Värdering av risknivåer efter vidtagande av föreslagna riskreducerande åtgärder

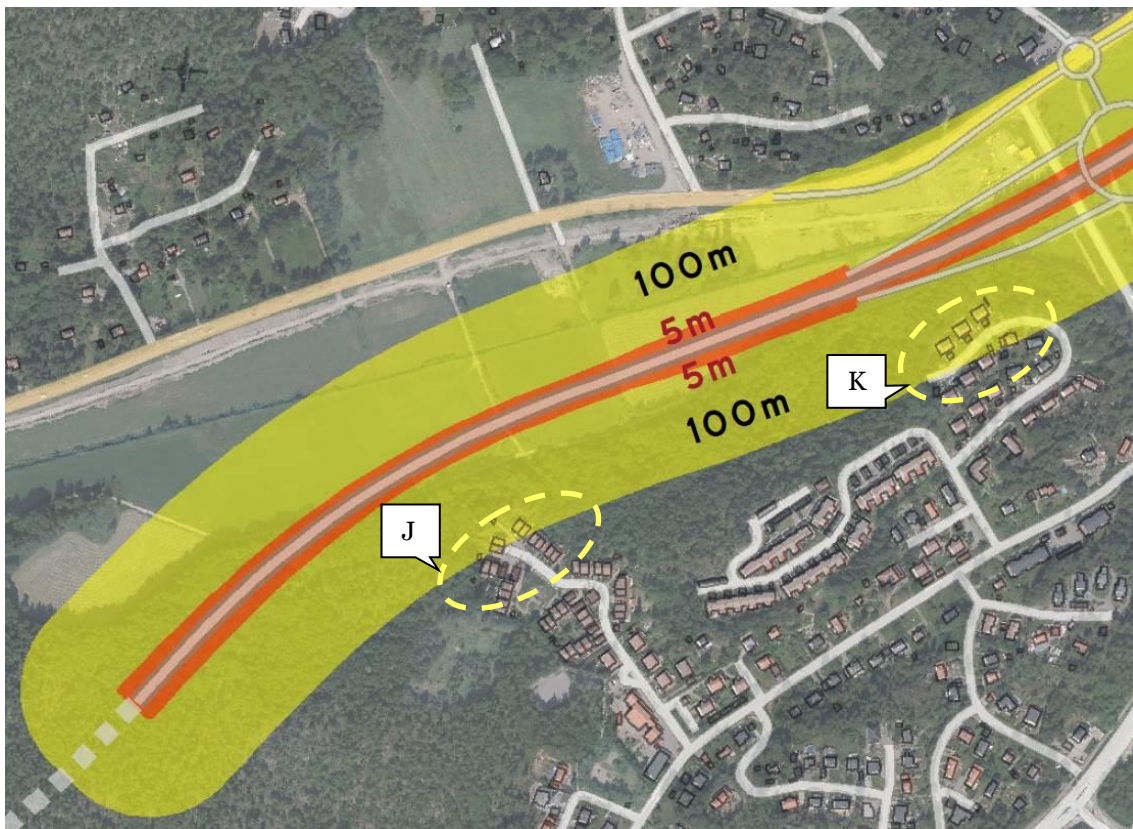
Ingen bebyggelse finns inom riskhanteringsavståndet.

5.2.4 Vägavsnitt 4

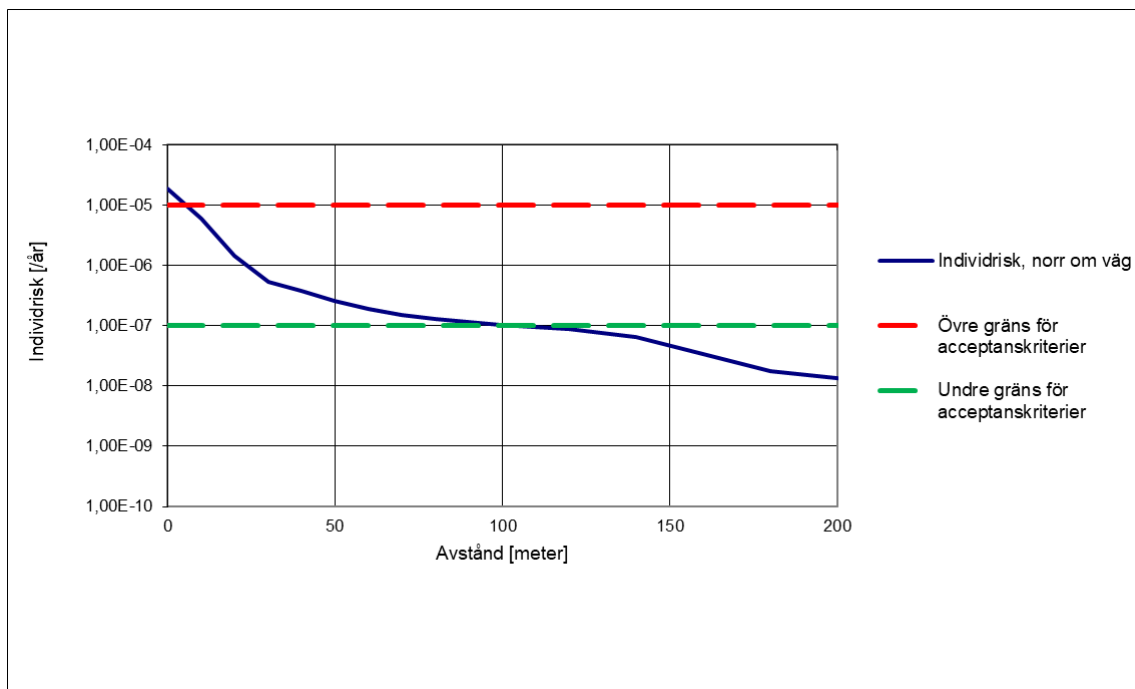
Värdering av risknivåer och förslag på riskreducerande åtgärder

J) Individrisken är i den nedre delen av *ALARP* och detta främst på grund av påverkan från ADR-klass 2 (gas). Ingen av åtgärderna i Tabell 2 bedöms vara rimliga att vidta för att ytterligare reducera denna risknivå. Av andra skäl än för att hantera omgivningens risknivåer kommer dock åtgärderna 2) Dike och 4) Vågräcke att vidtas intill vägen. Detta har en riskreducerande effekt vilken framgår i kartan och diagrammen nedan. Bullerskyddsskärmar (ej förstärkta) kommer uppföras på sträckan vilket kommer medföra en viss riskreducerande effekt som ej har kvantifierats i beräkningarna.

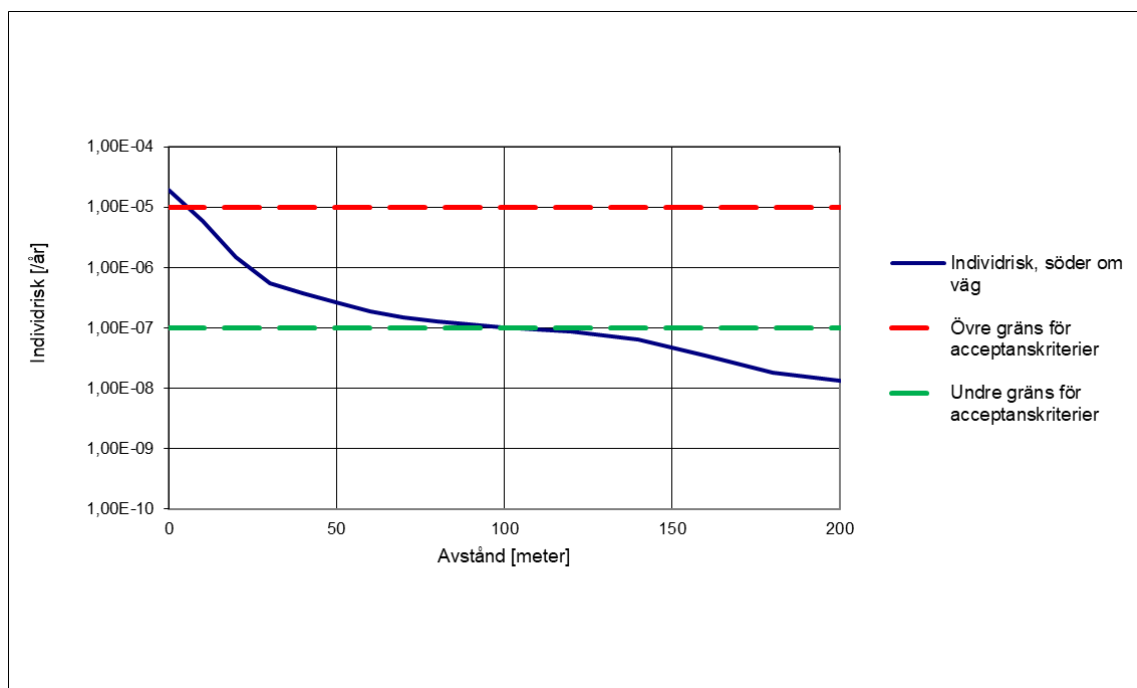
K) Individrisken är i den nedre delen av *ALARP* och detta främst på grund av påverkan från ADR-klass 2 (gas). Byggnaderna ligger på en högre höjd än vägen vilket har en riskreducerande effekt som dock inte har kvantifierats i beräkningar. Ramperna till trafikplatsen antas även ha en riskreducerande effekt som dock inte heller har kvantifierats i beräkningarna. För att reducera risknivåerna föreslås att åtgärderna 2) Dike, 4) Vågräcke. Bullerskyddsskärmar (ej förstärkta) kommer uppföras på sträckan vilket kommer medföra en viss riskreducerande effekt som ej har kvantifierats i beräkningarna.



Figur 62. Vägavsnitt 4, buffertzona TS med åtgärder



Figur 63. Individrisk TS vägsnitt 4 med åtgärder, norr om väg



Figur 64. Individrisk TS vägsnitt 4 med åtgärder, söder om väg

Värdering av risknivåer efter vidtagande av föreslagna riskreducerande åtgärder

J) Risknivåerna sjunker marginellt med de föreslagna riskreducerande åtgärderna och hamnar i den lägre delen av ALARP. Inga ytterligare åtgärder bedöms vara rimliga att vidta för att vidare reducera denna risknivå.

K) Risknivåerna sjunker marginellt med de föreslagna riskreducerande åtgärderna och hamnar i den lägre delen av ALARP. Inga ytterligare åtgärder bedöms vara rimliga att vidta för att vidare reducera denna risknivå.

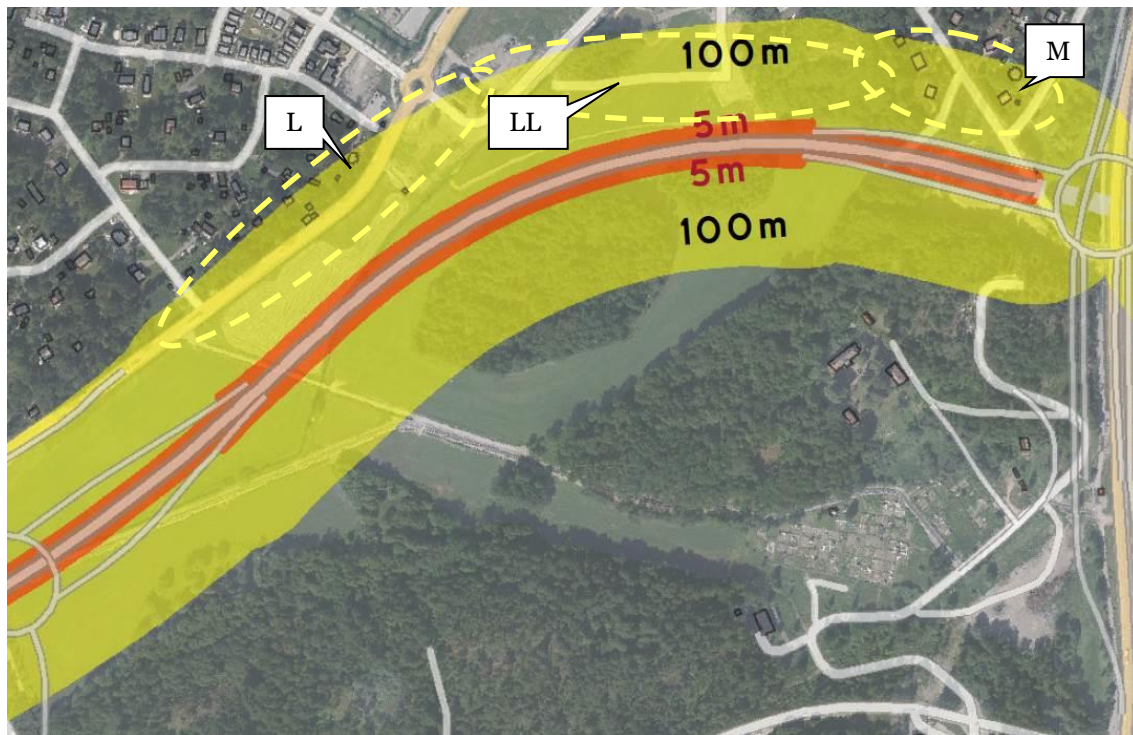
5.2.5 Vägavsnitt 5

Värdering av risknivåer och förslag på riskreducerande åtgärder

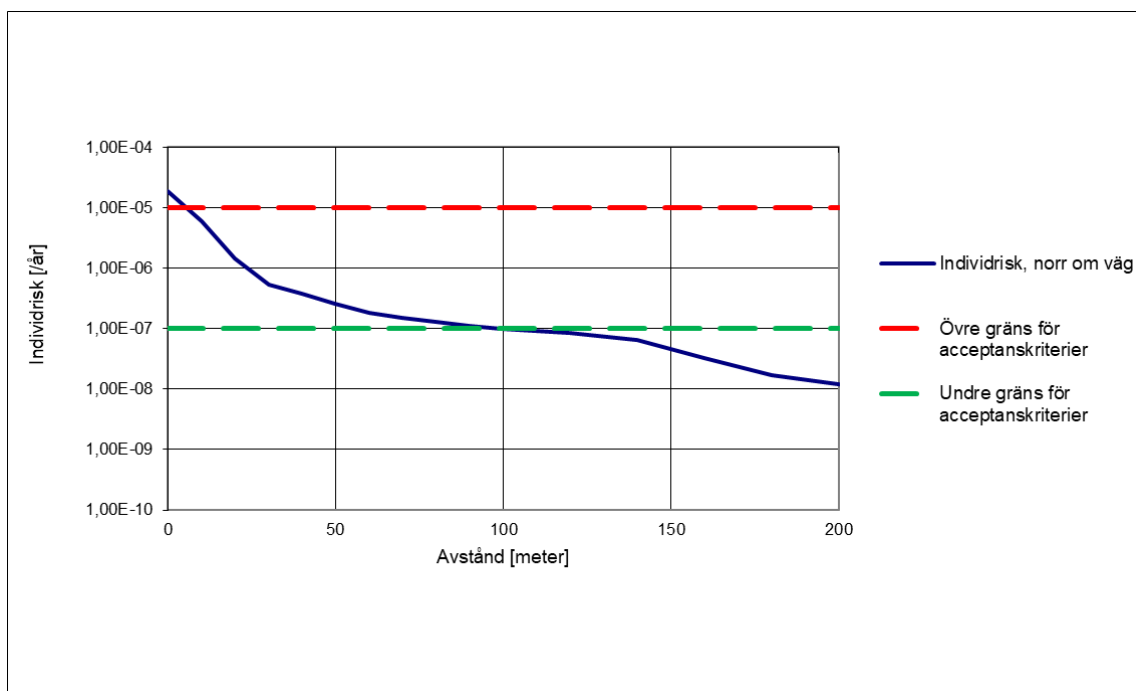
L) Individrisken är i den nedre delen av ALARP och detta främst på grund av påverkan från ADR-klass 2 (gas). Inga specifika åtgärder rekommenderas för fastigheten, men åtgärderna 2) Dike och 4) Vagräcke kommer ändå att vidtas intill vägen (av andra skäl). Detta har en riskreducerande effekt vilken framgår i kartan och diagrammen nedan. Bullerskyddsskärmar (ej förstärkta) kommer uppföras på sträckan vilket kommer medföra en viss riskreducerande effekt som ej har kvantifierats i beräkningarna.

LL) Individrisken är i mitten av ALARP och detta främst på grund av påverkan från ADR-klass 2 (gas). Inga specifika åtgärder rekommenderas för fastigheten, men åtgärderna 2) Dike och 4) Vagräcke kommer ändå att vidtas intill vägen (av andra skäl). Detta har en riskreducerande effekt vilken framgår i kartan och diagrammen nedan. Bullerskyddsskärmar (ej förstärkta) kommer uppföras på sträckan vilket kommer medföra en viss riskreducerande effekt som ej har kvantifierats i beräkningarna. Detaljplanen för området LL har krav på åtgärder som exempelvis ventilationsåtgärder (riktas bort från TS), utrymning ska kunna ske bort från TS, samt att fasader ska utföras i svårantändligt material. Dessa riskreducerande åtgärder har ej kvantifierats i beräkningarna.

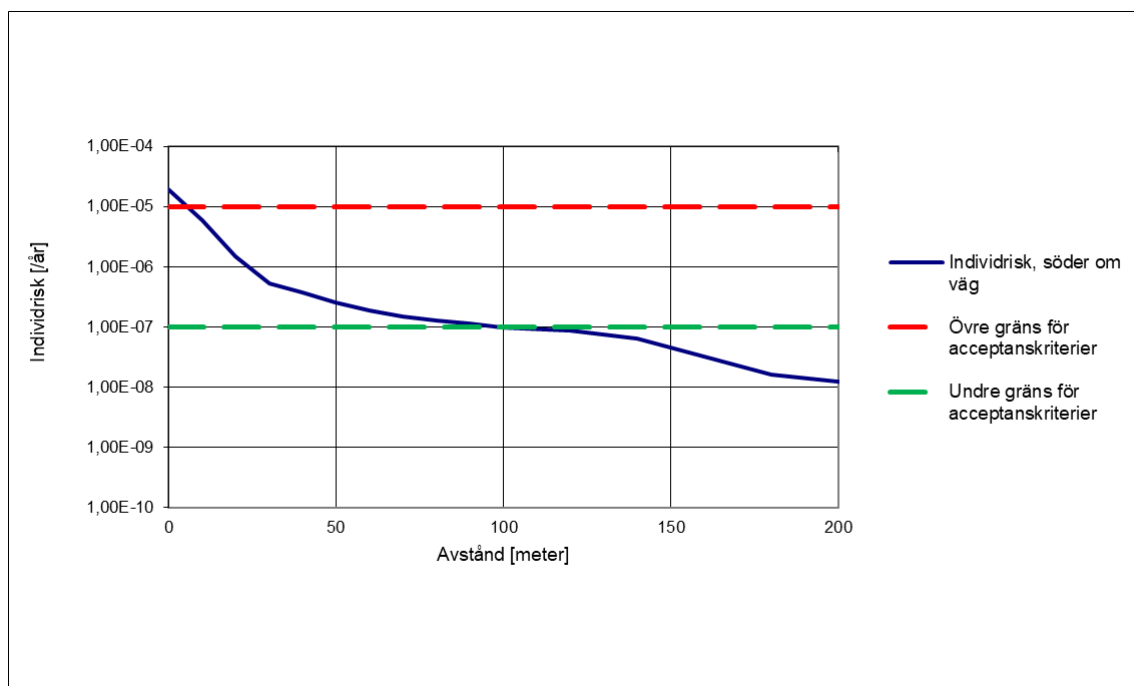
M) Individrisken är i den övre delen av ALARP och detta främst på grund av påverkan från ADR-klass 2 (gas) och 3 (brandfarlig vätska). Intill byggnaderna går vägen ner i ett tråg och ramper upp till trafikplatsen fungerar som barriär för huvudkörfältet. Andelen farligt gods på ramperna är även lägre än för TS (Huddingevägen är en sekundärled för farligt gods). Den riskreducerande effekten av att vägen går i tråg samt att ramperna fungerar som barriär för huvudkörfältet har inte kvantifierats i de inledande beräkningar. För att reducera risknivåerna föreslås att åtgärderna 2) Dike, 4) Vagräcke för ramper och att åtgärderna 7) Tråg vidtas för huvudkörfält.



Figur 65. Vägavsnitt 5, buffertzona TS med åtgärder



Figur 66. Individrisk TS vägavsnitt 5 med åtgärder, norr om väg



Figur 67. Individrisk TS vägavsnitt 5 med åtgärder, söder om väg

Värdering av risknivåer efter vidtagande av föreslagna riskreducerande åtgärder

L) Risknivåerna bedöms acceptabelt låga även utan riskreducerande åtgärder.

LL) Risknivåerna sjunker med föreslagna riskreducerande åtgärder och hamnar i mitten av ALARP. Ingen av de övriga åtgärderna i Tabell 2 bedöms vara rimliga att vidta för att ytterligare reducera denna risknivå då detaljplanen har egna

krav på riskreducerande åtgärder.

M) Risknivåerna sjunker med föreslagna riskreducerande åtgärd(er) och hamnar i den lägre delen av *ALARP*. Ingen av de övriga åtgärderna i Tabell 2 bedöms vara rimliga att vidta för att ytterligare reducera denna risknivå.

5.2.6 Vägavsnitt 6

Värdering av risknivåer och förslag på riskreducerande åtgärder

N) Individrisken är i den övre delen av *ALARP* och detta främst på grund av påverkan från ADR-klass 2 (gas) och 3 (brandfarlig vätska). Intill byggnaderna går vägen ner i ett tråg och ramper upp till trafikplatsen fungerar som barriär för huvudkörfälten. Andelen farligt gods på ramperna är även lägre än för TS (Huddingevägen är en sekundärled för farligt gods). Den riskreducerande effekten av att vägen går i tråg samt att ramperna fungerar som barriär för huvudkörfälten har inte kvantifierats i de inledande beräkningar. För att reducera risknivåerna föreslås att åtgärderna 2) Dike, 4) Vagräcke för ramper och att åtgärderna 7) Tråg vidtas för huvudkörfält.

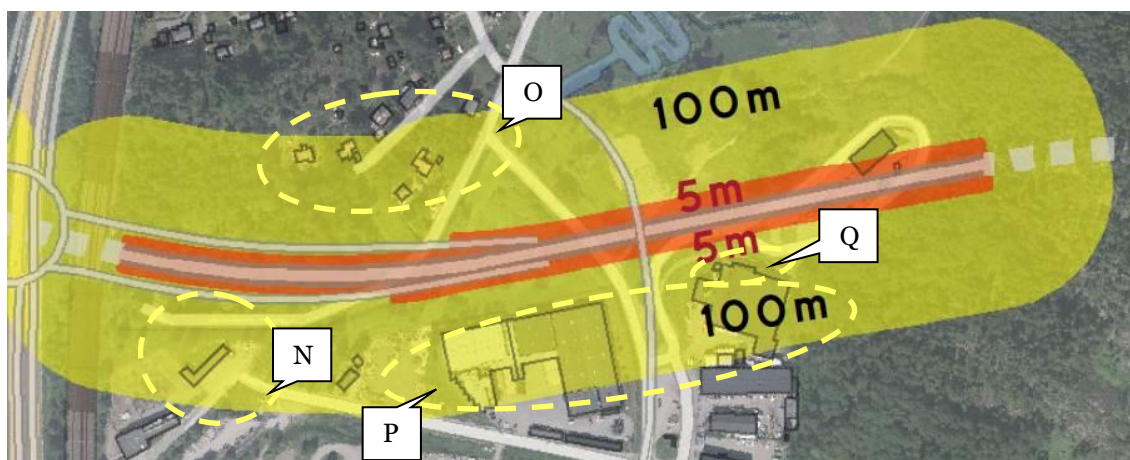
O) Individrisken är i den nedre delen av *ALARP* och detta främst på grund av påverkan från ADR-klass 2 (gas) och 3 (brandfarlig vätska). Intill byggnaderna går vägen på en lägre höjd än byggnaderna, vägen går ner i ett tråg samt att ramper upp till trafikplatsen fungerar som barriär för huvudkörfälten. Andelen farligt gods på ramperna är även lägre än för TS (Huddingevägen är en sekundärled för farligt gods). Den riskreducerande effekten av att vägen går i tråg samt att ramperna fungerar som barriär för huvudkörfälten har inte kvantifierats i de inledande beräkningar. För att reducera risknivåerna föreslås att åtgärderna 2) Dike, 4) Vagräcke för ramper och att åtgärderna 7) Tråg vidtas för huvudkörfält. Bullerskyddsskärmar (ej förstärkta) kommer uppföras på sträckan vilket kommer medföra en viss riskreducerande effekt som ej har kvantifierats i beräkningarna.

P) Individrisken är i den övre delen av *ALARP* och detta främst på grund av påverkan från ADR-klass 3 (brandfarlig vätska). Den riskreducerande effekten av att vägen går i tråg har inte kvantifierats i de inledande beräkningar. Effekten av att vägen går i tråg framgår av de beräkningarna som presenteras i figurerna nedan. I dessa beräkningar har antagits att åtgärden/åtgärderna 2) Dike, 4) vagräcke **eller** 7) Tråg införs.

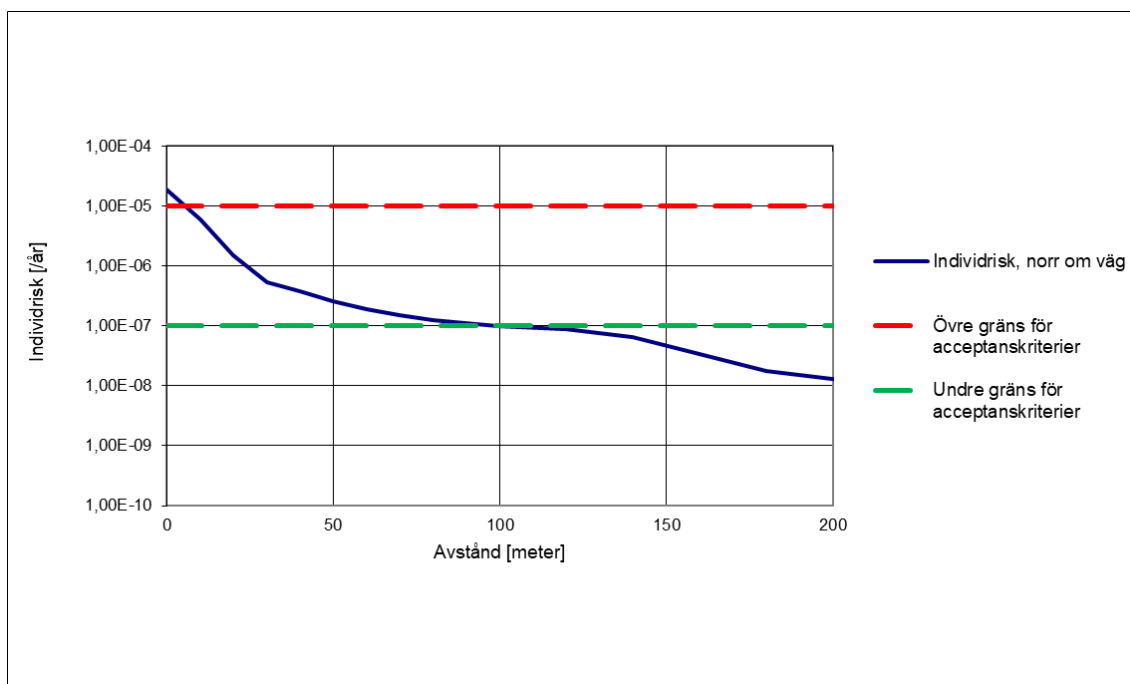
Q) Individrisken är över *ALARP* och på grund av påverkan från ADR-klass 3 (brandfarlig vätska). Den riskreducerande effekten av att vägen går i tråg har inte kvantifierats i de inledande beräkningar. I dessa beräkningar har antagits att åtgärden/åtgärderna 2) Dike, 4) vagräcke **eller** 7) Tråg införs.

Samhällsrisk

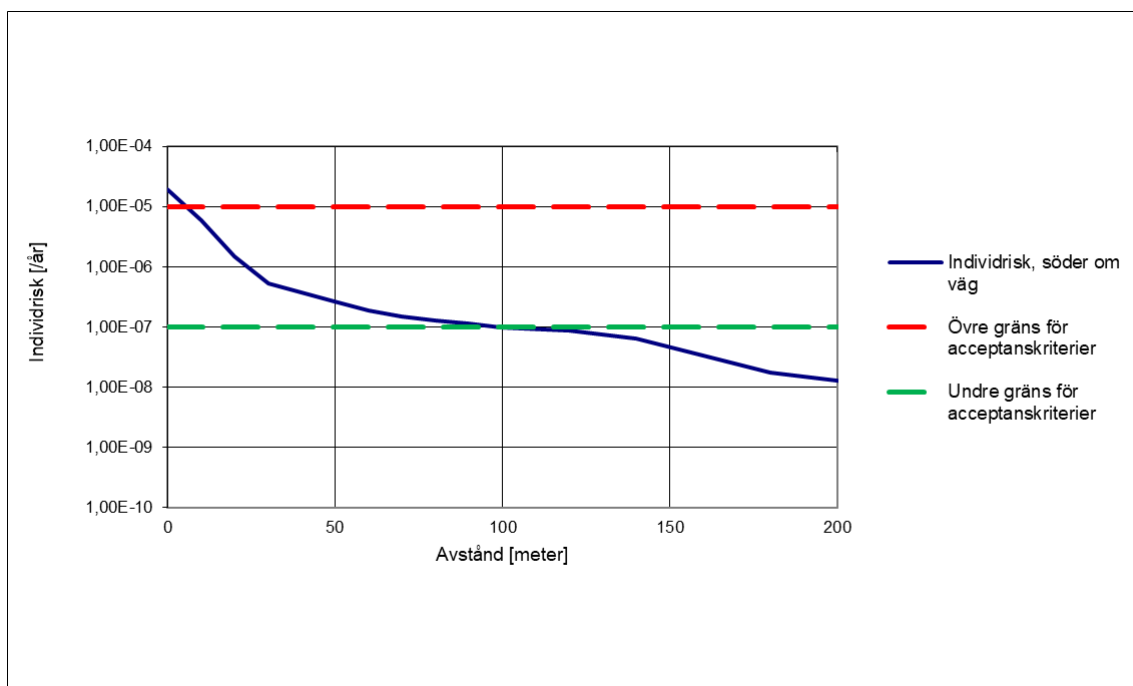
Då den beräknade samhällsrisk ligger delvis inom *ALARP* ska rimliga riskreducerande åtgärder vidtas. Längs med vägavsnitt 5 och 6 planeras för att TS till stor del ska gå i tråg där bebyggelse finns. Den riskreducerande effekten av att vägen går i tråg har kvantifierats i den inledande beräkningen av samhällsrisk. Effekten av att vägen går i tråg framgår av den samhällsriskberäkning som presenteras i figuren nedan. I denna beräkning har antagits att åtgärden 7) Tråg införs.



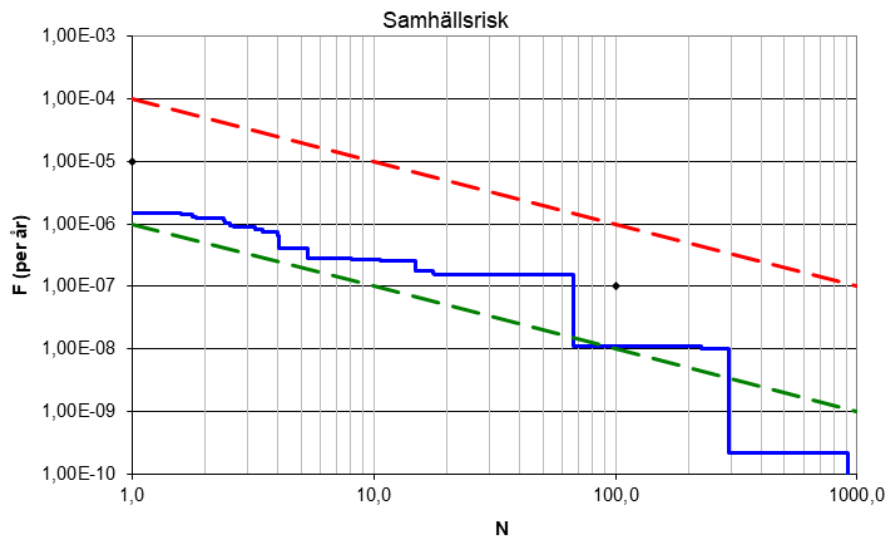
Figur 68. Vägavsnitt 6, buffertzoon TS med åtgärder



Figur 69. Individerisk TS vägavsnitt 6 med åtgärder, norr om väg



Figur 70. Individrisk TS vägvägnitt 6 med åtgärder, söder om väg



Figur 71 Samhällsrisk vägvägnitt 5 och 6

Värdering av risknivåer efter vidtagande av föreslagna riskreducerande åtgärder

N) Risknivåerna sjunker med föreslagna riskreducerande åtgärd(er) och hamnar i den lägre delen av ALARP. Ingen av de övriga åtgärderna i Tabell 2 bedöms vara rimliga att vidta för att ytterligare reducera denna risknivå.

O) Risknivåerna sjunker påtagligt med föreslagna riskreducerande åtgärder och hamnar i den lägre delen av ALARP. Ingen av de övriga åtgärderna i Tabell 2 bedöms vara rimliga att vidta för att ytterligare reducera denna risknivå.

P) Risknivåerna sjunker med föreslagna riskreducerande åtgärd(er) och hamnar i den lägre delen av ALARP. Ingen av

de övriga åtgärderna i Tabell 2 bedöms vara rimliga att vidta för att ytterligare reducera denna risknivå.

Q) Risknivåerna sjunker med de föreslagna riskreducerande åtgärderna och hamnar i mitten av *ALARP*. Då byggnaden är klassad som industribyggnad och har lägre krav enligt Länsstyrelsen i Stockholms riktlinjer så anses inga ytterligare åtgärder bedöms vara rimliga att vidta för att vidare reducera denna risknivå.

Samhällsrisk

Samhällsrisken hamnar i den lägre delen av *ALARP* vid införande av föreslagna riskreducerande åtgärder. Beräkningarna av samhällsrisk i avsnitt 4.1.6 har vägräcke, dike samt tråg kvantifierats. Samhällsrisken för området är baserat på tre riskkällor: farligt godsolyckor på TS, Huddingevägen samt Stambanan. Med åtgärder som föreslås för vägvansnittet för TS så uppnås acceptabla åtgärder då konsekvenserna från ADR klass 3 minskar. För att ytterligare sänka samhällsrisken behövs konsekvenserna för ADR klass 2 sänkas. Då ADR klass 2 är svårt att få ett hundra procentigt skydd mot (åtgärder kan till exempel vara förvärv eller ventilationsåtgärder som är svårt på befintliga enbostadshus) så kan dessa åtgärder anses vara orimliga.

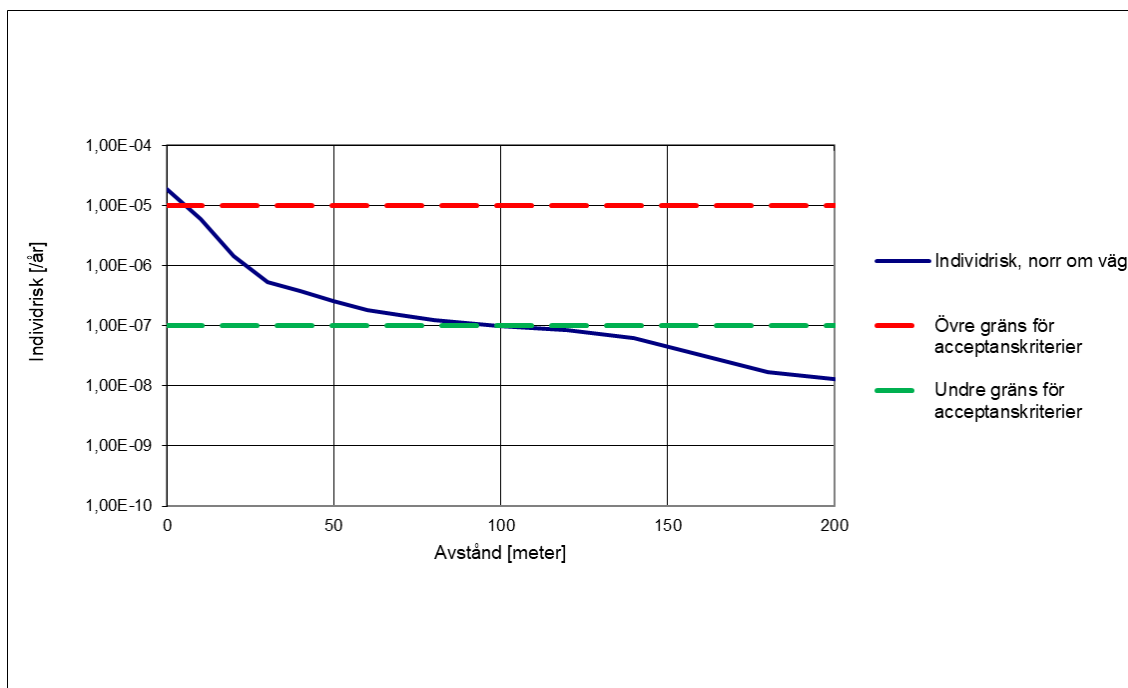
5.2.7 Vägvansnitt 7

Värdering av risknivåer och förslag på riskreducerande åtgärder

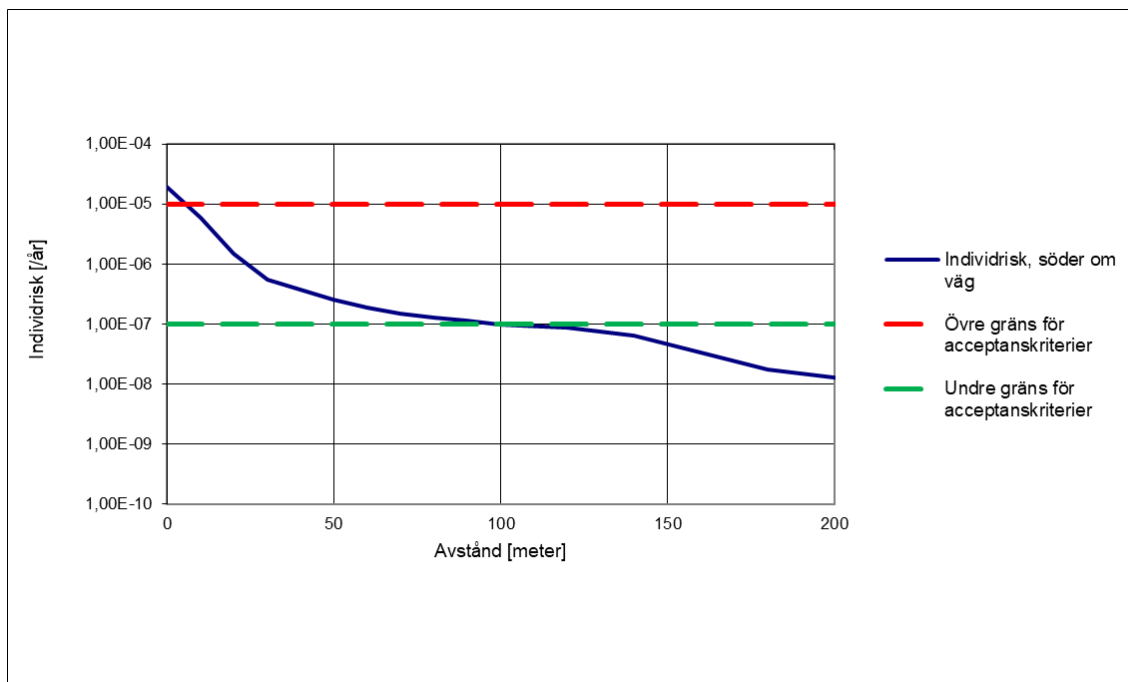
Eftersom inga konfliktområden finns inom riskhanteringsavståndet bedöms risknivån vara acceptabel utan riskreducerande åtgärder. Åtgärderna 2) Dike och 4) Vägräcke kommer ändå att vidtas intill vägen (av andra skäl). Detta har en riskreducerande effekt vilken framgår i kartan och diagrammen nedan.



Figur 72. Vägvansnitt 7, buffertzon TS med åtgärder



Figur 73. Individrisk TS vägavsnitt 7 med åtgärder, norr om väg



Figur 74. Individrisk TS vägavsnitt 7 med åtgärder, söder om väg

Värdering av risknivåer efter vidtagande av föreslagna riskreducerande åtgärder

Ingen bebyggelse finns inom riskhanteringsavståndet.

5.2.8 Vägavsnitt 8

Värdering av risknivåer och förslag på riskreducerande åtgärder

R) Individrisken är i den lägre delen av *ALARP* och detta på grund av påverkan från ADR-klass 2 (gas). Inga specifika åtgärder rekommenderas för fastigheten, men åtgärderna 2) Dike och 4) Vagräcke kommer ändå att vidtas intill vägen (av andra skäl). Detta har en riskreducerande effekt vilken framgår i kartan och diagrammen nedan.

Bullerskyddsskärmar (ej förstärkta) kommer uppföras på sträckan vilket kommer medföra en viss riskreducerande effekt som ej har kvantifierats i beräkningarna.

S) Individrisken är i den övre delen av *ALARP* på grund av påverkan från ADR-klass 3 (brandfarlig vätska). För att reducera risknivåerna föreslås att åtgärderna 2) Dike och 4) Vagräcke vidtas intill vägen. Bullerskyddsskärmar (ej förstärkta) kommer uppföras på sträckan vilket kommer medföra en viss riskreducerande effekt som ej har kvantifierats i beräkningarna.

T) Individrisken är ovanför *ALARP* på grund av påverkan från ADR-klass 3 (brandfarlig vätska). Fastigheten ligger med en nivåskillnad mot vägen. Strålningsberäkningar har utförts, se Bilaga A - Beräkningar och Indata avsnitt 5, för fastigheten som visar att acceptabla risknivåer uppnås med 2) Dike och 4) Vagräcke.

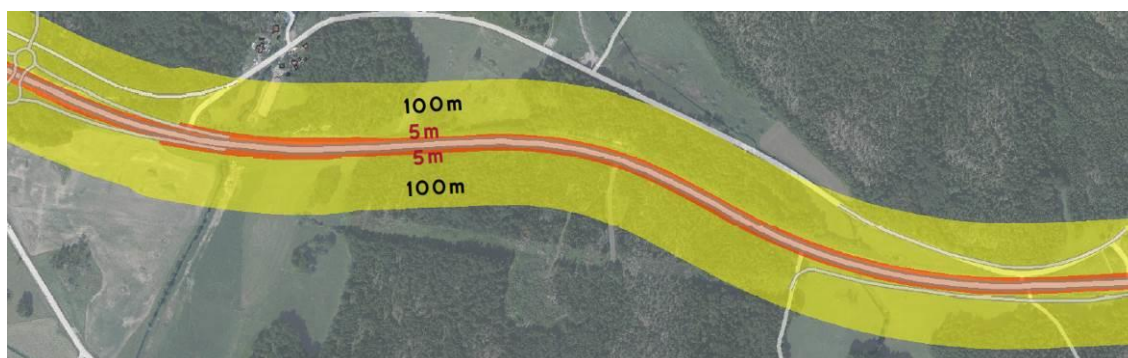
U) Fastigheten tas med förvärv då delar av TS kommer gå över fastigheten.

V) Individrisken är över *ALARP* på grund av påverkan från ADR-klass 3 (brandfarlig vätska). För att reducera risknivåerna föreslås att åtgärderna 2) Dike, 4) Vagräcke och 6) Förstärkta bullerskyddsskärmar vidtas intill vägen. En förstärkt bullerskyddsskärm bör vara minst 4 meter högt, vara icke-transparent, ha ett obrännbart ytskikt mot vägen och uppfylla brandteknisk klass EW30 eller motsvarande. I de fall bullerskärm planeras kan denna med fördel uppföras så att den även fungerar som brandskydd.

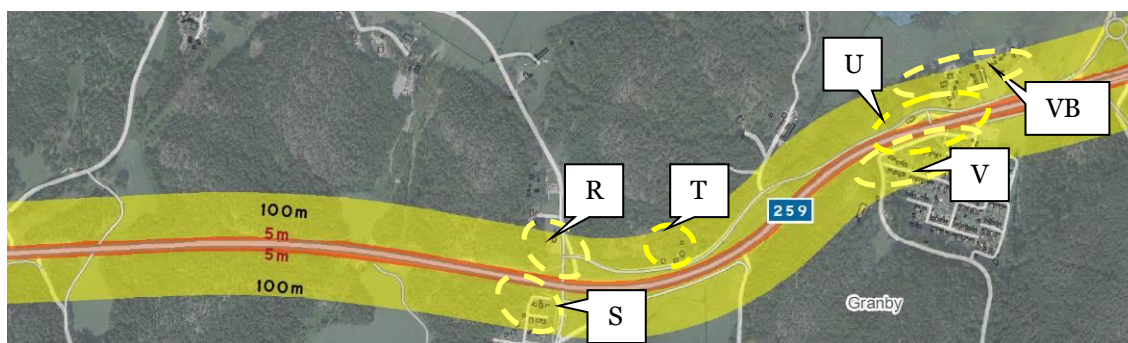
VB) Individrisken är i den övre delen av *ALARP* på grund av påverkan från ADR-klass 3 (brandfarlig vätska). För att reducera risknivåerna föreslås att åtgärderna 2) Dike och 4) Vagräcke vidtas intill vägen. Bullerskyddsskärmar (ej förstärkta) kommer uppföras på sträckan vilket kommer medföra en viss riskreducerande effekt som ej har kvantifierats i beräkningarna.

Samhällsrisk

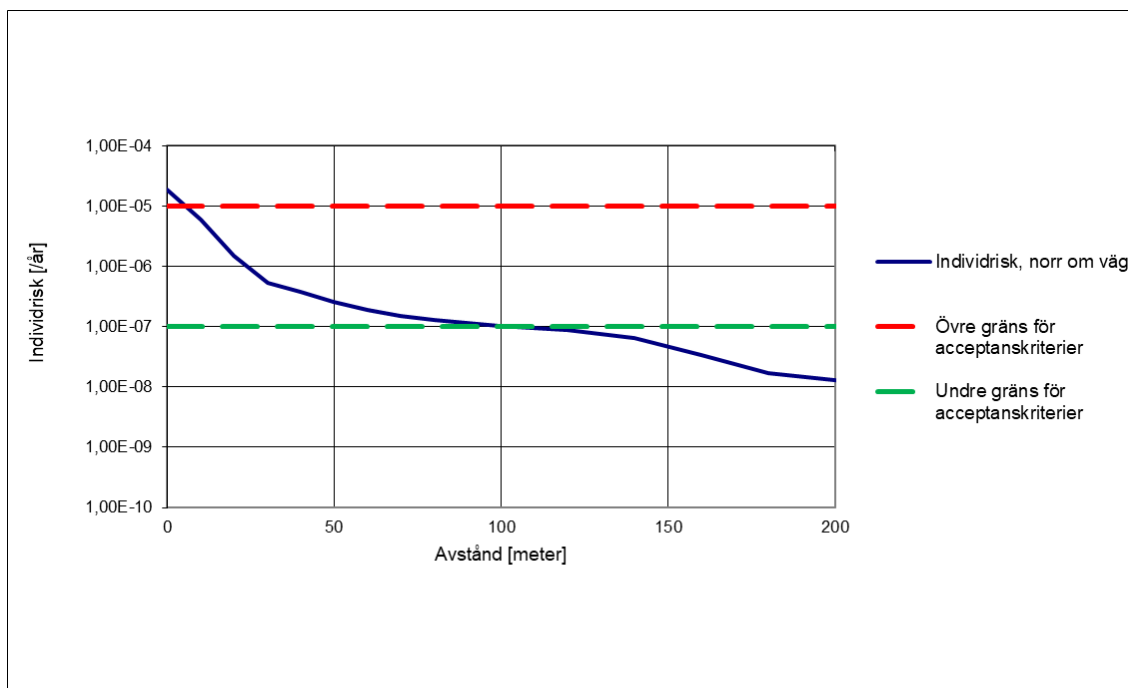
Då samhällsrisk ligger under *ALARP* innan åtgärder så har inga beräkningar för samhällsrisk utförts efter åtgärder. Risknivåerna anses vara acceptabla.



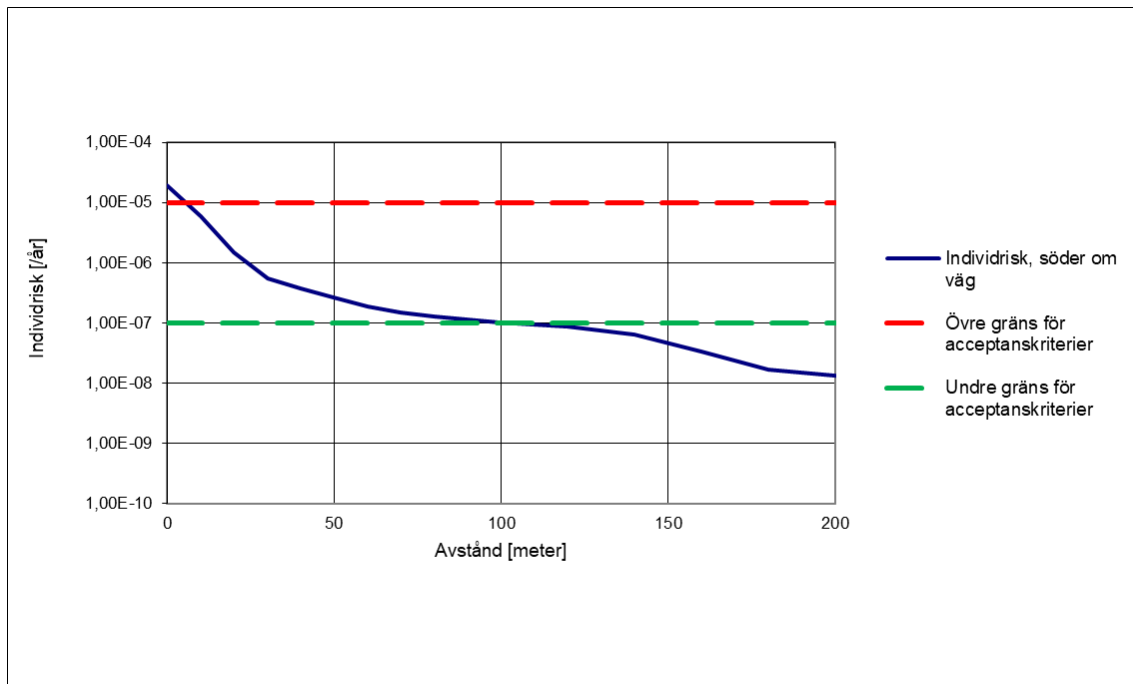
Figur 75. Vägavsnitt 8 del 1, buffertzon TS med åtgärder



Figur 76. Vägavsnitt 8 del 2, buffertzon TS med åtgärder



Figur 77. Individrisk TS vägavsnitt 8 med åtgärder, norr om väg



Figur 78. Individrisk TS vägsnitt 8 med åtgärder, söder om väg

Värdering av risknivåer efter vidtagande av föreslagna riskreducerande åtgärder

R) Risknivåerna sjunker med föreslagna riskreducerande åtgärder och hamnar i den lägre delen av *ALARP*. Ingen av de övriga åtgärderna i Tabell 2 bedöms vara rimliga att vidta för att ytterligare reducera denna risknivå.

S) Risknivåerna sjunker med föreslagna riskreducerande åtgärder och hamnar i den lägre delen av *ALARP*. Ingen av de övriga åtgärderna i Tabell 2 bedöms vara rimliga att vidta för att ytterligare reducera denna risknivå.

T) Risknivåerna sjunker med föreslagna riskreducerande åtgärder och hamnar i mitten av *ALARP*. Ingen av de övriga åtgärderna i Tabell 2 bedöms vara rimliga att vidta för att ytterligare reducera denna risknivå.

U) Fastigheten tas med förvärv då delar av TS kommer gå över fastigheten.

V) Risknivåerna sjunker med föreslagna riskreducerande åtgärder och hamnar i den lägre delen av *ALARP*. Ingen av de övriga åtgärderna i Tabell 2 bedöms vara rimliga att vidta för att ytterligare reducera denna risknivå.

VB) Risknivåerna sjunker med föreslagna riskreducerande åtgärder och hamnar i den lägre delen av *ALARP*. Ingen av de övriga åtgärderna i Tabell 2 bedöms vara rimliga att vidta för att ytterligare reducera denna risknivå.

Samhällsrisk

Samhällsrisknivåerna ligger under *ALARP* och anses vara acceptabla.

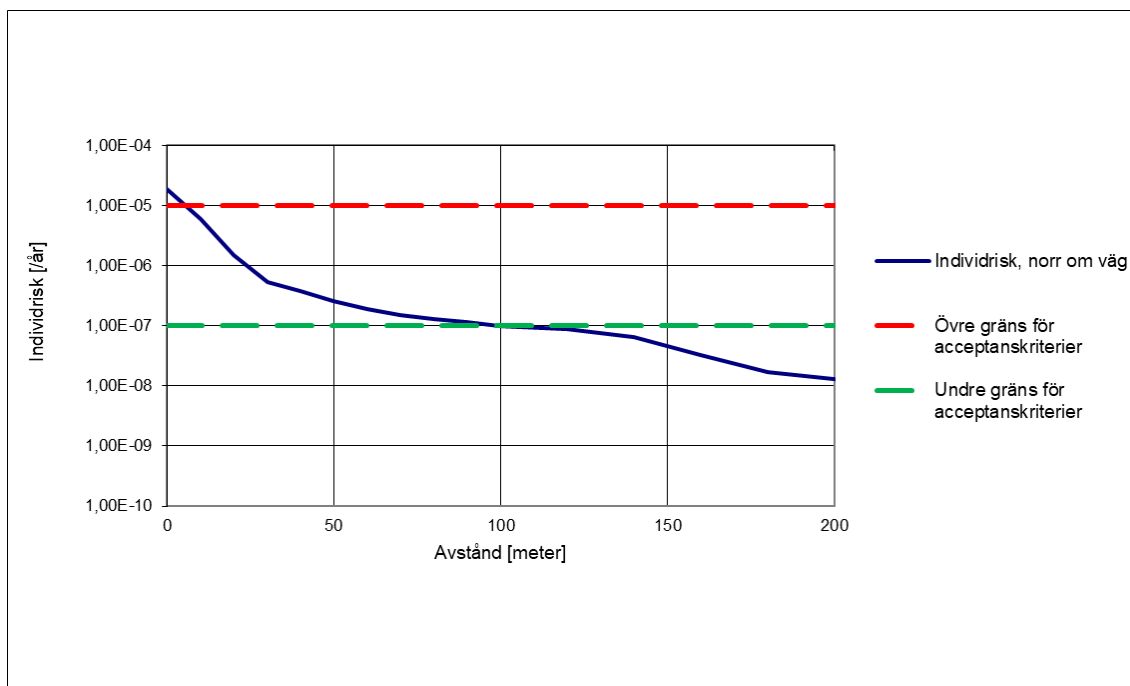
5.2.9 Vägsnitt 9

Värdering av risknivåer och förslag på riskreducerande åtgärder

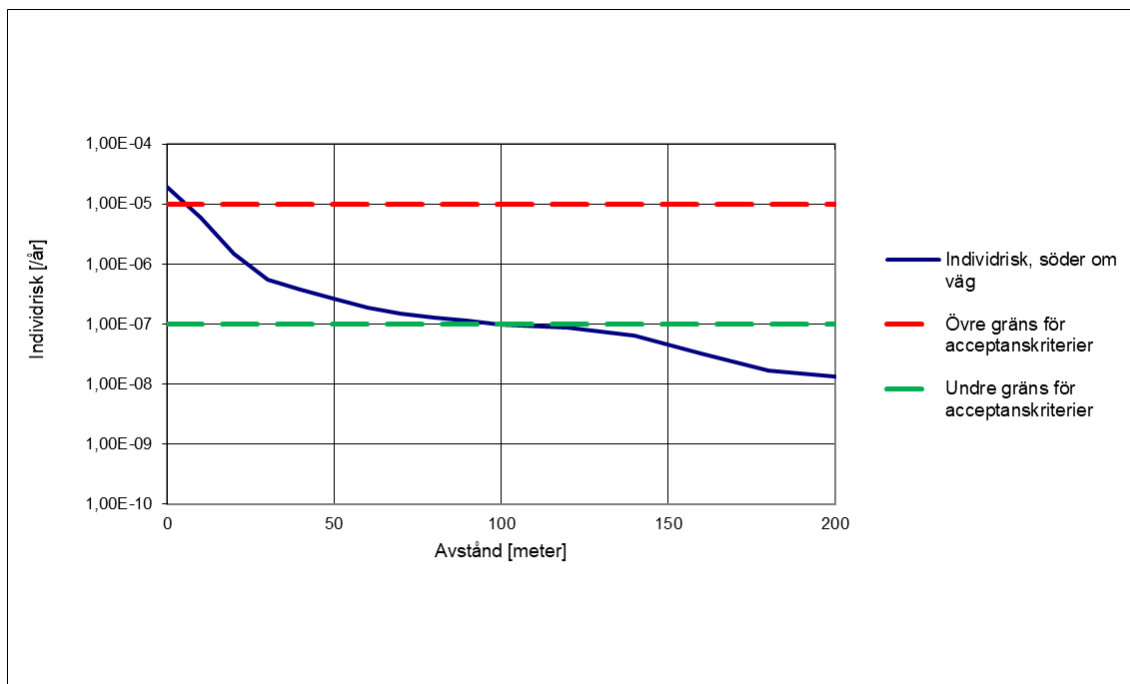
W) Individrisken är i den nedre delen av *ALARP* och detta främst på grund av påverkan från ADR-klass 2 (gas). Åtgärderna 2) Dike och 4) Vagräcke kommer ändå att vidtas intill vägen (av andra skäl). Detta har en riskreducerande effekt vilken framgår i kartan och diagrammen nedan. Bullerskyddsskärmar (ej förstärkta) kommer uppföras på sträckan vilket kommer medföra en viss riskreducerande effekt som ej har kvantifierats i beräkningarna.



Figur 79. Vägavsnitt 9, buffertzona TS med åtgärder



Figur 80. Individerisk TS vägavsnitt 9 med åtgärder, norr om väg



Figur 81. Individrisk TS vägavsnitt 9 med åtgärder, söder om väg

Värdering av risknivåer efter vidtagande av föreslagna riskreducerande åtgärder

W) Risknivåerna bedöms acceptabelt låga även utan riskreducerande åtgärder.

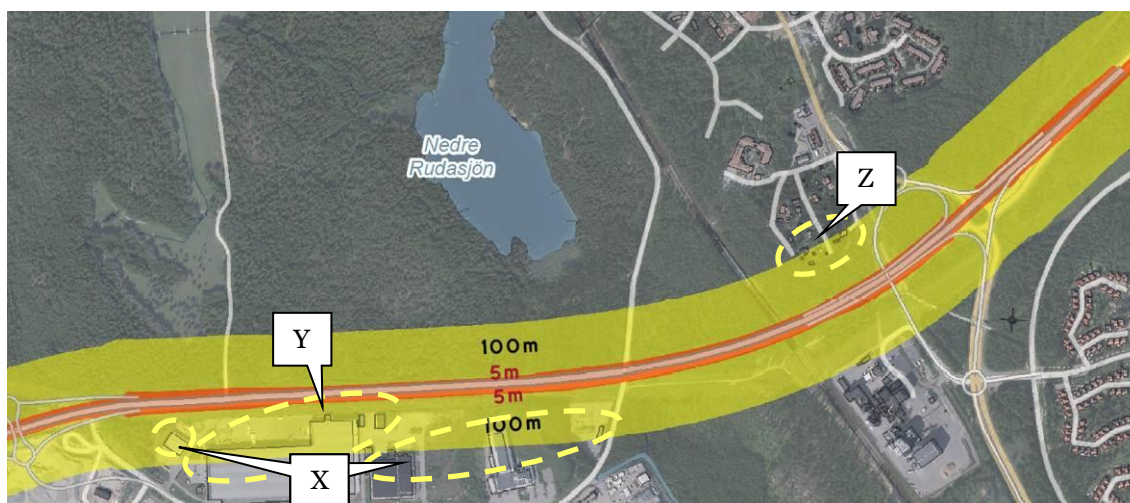
5.2.10 Vägavsnitt 10

Värdering av risknivåer och förslag på riskreducerande åtgärder

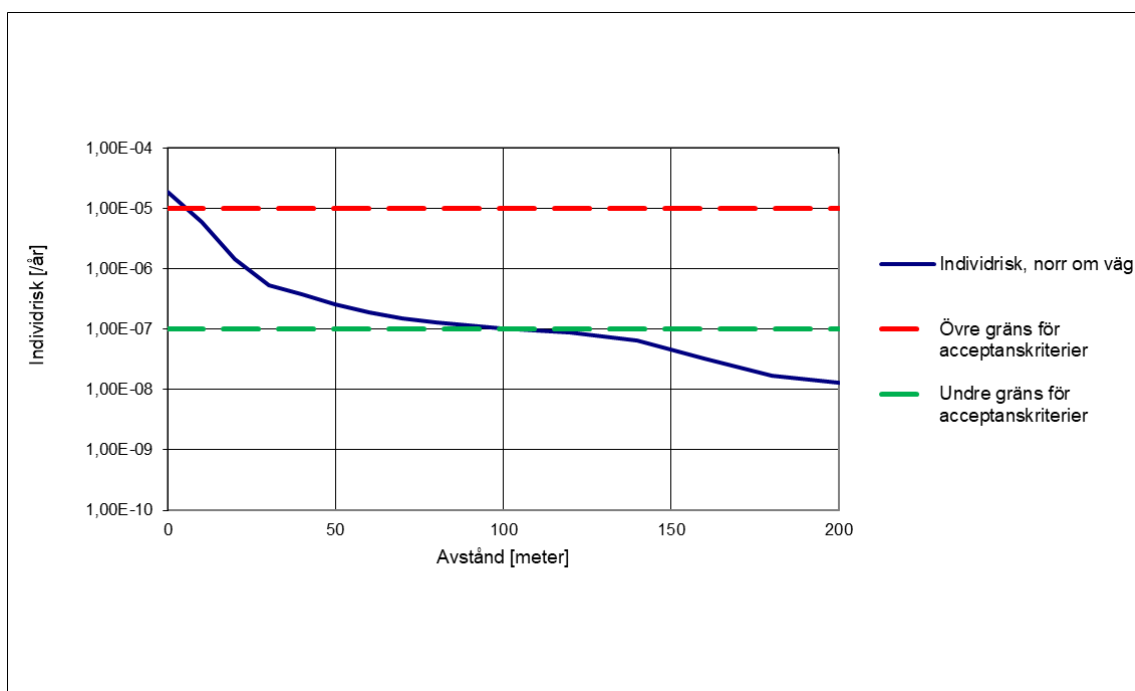
X) Individrisken är i den övre delen av *ALARP* och detta främst på grund av påverkan från ADR-klass 3 (brandfarlig vätska). För att ytterligare reducera risknivån bedöms det rimligt att vidta åtgärderna 2) Dike och 4) Väggräcke.

Y) Individrisken är ovanför *ALARP* och detta på grund av påverkan från ADR-klass 3 (brandfarlig vätska). För att reducera risknivån bedöms det nödvändigt att vidta åtgärderna 2) Dike och 4) Väggräcke.

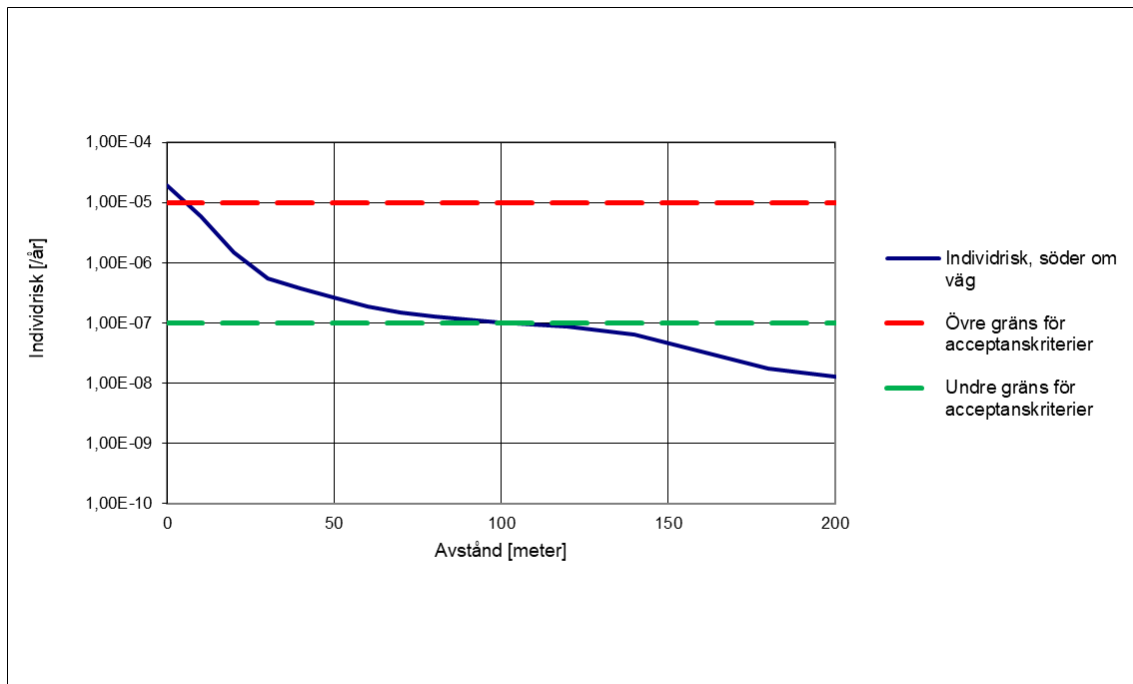
Z) Individrisken är i den lägre delen av *ALARP* och detta främst på grund av påverkan från ADR-klass 2 (gas). Ingen av åtgärderna i Tabell 2 bedöms vara rimliga att vidta för att ytterligare reducera denna risknivå. Åtgärderna 2) Dike, 4) Väggräcke och kommer ändå att vidtas intill vägen (av andra skäl). Bullskyddsskärmar (ej förstärkta) kommer uppföras på sträckan vilket kommer medföra en viss riskreducerande effekt som ej har kvantifierats i beräkningarna.



Figur 82. Vägavsnitt 10, buffertzona TS med åtgärder



Figur 83. Individrisk TS vägavsnitt 10 med åtgärd, norr om väg



Figur 84. Individrisk TS vägavsnitt 10 med åtgärder, söder om väg

Värdering av risknivåer efter vidtagande av föreslagna riskreducerande åtgärder

X) Risknivåerna sjunker med föreslagna riskreducerande åtgärder och hamnar i den lägre delen av ALARP. Ingen av de övriga åtgärderna i Tabell 2 bedöms vara rimliga att vidta för att ytterligare reducera denna risknivå då byggnaden klassas som industribyggnad.

Y) Risknivåerna sjunker med föreslagna riskreducerande åtgärder och hamnar i mitten av ALARP. Ingen av de övriga åtgärderna i Tabell 2 bedöms vara rimliga att vidta för att ytterligare reducera denna risknivå då byggnaden klassas som industribyggnad vilket har lägre krav enligt Länsstyrelsen i Stockholms riktlinjer.

Z) Risknivåerna bedöms acceptabelt låga även utan riskreducerande åtgärder.

5.3 Sammanställning över föreslagna riskreducerande åtgärder per konfliktområde

5.3.1 Vägräcken och dike

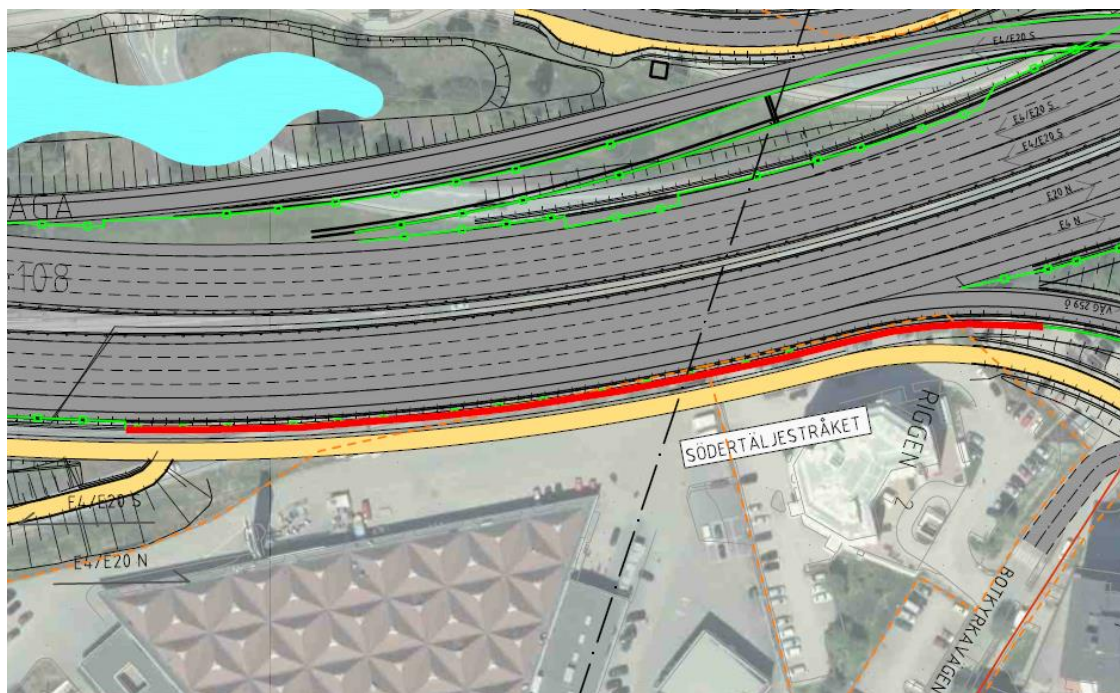
Vägräcken för Tvärförbindelse Södertörn är av hög kapacitet (H2) för större delen av vägsträckningen, samt mycket hög kapacitet (H4) för passager över andra trafikleder som trafikplats Solgård och ramper som ansluter till E4/E20. Dagvattenhantering (diken) hanteras i projekteringen och utformas för att förhindra spridning av vätskor. Vägräcken och dike förhindrar fördröjd pölbrand vilket gör att konsekvensavståndet för pölbränder begränsas till 30 meter istället för 50 meter. På grund av detta så anses förstärkta bullerskyddsskärmar enbart ha en riskreducerande effekt för ADR 3 olyckor inom 30 meter ifall vägräcke och dike finns på plats.

5.3.2 Förstärkta bullerskyddsskärmar (plank)

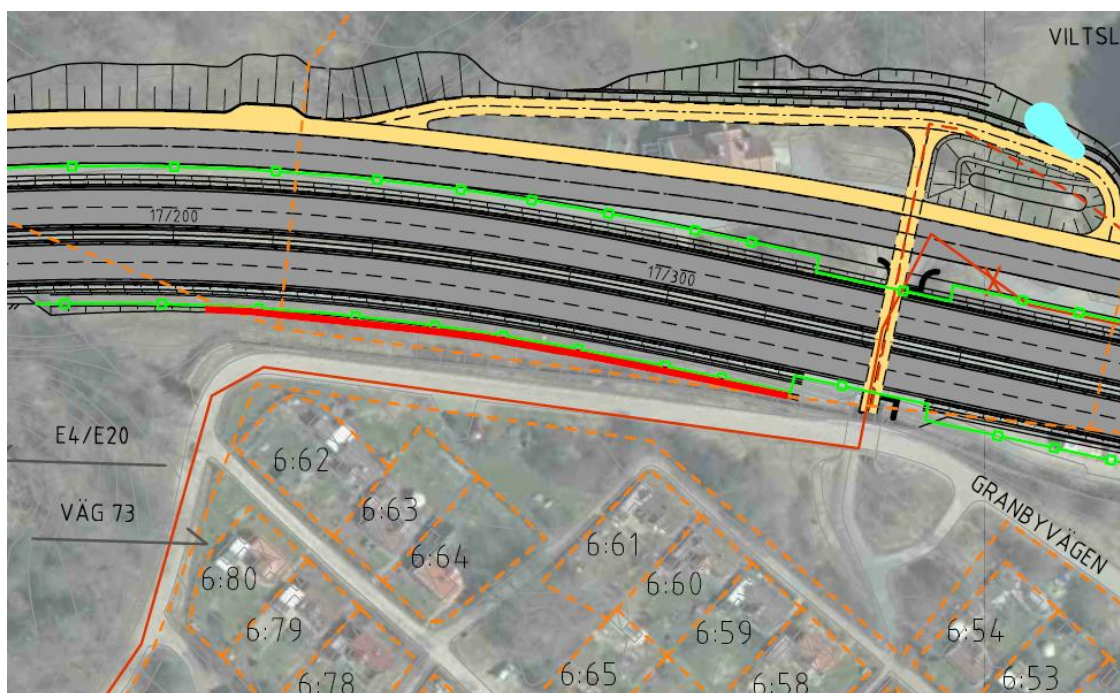
Förstärkta bullerskyddsskärmar ska ha obrännbart ytskikt mot vägen och uppfylla brandteknisk klass om minst EW30. På de sträckor där riskanalysen föreslår förstärkta bullerskyddsskärmar kommer det

uppföras bullerskyddsskärmar. Vid uppförande av skyddsskärmar kommer det samordnas både ur buller- och risksynpunkt.

I Figur 85 och Figur 86 redovisas minimumlängden för där det ska uppföras förstärkta bullerskyddsskärmar.



Figur 85. Förstärkta bullerskyddsskärmar (plank) utritat i rött för vägsnitt 1



Figur 86. Förstärkta bullerskyddsskärmar (plank) utritat i rött för vägsnitt 8

5.3.3 Sammanställning riskreducerande åtgärder

I Tabell 3 nedan sammanställs de riskreducerande åtgärder för respektive vägavsnitt och konfliktområde som rekommenderas för att reducera risknivåer. Längs med vissa sträckor kommer åtgärder att vidtas som har riskreducerande effekt men som vidtas av andra skäl än för att hantera risknivåer. Dessa återges inte i tabellen. Riskreducerande åtgärder beskrivs även med siffror, till exempel 2) Dike, som redovisas i avsnitt 5.1.

Åtgärder Dike och Vägräcke är befintliga projekteringsförutsättningar för trafiksäkerhet, och inga krav som har satts utifrån risk. Riskanalysen har utgått ifrån de projekteringsförutsättningar som finns som ett första steg, och analyserat om dessa åtgärder räcker ur ett riskperspektiv. Det betyder att även om risk inte har satt kraven för dike och vägräcke, så är det ett krav för att uppnå acceptabla risknivåer på de konfliktområden som identifierats nedan.

Tabell 3. Föreslagna riskreducerande åtgärder

Vägavsnitt	Konfliktområde	Riskreducerande åtgärder
1	A	2) Dike, 4) Vägräcke
	B	2) Dike, 4) Vägräcke
	C	2) Dike, 4) Vägräcke och 6) Förstärkta bullerskyddsskärmar
	D	2) Dike, 4) Vägräcke och 6) Förstärkta bullerskyddsskärmar
	E	2) Dike, 4) Vägräcke
	F	Fastigheten tas med förvärv
	G	För åtgärds paket se Bilaga C
	H	2) Dike, 4) Vägräcke (finns även positiv nivåskillnad)
	I	2) Dike, 4) Vägräcke (finns även positiv nivåskillnad)
2		–
3		–
4	J	–
	K	2) Dike, 4) Vägräcke
5	L	–
	LL	2) Dike, 4) Vägräcke. Detaljplanen har krav på fastighetsnära åtgärder
	M	2) Dike, 4) Vägräcke för ramper, och 7) Tråg för huvudkörfält
6	N	2) Dike, 4) Vägräcke för ramper, och 7) Tråg för huvudkörfält
	O	2) Dike, 4) Vägräcke för ramper, och 7) Tråg för huvudkörfält
	P	2) Dike, 4) Vägräcke <u>eller</u> 7) Tråg införs.
	Q	2) Dike, 4) Vägräcke <u>eller</u> 7) Tråg införs.
7		–
8	R	–
	S	2) Dike, 4) Vägräcke
	T	2) Dike, 4) Vägräcke (finns även positiv nivåskillnad)
	U	Fastigheten tas med förvärv
	V	2) Dike, 4) Vägräcke och 6) Förstärkta bullerskyddsskärmar
	VB	2) Dike, 4) Vägräcke
9	W	–
10	X	2) Dike och 4) Vägräcke
	Y	2) Dike och 4) Vägräcke
	Z	–

6 Osäkerheter

I detta avsnitt presenteras de punkter som anses vara osäkra när beräkningar utförs för prognosår 2045. Då beräkningarna och antagandes baseras på erfarenheter och statistik från nutid, är det osäkert att det är representativt för prognosår 2045. Främst förekommer det osäkerheter utifrån tillhandahållet underlag och beräkningar, vilket är det som kan påverka resultatet från beräkningarna. I riskanalysen har därför konservativa värden valts genomgående i ett försök att säkerställa att risken inte undervärderas (finns det flera värden väljs t.ex. det högsta).

6.1 Antalet transporter och eventuell förändring på sikt

Trafikmängderna för E4/E20 har tagits fram i projektet för prognosår 2045 där både årsmedeldygn (ÅMD) samt andelen tung trafik finns representerat. Då prognosåret ligger över 25 år framåt i tiden så är det mycket antaganden som har gjorts. Den antagna fördelningen av farligt gods är baserad på en inventering som utförts för området runt TS och uppräknat till 2045. För E4/E20 har en hopslagning skett av den fördelning som användes i Förbifart Stockholm samt den inventering som utförts för transporter av farligt gods på Tvärförbindelse Södertörn. Huddingeleden är en sekundär transportled med få målpunkter, vilket medför att det nationella snittet bedöms som konservativt. En inventerad ADR fördelning har därmed tagits fram som har räknats upp till prognosår 2045.

Precis som med trafikprognosen så är prognosåret över 25 år fram vilket gör att ADR-fördelning baseras på dagens transporter och tar inte hänsyn till en eventuell ökning av elektrifierade fordon samt att förbrukningen av farliga ämnen (som t.ex. bensen och diesel) eventuellt minskar i framtiden.

6.2 Prognosen avseende folkmängden för år 2045

Samhällsriskberäkningarna bygger på antaganden om befolkningstäthet som baseras på statistik från bl.a. SCB. Bedömningen är att de värden som använts är konservativa och skapar en robusthet i beräkningarna.

Området runt Tvärförbindelse Södertörn består av delar med relativt låg persontäthet samt andra mer befolkade delar med bostäder kontor, lager, industri m.m. Vid inventering av fastigheter har därmed schablonmässiga värden för persontäthet satts på varje fastighet, vilket kan skilja mot verkligheten. Vid bostäder går det att få fram hur många personer som är skrivna på adresser vilket inte går att få fram på verksamheter då personer ofta bor på annan ort och pendlar till sina arbetsplatser. Persontätheten som används i samhällsriskberäkningarna har avrundats uppåt från schablonvärden vilket kan anses vara konservativt. För mer info gällande befolkningstäthet se avsnitt 4.3.

6.3 Beräkningsmodellen

Samhällsriskberäkningarna bygger på antaganden om befolkningstäthet etc. Bedömningen är att de värden som använts är konservativa och skapar en robusthet. Beräkningarna då samhällsrisk är beräknad för ett område av 1 km². Beräkningsmodellen för att räkna fram individrisken utomhus på olika avstånd, liksom andra modeller, är en förenkling av verkligheten. Beräkningsmodellen är uppbyggd av underliggande modeller kring olycksfrekvenser och konsekvenser från skadehändelser. Genom att basera resultatet på beräkningar med 10 000 stycken iterationer, körningar av modellen, fångas dock bredden i utfallen upp och därmed erhålls ett resultat som efterliknar verkligheten i största möjliga utsträckning.

Vid en studie av olika konsekvensers riskbidrag visar det sig att det framförallt är spridning av gas som orsakar de ökade risknivåerna. I beräkningarna är det svårt att ta hänsyn till åtgärder som avstängningsbar ventilation eller täta fasader. Vilket gör det svårt att visa hur effektiva dessa riskreducerande åtgärder är genom beräkningar. Dessa åtgärder är än dock mycket effektiva för att lindra konsekvenserna vid en olycka med spridning av giftmoln.

6.4 Framtida bränslen och körsätt

Utvecklingen av alternativa bränslen och eldrivna fordon går snabbt framåt. Idag vet vi att klimatfrågan kommer att driva att fossila bränslen avvecklas och ersätts av exempelvis eldrivna fordon. Mängden gasdrivna fordon har ökat initialt både för personbilar och bussar. Eldrivna fordon kommer att öka och på sikt kommer fossildrivna fordon att ersättas med elbilar eller andra drivmedel. Det innebär att både fördelningen och volymen av farligt gods kommer att förändras i framtiden. Initialt med mer mängd fordonsgas och på sikt mindre volymer av fossila bränslen när dessa fasas ut.

I de beräkningar som gjorts har prognosen anpassats till ökad volym fordonsgas och volymerna för transport av farligt gods har räknats upp. Detta bedöms som en konservativ skattning.

Utvecklingen med självkörande fordon kommer i framtiden också bidra till en förändring av olycksmönster och sannolikheten för trafikolyckor. I dagsläget är det för tidigt att säga hur det kommer att påverka, men en rimlig utgångspunkt är att sannolikheten för olyckor minskar med datoriserade system och självkörande bilar.

7 Slutsatser

I dagsläget består de öst/västliga transportlederna för farligt gods i Stockholm av tre vägar, Södra Länken, väg 259 samt väg 225. Ur ett regionalt perspektiv anses olycksrisken kunna minska jämfört med ett nuläge då de tre befintliga primärlederna för farligt gods kompletteras och ersätts (väg 259) av Tvärförbindelse Södertörn som blir en större och säkrare väg som dimensioneras för större mängder transporter av farligt gods.

Utförda beräkningar visar att individ- och samhällsrisk längs TS på vissa platser ligger över och inom ALARP, och att behov av skyddsåtgärder krävs. Avseende individrisk har konfliktpunkter identifierats vid områden runt E4/E20, Glömsta, Solgård och Jordbro. Vid E4/E20 och Solgård, vilket är områden med högre persontäthet, är samhällsriskerna inom ALARP. Det är därför viktigt att visa att med riskreducerande åtgärder så uppnås acceptabla risknivåer för samtliga delsträckor.

Beräkningarna visar att åtgärder bör vidtas. Av möjliga hanteringsstrategier är det framförallt åtgärder som går att vidta i vägplan som har prioriterats, d.v.s. vägräcke, dike och förstärkta bullerskyddsskärmar. För flera av områdena finns fördelar med att samordna åtgärderna med de åtgärder som vidtas med avseende på vägbuller, då alla sträckor längst med TS där det förordas förstärkta bullerskyddsskärmar som skyddsåtgärd kommer det att finnas bullerskyddsskärmar.

Som riskreducerande åtgärder för TS har främst följande åtgärder valts.

- Vägräcke
- Dike (eller motsvarande)
- Vall/mur/plank (förstärkta bullerskyddsskärmar)
- Tråg

Med implementering av föreslagna riskreducerande åtgärder bedöms acceptabla risknivåer uppnås för TS.

En detaljstudie av Varvet 1 har genomförts vilket är den verksamhet som ligger närmast Tvärförbindelse Södertörn. Fastigheten Varvet 1 innehåller idag kontor, verkstäder och lagerutrymmen. Dagens avstånd mellan Varvet 1 och Vårbybron (E4/E20) är ca 35 meter. Vårbybron ligger även upphöjd med en nivåskillnad mot Varvet 1 om ca 5 meter. När Vårbybron byggs om kommer avståndet mellan Varvet 1 och Vårbybron kortas ner till under 25 meter med ungefär kvarvarande höjdskillnad.

Beräkningar av individ- och samhällsrisk för Varvet 1 visar att risknivåerna är höga för E4/E20 förbi fastigheten Varvet 1. Enligt individriskberäkningarna är det oacceptabla risknivåer 40 meter ut från vägkant utan åtgärder för prognosår 2045. Det betyder att risknivåerna ej tolereras och måste åtgärdas för befintliga fastigheter inom detta område. För att uppnå acceptabla risknivåer för Varvet har ett åtgärds paket tagits fram med fasad-, ventilation- och utrymningsåtgärder. För genomgång av åtgärder för Varvet 1, se Bilaga C – PM Olycksrisk Varvet 1 , avsnitt 8.

8 Referenser

- 01FS 2014:65. (u.d.). *Länsstyrelsen i Stockholms läns kungörelse om sammanställning av rekommenderade vägar och lokala trafikföreskrifter för transport av farligt gods i Stockholms län*. Länsstyrelsen i Stockholms län.
- Länsstyrelsen i Stockholms län. (2000). *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer, rapport 2000:01*. Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län.
- Länsstyrelsen i Stockholms län. (2016). *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Faktablad 2016:4*. Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län.
- Länsstyrelserna, Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen – riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods*.
- MSB. (2014). *Vägledning för samhällsviktig verksamhet (MSB620)*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
- MSBFS 2015:8. (u.d.). *Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
- Räddningsverket. (1997). *Värdering av risk*. Karlstad: Räddningsverket.
- Räddningsverket. (2003). *Handbok i riskanalys*. Karlstad: Räddningsverket.
- Räddningsverket och Boverket. (2006). *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport*. Karlstad: Räddningsverket.
- SFS 1999:381. (u.d.). *Lag om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor*. Stockholm: Justitiedepartementet.
- SFS 2003:778. (u.d.). *Lag om skydd mot olyckor*. Stockholm, Justitiedepartementet.
- SFS 2010:305. (u.d.). *Skyddslag*. Stockholm: Försvarsdepartementet .
- SFS 2015:236. (u.d.). *Förordning om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor*. Stockholm: Justitiedepartementet .
- SIS. (2018). *Riskhantering – Vägledning (ISO 31000:2018, IDT)*. Swedish Standards Institute.
- Trafikverket. (2015). *Åtgärdsvalsstudie – Väg 225 mellan väg 73 och Lövstälund. Nynäshamns och Botkyrka kommun, Stockholms län. Rapport. Publikationsnummer: TRV 2014:142*.
- Trafikverket. (2016). *V259 Tvärförbindelse Södertörn, PM Olycksrisk och tunnelsäkerhet, Val av lokaliseringalternativ, ON140006*.
- Trafikverket (2019). *Riskanalys Tunnelsäkerhet*. OS140003.

Bilaga A - Beräkningar och Indata

1 Inledning

Denna bilaga redovisar antaganden, förutsättningar, indata och beräkningsmodeller som ligger till grund för beräkningarna av individ- och samhällsrisk. Syftet med bilagan är att utgöra underlag för resultatredovisningen i huvudrapporten.

1.1 Risk- och olycksidentifikation

Det flesta olyckor med farligt gods inblandat är i grunden trafikolyckor och åtgärder för att förbättra trafiksäkerheten medverkar därför till att också minska risken för en olycka med farligt gods. De huvudsakliga riskkällorna vid transport av farligt gods utgörs av dem som kan leda till en eller flera av följande tre konsekvenser; brand, explosion och utsläpp av giftiga och frätande kemikalier. Farligt gods utgörs av flera olika ämnen vars fysikaliska och kemiska egenskaper varierar. Vid ett utsläpp kommer olika typer av konsekvenser inträffa beroende av ämnets egenskaper. Principiellt kan en indelning ske i massexplosiva ämnen, giftiga kondenserade gaser, brandfarliga kondenserade gaser, giftiga vätskor, brandfarliga vätskor och frätande vätskor.

Massexplosiva ämnen kan detonera vid olyckor. Skadeverkan är en blandning av strålnings- och tryckskador. Tryckkondenserade gaser är lagrade under tryck i vätskeform. Vid utströmning kommer en del av vätskan att förångas och övergå i gasform. Utströmningen ger upphov till ett gasmoln som driver i väg med vinden. Vätskor som strömmar ut breder ut sig på marken och bildar vätskepooler. Beroende av vätskans flyktighet kommer avdunstningen att gå olika fort. Brand och explosion kan uppstå sekundärt efter ett utsläpp av brandfarlig gas eller vätska. Om direkt antändning sker vid utsläppskällan uppstår en jetflamma. Antänds en vätskepool uppstår en poolbrand. Vid utströmning av brandfarlig gas används ofta termerna UVCE (Unconfined Vapour Cloud Explosion) och BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion). UVCE inträffar om ett gasmoln antänds på ett längre avstånd från utsläppskällan och BLEVE är ett resultat av att en på grund av värmepåverkan kokande vätska (tryckkondenserad gas) släpps ut momentant från en bristande tank och exploderar med stor kraft. Ovanstående konsekvenser kan härledas till farligt gods i ADR-klass 1, 2, 3, 6 och 8. Brandfarliga fasta ämnen i ADR-klass 4, oxiderande ämnen och organiska peroxider i ADR-klass 5, radioaktiva ämnen i ADR-klass 7 och övriga ämnens i klass 9 utgör normalt ingen fara för omgivningen då konsekvenserna koncentreras till fordonets närhet.

1.2 Dimensionerande scenarier

Beräkningarna behandlar följande scenarier:

- Detonation av massexplosiva ämnen som ger tryckverkan och brännskador.
- Utsläpp och antändning av kondenserad brännbar gas som kan ge upphov till BLEVE, gasmolnsexplosion, gasmolnsbrand och jetflamma, vilket leder till brännskador och i vissa fall även tryckpåverkan.
- Utsläpp av kondenserad giftig gas som ger förgiftning vid inandning.
- Utsläpp och antändning av mycket brandfarliga vätskor vilka ger poolbrand med efterföljande brännskador.
- Utsläpp av giftiga vätskor som ger förgiftning vid inandning när de driver iväg som gasmoln.
- Utsläpp av frätande vätskor, vilka ger frätskador vid hudkontakt.

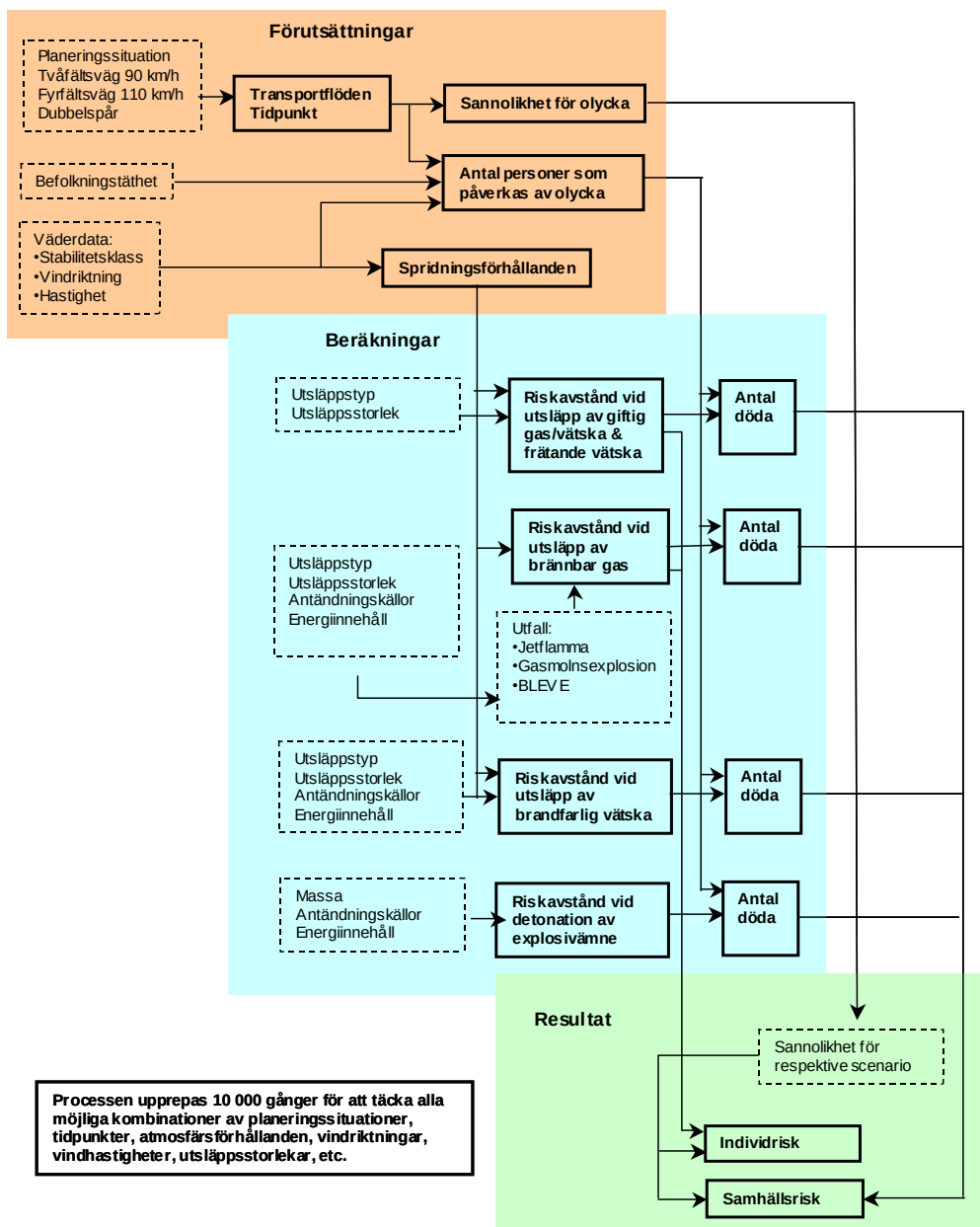
Tabell A 1. Karakterisering av farligt gods utifrån egenskap (utöver ADR-klassificeringen, dvs så kallad sekundärfara)¹

Klass	Väg
1.1	10%
1 Övrigt	90%
2 Giftigt	0,2%
2 Brännbart	23,6%
2 Övrigt	76,2%
3 Brandfarligt	100%
4 Alla	100%
5 Alla	100%
6 Flytande	72%
6 Övrigt	28%
7 Alla	100%
8 Alla	100%
9 Alla	100%

¹ Øresund Safety Advisers AB, Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen, 2004

2 Riskanalysmodell

I Figur A 1 nedan visas en schematisk beskrivning av analysmodellen som använts och de samband som finns mellan de ingående delarna. Figuren redovisar tillvägagångssätt för väg och järnväg. Flera av de ingående variabler och andra förutsättningar har tilldelats statistiska fördelningar i stället för att representeras av en punktskattning.



Figur A 1. Övergripande beskrivning av analysmodellen.

Processen beskriven i figur A1 ovan kommer därför att simuleras med cirka 10 000 iterationer för att säkerställa att all variation har beaktats. För varje iteration väljs vilka indata som skall användas för denna specifika beräkning. Konkret innebär det att varje beräkning omfattar ett specifikt värde på olycksplats, tidpunkt, atmosfärsförhållanden, vindriktning, vindhastighet, utsläppsstorlek, etc. För varje iteration beräknas sedan de olika konsekvenserna som kan uppkomma vid utsläpp av farligt gods. Information om sannolikheter, riskavstånd och utfall i form av omkomna människor lagras. När samtliga iterationer är slutförda kan resultatet i form av individrisk redovisas.

Själva modellen byggs upp i ett kalkylprogram (Microsoft Excel). För att kunna utföra upprepade beräkningar används ett tilläggsprogram för riskanalys². Tilläggsprogrammet används för att kunna representera indata och variabler med statistiska fördelningar i stället för punktskattningar. De upprepade beräkningarna utförs med hjälp av så kallad *Latin Hypercube sampling*, vilket är en mer sofistikerad form av *Monte Carlo-simulering*.

2.1 Beräkning av frekvens för farligt gods-olycka

Modellerna för beräkning av frekvensen för farligt gods-olycka består av två delar – en skattning av frekvensen för en trafikolycka där transport lastad med farligt gods är inblandat samt en skattning av sannolikheten för utsläpp vid en olycka.

Modellen för att beräkna frekvensen av trafikolyckor på väg med fordon lastat med farligt gods har hämtats från VTI³. Med hjälp av ÅDT, olyckskvoter och andel farligt gods kan frekvensen för olyckor beräknas.

På järnväg har Fredén⁴ utvecklat en modell för att uppskatta frekvensen för tågurspårning och kollision. Modellen bygger på trafikintensiteten (ofta uttryckt vagnaxelkilometer), tåghastigheten, spårkvaliteten, etc. Med hjälp av dessa uppgifter kan frekvensen för olyckor beräknas.

2.1.1 Scenarier

Med kännedom om fördelningen av det farliga godset i de olika huvudklasserna enligt RID, samt det farliga godsets karakteristiska egenskaper har följande scenarier identifierats.

² @RISK, Palisade Corp., 2000

³ Nilsson, G., *Vägtransporter med farligt gods – farligt gods i vägtrafikolyckor*, VTI Rapport 387:3, Väg- och transportforskningsinstitutet, Linköping, 1994

⁴ Fredén, S., *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*, Rapport 2001:5, Miljösektionen, Banverket, 2001

Tabell A 2. Dimensionerande scenarier vid utsläpp av farligt gods.

Beskrivning	Typämne
K1, K1.1, detonation -> tryck	Trotyl
K2, Brännbar, UVCE -> brännskada/tryck	Gasol
K2, Brännbar, BLEVE -> brännskada	Gasol
K2, Brännbar, Jetflamma -> brännskada	Gasol
K2, Giftig - giftmoln	Svaveldioxid
K3, Brandfarlig, Pölbrand (direkt) -> brännskada	Bensin
K3, Brandfarlig, Pölbrand (fördröjd) -> brännskada	Bensin
K3, Giftig, Pölbrand (direkt) -> brännskada	Bensin
K3, Giftig, Pölbrand (fördröjd) -> brännskada	Bensin
K3, Giftig, Ingen antändning -> giftmoln	Propylenoxid
K6, Vätska -> giftmoln	Dimetylsulfat
K8 -> frätskada	Svavelsyra

För att kunna beräkna sannolikheten för de olika scenarierna ovan krävs kännedom om exempelvis andelen giftiga och brännbara kemikalier i ADR-klass 2, sannolikheten för utsläpp och sannolikheten för antändning.

Sannolikheten för utsläpp styrs av om tanken är tunnväggig eller tjockväggig samt vid vilken hastighet som olyckan sker. För väg gäller att sannolikheten för läckage i tunnväggig tank är (index för farligt gods-olycka) 0.28 vid 90 km/h och 0.42 vid 110 km/h. Generellt är sannolikheten för utsläpp för tjockväggiga tankar 1/30 av den för tunnväggiga tankar⁵.

Massexplosiva ämnen detonerar med en viss sannolikhet i fall de utsätts från våldet av en olycka. Utsläpp av brännbar gas resulterar i ett antal olika konsekvenser beroende på när antändning sker. Samma sak gäller för utsläpp av brandfarlig vätska. I tabell A3 nedan anges fördelningen mellan olika utfall.

Tabell A 3. Fördelning mellan olika utfall⁶⁷⁸.

Klass	Konsekvenser	Sannolikhet
Klass 1.1	Detonation	0.1
	Ingen antändning	0.9
Klass 2 Brännbar	UVCE	0.50
	BLEVE	0.0019
	Jetflamma	0.19
	Ingen antändning	0.3081
Klass 3 Brandfarlig	Pölbrand - omedelbar	0.03
	Pölbrand - fördröjd	0.03
	Ingen antändning	0.94

⁵ Øresund Safety Advisers AB, Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen, 2004

⁶ Purdy, G., *Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*, Journal of Hazardous Materials, 33, pp 229-259, 1993

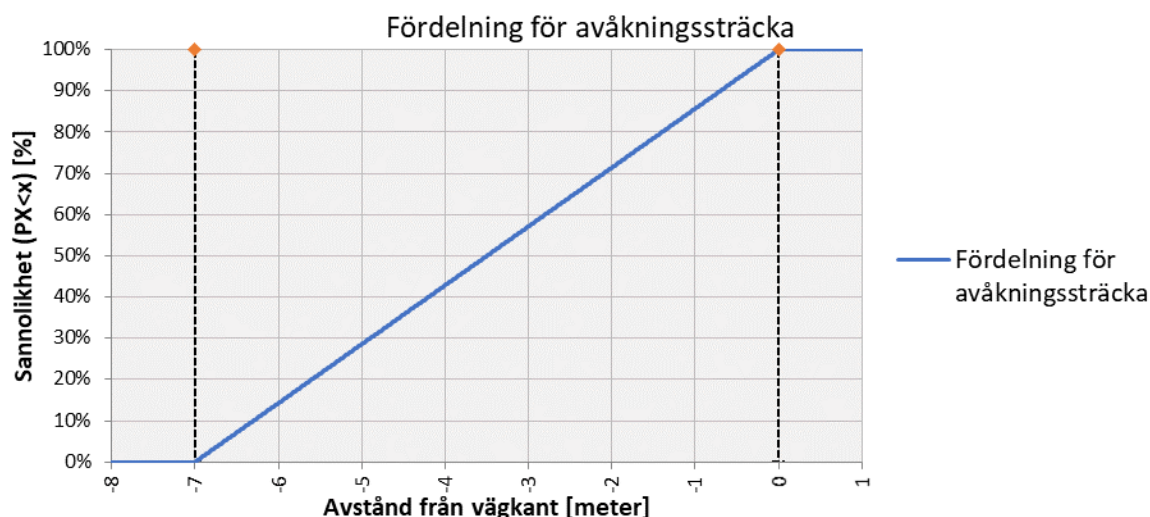
⁷ CPQRA, *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*. Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, New York, 1989

⁸ Fredén, S., *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*, Rapport 2001:5, Miljösektionen, Banverket, 2001

Det är nu möjligt att beräkna sannolikheten för de dimensionerande scenarierna. Fördelningen mellan utfallen kan justeras om det finns förhållanden som medger det. Om det till exempel finns dike längs vägen kan fördröjd pölbrand likställas med direkt pölbrand då pölen antas stanna på vägbanan och inte rinna ut vilket innebär att sannolikheten för direkt pölbrand ändras från 0,03 till 0,06 och sannolikheten för fördröjd pölbrand blir 0.

2.1.2 Avåkning

En betydelsefull parameter för beräkning av riskavståndet är hur långt från transportleden som olyckan sker. Inom denna parameter beaktas vägens bredd och förhållande intill vägen, såsom vägräcke, dike eller andra höjdskillnader. I det aktuella fallet har vägräcken antagits begränsa avåkningen, både för avåkning bort från vägen och mot mötande körfält. Avåkningen (mätt som avvikelse från yttersta vägkant) har antagits vara jämnt fördelad mellan vägräckena. Figur A2 nedan visar den kumulativa fördelningen av avåkningssträcka som använts i beräkningarna.



Figur A 2. Fördelning (kumulativ) för avåkningssträcka. De vertikala markeringarna på - 7 meter och 0 meter symboliserar vägräcken.

3 Konsekvenser av olyckor

Nedanstående är information om hur skadeverkan av olika klasser av farligt gods beräknas.

3.1 Explosion

3.1.1 Explosion - värmestrålning

Beräkning av konsekvensen av en explosion följer en modell redovisad av Carlsson⁹.
Laddningens totala energiinnehåll beräknas:

$$E = \frac{\Delta H}{M} m$$

där

E = Laddningens totala energiinnehåll, J

ΔH = reaktionsentalpi, J/mol

M = molmassa, kg/mol

m = Explosivämnesvikten, kg

Eldklotets varaktighet beräknas:

$$t = 0.3m^{1/3}$$

där

t = eldklotets varaktighet, s

Mottagen strålning beräknas för olika avstånd enligt nedan. Det antas att 50 % av energin blir strålning och resterande del tryckvåg.

$$Q = \frac{E}{2} 4\pi r^2$$

där

Q = mottagen energi, J/m²

r = avstånd från laddningens centrum, m

Överslagsberäkningar visar att det är strålningen som är den dominerande konsekvensen vid explosion för de som vistas utomhus. Eventuella tryckskador på människor uppkommer på avstånd 50-60 m.

3.1.2 Explosion - tryck

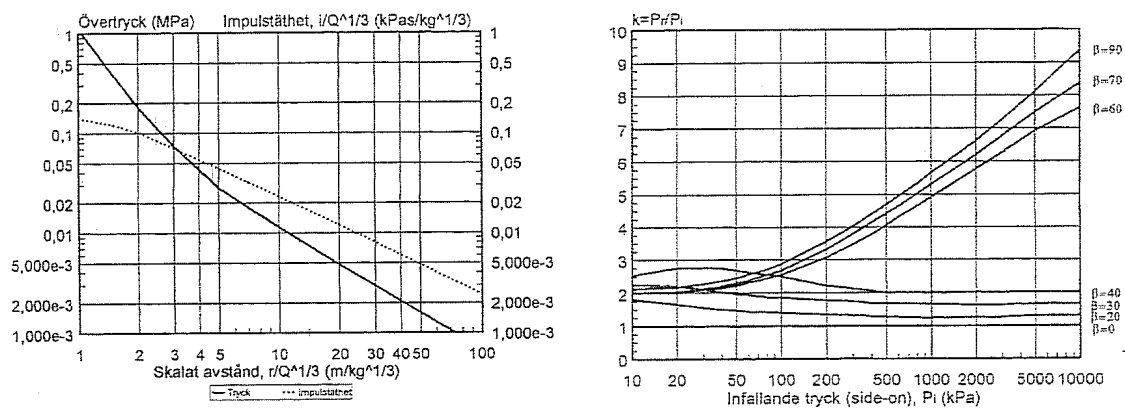
Beräkning av tryck och impulstäthet utförs enligt nedanstående metodik:

- Inledningsvis beräknas laddningsvikten, vilken är 1.8 ggr större än massan explosivämne om explosionen sker i marknivå. Detta beror på en spegling av trycket. Det skalade avståndet ($r/Q^{1/3}$) beräknas där r är avståndet till laddningen och Q är den omräknade laddningsvikten.

⁹ Carlsson, T., *Explosivämneskurs. Konsekvenser/Riskanalys*, kompendium i explosivämneskunskap, Försvarets forskningsanstalt, Stockholm, 1998

- Med hjälp av information i Figur A 3 kan det infallande fria trycket på ett givet avstånd beräknas. Det fria trycket används sedan för att uppskatta skador på människor och egendom.
- Med hjälp av infallande tryck kan det reflekterande trycket beräknas. Byggnader raderas om: $(I_c/I+) + (P_c/P+) < 1$,

där I_c och P_c är karakteristiska värden för en viss byggnadstyp. $I+$ och $P+$ hämtas från Figur A 3.



Figur A 3. Maximalt övertryck och impulstäthet respektive kvot mellan reflekterat- och infallande tryck.

3.2 Spridning i luft

3.2.1 Förångning

Förångningsmodellen används för att uppskatta källstyrkan ifrån en pöl av giftig vätska. Följande uppsättning ekvationer från Andersson¹⁰ kan användas för att beräkna förångningshastigheten av vätskor med kokpunkt över omgivningens temperatur.

$$Y_{FW} = \frac{1}{\left[1 + \left(\left(\frac{p}{p_F}\right) - 1\right) \left(\frac{M_{luft}}{M_F}\right)\right]}$$

$$B = \left(Y_{F_\infty} - Y_{FW}\right) / \left(Y_{FW} - Y_{FR}\right)$$

$$Re = u \cdot D / \nu$$

$$Nu = 0.037 \cdot Re^{4/5} \cdot Pr_{luft}^{1/3}$$

$$h = Nu \cdot k_{luft} / D$$

$$\dot{m}_s = \left(h / C_{p_{luft}}\right) \cdot \ln(1 + B)$$

där

¹⁰ Andersson, B., *Introduktion till konsekvensberäkningar, några förenklade typfall*, Institutionen för Brandteknik, Lunds universitet, Lund, 1992

Y_{FW}	= Massfraktion bränsle vid ytan i gasfas
$Y_{F_{\infty}}$	= Massfraktion bränsle i luften ovanför bränsleytan
Y_{FR}	= Massfraktion bränsle i vätskepölen
p	= Lufttryck = 760 mm Hg
p_F	= Ångtryck för bränsle i mm Hg
M_{luft}	= Molekylvikt för luft = 28.85 g/mol
M_F	= Molekylvikt för bränsle i g/mol
B	= Dimensionslöst masstranporttal
Re	= Reynolds tal, dimensionslöst
Nu	= Nusselts tal, dimensionslöst
Pr_{luft}	= Prandtls tal för luft, dimensionslöst = 0.71
u	= Vindhastighet, m/s
D	= Pölens diameter, m
ν	= Kinematisk viskositet för luft = $15.08 \cdot 10^{-6}$ m ² /s
h	= Konvektivt värmeövergångstal, W/m ² K
k_{luft}	= Konduktivitet för luft = 0.02568 W/mK
$\dot{m}''_s$	= Massflöde från ytan, g/m ² s
$C_{P_{luft}}$	= Värmekapacitet för luft = 1 J/gK

Efter att massflödet från ytan har beräknats kan den totala förångningshastigheten uppskattas med kännedom om pölens yta. Det är även möjligt att beräkna hur lång tid det tar för hela pölen att förångas. Förångningshastigheten används sedan som indata till spridningsmodellen.

3.2.2 Källstyrka vid utsläpp

Källstyrkan för tryckkondenserade gaser beräknas med följande uttryck¹¹.

$$\dot{Q}_t = C_d * A (2 * (P_o - P_a) / v_f)^{0,5}$$

där

C_d = Flödeskoefficient

A = Hålarea [m^2]

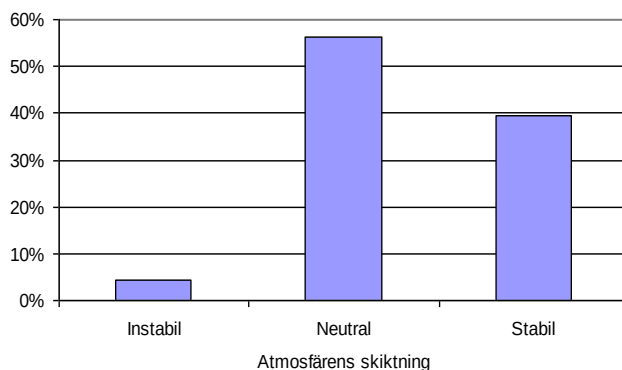
P_o = Trycket i tanken [Pa]

P_a = Atmosfärstrycket [Pa]

v_f = Specifik volym i vätskefas [m^3/kg]

3.2.3 Väderförhållanden

Väder- och vindförhållanden antas enligt nedan¹¹.



Figur A 4. Fördelning av atmosfärens skiktning.

Den vanligaste skiktningen i atmosfären är neutral, därefter stabilt. Instabil skiktning inträffar mycket sällan. För respektive stabilitetsklass finns uppgifter om fördelningen av vindhastigheter. Dessa redovisas i tabell A4 nedan.

Tabell A 4. Vindhastigheter uppdelat på stabilitetsklass.

Stabilitetsklass	Vindhastighet (medelvärde)
Instabil	1,7 m/s
Neutral	4,4 m/s
Stabil	2,4 m/s

¹¹ Øresund Safety Advisers AB, Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen, 2004

3.2.4 Modell för spridning

Modellen för spridning i luft kan användas för att beräkna konsekvenserna av giftiga vätskor, toxiska gaser och gasmolnexplosioner (UVCE). Spridningsmodellen ger koncentrationen av gas på ett givet avstånd från utsläppspunkten. Beräkning sker enligt Fischer m.fl.¹².

$$X(x, y, z) = \frac{Q}{2 \pi \sigma_y \sigma_z u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \exp\left(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) \exp\left(-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right)$$

där

$X(x, y, z)$ = Koncentrationen på avståndet x, y och z [kg/m³]

Q = Utsläppets källstyrka [kg/s]

σ_y, σ_z = Dispersionskoefficienter i sid- och höjddled

u = Vindhastigheten [m/s]

H = Utsläppets höjd [m]

Dispersionskoefficienterna som styr spridning i sid- och höjddled beräknas enligt nedan.

$$\sigma_y = \frac{a_y (x + x_{y0})}{(1 + b_y (x + x_{y0}))^{\gamma_y}} K_{rp} K_{yt}$$

$$\sigma_z = \frac{a_z (x + x_{z0})}{(1 + b_z (x + x_{z0}))^{\gamma_z}} K_{rp}$$

där a, b, och γ är parametrar som beror på rådande stabilitet; x_{y0} och x_{z0} är avstånden till s.k. virtuella källor, dvs de koordinatförskjutningar som är nödvändiga för att plymen ska få rätt bredd och höjd initialt. K_{rp} anger en korrigering för underlagets skrovlighet och K_{yt} för samplingstidens (medelvärdesbildningstidens) påverkan på den horisontella spridningen. För bebyggt område är både K_{rp} och $K_{yt} = 1$.

Tabell A 5. Värde på konstanter för respektive stabilitetsklass, bebyggt område.

Stabilitet	a_y	b_y	γ_y	a_z	b_z	γ_z
A	0,32	0,0004	0,5	0,24	0,001	-0,5
B	0,32	0,0004	0,5	0,24	0,001	-0,5
C	0,22	0,0004	0,5	0,20	0	0
D	0,16	0,0004	0,5	0,14	0,0003	0,5
E	0,11	0,0004	0,5	0,08	0,0015	0,5
F	0,11	0,0004	0,5	0,08	0,0015	0,5

¹² Fischer, S. m fl, *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor. Metoder för bedömning av risker*. Försvarets Forskningsanstalt, Stockholm, 1997

Nedanstående ekvationer används för beräkning av χ_{y0} och χ_{z0} .

$$\chi_{y0} = \frac{\left(\frac{\sigma_{y0}}{K_{rp} K_{yt}}\right)^2 b_y + \frac{\sigma_{y0}}{K_{rp} K_{yt}} \sqrt{\left(\frac{\sigma_{y0}}{K_{rp} K_{yt}}\right)^2 b_y^2 + 4a_y^2}}{2a_y^2} \text{ för } \gamma_y = 0,5$$

$$\chi_{z0} = \frac{\left(\frac{\sigma_{z0}}{K_{rp}}\right)}{a_z - b_z \left(\frac{\sigma_{z0}}{K_{rp}}\right)} \text{ för } \gamma_z = 1$$

$$\chi_{z0} = \frac{\left(\frac{\sigma_{z0}}{K_{rp}}\right)^2 b_z + \frac{\sigma_{z0}}{K_{rp}} \sqrt{\left(\frac{\sigma_{z0}}{K_{rp}}\right)^2 b_z^2 + 4a_z^2}}{2a_z^2} \text{ för } \gamma_z = 0,5$$

$$\chi_{z0} = \frac{\sigma_{z0}}{K_{rp} a_z} \text{ för } \gamma_z = 0$$

$$\chi_{z0} = \frac{\sqrt{1 + \frac{4 \frac{\sigma_{z0}}{K_{rp}} (\sqrt{2} - 1) b_z}{a_z}} - 1}{2(\sqrt{2} - 1) b_z} \text{ för } \gamma_z = -0,5$$

σ_{y0} och σ_{x0} är de initiala dispersionskoefficienterna, vilka väljs utifrån schablonvärden.

3.3 BLEVE

Konsekvensavståndet för BLEVE har valts till samma som i Förbifart Stockholm. Området som påverkas antas i beräkningarna vara cirkulärt med radien 170 meter¹³.

3.4 Jetflamma

Jetflamman är en "svetslåga" som uppkommer vid direkt antändning av en kondenserad brandfarlig gas. Följande ekvationer används för att beräkna riskavståndet vid en jetflamma¹⁴.

$$R_{s,50} = 1,9 * t^{0,4} * \dot{Q}_t^{0,47}$$

där

$\dot{Q}_t$ = Utsläppshastighet [kg/s]

t = Exponeringstid [s]

$R_{s,50}$ = Riskavstånd, i sidled, inom vilket risken för dödlighet är 50% [m].

¹³ Trafikverket, *E4 Förbifart Stockholm. Riskbedömning för driftskedet på farligt gods transporter på ytvägnät. Rev B*, 2011

¹⁴ Andersson, B., *Introduktion till konsekvensberäkningar, några förenklade typfall*, Institutionen för Brandteknik, Lunds universitet, Lund, 1992

3.4.1 Pölbrand

Riskavståndet beräknas enligt följande formel.

$$R_{s,50} = \sqrt{\frac{\chi_r \cdot \dot{Q}}{4\pi \dot{q}_{x_r}}}$$

där

$R_{s,50}$ = Riskavstånd inom vilket risken för dödlighet är 50% [m].

χ_r = Strålningsandel

$\dot{Q}$ = Brandeffekt [kW]

$\dot{q}_{x_r}$ = Kritisk strålningsintensitet per ytenhet [kW/m²]

Den aktuella brandens effekt, $\dot{Q}$, beräknas enligt följande formel från Karlsson m.fl.¹⁵.

$$\dot{Q} = \dot{m} \Delta h_c A_p$$

där

$\dot{m}$ = Förbränningshastighet per ytenhet [kg/(sm²)]

Δh_c = Effektivt förbränningsvärme [MJ/kg]

A_p = Pölens area [m²]

3.4.2 Stänk

Vid utsläpp av frätande vätskor uppkommer stänk. Omfattande exponering av stänk kan ge dödliga skador på 5-20 m avstånd. I beräkningarna antas en likformig fördelning för konsekvensavståndet mellan 5 och 20 meter¹⁶.

¹⁵ Karlsson, B., Quintiere, J.G., *Enclosure Fire Dynamics*, CRC Press, London, 2000

¹⁶ Øresund Safety Advisers AB, Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen, 2004

3.4.3 Indata

I nedanstående tabeller ges väsentliga indata.

Tabell A 6. Generella indata till konsekvensberäkningarna¹⁷.

Variabel	Enhet	Värde
Hålstorlek, tjockväggig	[m ²]	Kumul (8e-5,1e-2,{8e-5,7e-4,1e-2},{0.625,0.833,1})
Hålstorlek, tunnväggig	[m ²]	Kumul (8e-5,1e-2,{8e-5,7e-4,1e-2},{0.375,0.625,1})
Atmosfärstryck	[Pa]	101325
Flödeskoefficient	[-]	Likformig (0.65,0.80)
Exponeringstid, giftig gas	[min]	30
Exponeringstid, strålning	[s]	20
Höjd på vätskepelare	[m]	Likformig (1,2)
Tyngdaccelerationen	[m/s ²]	9.81

Exponeringstiderna har valts utifrån ett rättighetsperspektiv där även personer med funktionsvariation skall ha möjlighet att sätta sig i säkerhet. Exponeringstiderna ligger i linje med de som redovisas i CPR 18E¹⁸.

Specifika indata för de ämnen som använts i beräkningarna presenteras nedan.

Tabell A 7. Ämnesspecifika indata¹⁷.

Variabel	Enhet	Propylen-oxid	Dimetyl-sulfat	Svavel-dioxid	Gasol	Bensin
Molvikt	[g/mol]	58.1	126	64	76.53	
Dödlighet	[mg/m ³]	1000	185	2250	10870	
Densitet vätska	[kg/m ³]	830	1330	1460	605	7502
Utsläppt mängd	[ton]	15-25	15-25	15-25	15-25	15-25
Förbränningsvärme	[kJ/kg]	34845	-	-	46000	45000
Strålningsandel	[-]	0.303	-	-	0.3	0.14
Ängtryck	[kPa]	60	0.067		833	
Kokpunkt	[°C]	34	188			
Tanktryck	[kPa]			230	535	
Förbränningshastighet	[m/s]					0.0001
Förbränningshastighet	[kg/m ² /s]					0.048

Tabell A 8. Indata för trotyl¹⁷.

Variabel	Enhet	Värde
Värmevärde	[MJ/kg]	5.42
Massa	[kg]	Likformig (10000, 15000) för väg
Hustyp	[-]	Betong, 20 cm ytterväggar
P _c , I _c	[kPa]	200, 2.5

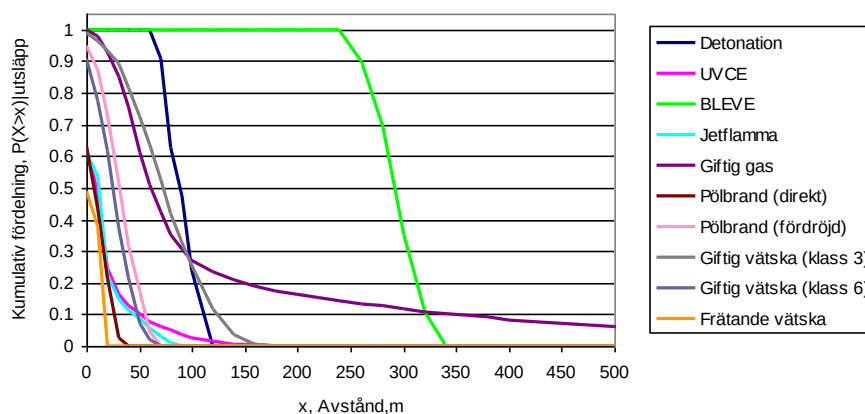
¹⁷ Öresund Safety Advisers AB, Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen, 2004

¹⁸ Committee for the prevention of disasters, CPR 18E, Guidelines for quantitative Risk analysis, 1999

3.5 Hantering av resultat

Konsekvensberäkningarna har simulerats med 10 000 iterationer i riskanalysverktyget @RISK¹⁹, för att säkerställa att all variation har beaktats. De flesta ingående variabler och andra förutsättningar har tilldelats statistiska fördelningar i stället för att representeras av en punktskattning.

För varje iteration väljs vilka indata som skall användas för denna specifika beräkning. Konkret innebär det att varje beräkning omfattar ett specifikt värde på tidpunkt, atmosfärsförhållanden, vindriktning, vindhastighet, utsläppsstorlek, etc. För varje iteration beräknas sedan de olika scenarierna som kan uppkomma vid utsläpp av farligt gods. Information om sannolikheter och riskavstånd lagras. När samtliga iterationer är slutförda kan resultatet i form av riskavstånd redovisas. Exempel på riskavstånden givet olycka till 50 % dödlighet per olycksscenario visas i figur A5 nedan.



Figur A 5. Exempel riskavstånd vid olycka med respektive olyckstyp. Gäller givet att olycka inträffar.

Exempel i figur A5 ovan visar att de flesta scenarier har konsekvenser som understiger 60 m. Hänsyn är ej taget till eventuell skärmande bebyggelse.

3.6 Beräkning av risk

Riskavstånd kan tillsammans med olycksfrekvensen och den relativa sannolikheten för respektive scenario omvandlas till individrisk. Utifrån konsekvenserna beskrivning i Figur A 5 beräknas individrisken baserat på sannolikheten för att olyckan sker med olika godstyper (utifrån VTI modellen). Resultatet blir sannolikheten för att en enskild person omkommer på en viss punkt, på ett visst avstånd utomhus per år.

¹⁹ @RISK, Palisade Corp., 2000

4 Indata – specifika för Tvärförbindelse Södertörn

4.1 Trafikprognoser väg

I tabell A9 nedan presenteras indata till beräkningarna av frekvensen för farligt gods-olyckor på Tvärförbindelse Södertörn. Beräkningar har delats upp för olika sträckor där antalet fordon skiljer sig. Antalet transporter med farligt gods är dock samma för samtliga sträckor och bygger på en inventering (se avsnitt 4.2). Detta gäller dock inte för E4/E20 (där beräkningar också genomförts) eftersom trafik från både Tvärförbindelse Södertörn och E4/E20 beaktas i det fallet.

Tabell A 9. Trafikprognoser, andel tung trafik och antal farligt gods-transporter för delsträckorna på Tvärförbindelse Södertörn²⁰.

Sträcka	Riktning	ÅMD (fordon)	Andel tung trafik	Antal farligt gods- transporter/år (från inventering)	Andel farligt gods
1 E4/E20 Vid Vårbybron	Nordlig	77 700	0,11	63 101	2%
	Sydlig	77 300	0,10	56 371	2 %
2 Flottsbro Tunnelpåslag	Västlig	32 400	0,08	23 413	2,5%
	Östlig	32 000	0,08	23 413	2,5%
3 Flottsbro Tunnelpåslag	Västlig	34 100	0,09	23 413	2,1%
	Östlig	33 900	0,1	23 413	1,9%
4 Tunnelpåslag- Kästa	Västlig	34 100	0,09	23 413	2,1%
	Östlig	33 900	0,1	23 413	1,9%
5 Kästa- Huddingevägen	Västlig	30 700	0,1	23 413	2,1%
	Östlig	32 800	0,1	23 413	2,0%
6 Huddingevägen Tunnelpåslag	Västlig	20 400	0,15	23 413	2,1%
	Östlig	19 900	0,15	23 413	2,1%
7 Gladö Tunnelpåslag	Västlig	21 600	0,14	23 413	2,1%
	Östlig	21 300	0,14	23 413	2,2%
8 Gladö-Lissma	Västlig	20 600	0,14	23 413	2,2%
	Östlig	20 400	0,14	23 413	2,2%
9 Lissma-Rudan	Västlig	17 100	0,16	23 413	2,3%
	Östlig	16 900	0,16	23 413	2,4%
10 Rudan- Slätmosen	Västlig	17 400	0,14	23 413	2,6%
	Östlig	17 300	0,15	23 413	2,5%

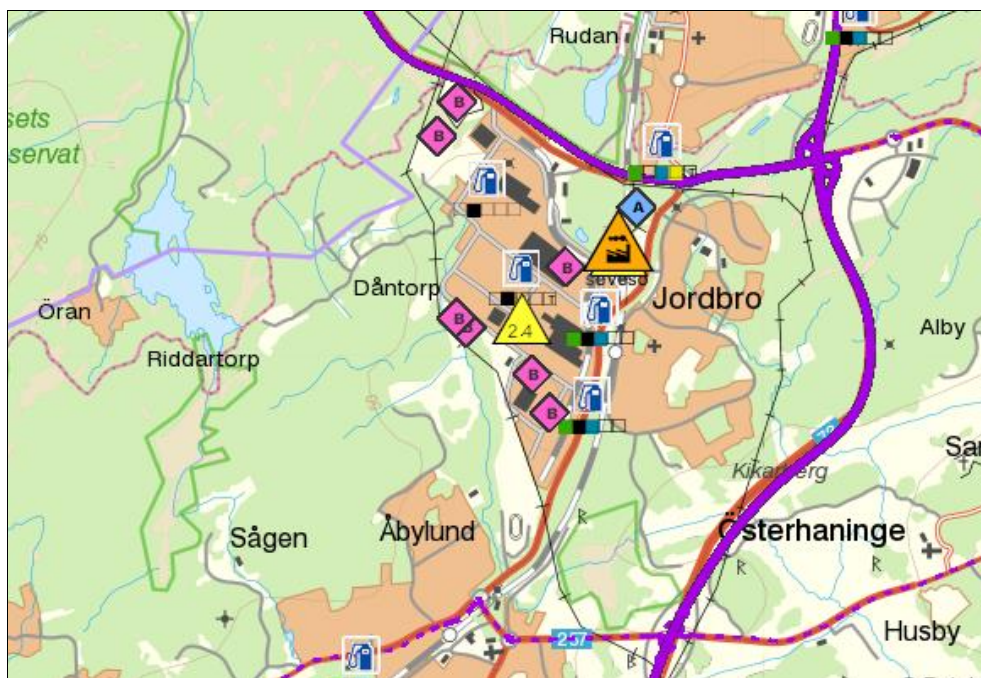
²⁰ Trafikverket (2019). Tekniskt PM Trafikprognos, oT140023, 2019-06-26

4.2 Transporter med farligt gods

Uppgifter avseende transporter av farligt gods sammanställs årligen av Trafikanalys²¹, vilka innefattar data på nationell nivå. Underlaget är dock inte fullt representativt för vägsträckor på regional nivå, då uppgifterna utgör en sammanställning av lastbilstransporter i Sverige. I syfte att erhålla en mer representativ statistik kring de förväntade transporterna med farligt gods för Tvärförbindelse Södertörn har en inventering av aktuella trafikflöden från och till närliggande potentiella mottagare eller avsändare, exempelvis tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter eller drivmedelsstationer, genomförts inom projektet.

Inventeringen utgår från Länsstyrelsen Stockholms planeringsunderlag²² med potentiella mottagare eller avsändare av farligt gods i form av exempelvis tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter, drivmedelsstationer och transportleder för farligt gods inventerats inom ett område motsvarande cirka en kilometer utmed transportlederna.

Utifrån planeringsunderlaget som Länsstyrelsen Stockholm tillhandahåller har en inledande inventering genomförts för att se var verksamheterna är lokaliserade, se Figur A A6. Därefter har en uppföljning av riskkällorna genomförts för att erhålla mer information om transporterna med farligt gods, exempelvis hur många transporter och vilka godsmängder som hanteras inom respektive verksamhet.



Figur A 6. Exempel på redovisning av verksamheter inom området kring Jordbro²²

Nedan beskrivs tillvägagångssättet och underlaget som har använts för respektive kategori av verksamhet.

4.2.1 Tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter

Utifrån länsstyrelsens planeringsunderlag har lokaliseringen av tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter fastställts. Därefter har ytterligare information om respektive verksamhet hämtats från företagens egna hemsidor.

²¹ Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2017. Statistik 2018:13," Trafikanalys, Stockholm, 2018.

²² Länsstyrelserna, "Länsstyrelsens WebbGIS," 15 november 2018. [Online]. Available: <http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/Stockholm/Planeringsunderlag/>.

För Sevesoverksamheterna inom området har även uppföljande frågor kring antalet transporter genomförts via telefon för att erhålla ytterligare information om verksamheternas hantering av kemikalier.

4.2.2 Drivmedelsstationer

Drivmedelsstationernas lokalisering har också hämtats från länsstyrelsens planeringsunderlag. Sedan har ytterligare uppgifter hämtats via respektive företags hemsida för att bekräfta lokaliseringen av drivmedelsstationerna och vilka drivmedel som hanteras på respektive station, då uppgifterna som redovisas i planeringsunderlaget är relativt gamla.

För att även få information om antalet transporter till drivmedelsstationerna har företagen kontaktats via telefon och mail. Generellt uppskattas antalet drivmedelsleveranser uppgå till cirka två leveranser per vecka och station i genomsnitt.

4.2.3 Information om transporter av farligt gods via Färjeläget i Nynäshamn

Informationen om transporter med farligt gods via färjeläget har erhållits via kontakt med Stockholms Hamnar. Mängden farligt gods som transporteras via färjeläget är relativt begränsad, under år 2016 och fram till juni år 2017 uppgick det totala antalet transporter till cirka 1 300 och godsmängden uppgick till cirka 8 500 ton.

4.2.4 Godshanteringen vid Norvik, Nynäshamn

Underlaget gällande godshanteringen vid Norviks hamn, antalet containers och mängden RO-RO-gods samt andelen farligt gods, har hämtats från underlagsrapporten till miljökonsekvensbeskrivningen (MKB) avseende riskerna förknippade med transporter till och från anläggningen²³.

Utbyggnaden av Norvik ligger efter tidplanen, i jämförelse med den som redovisas i MKB och underlagsrapporten, men de förväntade godsmängder kommer troligtvis överensstämma då TS har byggts färdigt.

4.2.5 Transporter av farligt gods

Utifrån kontakterna med de tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheterna, främst Sevesoverksamheterna, inom närområdet och informationen på deras hemsidor har det varit möjligt att göra uppskattningar kring antalet transporter med farligt gods till och från verksamheterna. Transporterna från AGA:s LNG-terminal kommer exempelvis att påverka ADR-fördelningen inom området på grund av det omfattande antalet transporter av brandfarlig gas som förväntas förekomma.

Från Norvik kommer en stor del av godsmängderna att transporteras via tåg och uppgifterna kring detta har även hämtats från underlagsrapporten avseende riskerna relaterade till transporter till och från anläggningen²³. Då viss insamlad data kring transporter med farligt gods är erlagt med sekretess så redovisas inga specifika mängder kopplat till olika verksamheter, utan det redovisas i sin helhet.

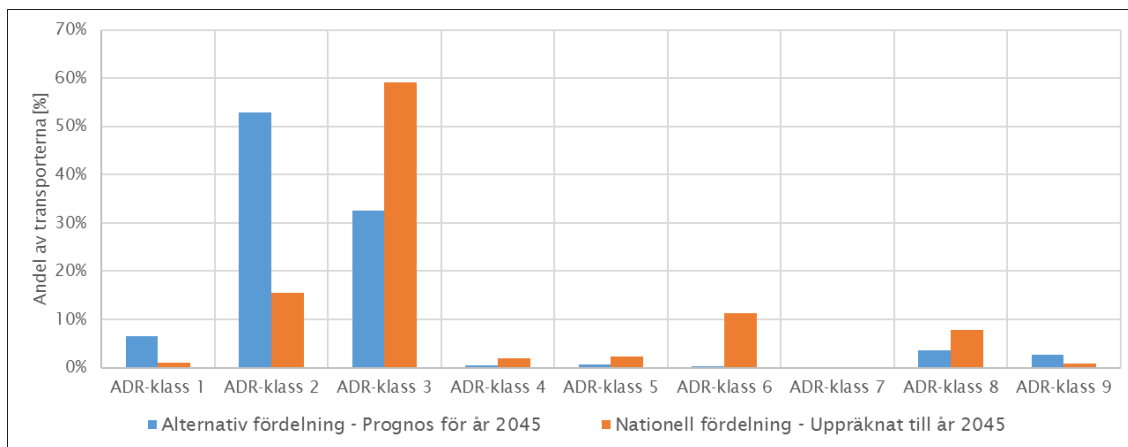
4.2.6 Verksamheter som inte har inkluderats i inventeringen

Försvarsmakten har ett flertal anläggningar i närheten av det aktuella området, men informationen kring deras transporter har varit ytterst begränsad och av den anledningen har inte transporter till och från Försvarsmaktens anläggningar inkluderats.

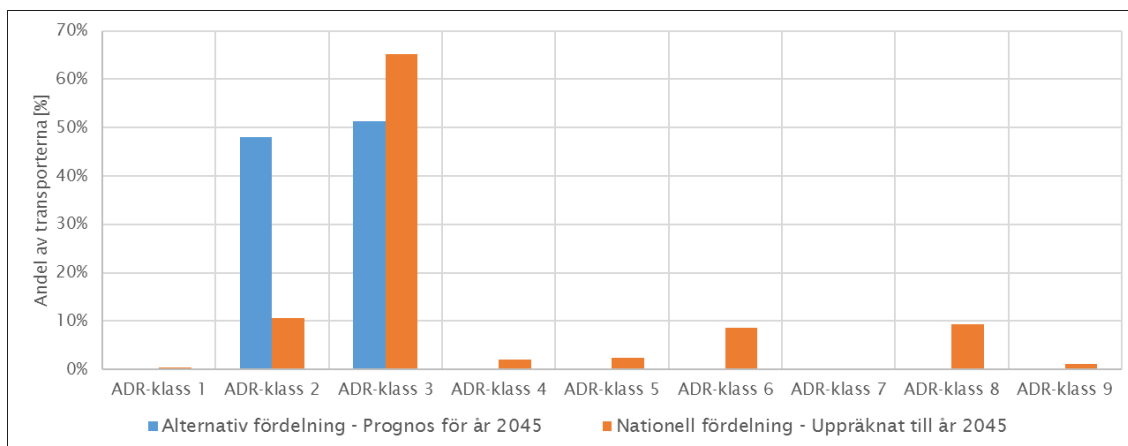
4.2.7 Beskrivning av ADR-sammanställningen

En jämförelse mellan ADR-fördelningen som Trafikanalys redovisar på nationell basis och en alternativ som bättre representerar verksamheterna inom närområdet som förväntas använda TS för transporter av farligt gods har tagits fram, se Figur A 7 respektive Figur A 8.

²³ EnviroPlanning AB, *Miljöriskanalys av transporter av farligt gods på väg och järnväg samt i farleden utanför hamnen. Planerad hamn vid Stockholm - Nynäshamn, Norviksudden, Göteborg, 2007*



Figur A 7. Jämförelse utifrån antalet transporter av farligt gods. Fördelning mellan olika ADR-klasser utifrån antalet transporter.



Figur A 8. Jämförelse utifrån transporterad godsmängd. Fördelning mellan olika ADR-klasser utifrån transporterad godsmängd.

4.2.8 Diskussion kring skillnaderna mellan ADR-sammanställningarna

Det är främst två ADR-klasser, ADR-klass 2 respektive 3, som skiljer sig åt mellan den alternativa och nationella fördelningen. Utanför Nynäshamn har AGA en LNG-terminal och den medför ett mycket stort antal transporter med ADR-klass 2, vilket gör att ADR-fördelningen påverkas. Andelen ADR-klass 3 är högre i den nationella fördelningen, men detta beror troligtvis på att transporterna från AGA påverkar den alternativa fördelningen. Utan de omfattande transporterna med ADR-klass 2 hade skillnaderna gällande ADR-klass 3 varit mindre mellan den alternativa respektive nationella ADR-fördelningen.

Utifrån inventeringen inom området har mer representativa uppgifter om ADR-fördelningarna utarbetats och räknats upp till prognosår 2045. Detta möjliggör att en bättre uppskattning av riskerna som transporterna med farligt gods utgör för omgivningen kan genomföras. Utifrån inventeringen har en förväntad regional fördelning för år 2045 tagits fram och den redovisas nedan.

Tabell A 10. Prognos för regional fördelning för år 2045.

ADR-klass	Antal transporter	Procentuell andel av antalet transporter	Transporterad godsmängd [ton]	Procentuell andel av transporterad godsmängd
ADR-klass 1	3 065	6,5	1 348	0,1
ADR-klass 2	24 733	52,8	471 085	47,9
ADR-klass 3	15 263	32,6	503 977	51,3
ADR-klass 4	220	0,5	1308	0,1
ADR-klass 5	341	0,7	1716	0,2
ADR-klass 6	176	0,4	94	0,0
ADR-klass 7	0	0,0	0	0,0
ADR-klass 8	1728	3,7	2471	0,3
ADR-klass 9	1299	2,8	754	0,1
Totalt	46 826	100,0	982 753	100,0

I beräkningarna för ytvägnätet har den procentuella andelen som baseras på antalet transporter använts.

4.3 Indata till samhällsrisk

För beräkning av samhällsrisk används indata från individrisken samt befolkningstäthet. Samhällsrisk har beräknats för fyra områden som har bedömts ha hög befolkningstäthet. Den beräknade samhällsrisk för dessa områden kan likställas med samhällsrisk för områden med liknande befolkningstäthet. Detta innebär att om samhällsrisknivåerna bedöms acceptabla för de beräknade områdena kan de också antas vara acceptabla för övriga områden längs Tvärförbindelse Södertörn. Samhällsrisk för respektive område beräknas för ett 1 km² stort område längs 1 km av transportleden för farligt gods, i detta fall Tvärförbindelse Södertörn. I de fall som flera transportleder för farligt gods kan påverka det valda området har även dessa beaktats (i detta fall Huddingevägen/Länsväg 226 och Västra stambanan vid trafikplats Solgård). Beräkningar har också utförts för området där Tvärförbindelse Södertörn ansluter till E4/E20. Statistiken är baserad på schabloner, statistik och antalet fastigheter/bostäder²⁴²⁵²⁶.

Följande avsnitt beskriver befolkningstäthet för fyra konfliktområden längst med Tvärförbindelse Södertörn.

4.3.1 Lissma

Beräkningarna utgår från befintlig bebyggelse med enbostadshus (sammanhängande bostadsområde) söder om vägen och verksamheter norr om vägen. I beräkningarna har antaganden om persontätheten gjorts, bland annat utifrån antal byggnader. I tabell A11 nedan presenteras personantalet som använts söder respektive norr om vägen.

²⁴ SCB (2018). *Folkmängd i riket, län och kommuner 31 december 2017 och befolkningsändringar 1 oktober – 31 december 2017*.

²⁵ Objektvision.se (2018), *så väljer du rätt kontorsyta redan från början*.
<https://objektvision.se/Artiklar/Kontorsyta>

²⁶ Allabolag.se (2018). *Informationsinsamling på allabolag.se q1 2018*

Tabell A 11. Befolkning och fördelning av personer inom- respektive utomhus under dag respektive natt till beräkningarna för Lissma.

Område	Enbostadshus söder om vägen		Verksamheter norr om vägen	
Antal personer	Dag	196	En dag i veckan	100
	Natt	196	Övrig dagtid	20
Andel utomhus	Dag	10%	En dag i veckan	10%
	Natt	1%	Övrig dagtid	10%
Andel inomhus	Dag	90%	En dag i veckan	90%
	Natt	99%	Övrig dagtid	90%

4.3.2 Ådravägen

Beräkningarna utgår från befintlig bebyggelse med enbostadshus (sammanhängande bostadsområde) sydväst om vägen och enstaka enbostadshus nordöst om vägen. I beräkningarna har antaganden om persontätheten gjorts, bland annat utifrån antal byggnader. I tabell A12 nedan presenteras personantalet som använts söder respektive norr om vägen.

Tabell A 12. Befolkning och fördelning av personer inom- respektive utomhus under dag respektive natt till beräkningarna för Ådravägen.

Område	Enbostadshus sydväst om vägen		Enbostadshus nordöst om vägen	
Antal personer	Dag	156	Dag	14
	Natt	156	Natt	14
Andel utomhus	Dag	10%	Dag	10%
	Natt	1%	Natt	1%
Andel inomhus	Dag	90%	Dag	90%
	Natt	99%	Natt	99%

4.3.3 Solgård

I beräkningarna för Solgård har förutom Tvärförbindelse Södertörn även Huddingevägen/Länsväg 226 och Västra stambanan beaktats då det sker transporter av farligt gods där. Beräkningarna utgår från samma områden och persontäthet, men avstånden till de områdena och sannolikheterna för olika olycksscenarioer varierar mellan transportlederna. Området har högre befolkningstäthet och större variation av markanvändning än tidigare beskrivna område och därför beskrivs områdena uppdelat på fyra områden (sydost, sydväst, nordost och nordväst om Tvärförbindelse Södertörn) som innefattar olika typer av verksamheter och bostäder. Antalet omkomna med tillhörande frekvenser beräknas separat för Tvärförbindelse Södertörn, Huddingevägen/Länsväg 226 och Västra Stambanan och sammanförs sedan till total samhällsrisk för området.

Tabell A 13. Befolkning och fördelning av personer inom- respektive utomhus under dag respektive natt till beräkningarna för Solgård.

Område	Sydost (verksamheter)		Sydväst (enstaka enbostadshus och kolonilotter)		Nordost (enbostadshus)		Nordväst (enbostadshus och enstaka verksamheter)	
Antal personer	Dag	6041	Dag	100	Dag	301	Dag	375
	Natt	604	Natt	10	Natt	301	Natt	198
Andel utomhus	Dag	10%	Dag	10%	Dag	10%	Dag	10%
	Natt	1%	Natt	1%	Natt	1%	Natt	1%
Andel inomhus	Dag	90%	Dag	90%	Dag	90%	Dag	90%
	Natt	99%	Natt	99%	Natt	99%	Natt	99%

4.3.4 Anslutning E4/E20

Beräkningarna för anslutningen till E4/E20 innefattar 1 km av E4/E20 söder om anslutningen till Tvärförbindelse Södertörn. Området har valts då befolkningstätheten bedöms vara högre än om 1 km norr om anslutningen hade valts. I beräkningarna tas hänsyn till befintlig bebyggelse och framtida vägsträckning. I de fall som ramperna mellan Tvärförbindelse Södertörn och E4/E20 har bedömts bidra till samhällsriskerna har de beaktats. Det beaktade området delas upp i fyra områden (sydost, sydväst, nordost och nordväst) med olika typer av markanvändning.

Tabell A 14. Befolkning och fördelning av personer inom- respektive utomhus under dag respektive natt till beräkningarna för området där Tvärförbindelse Södertörn ansluter till E4/E20.

Område	Sydost (verksamheter, kontor och bostäder)		Sydväst (verksamheter/butiker)		Nordost (verksamheter och kontor)		Nordväst (kontor och verksamheter)	
Antal personer	Dag	4801	Dag	1000	Dag	250	Dag	945
	Natt	4801	Natt	1000	Natt	250	Natt	945
Andel utomhus	Dag	10%	Dag	10%	Dag	10%	Dag	10%
	Natt	1%	Natt	1%	Natt	1%	Natt	1%
Andel inomhus	Dag	90%	Dag	90%	Dag	90%	Dag	90%
	Natt	99%	Natt	99%	Natt	99%	Natt	99%

5 Strålningsberäkningar Ådravägen

Fastigheter med adress Ådravägen i Huddinge som är belägna utmed Tvärförbindelse Södertörn, utgörs av sommarstugor samt i viss mån aretruntboende. Efter utbyggnad kommer vägen att passera några meter närmre byggnaderna. En av de skadehändelser som identifierats sett till transport av farligt gods på vägen är pölbrand, både direkt och fördröjd. För att beakta denna skadehändelse har strålningsberäkningar genomförts för att se säkerheten sett till brandspridning är tillräcklig efter utbyggnaden eller om säkerhetshöjande åtgärder erfordras.

5.1 Förutsättningar

Närmaste byggnader är placerade drygt 35 meter från ny väg. Dessa är i ett plan med vind, fasader i trä och tak av tegel. Vägen är belägen lägre än bebyggelsen, där den minsta höjdskillnaden är 2,5 meter. Det ska noteras att det finns en mindre väg som passerar under Tvärförbindelse Södertörn där ett utsläpp skulle kunna rinna ner. Mot de aktuella byggnaderna sluter dock ett bullerplank tätt som förhindrar detta.

Utmed befintlig väg finns bullerplank, något som kommer att finnas även efter utbyggnaden. Planket kommer att vara ungefär 2,5 meter högt. Generellt placeras planket 7,5 meter från vägen utom där den mindre vägen passerar där planket istället placeras 3,8 meter från väg.

5.2 Beräkningar

5.2.1 Dimensionerande pölstorlek

I riskanalyser inom samhällsplanering används ofta tre olika storlekar på utsläpp. Ett litet utsläpp (läckande slang) som ger upphov till en 50 m² pöl, ett medelstort utsläpp som ger upphov till en 100 m² pöl och ett stort utsläpp som ger upphov till en 200 m² pöl. Det sista fallet blir dimensionerande när en stor händelse med tankbilsolycka ska beaktas.

En pölstorlek om 200 m² kommer därför att användas.

5.2.2 Dimensionerande acceptanskriterium

I dessa beräkningar tas endast hänsyn till risk för brandspridning till byggnader. Acceptanskriterium för infallande strålning mot angränsande fasad/fönster i Boverkets allmänna råd²⁷, BBRAD, är 15 kW/m² i 30 minuter.

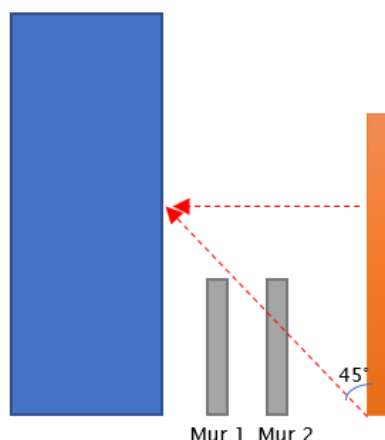
5.2.3 Metod/antaganden

Beräkningarna utgår från beräkningsgången i FOA²⁸, detta visas i beräkningar nedan. På ett helt jämnt underlag av tillräcklig storlek kommer en cirkulär pöl att bildas. Vägen bedöms teoretiskt kunna uppfylla detta och flammans approximeras till en jämn cylinder med en diameter om ca 16 meter (för att få en area om 200 m²).

Effekten av ett plank har undersökts i beräkningarna. För att helt kunna tillgodoses bör en avskärmning vara av obrännbart material men även ett plank kan fördröja brandspridning till de intilliggande byggnaderna. Störst effekt ger en avskärmning om denna placeras i direkt anslutning till strålningskällan. Vart efter som avskärmningen flyttas bort från strålningskällan minskar begränsningen av flammans påverkan, under förutsättning att avskärmningen är lägre än strålningskällan. För att få med en avskärmning i beräkningarna har antagandet gjorts att flammans påverkar om synvinkeln mot objektet inte understiger 45°. En flamma påverkar således rakt fram (90°) samt inom ytterligare 45°, se Figur A 9. För vidare detaljer se beräkningsgång nedan.

²⁷ Boverket, "Boverkets ändring av verkets allmänna råd (2011:27) om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd," 2013.

²⁸ S. F. R. H. O. J. A. K. B. R. P. T. L. & W. S. Fischer, Våda utsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor, Stockholm: Försvarets Forskningsanstalt, 1998.



Figur A 9. För att bedöma vilket skydd en mur ger har antagandet gjorts att en strålende flamma påverkar en specifik punkt om vinkeln understiger 45°.

Beräkningarna utgår från brand i bensen, men ingående värden har valts konservativt för att innefatta även bränder i andra bränslen, då framför allt alkoholhaltiga sådana. För mer information gällande detta se Osäkerhets- och känslighetsanalysen.

5.3 Analys

Det är oklart hur markförhållandena kommer att se ut. Troligtvis kommer de framöver att vara lika de som gäller idag, då kan ett utsläpp inte röra sig hela vägen fram till bullerplanket. Men för att ta höjd för detta så genomförs beräkning för två fall:

1. Pölen sprids inte utanför vägen (körbana inklusive väggren)
2. Pölen sprids fram till bullerplank

I scenario 1 blir avståndet mellan pölbrand och byggnader ca 35 meter. Det innebär också att avskärmningen (bullerplanket) är placerat ca 7,5 meter från branden.

I scenario 2 blir avståndet mellan pölbrand och byggnader ca 27,5 meter. Det innebär också att avskärmningen (bullerplanket) är placerat direkt vid branden.

I Tabell A 15 nedan så sammanfattas de strålningsnivåer som beräknats för avståndet mellan pölbrand och byggnader för de två scenarierna.

Tabell A 15. Beräknade strålningsnivåer på det avstånd som byggnader är placerade från ny vägdragning. Notera att strålningsnivån vid halva flamhöjden i detta fall motsvarar ca 11 meter ovan mark.

Scenario	Strålningsnivå (kW/m ²) vid:	
	Marknivå	Halva flamhöjden
1	6,3	8,6
2	9,3	10,4

För båda scenarier understiger strålningsnivåerna 15 kW/m². Värt att notera från beräkningarna är att, för scenario 1 där pölbranden blir kvar på vägen, så påverkar bullerplanket inte strålningsnivåerna för halva flamhöjden. Vid marknivå minskas däremot den infallande strålningen.

5.4 Osäkerhets- och känslighetsanalys

En mängd olika faktorer påverkar de beräkningar som genomförts ovan. De värden som används i beräkningarna är framtagna i framför allt laboratoriemiljö och ekvationerna utgår från dessa. För att minska på osäkerheterna har justeringar gjorts både för ingående värden och ekvationerna.

Ingen hänsyn har tagits till vindpåverkan. Vid kraftig vind kan flammen komma att vika av och därmed närma sig byggnaderna. I samband med detta minskar dock den strålade ytan.

Ingen hänsyn är tagen till vattenångans absorption då detta är osäkert. Vid varma dagar innebär detta dock ytterligare en minskning av strålningspåverkan på byggnaderna.

Strålningen från en pölbrand avtar med ökande diameter, särskilt för brand i petroleumprodukter. Utstrålad effekt vid ett antal olika försök med pölbränder i bensin visar ett intervall om 50-160 kW/m²²⁹ där lägst strålning gäller för stora diametrar. Detta kan förklaras bland annat av att förbränningseffektiviteten minskar. Reaktionen med långa kolgedjor kräver mycket syra. Tillgången på syre ovan för pölytan minskar med ökande diameter och resultatet blir då en ofullständig förbränning. Därför har petroleumbränder ofta har strålade flammor närmast ytan men de övergår snart i rök och de strålade flammorna bryter enbart tillfälligt igenom rökmolnet högre upp. Sotet absorberar även den del av den utstrålade energin [4]. För ämnen med kortare kolgedjor, såsom alkoholer, blir förbränningen ofta mer fullständig. Detta ger att färre restprodukter ger upphov till sot och flammorna är mer synliga och strålar mer. Den utstrålade effekten från dessa bränder i alkoholer är därmed högre, förbränningseffektiviteten går inte ner på samma sätt. I försök gjorda av SP visades att strålningseffekten är i storleksordningen 3 gånger så hög för mer alkoholhaltiga bränslen (E97 och E85, E85 har mellan 75-85% etanol och 15-25% bensin (säsongsberoende) och E97 innehåller 97% etanol och 3% bensin (ej information gällande säsongsberoende)) än bensin i brandens direkta närhet (inom 5 meter). Effekten avtar sedan med avståndet, ungefär 30 - 40 meter från branden är storleksordningen fortfarande en faktor om 2 gånger³⁰. Något som också undersöktes i SP:s försök var flammhöjden. De visuella flammorna var högre för E85 än för E97, ju högre andel etanol desto lägre flammor.

Beräkningarna baseras på brand i bensin, dock används sådana konservativa värden att detta anses kunna gälla även för brand i alkoholer. Istället för att minska andelen utstrålad effekt ner mot kanske 10% eller lägre som hade varit rimligt för bensin behålls denna på värden som motsvarar alkoholhaltiga bränder, i beräkningarna används 35%. Även massavbränningshastigheten för bensin används, 0,055 kg/m²s då denna är högre än för alkoholer, etanol har till exempel 0,015 kg/m²s. Även flammhöjd för bensin används, vilken är högre än för motsvarande brand i alkohol, det skiljer flera meter. Dock behålls den minskade förbränningseffektiviteten om 0,7 jämfört med kanske 0,9-1 för alkoholer. Denna har dock enbart marginell påverkan på resultatet. Då konservativa värden har valts genomgående i beräkningarna görs bedömningen att resultaten är giltiga och att marginaler finns på rätt sida. De beräknade resultaten är exempelvis i paritet med de i SP:s rapport återgivna strålningsnivåerna (se till exempel figur 34 och 35 i rapporten).

²⁹ P. J. (. DiNunno, SFPE handbook of fire protection engineering. 3rd Edition., Quincy, MA: National Fire Protection Association, 2002.

³⁰ J. Sjöström, G. Appel, F. Amon och H. Persson, "ETANKFIRE- Experimental results of large ethanol fuel pool fires, SP Report 2012:12," SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut , Borås, 2015.

5.4.1 Strålningsberäkningar, beräkningsgång med hänsyn till avskärmning

För strålningsnivån i marknivå antas att murens höjd direkt kan dras av flamhöjden. Så länge avståndet mellan byggnad och mur är större än flamhöjden minus avskärmningens höjd påverkas inte resultatet, vid kortare avstånd erhålls en underskattning av infallande strålning.

För strålningsnivån vid halva flamhöjden = Beräknad flamhöjd enligt FOA – avskärmningens höjd + $\tan(45^\circ) \cdot \text{avståndet mellan flamma och mur}$. Så länge flamhöjden fortfarande är minst dubbel mot murens höjd så påverkas inte resultatet, vid lägre flamhöjd blir det en överskattning av infallande strålning.

5.4.2 Strålningsberäkningar, beräkningsgång utan avskärmning

I exemplet nedan görs beräkning av infallande strålning på halva flamhöjden (det vill säga 11 meter ovan mark) på 35 meters avstånd från vägen (notera att D=avståndet från pölens centrum).

Värden för $k\beta$, förbränningshastighet och förbränningsvärme är hämtade ur B. Karlsson och J. G. Quintiere³¹. De har i sin tur hämtat värdena ur Babrauskas³².

Antaganden:

Vinden påverkar ej flammen.

Flammen kan beskrivas som en cylinder.

Indata:

		<u>Uppskattat värde</u>	<u>Enhet</u>
V	Utsläppt mängd	45,000	m ³
ρ	Densitet	740	kg/m ³
D	Pöldiameter	16,0	m
x	Avstånd till strålningsmottagare från pölens centrum	43,5	m
χ_{rad}	Andel av utvecklad effekt som strålas ut	0,35	
$k\beta$		2,1	m ⁻¹
m''_{∞}	Förbränningshastighet (oändlig)	0,055	kg/m ² s
ΔH_c	Förbränningsvärme (teoretisk)	43,7	MJ/kg
χ	Förbränningseffektivitet	0,7	
σ	Stefan-Boltzmanns konstant	5,67E-08	W/m ² K ⁴
g	Tyngdaccelerationen	9,81	m/s ²
T _{air}	Luftens temperatur	10	°C

Beräkningar:

Luftens densitet:

$$\rho_{\text{air}} = 353 / T_{\text{air}} = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

Pölstorlek:

$$A = \pi D^2 / 4 = 201,1 \text{ m}^2$$

Avbrinningshastighet:

$$m'' = m''_{\infty} (1 - e^{-k\beta D}) = 0,055 \text{ kg/m}^2\text{s}$$

Utvecklad effekt:

$$Q = m'' A \chi \Delta H_c = 338 \text{ MW}$$

Varaktighet:

$$t = (V \rho \Delta H_c) / (m'' A \Delta H_c) = 3011 \text{ s}$$

Medelflamhöjd:

³¹ B. Karlsson och J. G. Quintiere, Enclosure Fire Dynamics, Boca Raton Florida: CRC Press LLC, 2000.

³² SFPE, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2nd Edition, Quincy, MA: National Fire Protection Association, 1995.

Thomas, 1963:

$$h_f = \left(D \times 42 \left[\frac{m''}{\rho_{air} \sqrt{g \times D}} \right]^{0,61} \right) = 21,4 \text{ m}$$

Heskestad (Anm. används ej):

Villkor: $0,8 < h_f / D < 4$ 1,3 OK
 $h_f = (0,235Q^{2/5} - 1,02D) / M_h = 21,9 \text{ m}$

Avstånd till strålningsmottagare från pölens kant:

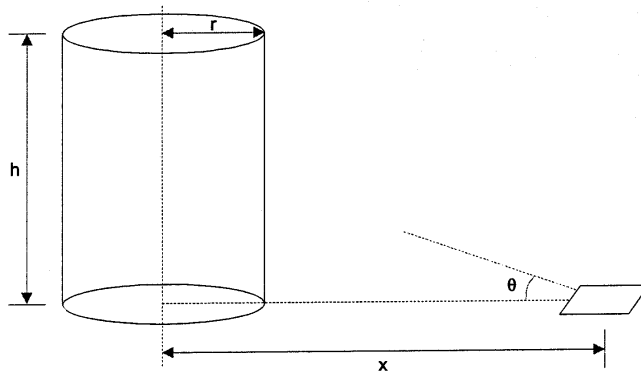
$L = x - D/2 = 35,5 \text{ m}$

Utstrålad effekt:

Moorehouse och Pritchard, 1982
 $P_s = (\chi_{rad} \times m'' \times \Delta H_v / (1 + 4h_f/D)) = 132 \text{ kW/m}^2$
 $T = (P_s / \sigma)^{1/4} = 1236 \text{ K}$
 $T = 963 \text{ } ^\circ\text{C}$

Flamtemperatur:

Synfaktorer:



Figur A 10. Beteckningar synfaktorer

Vid halva
flamhöjden:

$x_r = x/r = 5,4$
 $h_r = (h/2) / r = 1,3$
 $A = (x_r + 1)^2 + h_r^2 = 43,2$
 $B = (x_r - 1)^2 + h_r^2 = 21,5$

$$F_v = \frac{2}{\pi} \left[\frac{1}{x_r} \tan^{-1} \left(\frac{h_r}{\sqrt{x_r^2 - 1}} \right) + \frac{h_r(A - 2x_r)}{x_r \sqrt{AB}} \tan^{-1} \frac{\sqrt{(x_r - 1)A}}{\sqrt{(x_r + 1)B}} - \frac{h_r}{x_r} \tan^{-1} \frac{\sqrt{x_r - 1}}{\sqrt{x_r + 1}} \right] = 0,06$$

$$F_h = \frac{2}{\pi} \left[\tan^{-1} \frac{\sqrt{x_r + 1}}{\sqrt{x_r - 1}} - \frac{x_r^2 - 1 + h_r^2}{\sqrt{AB}} \tan^{-1} \frac{\sqrt{(x_r - 1)A}}{\sqrt{(x_r + 1)B}} \right] = 0,01$$

Mottagen strålningsnivå:

Vid halva
flamhöjden:

Horisontellt bestrålat plan ($\theta = 0$):

Utan Vattenångas absorption

$F_{12} = F_h$
 $P_{12} = F_{12} P_s = 1,2 \text{ kW/m}^3$

Vertikalt bestrålat plan ($\theta = \pi/2$):

Utan Vattenångas absorption

$F_{12} = F_v$
 $P_{12} = F_{12} P_s = 8,5 \text{ kW/m}^3$

Maximal
strålning:

$$F_{\max} = \sqrt{F_h^2 + F_v^2} =$$

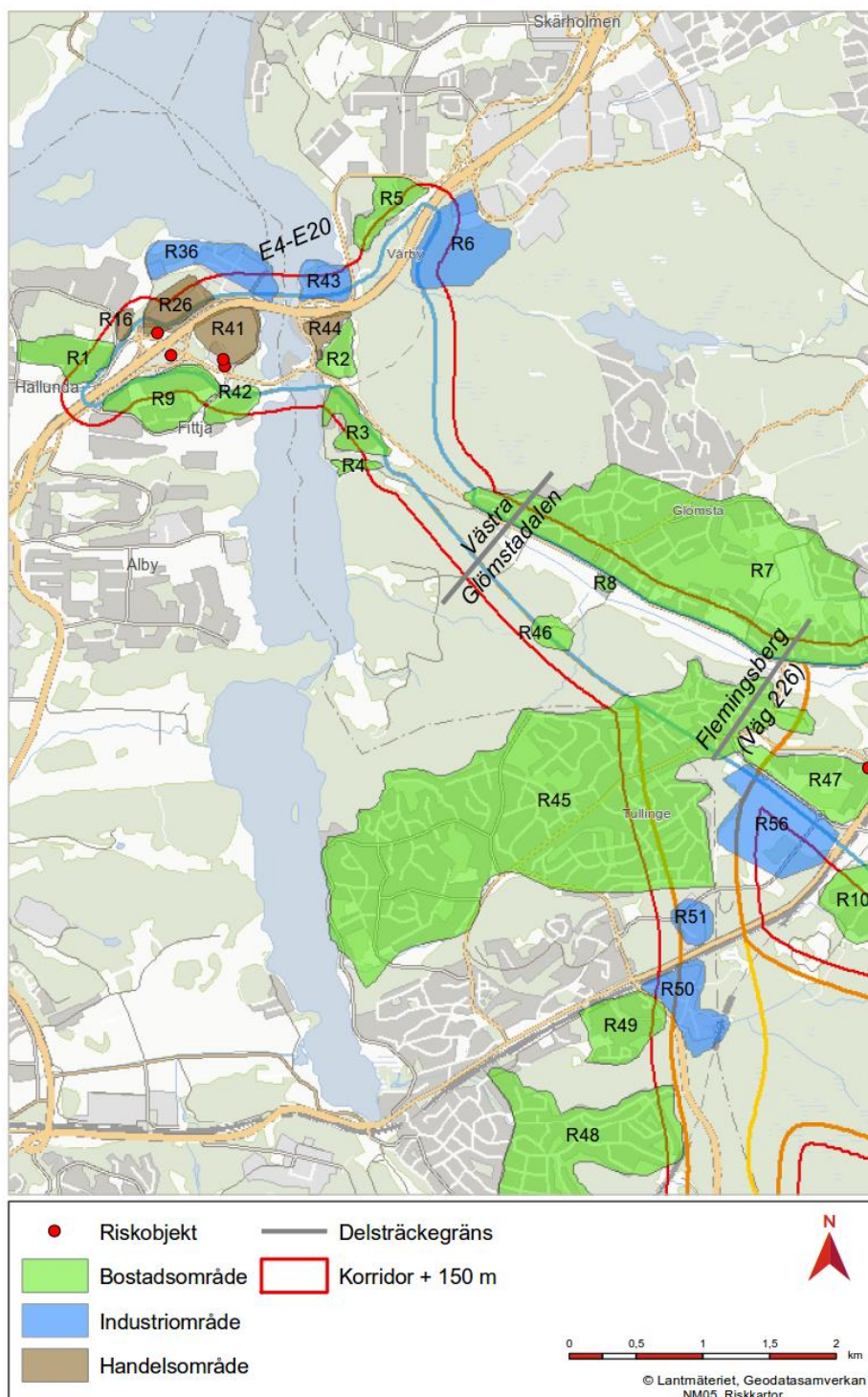
0,07

$$F_{12} = F_{\max}$$

$$P_{12} = F_{12} P_s = 8,6 \text{ kW/m}^3$$

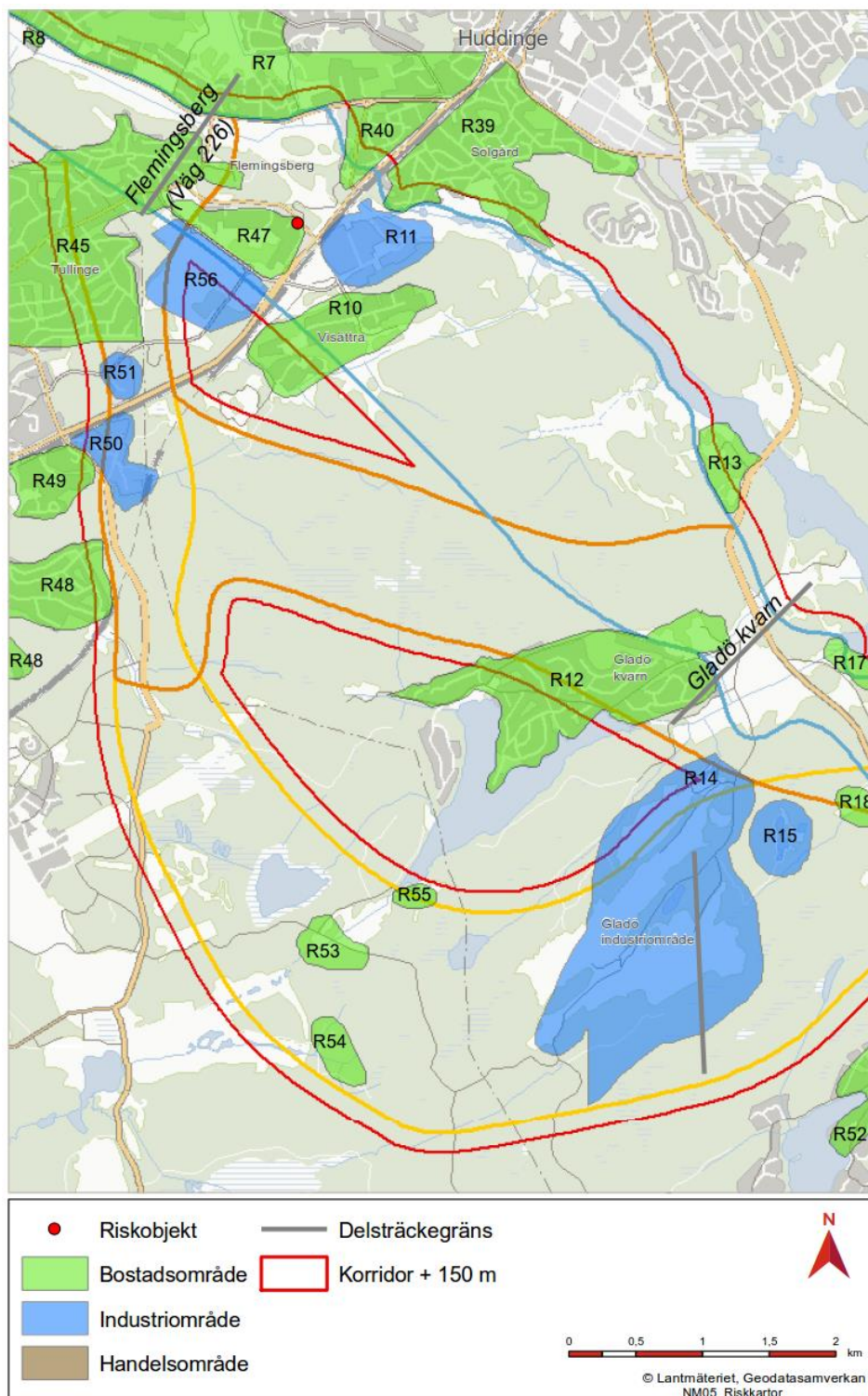
Bilaga B - Identifierade skyddsvärda objekt lokaliseringsskedet

Figur B 1 innefattar karta över delområde E4-E20 till Västra Glömstadalen, samt Västra Glömstadalen till Flemingsberg (väg 226) för norra korridoren (blå färg), mellersta korridoren (orange färg) samt södra korridoren (gul färg).



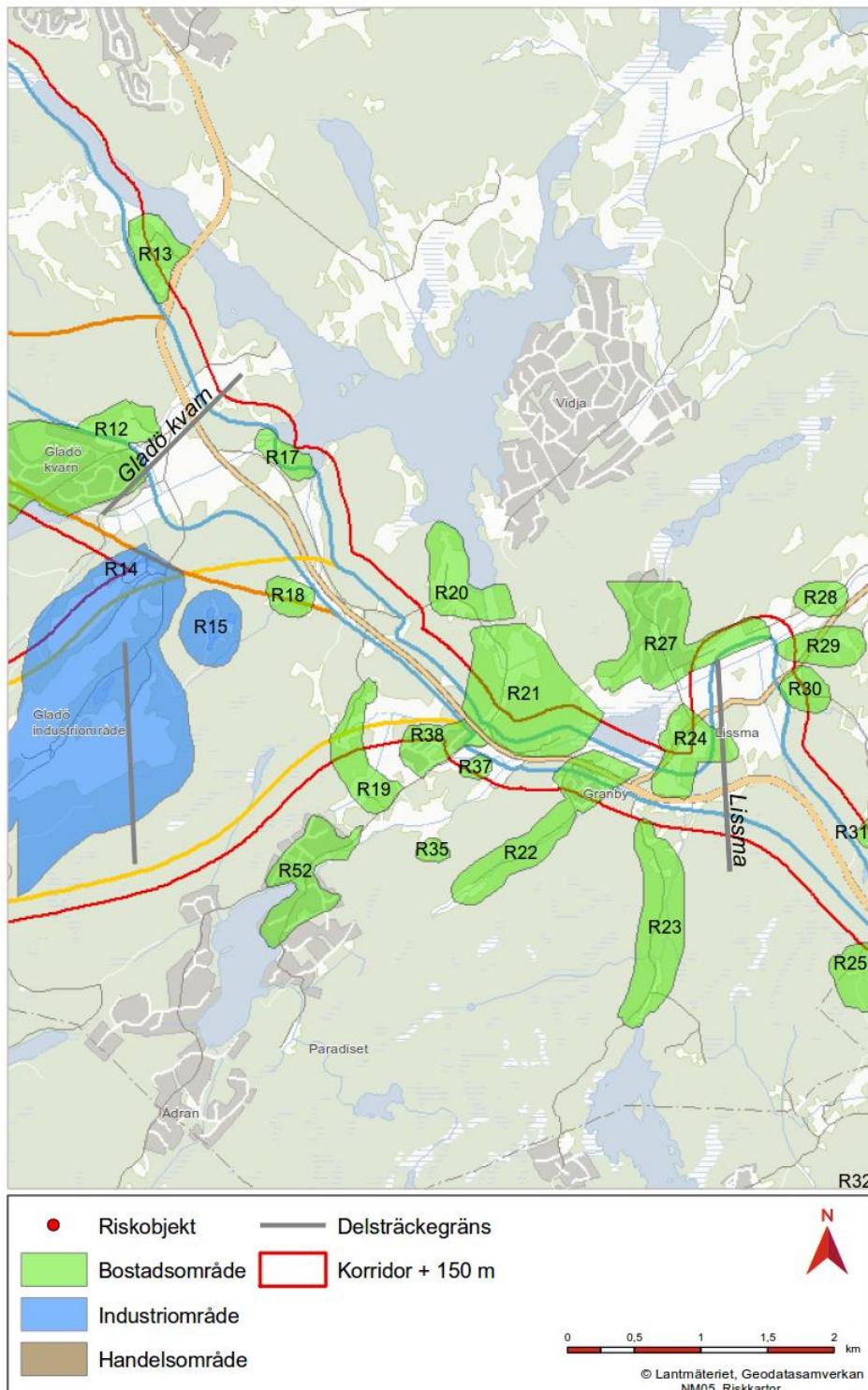
Figur B 1. Karta över skyddsvärda objekt samt riskobjekt

Figur B 2 innefattar karta över delområde Flemingsberg (väg 226) till Gladö Kvarn samt Gladö Industriområde för norra korridoren (blå färg), mellersta korridoren (orange färg) samt södra korridoren (gul färg).



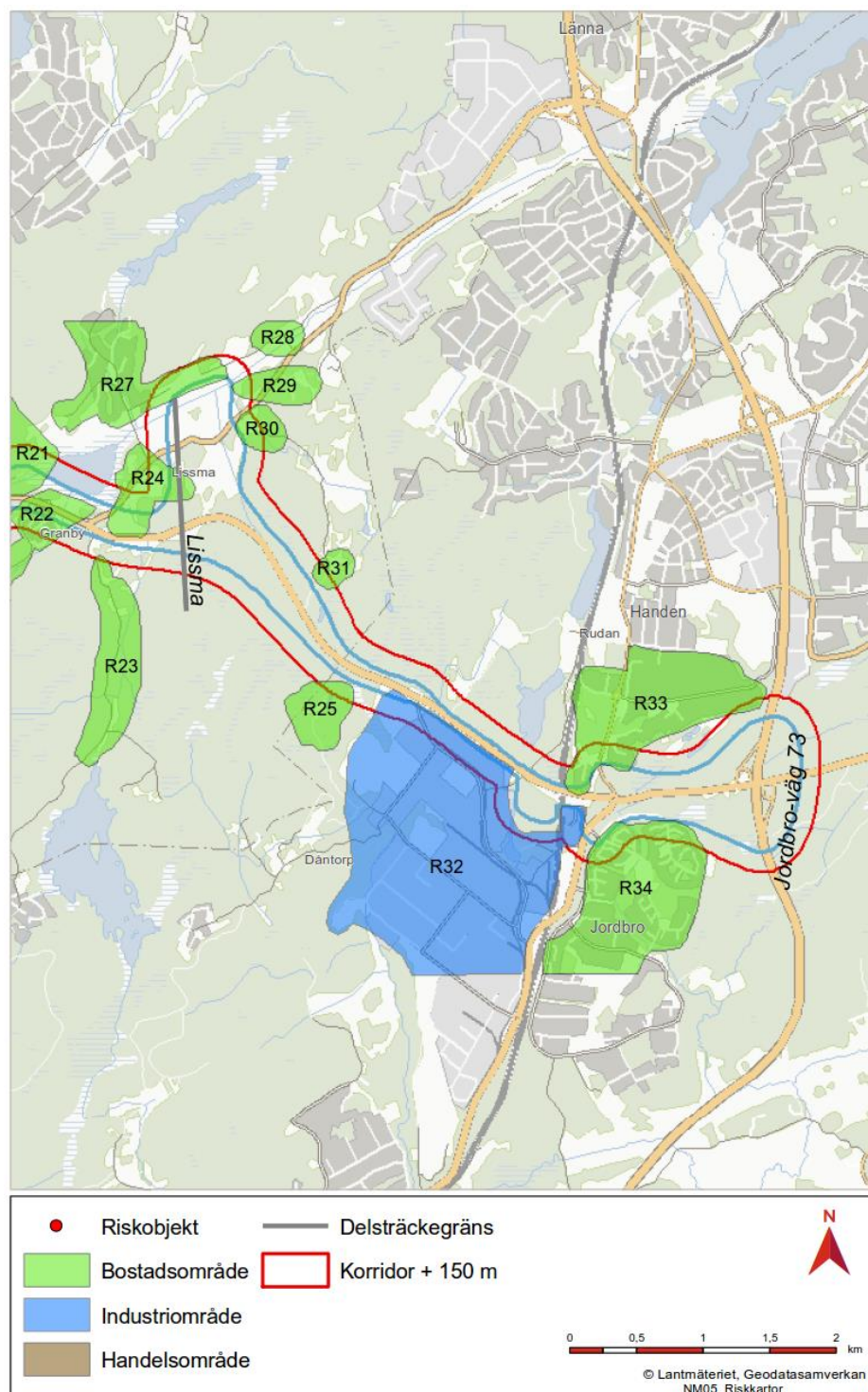
Figur B 2. Karta över skyddsvärda objekt samt riskobjekt

Figur B 3 innefattar karta över delområde Gladö Kvarn samt Gladö Industriområde till Lissma för norra korridoren (blå färg), mellersta korridoren (orange färg) samt södra korridoren (gul färg).



Figur B 3. Karta över skyddsvärda objekt samt riskobjekt

Figur B 4 innefattar karta över delområde Lissma till Jordbro (väg 73) för norra korridoren, mellersta korridoren samt södra korridoren (samtliga korridorer i blå färg).



Figur B 4. Karta över skyddsvärda objekt samt riskobjekt

V259 Tvärförbindelse Södertörn
TSK01 Framtagande av Vägplan
PM , Olycksrisk
Farligt gods-transporter på ytvägnätet

Bilaga C – PM Olycksrisk Varvet 1

V259 Tvärförbindelse Södertörn

TSK01
Framtagande av Vägplan

PM
Olycksrisk
Varvet 1

VÄGPLAN

2020-02-28 (Rev A2020-06-17)

0Q140002.doc

Rev	Ant	Ändring avser	Godkänd	Datum

Granskare	Godkänd av	Ort	Datum
Anders Rosqvist	Eva Öberg	Stockholm	2020-02-28

Objektnamn V259 Tvärförbindelse Södertörn
 Entreprenadnummer TSK01
 Entreprenadnamn Framtagande av Vägplan
 Beskrivning 1 PM
 Beskrivning 2 Olycksrisk
 Beskrivning 3 Varvet 1
 Beskrivning 4
 Granskningsstatus
 Diarienummer
 Konstruktionsnummer
 Objekt nummer 145326
 Plantyp VÄGPLAN
 Handlingstyp
 Företag Tyréns AB
 Författare/Konstruktör Magnus Cederlund
 Externnummer 260805



TRAFIKVERKET

Innehåll

1	Inledning.....	9
1.1	Uppdragsbeskrivning.....	9
1.2	Mål och syfte.....	9
1.3	Omfattning	9
1.4	Metod	9
2	Riskvärdering.....	10
2.1	Riskvärderingskriterier.....	10
3	Förutsättningar.....	12
3.1	Regionala och nationella riktlinjer.....	12
3.2	Allmän beskrivning om transporter med farligt gods.....	14
4	Områdesbeskrivning	15
4.1	Varvet 1	15
4.2	E4/E20 - Vårbybroar	17
4.2.1	ADR fördelning	17
4.2.2	Förtydligande gällande ADR-klass 1 – Explosiva ämnen och föremål	21
4.2.3	Förtydligande gällande ADR-klass 3 – Brandfarliga vätskor	21
4.3	Riskobjekt	21
4.3.1	Drivmedelstationer	22
4.3.2	Fittjaverket	23
5	Riskidentifiering.....	24
6	Beräkningar	25
6.1	Beräkningar av individrisk	26
6.1.1	Individrisk baserat på framtagna ADR-fördelning	26
6.1.2	Individrisk baserat på nationella snittet för ADR	27
6.1.3	Individrisk efter åtgärder.....	28
6.2	Beräkningar av samhällsrisk	32
6.3	Osäkerheter	32
6.3.1	Antalet transporter och eventuell förändring på sikt.....	33
6.3.2	Folkmängd Vårby	33
6.3.3	Framtida bränslen och körsätt	33
6.3.4	Beräkningsmodellen	33
7	Möjliga riskreducerande åtgärder	34
7.1	ADR-klass 1 – explosiva ämnen och föremål	34
7.1.1	Värdering av risk	34
7.1.2	Möjliga riskreducerande åtgärder.....	34
7.1.3	Värdering av risk efter riskreducerande åtgärder	34
7.2	ADR-klass 2 – Gaser	35
7.2.1	Värdering av risk	35

7.2.2	Möjliga riskreducerande åtgärder	35
7.2.3	Värdering av risk efter riskreducerande åtgärder	36
7.3	ADR-klass 3 – Brandfarliga vätskor	36
7.3.1	Värdering av risk	36
7.3.2	Möjliga riskreducerande åtgärder	36
7.3.3	Värdering av risk efter riskreducerande åtgärder.	36
7.4	ADR-klass 8 – Frätande ämnen	37
8	Resultat och diskussion	38
9	Ordlista	40
10	Referenser	41
Bilaga 1		43
	Beräkning av sannolikhet för olycka med farligt gods	43
	Konsekvensberäkningar	43
	Beräkning av samhällsrisk	44

1 Inledning

1.1 Uppdragsbeskrivning

Fastigheten Varvet 1 i Botkyrka kommun ligger idag 35 meter från E4/E20 som är en högt trafikerad trafikled. Efter en utbyggnad av E4/E20 kommer avstånd mellan väg och fastighet att minska. Denna rapport visar vilka riskreducerande åtgärder som krävs för att uppnå acceptabla risknivåer för Varvet 1.

1.2 Mål och syfte

Syftet med analysen är att identifiera vilka olycksrisker som kan påverka fastigheten Varvet 1 och hur hög risknivå är inom området. Målet är att analysen ska ge förslag på åtgärder för att nå acceptabla risknivåer.

1.3 Omfattning

Riskutredningen avser olycksrisker som kan påverka fastigheten Varvet 1 och avser att besvara följande uppgifter:

- Hur påverkas fastigheten Varvet 1 av en breddning och förändrat läge av E4/E20 samt av andra verksamheter i närområdet?
- Vilka åtgärder eller begränsningar måste beaktas i genomförandet?

Analysen är begränsad till akuta olycksrisker såsom hantering av brandfarlig vara inom närliggande bensinstation, farligt gods transporter inom närområdet samt eventuella andra verksamheter i närområdet som kan ha en inverkan på planområdet. Analysen omfattar inte buller, vibrationer, elektromagnetisk strålning, översvämning, ras, skred, luft- eller markföroreningar.

1.4 Metod

Riskutredningen utgår från följande metod:

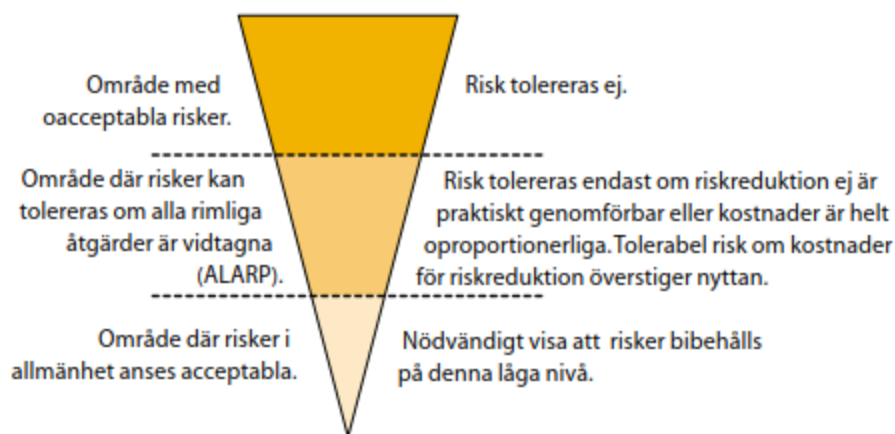
- Riskidentifiering. Vilka olycksrisker kan påverka fastigheten Varvet 1.
- Riskanalys och riskutvärdering.
- Utarbetning av förslag på lämpliga riskreducerande åtgärder samt beräkning av deras påverkan på risknivån.

2 Riskvärdering

Värdering av risker har sin grund i hur riskerna upplevs. Som allmänna utgångspunkter för värdering av risk är följande fyra principer vägledande:

- **Rimlighetsprincipen:** Om det med rimliga tekniska och ekonomiska medel är möjligt att reducera eller eliminera en risk skall detta göras.
- **Proportionalitetsprincipen:** En verksamhets totala risknivå bör stå i proportion till den nytta i form av exempelvis produkter och tjänster verksamheten medför.
- **Fördelningsprincipen:** Riskerna bör, i relation till den nytta verksamheten medför, vara skäligt fördelade inom samhället.
- **Principen om undvikande av katastrofer:** Om risker realiseras bör detta hellre ske i form av händelser som kan hanteras av befintliga resurser än i form av katastrofer.

Risker kan kategoriskt placeras i tre fack. De kan anses vara tolerabla, tolerabla med restriktioner eller oacceptabla. Figur C 1 beskriver principen för riskvärdering (Räddningsverket, 1997, 2003).



Figur C 1. Princip för uppbyggnad av riskvärderingskriterier (Räddningsverket, 1997, 2003)

Det är nödvändigt att skilja på två grupper av personer när kriterier för risktolerans diskuteras för människors liv och hälsa. Dessa är dels personer ur allmänheten, s.k. "tredje man" och dels personer med anknytning till den analyserade riskkällan. Privatpersoner, människor i sina bostäder, människor på offentliga platser och exempelvis i affärer etc. är att betrakta som "tredje man". Denna indelning grundar sig i fördelningsprincipen, vilken innebär att enskilda grupper inte skall vara utsatta för oproportionerligt stora risker från en verksamhet i förhållande till de fördelar som verksamheten innebär för dem. För "tredje man" innebär detta att risken från ett analysobjekt inte bör utgöra en betydande del av den totala risken som personer i denna grupp utsätts för eftersom "tredje man" har mycket liten, eller ingen nytta av att utsättas för risken.

Riskvärderingskriterier

I Sverige finns i dagsläget inget nationellt beslut om vilka riskvärderingskriterier som ska användas. År 2003 publicerade Länsstyrelsen i Stockholms län en rapport (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2003) där riskvärderingskriterierna som togs fram av Det Norske Veritas – DNV (Räddningsverket, 1997) föreslås. Riskvärderingskriterierna omfattar två olika värderingsmått, dels individrisk och dels samhällsrisk. Individrisk är ett mått på risken för en person som befinner sig på en specifik plats, till exempel på ett visst avstånd från en transportled. Samhällsrisk är ett mått på risken för en population. Samhällsrisk inkluderar risker för alla personer som utsätts för en risk även om den bara sker vid enstaka tillfällen längs en 1 km lång sträcka.

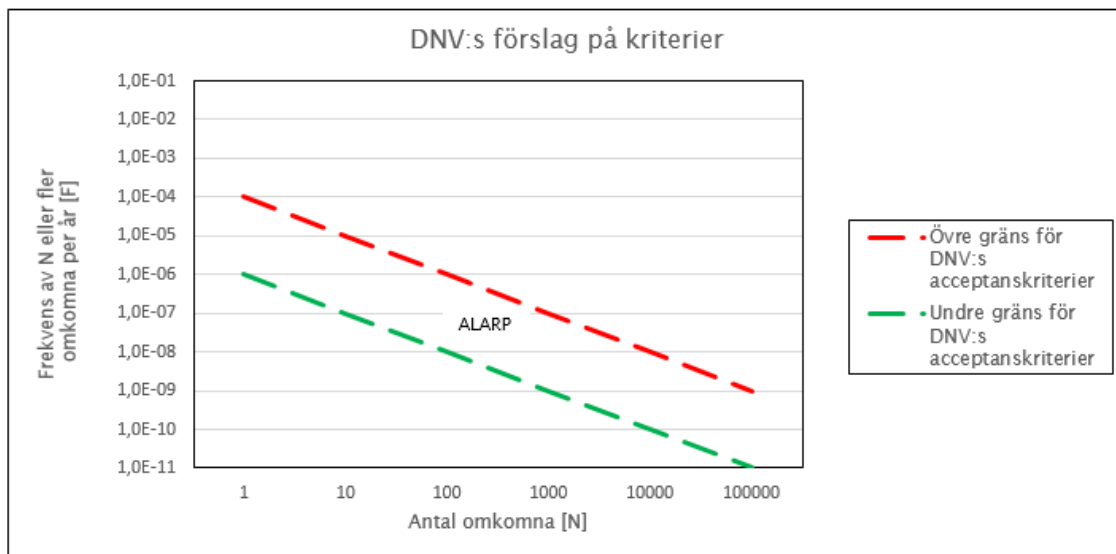
För individrisk föreslås följande kriterier av DNV:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras: 1×10^{-5} per år
- Övre gräns för område där risker kan anses som små: 1×10^{-7} per år

För samhällsrisk föreslås följande kriterier av DNV:

- Övre gräns där riskerna under vissa förutsättningar anses som acceptabla:
 $F=1 \times 10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutningen på F/N -kurva -1.
- Övre gräns där risker anses vara acceptabla:
 $F=1 \times 10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutningen på F/N -kurva -1.

Toleranskriterierna för samhällsrisk som DNV har föreslagit för Sverige visas i Figur C 2.



Figur C 2. Av DNV föreslagna samhällsriskkriterier (Räddningsverket, 1997).

Området mellan den övre och undre gränsen kallas för ALARP-området. ALARP står för As Low As Reasonably Practicable och innebär att riskerna kan tolereras om alla rimliga åtgärder är vidtagna. I analysen används de toleranskriterier för individrisk och samhällsrisk som DNV har föreslagit. Vidare används regionala riktlinjer enligt avsnitt 3.

3 Förutsättningar

3.1 Regionala och nationella riktlinjer

Länsstyrelserna i storstadsregionerna (Stockholm, Skåne och Västra Götaland) har gemensamt tagit fram Riskhantering i detaljplaneprocessen - riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods (Länsstyrelserna, Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län, 2006).

Riskhanteringspolicyn rekommenderar att riskhanteringsprocessen beaktas inom 150 meter avstånd från en farligt gods-led vid framtagande av detaljplaner.

Länsstyrelsen i Stockholm har även gett ut riktlinjer i faktabladet "Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods" (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016) samt häftet "Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer" (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000). I faktabladet redovisas följande:

Följande riktlinjer är främst avsedda för vid detaljplaner och inte vägplaner. Riktlinjer har i denna riskanalys använts främst vid inventering av riskobjekt i närhet till fastigheten Varvet 1.

Vägar med transporter av farligt gods

- 25 meter byggnadsfritt bör lämnas närmast transportleden.
- Tätt kontorsbebyggelse närmare än 40 meter från vägkant bör undvikas.
- Inom 30 meter ställs krav på riskreducerande åtgärder. Typen av riskreducerande åtgärd varierar beroende på markanvändning.
- Sammanhållen bostadsbebyggelse eller personintensiva verksamheter (centrumanvändning i form av mindre galleria eller dylikt) närmare än 75 meter från vägkant bör undvikas.
- Intill sekundära transportleder för farligt gods anser Länsstyrelsen att det i de flesta fall krävs ett bebyggelsefritt skyddsavstånd på minst 25 meter för bostäder (B), centrum (C), vård (D), handel (H), friluftsliv och camping (N), tillfällig vistelse (O), besöksanläggningar (R), skola (S) och kontor (K). I vissa fall kan ett skyddsavstånd på 15 - 20 meter vara tillräckligt, detta kan vara tillämpligt vid få transporter eller då de olyckor som kan inträffa har korta konsekvensavstånd.

Järnväg

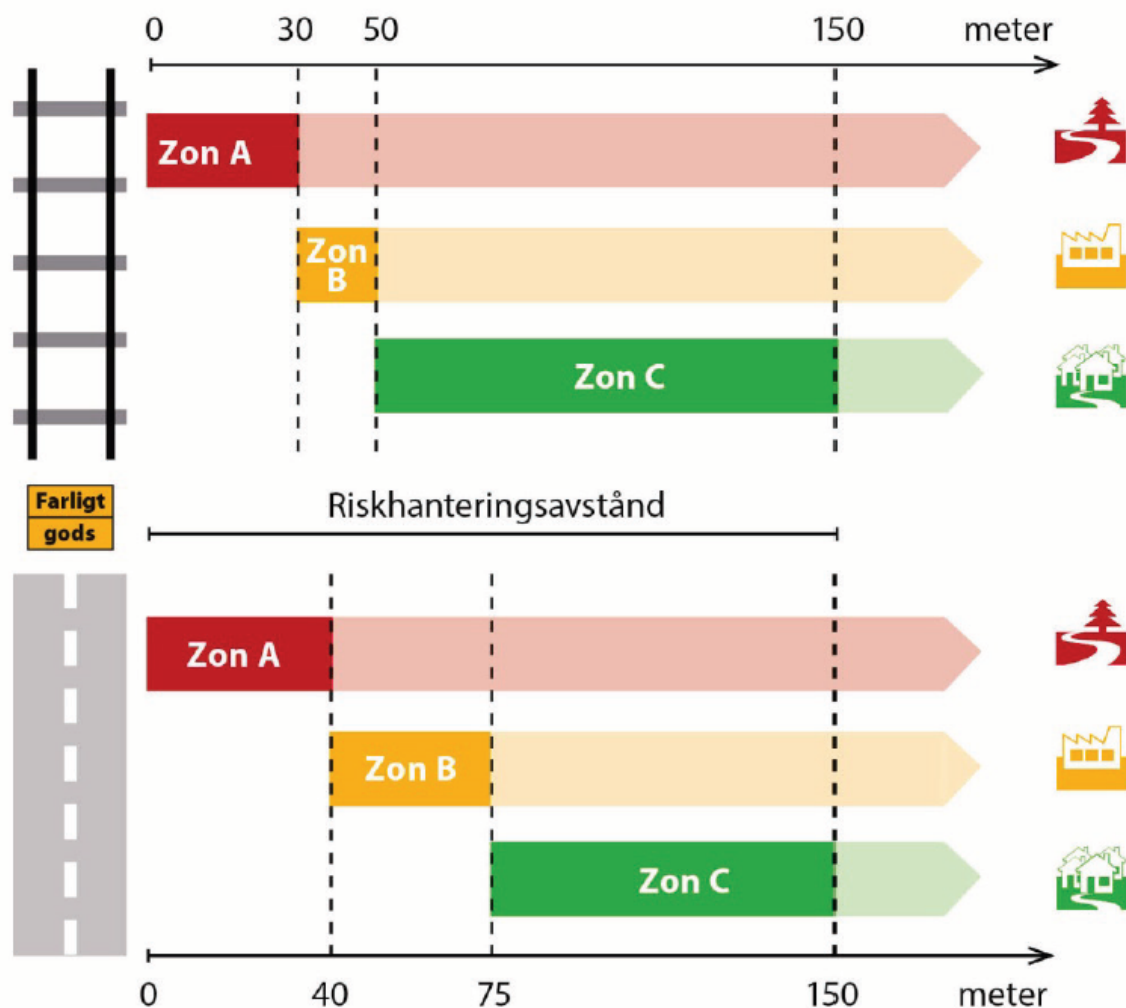
- 25 meter byggnadsfritt bör lämnas närmast järnvägen, mätt från spårets mitt.
- Tätt kontorsbebyggelse inom 30 meter från järnvägen bör undvikas.
- Inom 30 meter ställs krav på riskreducerande åtgärder. Typen av riskreducerande åtgärd varierar beroende på markanvändning.
- Sammanhållen bostadsbebyggelse eller personintensiva verksamheter (centrumanvändning i form av mindre galleria eller dylikt) närmare än 50 meter från järnvägen bör undvikas.

Bensinstationer

- Ett minimiavstånd på 25 meter bör hållas från bensinstation till kontor och liknande.
- Ett minimiavstånd på 50 meter bör hållas till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus samt samlingsplatser där oskyddade människor uppehåller sig.
- I nyplaneringsfallet bör alltid ambitionen vara att hålla ett avstånd på 100 meter från bensinstationen till bostäder, daghem, åldershem och sjukhus.

Byggnadsfritt avstånd

Länsstyrelsens policy är att i första hand nyttja skyddsavstånd som säkerhetsåtgärd, se Figur C 3, samt att inte bebygga närmare än 25 meter från led för farligt gods. Frångås de rekommenderade skyddsavstånden behöver det på ett tillfredsställande sätt redovisas om andra skyddsåtgärder behövs. Generellt ska detaljeringsnivån på riskanalysen öka ju närmare leden för farligt gods som bebyggelsen hamnar.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

Zon A	Zon B	Zon C
G – drivmedelsförsörjning (obemannad) L – odling och djurhållning P – parkering (ytparkering) T – trafik	E – tekniska anläggningar G – drivmedelsförsörjning (bemannad) J – industri K – kontor N – friluftsliv och camping P – parkering (övrig parkering) Z – verksamheter	B – bostäder C – centrum D – vård H – detaljhandel O – tillfällig vistelse R – besöksanläggningar S – skola

Figur C 3. Rekommenderade skyddsavstånd mellan transportleder för farligt gods och olika typer av markanvändning (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2016).

3.2 Allmän beskrivning om transporter med farligt gods

Gods som klassificeras som farligt gods delas in i nio olika klasser, ADR-/RID-klasser, utifrån godsets egenskaper. Transporter med farligt gods kan innehålla en mängd olika ämnen vars fysikaliska och kemiska egenskaper varierar. Gemensamt är riskerna kopplade till ämnens inneboende egenskaper, som kan komma att påverka omgivningen vid en järnvägsolycka eller annan olycka under transporten.

För transporter av farligt gods på väg respektive järnväg finns det särskilda regelverk, ADR-S (MSBFS 2016:8) respektive RID-S (MSBFS 2015:2). Föreskrifterna reglerar bland annat förpackning, märkning och etikettering, vilka mängder som tillåts samt vilken utbildning involverade aktörer behöver.

Brandfarliga fasta ämnen, ADR-/RID-klass 4, samt övriga ämnen, ADR-/RID-klass 9, utgör normalt ingen fara för omgivningen eftersom konsekvenserna koncentreras till fordonets närhet.

Oxiderande ämnen och organiska peroxider, ADR-/RID-klass 5, kan i vissa fall orsaka en betydande skada medan radioaktiva ämnen, ADR-/RID-klass 7, påverkar främst personer som kommer i kontakt med ämnet.

När det gäller konsekvenser för olyckor med farligt gods är det framförallt fyra olika händelser samt kombinationer av dessa som utgör de främsta riskkällorna:

- Explosion (både från explosivämnen och från snabba brandförlopp i brännbara gasblandningar)
- Brand
- Utsläpp av giftig gas
- Utsläpp av frätande vätska

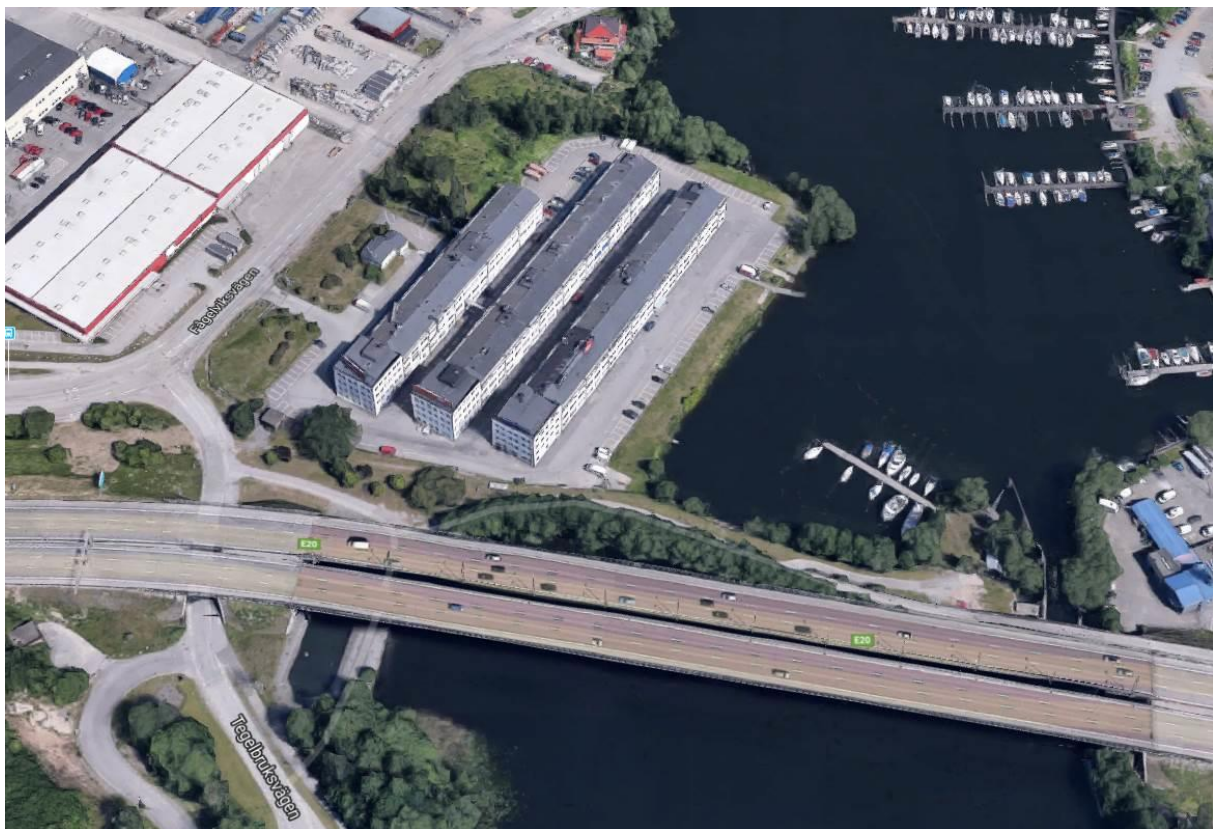
4 Områdesbeskrivning

4.1 Varvet 1

Fastigheten Varvet 1 innehåller idag kontor, verkstäder och lagerutrymmen. Dagens avstånd till E4/E20 är ca 35 meter. Med en placering av en ny bro norr om befintlig kommer avståndet mellan fasad och väg kortas ner betydligt. Slutlig brotyp är ej beslutad varvid avståndet mellan väg och Varvet 1 kan variera. Varvet 1 ligger idag några meter under E4/E20, vilket även kommer vara fallet med en ny bro, se Figur C C4 och Figur C C5.

Varvet 1 är beläget i Slagsta industriområde i Fittja, Botkyrka kommun. Verksamheterna i området är blandat mellan kontor, lager och industri. Inga bostäder finns inom fastigheten.

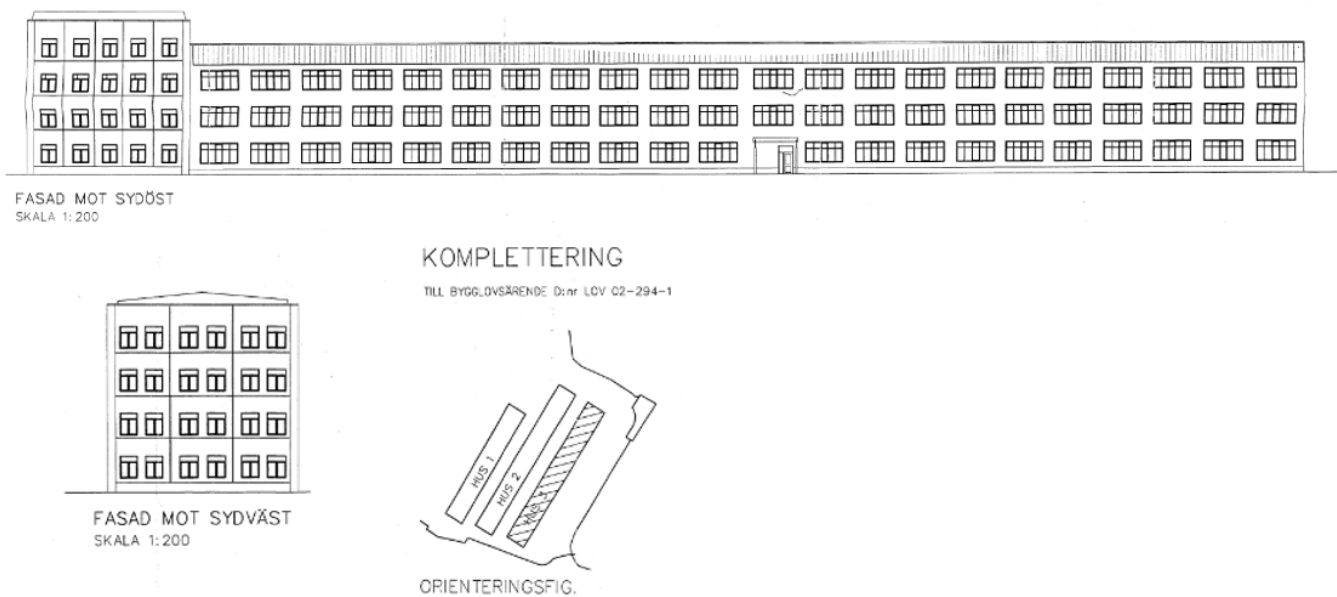
Varvet 1 består av tre hus där de två stora är 130 meter långa och 15 meter breda, det mindre huset är 100 meter lång och 15 meter bred. Samtliga tre hus har tre våningar samt en högdal om fyra våningar som är cirka 16 meter lång, se Figur C 6 och Figur C7.



Figur C 4. Översiktsbild E4/E20 och Varvet 1 nuläge (Google, 2018)



Figur C 5. Översiktsbild E4/E20 och Varvet 1 med ny bro



Figur C 6. Ritningsskiss över fastigheten Varvet 1 (Tranark AB, 2002)



Figur C 7. Vy från fastigheten Varvet 1 mot E4/E20

4.2 E4/E20 - Vårbybroar

E4/E20 trafikeras idag av cirka 110 000 fordon per dygn enligt inom projektet framräknade trafikprognoser. Utan en utbyggnad av Tvärförbindelse Södertörn antas trafiken på Vårbybroar att öka till 140 000 fordon per dygn (ÅMD) år 2045. Med en utbyggnad av Tvärförbindelse Södertörn antas trafiken över Vårbybroarna att öka till 155 000 fordon per dygn (ÅMD) år 2045 (Trafikverket, 2018).

E4/E20 är en primär transportled för farligt gods (Trafikverket, 2017). Vägen längst med Varvet 1 är en av Sveriges mest trafikerade vägar där både Essingeleden, Förbifart Stockholm samt Tvärförbindelse Södertörn knyts samman.

Vårbybroar ligger idag med en nivåskillnad jämfört med fastigheten Varvet 1 vilket kan ses i Figur C C7 ovan.

4.2.1 ADR fördelning

Vid beräkningar av individ- och samhällsrisk på E4/E20 förbi fastigheten Varvet 1 har två olika ADR fördelningar använts. Som referens används det nationella snittet, som är ett snitt på det totala transportarbetet för alla farligt gods transporter i Sverige, vilket redovisas i Tabell C C1. Den andra ADR fördelningen är specifikt framtagen på sträckan förbi Varvet 1 och är baserad på ADR fördelningen som togs fram i Förbifart Stockholm (Trafikverket, 2011) samt den inventerade ADR fördelningen för Tvärförbindelse Södertörn.

Tabell C 1. Genomsnittlig fördelning av farligt gods på vägarna i Sverige under perioden 2009 – 2016 (Trafikanalys, 2017). Uppgifterna har hämtats från de årliga rapporterna som Trafikanalys har publicerat för åren 2009 - 2016.

ADR-klass	Ämne	Genomsnittlig fördelning av farligt gods under perioden 2009 – 2016 utifrån antalet transporter. [Procentuell fördelning]	Genomsnittlig fördelning av farligt gods under perioden 2009 – 2016 utifrån transporterad godsmängd. [Procentuell fördelning]
1	Explosiva ämnen och föremål	2,1	0,5
2	Gaser	16,9	11,4
3	Brandfarliga vätskor	58,6	62,4
4	Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen och fasta okänsliggjorda explosivämnen	0,7	0,6
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	2,9	3,5
6	Giftiga och smittförande ämnen	2,8	1,8
7	Radioaktiva ämnen	0,2	0,1
8	Frätande ämnen	11,7	14,2
9	Övriga farliga ämnen och föremål	4,2	5,4

I projektet Förbifart Stockholm användes en modifierad version för ADR baserad på det nationella snittet. I Tabell C2 nedan presenteras ADR fördelning för Förbifart Stockholm samt som jämförelse det nationella snittet (per transport). Antalet fordon som antas komma från Förbifart Stockholm samt Essingeleden är satt till 188 000 fordon per dygn (ÅMD), varav 16 000 stycken är tung trafik. Antalet transporter av farligt gods uppgår till 143 500 per år (ca 400st/dag).

Tabell C 2. Jämförelse mellan ADR fördelning Förbifart Stockholm och nationella snittet (per antalet transporter)

ADR-klass	Ämne	Genomsnittlig fördelning av farligt gods under perioden 2009 – 2016 utifrån antalet transporter. [Procentuell fördelning]	Fördelning enligt Förbifart Stockholm
1	Explosiva ämnen och föremål	2,1	2,0
2	Gaser	16,9	8,0
3	Brandfarliga vätskor	58,6	83,0
4	Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen och fasta okänsliggjorda explosivämnen	0,7	0,5
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	2,9	0,6
6	Giftiga och smittförande ämnen	2,8	0,1
7	Radioaktiva ämnen	0,2	0,0
8	Frätande ämnen	11,7	3,4
9	Övriga farliga ämnen och föremål	4,2	2,4

För projektet Tvärförbindelse Södertörn utfördes en inventering av samtliga verksamheter som antas bruka vägen efter öppnandet för prognosåret 2045. Fördelningen jämfört med det nationella snittet presenteras i Tabell C3. Antalet transporter av farligt gods är antagen att vara konstant från Jordbro till anslutningen E4/E20, detta då det är få mottagare som ligger längst med Tvärförbindelse Södertörn som hanterar farligt gods. Detta antagandet kan anses vara konservativt. Antalet transporter av farligt gods uppgår till 47 000 per år (ca 130st/dag) för 2045. Antalet fordon för den mest trafikerade sträckan på Tvärförbindelsen (Glömstadalen) uppgår till 68 000 fordon per dygn (ÅMD) varav 9,5% är tung trafik.

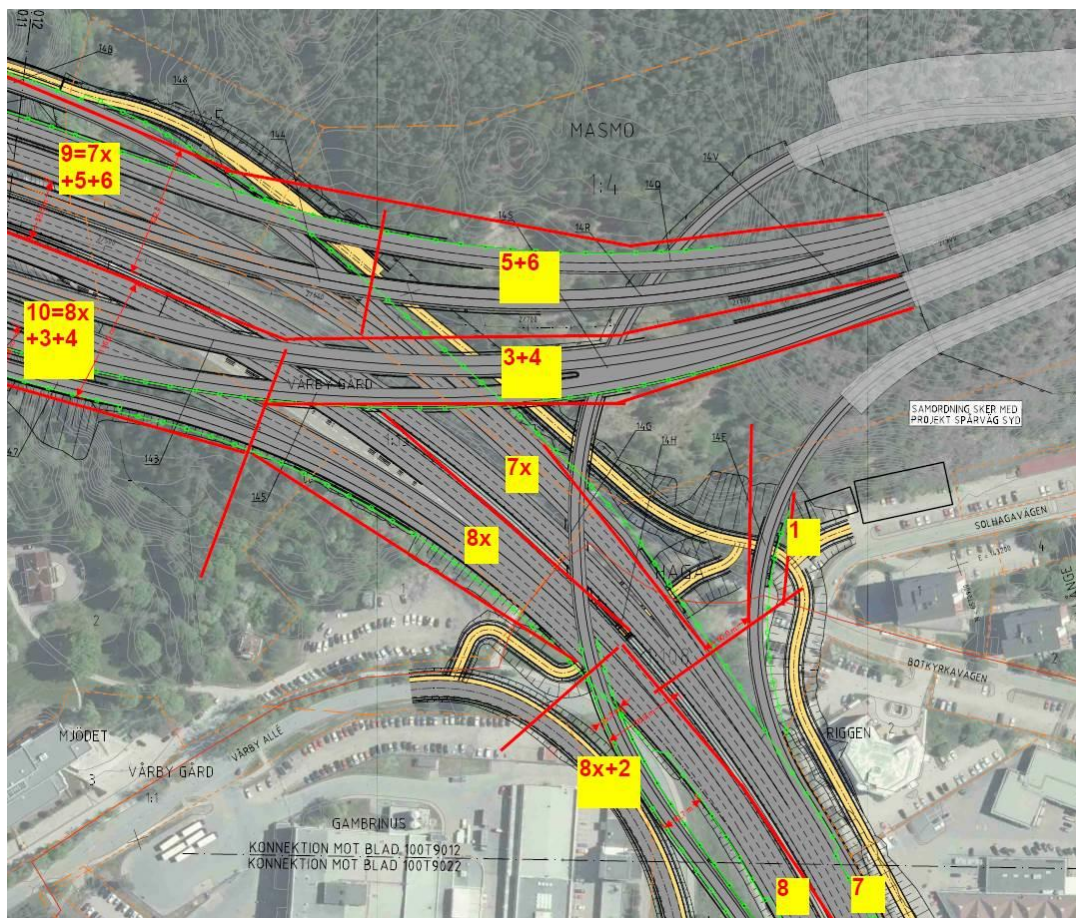
Tabell C 3. Jämförelse mellan ADR fördelning Tvärförbindelse Södertörn och nationella snittet (per antalet transporter)

ADR-klass	Ämne	Andel av antalet transporter inventering TS för 2045 [%]	Genomsnittlig fördelning av farligt gods under perioden 2009 – 2016 utifrån antalet transporter. [%]
1	Explosiva ämnen och föremål	6,5	2,1
2	Gaser	52,8	16,9
3	Brandfarliga vätskor	32,6	58,6
4	Brandfarliga fasta ämnen, självreaktiva ämnen och fasta okänsliggjorda explosivämnen	0,5	0,7
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	0,7	2,9
6	Giftiga och smittförande ämnen	0,4	2,8
7	Radioaktiva ämnen	0,0	0,2
8	Frätande ämnen	3,7	11,7
9	Övriga farliga ämnen och föremål	2,8	4,2

ADR-fördelning för E4/E20 förbi Varvet 1 har tagits fram genom att räkna ut antalet transporter som kommer från Förbifart Stockholm samt antalet transporter som kommer från Tvärförbindelse Södertörn. Farligt gods från Tvärförbindelse Södertörn antas fördels 50/50 i norrgående och södergående riktning. Utifrån trafikprognosen har antalet transporter av farligt gods samt ADR-fördelningen tagits fram för vardera körriktningen (norrgående samt södergående). Trafiken från Förbifart Stockholm påverkar ADR fördelningen mest för E4/E20 då 68 % av transportererna av farligt gods kommer därifrån (400 transporter av farligt gods per dygn jämfört med 130 stycken från Tvärförbindelse Södertörn). Skillnaden mot det nationella snittet är inte jättestort. Det är främst klass 2, 3 och 8 som skiljer sig något åt. Då E4/E20 förbi Varvet 1 kommer vara en av Sveriges mest trafikerade vägar är det rimligt att ADR-fördelningen liknar det nationella snittet. Resultatet av den framtagna ADR fördelningen presenteras i Tabell C4 samt visualiseras i Figur C8. I Tabell C5 presenteras trafikfördelningen samt antalet transporter av farligt gods på ramper samt E4/E20.

Tabell C 4. ADR-fördelning E4/E20 förbi fastigheten Varvet 1

ADR-klass	E4/E20 Norrgående förbi varvet 1 (7) [st]	Andel av antalet transporter (norrgående, 7) [%]	E4/E20 södergående förbi varvet 1 (8) [st]	Andel av antalet transporter (södergående, 8) [%]	Totalt [st]	Totalt [%]	Nationella snittet (jämförelse) [%]
ADR-klass 1	1 526	2,42	1 383	2,45	2 909	2,43	2,1
ADR-klass 2	7 647	12,12	7 035	12,48	14 682	12,29	16,9
ADR-klass 3	49 451	78,37	43 948	77,96	93 400	78,18	58,6
ADR-klass 4	314	0,50	280	0,50	594	0,50	0,7
ADR-klass 5	386	0,61	345	0,61	732	0,61	2,9
ADR-klass 6	79	0,13	72	0,13	151	0,13	2,8
ADR-klass 7	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,2
ADR-klass 8	2 162	3,43	1 933	3,43	4 095	3,43	11,7
ADR-klass 9	1 536	2,43	1 374	2,44	2 910	2,44	4,2
Totalt	63 101	100,00	56 371	100,00	119 473	100,00	100,0%



Figur C 8. Trafikmängder för E4/E20 med anslutningar till Förbifart Stockholm samt Tvärförbindelse Södertörn

Tabell C 5. Fördelning av trafik och transporter av farligt gods på ramper och E4/E20

Ramper	Förklaring	Trafik per dygn (ÅMD) [st]	Farligt gods per dygn [st]	Farligt gods per år [st]
1	Ramp från E4/E20 norrgående till TS	7 925	16	5 798
2	Ramp från TS till E4E20 södergående	7 797	15	5 634
3	Ramp från E4 södergående till TS	11 094	24	8 807
4	Ramp från E20 södergående till TS	12 981	24	8 807
5	Ramp från TS till E20 norrgående	13 248	24	8 889
6	Ramp från TS till E4 norrgående	11 355	24	8 889
7	E4/E20 norrgående förbi Varvet 1	77 700	173	63 101
7x	E4/E20 norrgående trafik mellan ramper	69 775	157	57 303
8	E4/E20 södergående förbi Varvet 1	77 300	154	56 371
8x	E4/E20 södergående trafik mellan ramper	69 503	139	50 737
9	Trafik norrgående till Förbifart Stockholm och Essingeleden	94 378	206	75 082
10	Trafik södergående från Förbifart Stockholm och Essingeleden	93 578	187	68 352

4.2.2 Förtydligande gällande ADR-klass 1 – Explosiva ämnen och föremål

Andelen transporter med explosiva ämnen utgör 2,4 procent av det totala antalet transporter med farligt gods, enligt Tabell C4. Det saknas tyvärr information om hur stora mängder explosiva ämnen som transporteras samtidigt. Då konsekvenserna från en olycka med 500 kg eller 16 ton explosiva ämnen skiljer sig åt markant är det intressant att veta hur mycket som transporteras samtidigt. Enligt uppgifter från utredningarna i samband med Förbifart Stockholm utgör cirka en procent av transportererna med explosiva ämnen av transporter med 16 ton, vilket är den maximala mängden massexplosiva varor som får transporteras på väg. Fördelningen mellan mängderna explosiva ämnen som hanteras i samband med övriga transporter redovisas i Tabell C6 (Trafikverket, 2011). Denna fördelning har använts vid beräkningarna för att efterlikna transportererna som förväntas ske på E4/E20 utanför den aktuella fastigheten.

Tabell C 6. Procentuell fördelning mellan mängderna explosivämnen som transporteras samtidigt. Antalet transporter med den maximala vikten 16 ton är inte medräknade i fördelningen, utan dessa utgör 1 procent av transportererna (Trafikverket, 2011)

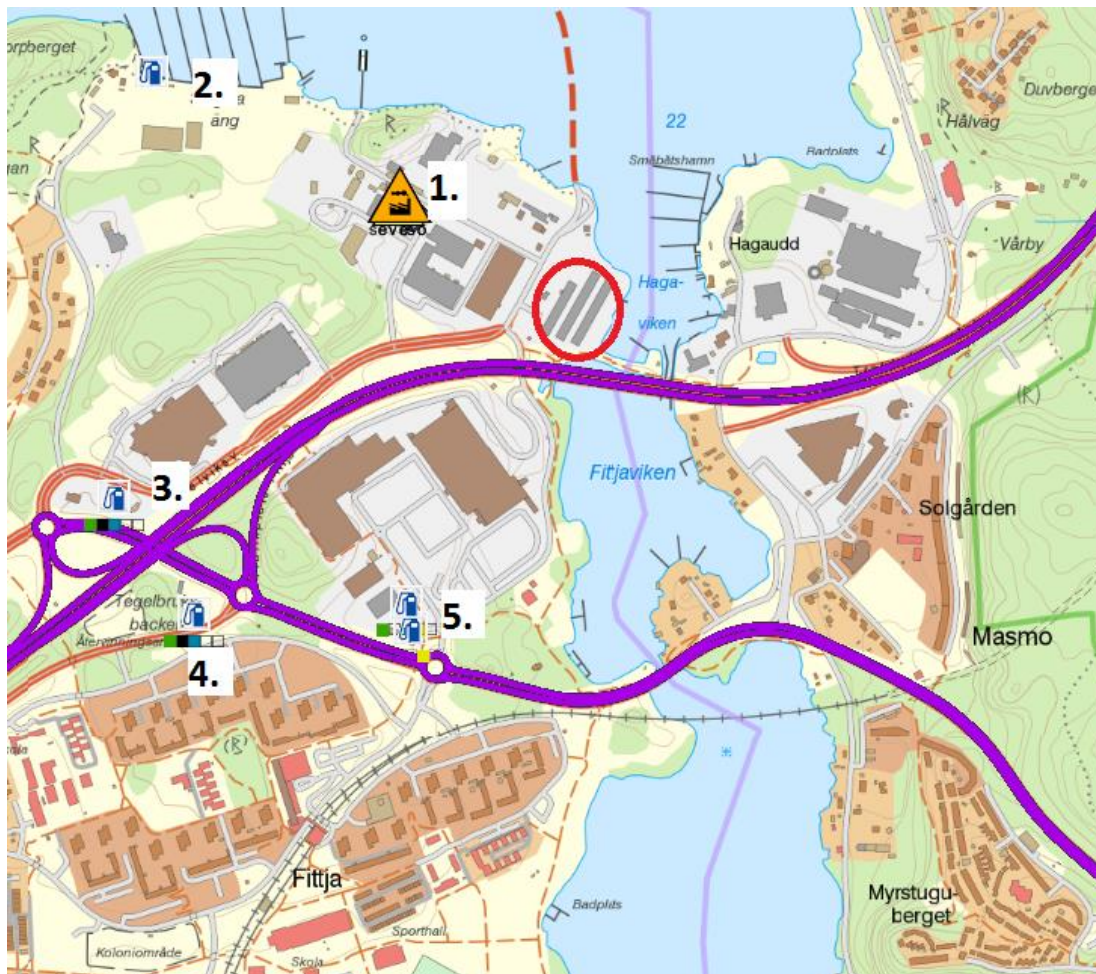
Mängd explosivämnen	Procentuell fördelning
1 000 – 5 000	5
500 – 1 000	10
60 – 500	35
0 – 60	50

4.2.3 Förtydligande gällande ADR-klass 3 – Brandfarliga vätskor

Andelen transporter av farligt gods som utgörs av ADR-klass 3 - brandfarliga vätskor uppgår till cirka 78,2 procent, se Tabell C4. Det saknas dock information om den interna fördelningen inom ämnesklassen, då klassen består av ett flertal underklasser. Merparten av de ämnen som transporteras inom ADR-klass 3 utgörs av drivmedel, som exempelvis bensin eller diesel. Sannolikheten för antändning av ett läckage med diesel eller eldningsolja på väg är mycket låg, om ens befintlig. Som ett konservativt antagande kommer dock alla produkter inom ADR-klass 3 beaktas som bensin (Trafikverket, 2011).

4.3 Riskobjekt

Utöver E4/E20 så finns det fem verksamheter i närområdet till Varvet 1 som hanterar ämnen som klassas som farliga, se Figur C C9 samt Tabell C7. Fyra är drivmedelstation, och ett (Fittjaverket) som är klassat som Seveso (lägre nivå) och farlig verksamhet (2:4 anläggning). Transporterna av farligt gods till dessa verksamheter ingår i sammanställningen ovan, denna del hanterar enbart själva verksamheterna.



Figur C 9. Riskobjekt runt Varvet 1 (rödmarkerat) (Länsstyrelserna, 2018).

Tabell C 7. Verksamheter som hanterar farligt gods i närheten till fastigheten Varvet 1

Nummer	Verksamhet	Verksamhet/klassning	Avstånd till Varvet 1 [m]
1.	Fittjaverket, fjärrvärmeverk	Seveso (lägre nivå), Farlig verksamhet (2:4)	250
2.	Slagsta Marina, sjömack	Drivmedelstation	Över 750
3.	Shell	Drivmedelstation	Över 750
4.	Ingo	Drivmedelstation	Över 750
5.	OKQ8	Drivmedelstation	Över 500

4.3.1 Drivmedelstationer

Länsstyrelsen i Stockholm rekommenderar ett bebyggelsefritt avstånd om 100 meter från en drivmedelstation vid nybyggnation (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000). Närmaste drivmedelstation är OKQ8 Norsborg som ligger på Tegelbruksvägen längst med väg 259. På stationen hanteras bensin, diesel samt etanol (E85). Drivmedelstationen ligger över 500 meter från Varvet 1 och därmed antas den totala risknivån vara opåverkad.

Utöver OKQ8 finns det även tre andra drivmedelstationer i närområdet, Shell och Ingo, samt sjömacken i Slagsta Marina. Avståndet till dessa tre drivmedelstationerna är över 750 meter från Varvet 1 och därmed antas den totala risknivån vara opåverkad.

4.3.2 Fittjaverket

Fittjaverket är ett fjärrvärmeverk som ägs och drivs av Söderenergi och är en mellanlastanläggning vilket innebär att fjärrvärmeverket startas när basproduktionen i värmenätet inte räcker till. Vid värmeproduktion används i huvudsak träpellets, men även tallbecksolja och eldningsolja används (cirka 5% av den totala förbrukningen är eldningsolja). Även mindre mängder brännbara gaser hanteras så som gasol och acetylen, samt en viss mängd ammoniak (25 %-ig vattenlösning). Enligt tidigare riskanalyser för fastigheter runt Fittjaverket rekommenderas ett skyddsavstånd på minst 100 meter (Brandskyddslaget, 2017). Då Varvet 1 ligger över 250 meter bort från Fittjaverket samt att transporterna till och från Fittjaverket sker på Sjöbodavägen som ligger över 200 meter bort antas den totala risknivån vara opåverkad.

5 Riskidentifiering

I riskidentifieringen beskrivs de riskobjekt identifierade i avsnitt 4.2 och 4.3 och deras avstånd till fastigheten Varvet 1 samt om det krävs fortsatt utredning.

Avstånden från olika riskobjekt till planområdet är uppskattade utifrån kartbilder.

Tabell C 8. Inledande riskinventering för området.

Riskobjekt	Rek. Skyddsavstånd [m]	Aktuellt avstånd till närmaste planerad bebyggelse [m]	Omfattning av transport med farligt gods	Fortsatt utredning?
E4/E20	25	Inom 25 meter.	Primärled för farligt gods. Tungt trafikerad, stora mängder farligt gods.	Ja
Fittjaverket	100	280	Fittjaverket hanterar brandfarliga och giftiga ämnen. Transporter till och från sker på Sjöbodavägen	Nej
Sjöbodavägen	100	250	Transporter av farligt gods till och från Fittjaverket	Nej
Drivmedelstation OKQ8 Tegelbruksvägen	100	Över 500	Drivmedelstation med bensin, diesel, etanol (E85) samt fordonsgas	Nej
Drivmedelstation Ingo – Hallundavägen	100	Över 750	Drivmedelstation med bensin, diesel och etanol (E85)	Nej
Drivmedelstation Shell – Fågelviksvägen	100	Över 750	Drivmedelstation med bensin, diesel och etanol (E85)	Nej
Sjämack Slagsta Marina	25	Över 750	Sjömack med bensin och diesel	Nej

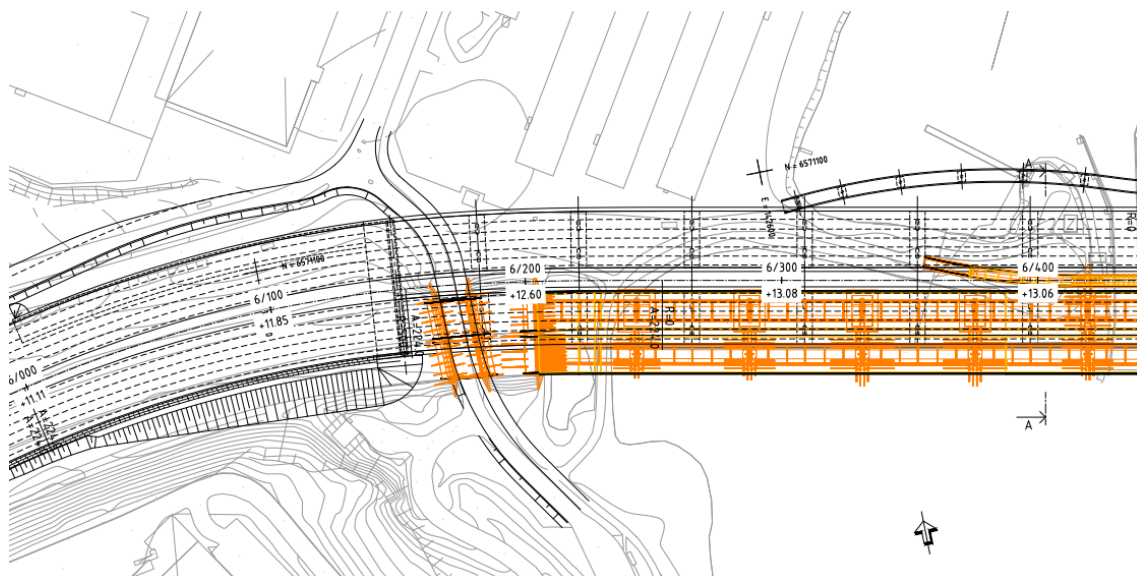
6 Beräkningar

I detta kapitel ska nivån på de identifierade riskerna uppskattas. Utredningen utförs med en kvantitativ analys för olyckor avseende transporter med farligt gods. Detaljerade beräkningar, justeringar och antaganden finns presenterade i Bilaga 1.

E4/E20 delas upp i två delar, där individrisken beräknas för varje körriktning och som sedan adderas ihop. Detta görs för att få en bättre representation av risknivåerna då olyckor som sker på motsatt sida mot t.ex. Varvet 1 stannar på den vägbanan (på grund av avåkningsskydd och mitträcken). Detta ger då ett automatiskt skyddsavstånd för körbanan som ligger på motsatt sida mot den analyserade fastigheten, se Figur C10 och Figur C11. Nya Vårby Broar har skevningsövergång vid Varvet 1. Vid beräkningar har därför en neutral skevning använts.

Varvet 1						
Vägsnitt						
					Södergående	
Vägräcke sydlig riktning						
Sydgående riktning ←					22,0 m	51,8 m
Miträcke sydlig riktning					9,0 m	
Miträcke nordlig riktning					20,8 m	
Nordgående riktning →						
Vägräcke nordlig riktning						
					Norrgående	

Figur C 10. Vägsnitt med två körriktningar och mittsektion



Figur C 11. Förslag på brosektion som används för beräkningarna

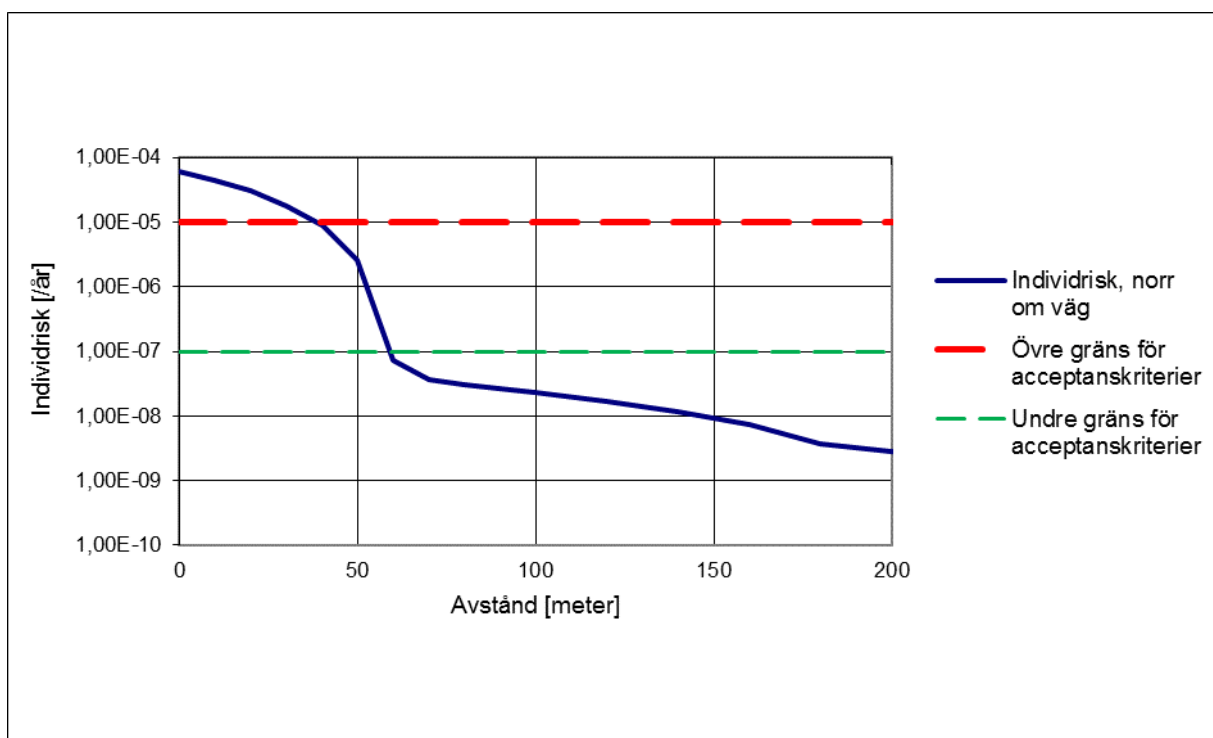
6.1 Beräkningar av individrisk

Sannolikheten för att en olycka med farligt gods ska inträffa har beräknats enligt VTI-metoden, se Bilaga 1. Utifrån beräknad olycksfrekvens är det möjligt att utreda individrisken. Beräkningarna för individrisk baseras på trafikprognos för 2045.

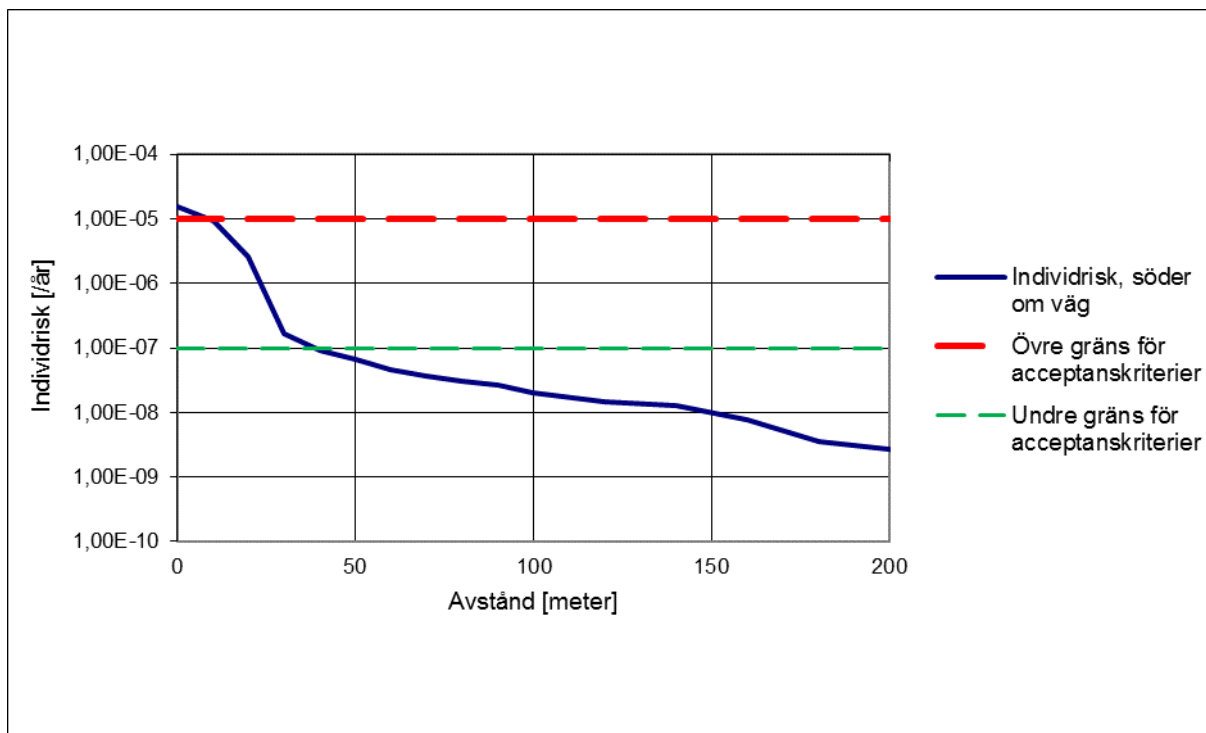
Fastigheten Varvet 1 är lokaliserad på den norra sidan om E4/E20. På den södra sidan är det hög nivåskillnad mot fastigheterna och E4/E20 vilket fungerar som en riskreducerande åtgärd, främst för ADR klass 3 (brandfarlig vätska).

Resultatet av individriskberäkningarna visar att både för det nationella snittet och för den framtagna ADR-fördelningen ligger risknivåerna över den övre gräns för acceptanskriterierna 40 meter ut från vägkant utan åtgärder för den norra sidan där fastigheten Varvet 1 ligger. Anledningen till att resultatet för individriskberäkningarna blir så lika mellan nationella snittet för ADR och det framtagna för sträckan beror på att den framtagna ADR fördelningen är relativt lik den nationella. Skillnaden finns främst på ADR klass 3 (högre andel på den inventerade) vilket visar sig i resultatet med att riskavstånden ovanför ALARP är något högre för den inventerade jämfört med det nationella snittet, och ADR klass 2 är något högre på det nationella snittet vilket medför högre sannolikheter runt 150 meters konsekvensavstånd.

6.1.1 Individrisk baserat på framtagna ADR-fördelning

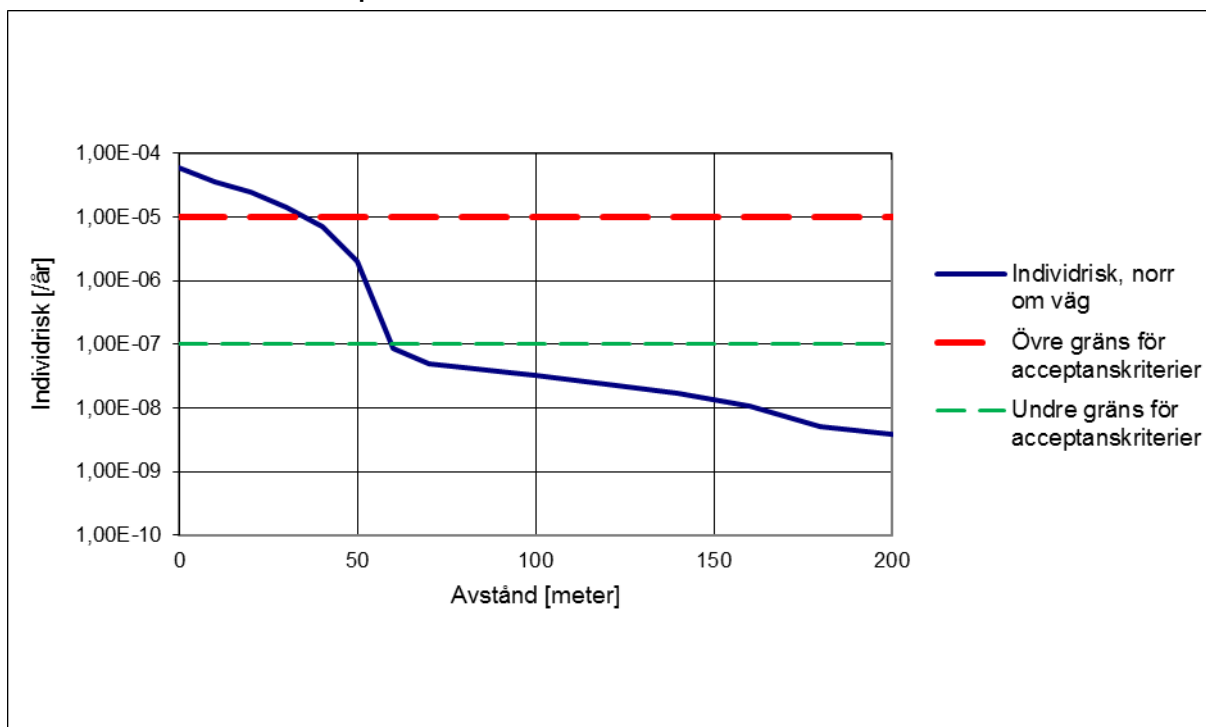


Figur C 12. Individrisk baserat på framtagna ADR-fördelning för E4/E20 norr om vägen (för Varvet 1)

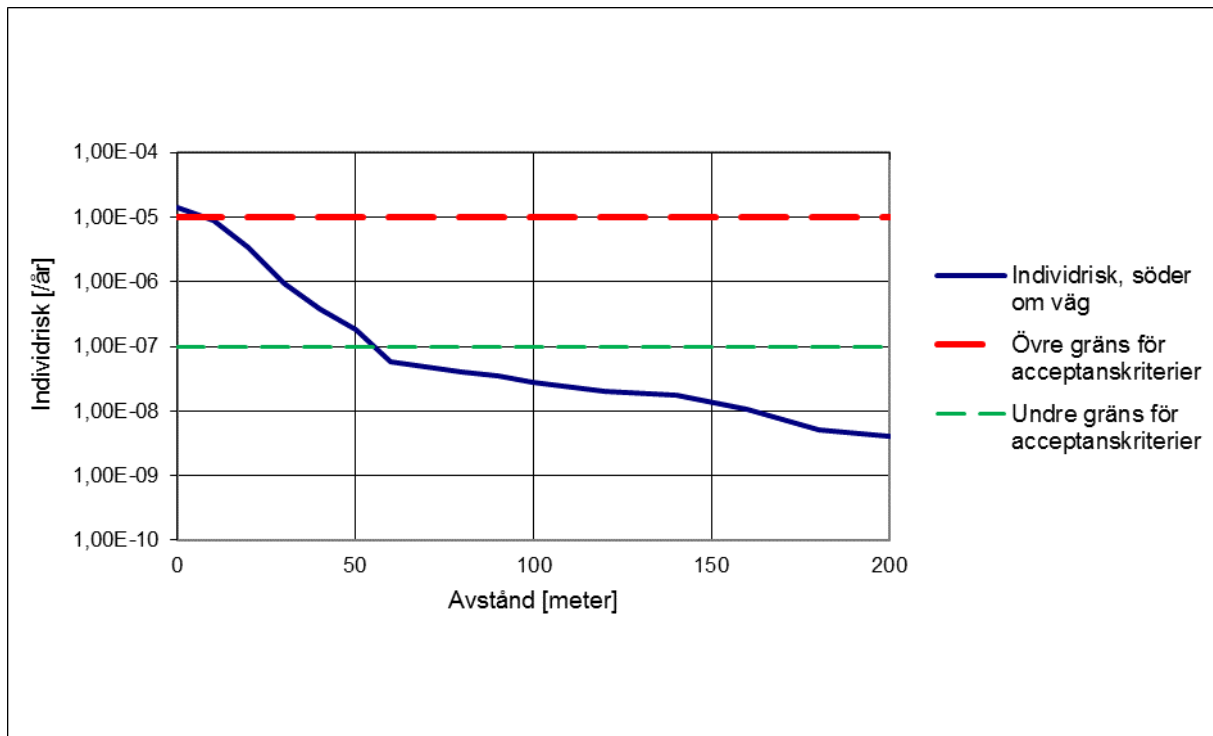


Figur C 13. Individrisk baserat på framtagen ADR-fördelning för E4/E20 söder om vägen

6.1.2 Individrisk baserat på nationella snittet för ADR



Figur C 14. Individrisk baserat på fördelningen enligt det nationella snittet för E4/E20 norr om vägen (för Varvet 1)



Figur C 15. Individrisk baserat på fördelningen enligt det nationella snittet för E4/E20 söder om vägen

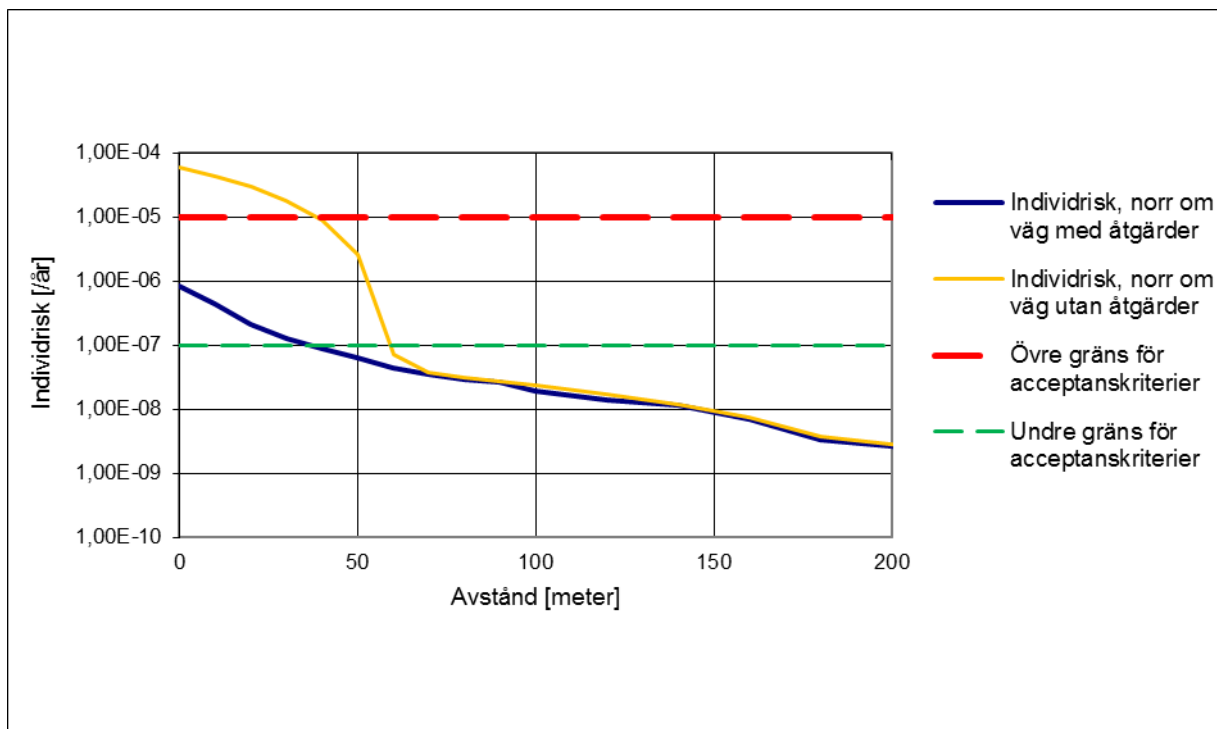
6.1.3 Individrisk efter åtgärder

Vid beräkningar av individrisk med åtgärder har två beräkningar utförts, en med att skyddsmur införts samt en med att fasadåtgärder införs. Skyddsmuren antas finnas längst med 300 m förbi fastigheten Varvet 1 på norra sidan om vägen och på södra sidan behålls nivåskillnaden som idag finns. Skyddsmuren antas vara dimensionerad så att fullt skydd ges mot ADR-klass 3 olyckor (EW30 eller motsvarande). Dimensionering av skyddsmur utförs med hjälp av strålningsberäkningar och har i beräkningarna satts till 5 meter höjd. Vid fasadåtgärder så antas konsekvensavståndet från ADR-klass 3 sluta vid fasad, vilket i beräkningarna har antagits till 15 meter (snitt för de tre huskropparna). Vägsträcket samt dike (eller motsvarande på bro) finns på hela sträckan. Ifall fasadåtgärder väljs som riskreducerande åtgärd kommer en bullerskyddsskärm finnas längst med hela sträckan vilket även ger en riskreducerande effekt som ej har kvantifierats i beräkningarna.

Med en skyddsmur eller fasadåtgärd som är rätt dimensionerad kan det antas att skyddsåtgärden hjälper mot merparten av ADR-klasserna förutom ADR klass 1, 2 och 6.

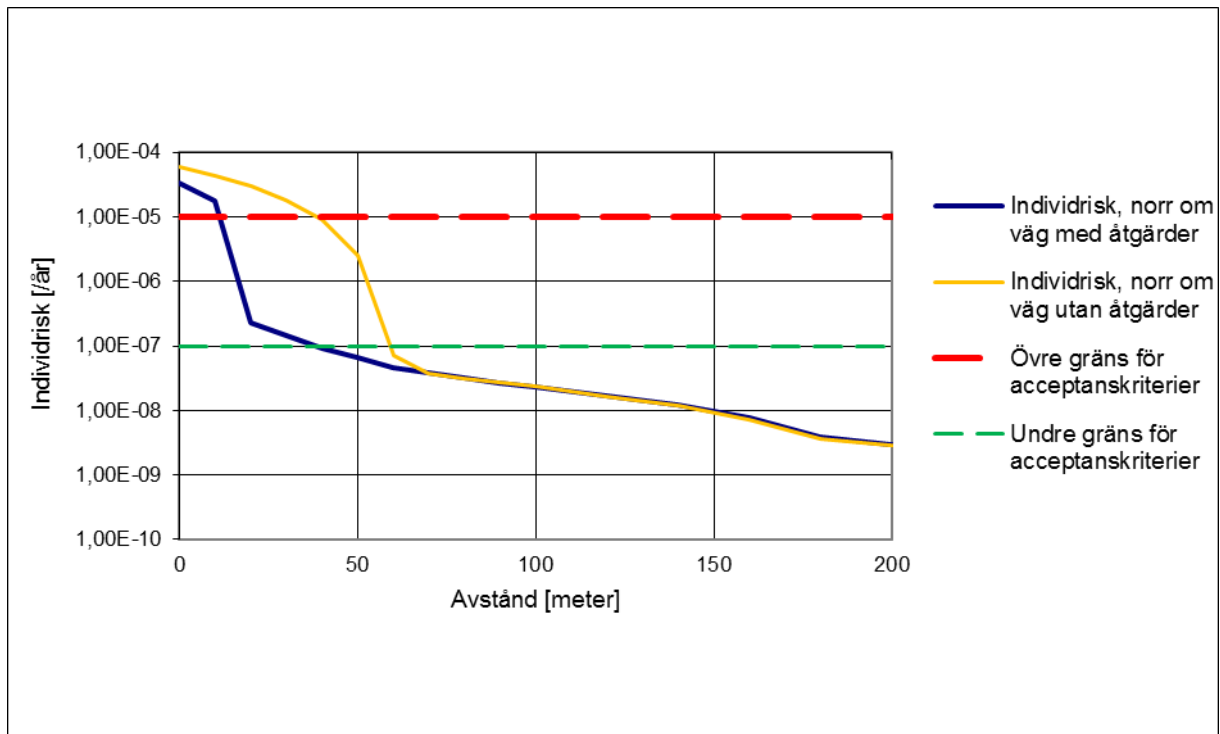
ADR klass 1, 2 och 6 är svåra att få hundra procentiga skydd mot. Åtgärder som kan tillämpas mot bland annat ADR klass 1, 2 och 6 är stomåtgärder, friskluftsventilation bort från riskkälla samt fasadåtgärder så som obrännbar fasad samt laminerade och brandklassade fönster (hjälp även bland annat mot ADR-klass 3). Stomåtgärder är en dyr åtgärd och svårt att införa i befintliga byggnader. Friskluftsintag som är avstängningsbara och placerade bort mot riskkällan är en bra åtgärd men som har sina brister i att till exempel automatavstängning inte fungerar för alla gaser samt att lokalavstängning kräver personal på plats. Effekten av ventilationsåtgärder kvantifieras ej i beräkningar vilket kan anses vara konservativt.

Resultatet av beräkningarna efter åtgärder visar på att acceptabla risknivåer uppfylls för Varvet 1 med skyddsmur, se Figur C16, samt fasadåtgärder, se Figur C17. För vilket typ av åtgärd som rekommenderas för Varvet 1, se avsnitt 8.



Figur C 16. Individrisk baserat på framtagen ADR-fördelning för E4/E20 norr om vägen efter åtgärder (skyddsmur)

Resultatet från individriskberäkningarna med skyddsmur visar att risknivån går under ALARP vid ca 40 meter. Dock ligger risknivån under $1 \cdot 10^{-6}$ redan från 0 meter vilket kan anses vara låga risknivåer. I Beräkningarna har det antagits att vägräcken samt diken finns. Riskreducerande effekt från ventilationsåtgärder samt utrymningsväg bort från väg har ej kvantifierats.

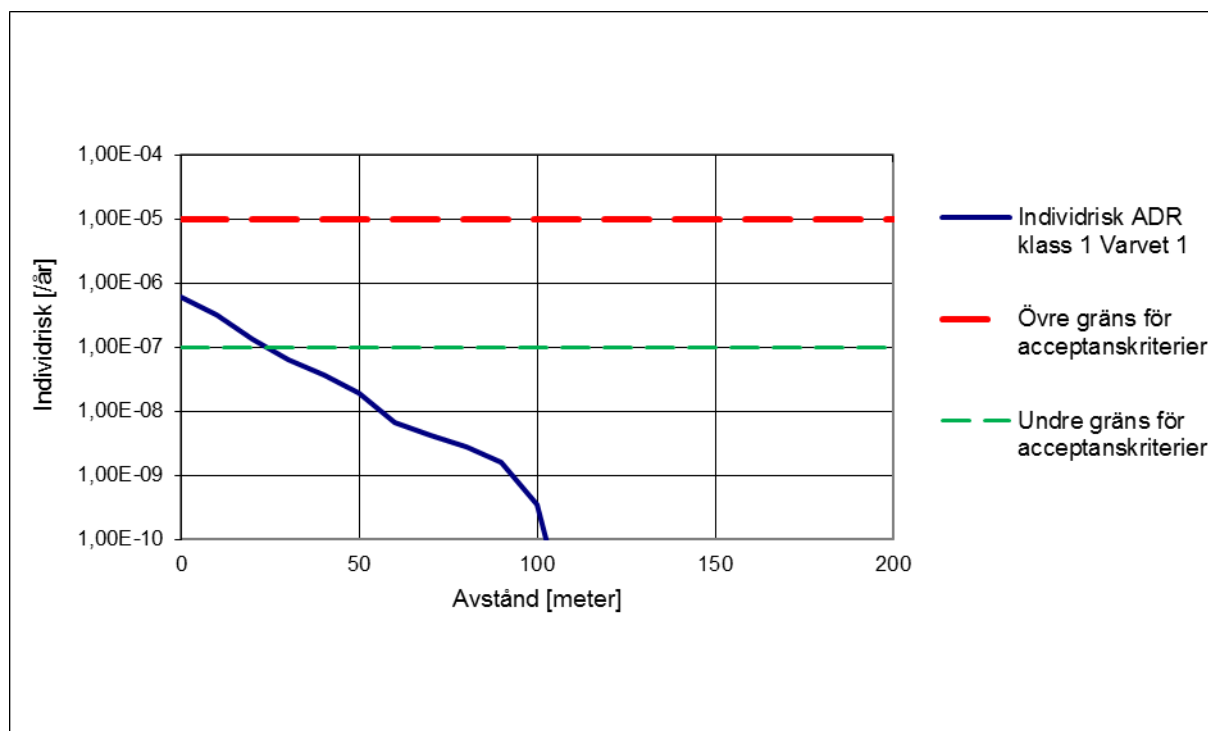


Figur C 17. Individrisk baserat på framtagna ADR-fördelning för E4/E20 norr om väg med fasadåtgärder (skyddsavstånd satt till 15 meter)

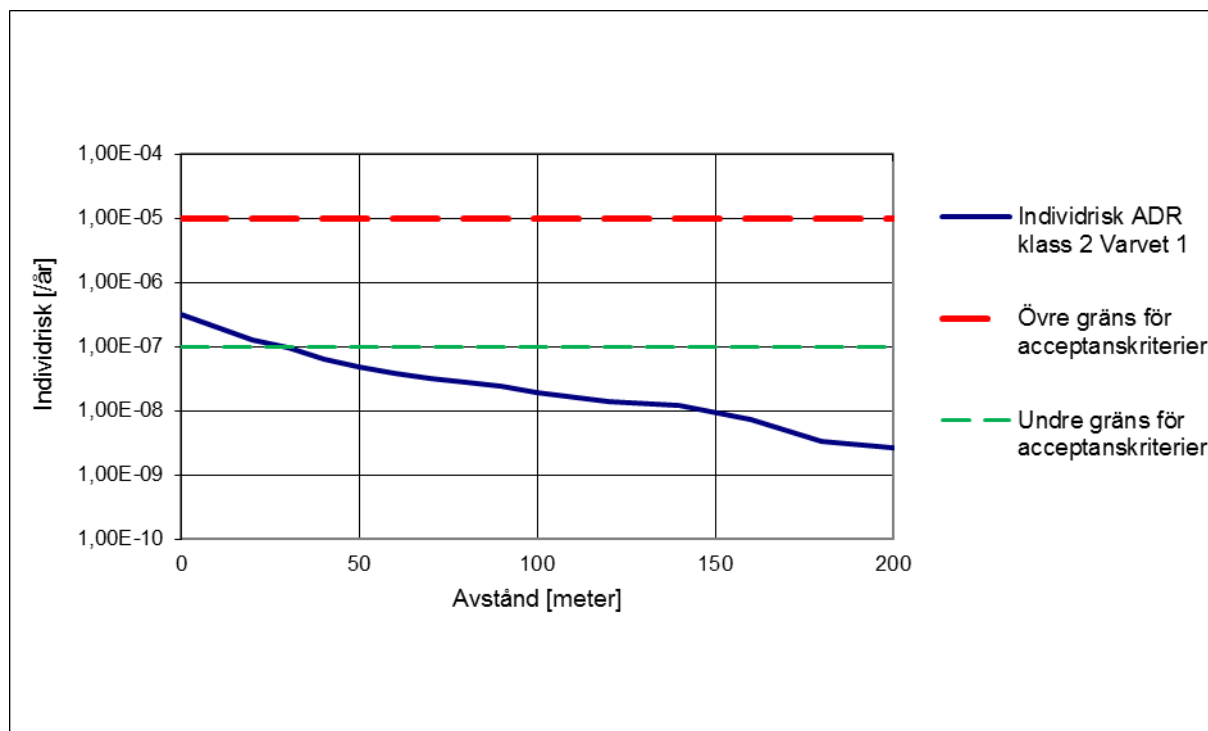
Resultatet från individriskberäkningarna med fasadåtgärder visar att risknivån går under ALARP vid ca 40 meter. Fasadåtgärderna antas begränsa strålning in i byggnaden vilket medför att konsekvenserna för pölbrand slutar vid fasad. Vid fasadkant (här räknat på ett snitt om 15 meter) ligger individrisknivån på cirka $2,3 \cdot 10^{-7}$ vilket kan anses vara låga risknivåer. I beräkningarna har det antagits att vägräcken samt diken finns. Riskreducerande effekt från ventilationsåtgärder, utrymningsväg bort från väg samt bullerskyddsskärmar har ej kvantifierats.

6.1.4 Individriskberäkningar ADR klass 1 och ADR klass 2

Individriskberäkningar har tagits fram för enbart ADR klass 1 samt för ADR klass 2. Syftet är att se hur mycket dessa ADR klasser påverkar riskbilden för fastigheten Varvet 1. Resultatet av individriskberäkningarna där ADR klass 1 och ADR klass 2 har brutits ut visar att för båda klasserna så är risknivåerna inom ALARP upp till cirka 25 meter från väggkant. Resultatet visas i Figur 18 och Figur C19.



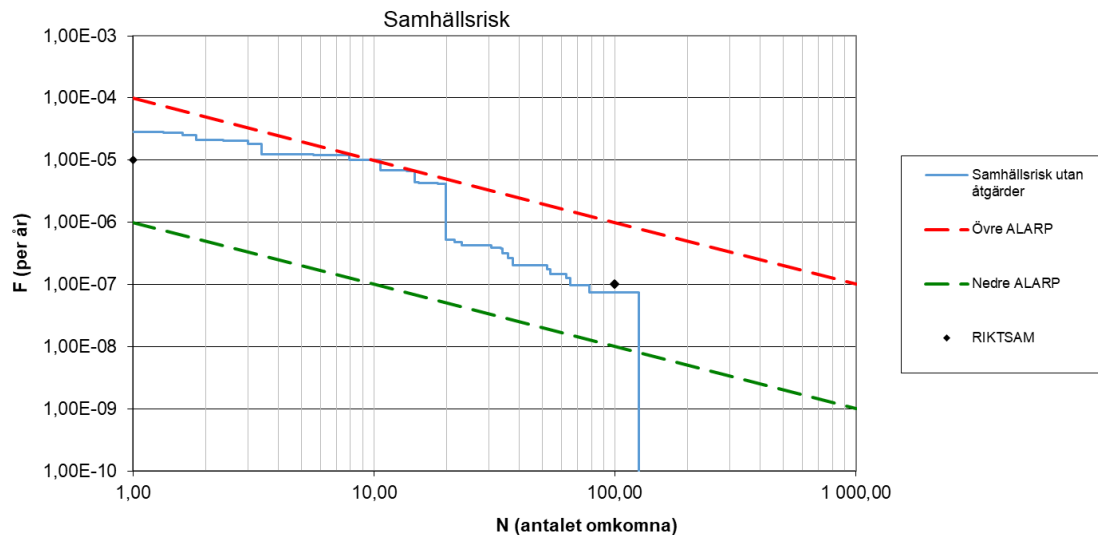
Figur C18 Individerisk ADR klass 1 för Varvet 1



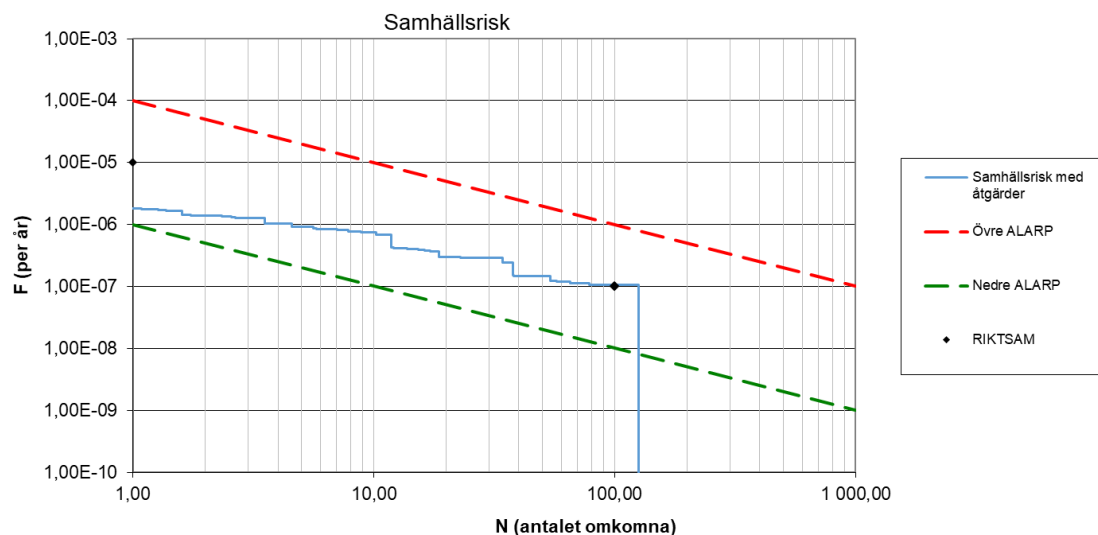
Figur C19 Individerisk ADR klass 2 för Varvet 1

6.2 Beräkningar av samhällsrisk

En beräkning av samhällsrisk inom området har utförts och resultatet redovisas i detta avsnitt. Samhällsrisk för E4/E20 är beräknad för ett område av 1 km² stort område längs med E4/E20 och som indata har individriskberäkningar med ADR-fördelning enligt Tabell C4 använts. För att kunna beräkna samhällsrisk behövs ett mått för hur stort antal personer som befinner sig i området vilket presenteras i Bilaga 1. Samhällsrisk för området hamnar högt inom ALARP-området, se Figur C20. Beräkningar med skyddsmur som åtgärd sänker risken till mer acceptabla nivåer, se Figur C21.



Figur C20. Samhällsrisk med framtagna ADR-fördelning för E4/E20 utan åtgärder



Figur C21. Samhällsrisk med framtagna ADR-fördelning för E4/E20 efter åtgärder

6.3 Osäkerheter

Riskanalysen omfattar osäkerheter för att det ska vara möjligt att uppskatta sannolikheter och konsekvenser. Främst förekommer det osäkerheter utifrån tillhandahållet underlag och beräkningar, vilket är det som kan påverka resultatet från beräkningarna. I riskanalysen har därför konservativa värden valts genomgående i ett försök att säkerställa att risken inte undervärderas. I detta avsnitt presenteras de osäkerheter som har identifierats och som antas kunna förändras nämnvärt inför prognosår 2045.

6.3.1 Antalet transporter och eventuell förändring på sikt

Trafikmängderna för E4/E20 har tagits fram i projektet för prognosår 2045 där både årsmedeldygn (ÅMD) samt andelen tung trafik finns representerat. Då prognosåret ligger över 25 år framåt i tiden så är det mycket antaganden som har gjorts. ADR-fördelning är en hopslagning av den fördelning som användes i Förbifart Stockholm samt den inventering som utförts för transporter av farligt gods på Tvärförbindelse Södertörn. En känslighetsanalys har även utförts för det nationella snittet. Precis som med trafikprognosen så är prognosåret över 25 år fram vilket gör att ADR-fördelning baseras på dagens transporter och tar inte hänsyn till en eventuell ökning av elektrifierade fordon samt att förbrukningen av farliga ämnen (som t.ex. bensin och diesel) minskar i framtiden.

6.3.2 Folkmängd Vårby

Området runt fastigheten Varvet 1 består främst av verksamheter som kontor, lager, industri m.m. Vid inventering av fastigheter har därmed schablonmässiga värden för persontäthet satts på varje fastighet, vilket kan skilja mot verkligheten. Vid bostäder går det att få fram hur många personer som är skrivna på adresser vilket inte går att få fram på verksamheter då personer ofta bor på annan ort och pendlar till sina arbetsplatser. Enbart detaljplaner som vunnit laga kraft har inkluderats i analysen, vilket betyder att hänsyn till ökad bakgrundpopulation behöver tas vid framtida detaljplaner.

6.3.3 Framtida bränslen och körsätt

Utvecklingen av alternativa bränslen och eldrivna fordon går snabbt framåt. Idag vet vi att klimatfrågan kommer att driva att fossila bränslen avvecklas och ersätts av exempelvis eldrivna fordon. Mängden gasdrivna fordon har ökat initialt både för personbilar och bussar. Eldrivna fordon kommer att öka och på sikt kommer fossildrivna fordon att ersättas med elbilar eller andra drivmedel. Det innebär att både fördelningen och volymen av farligt gods kommer att förändras i framtiden. Initialt med mer mängd fordonsgas och på sikt mindre volymer av fossila bränslen när dessa fasas ut.

I de beräkningar som gjorts har prognosen anpassats till ökad volym fordonsgas och volymerna för transport av farligt gods har räknats upp. Detta bedöms som en konservativ skattning.

Utvecklingen med självkörande fordon kommer i framtiden också bidra till en förändring av olycksmönster och sannolikheten för trafikolyckor. I dagsläget är det för tidigt att säga hur det kommer att påverka, men utgångspunkten måste vara att sannolikheten för olyckor minskar med datoriserade system och självkörande bilar.

6.3.4 Beräkningsmodellen

Beräkningsmodellen för att räkna fram individrisken utomhus på olika avstånd, liksom andra modeller, är en förenkling av verkligheten. Beräkningsmodellen är uppbyggd av underliggande modeller kring olycksfrekvenser och konsekvenser från skadehändelser. Genom att basera resultatet på beräkningar med 10 000 stycken iterationer, körningar av modellen, fångas dock bredden i utfallen upp och man kan lindra faktumet att det i grund och botten är förenklingar.

7 Möjliga riskreducerande åtgärder

De mest frekvent förekommande transporterna med farligt gods längs med det aktuella området och som bedöms utgöra en risk är transporter av explosiva ämnen (ADR klass 1), brandfarliga gaser (ADR-klass 2), brandfarliga vätskor (ADR-klass 3) samt frätande ämnen (ADR-klass 8). ADR-klass 6 – giftiga och smittfarliga ämnen, har samma åtgärder som ADR-klass 2 och hanteras med samma riskreducerande åtgärder. Dessa fyra klasser tillsammans utgör över 96 procent av transporterna med farligt gods på E4/E20 inom det aktuella området, där ADR-klass 2 och 3 står för strax över 90 procent, se Tabell C4.

Övriga klasser transporteras sällan på E4/E20 eller i mindre mängder och eventuella utsläpp begränsas även till fordonets närhet och värderas därför inte vidare.

Utifrån individ- och samhällsriskberäkningarna framkommer det att det är främst ADR-klass 3 som leder till höga risknivåer (över ALARP). Beräkningarna med åtgärder visar på att reduceras konsekvenserna från ADR klass 3 så uppnås acceptabla risknivåer. Då avståndet från fasad till väg är kort är det dock rimligt att även titta på andra kompletterande riskreducerande åtgärder.

En sammanfattning av valda riskreducerande åtgärder för Varvet 1 presenteras i avsnitt 8.

7.1 ADR-klass 1 – explosiva ämnen och föremål

7.1.1 Värdering av risk

Andelen transporter med explosiva ämnen på E4/E20 i det aktuella området utgör ca 2,4 procent av det totala antalet transporter med farligt gods. Explosiva ämnen och föremål kan vara ett eller flera fasta eller flytande ämnen som genom kemisk reaktion kan alstra gaser med sådan temperatur, tryck och hastighet att den kan skada omgivningen (MSBFS 2016:8). Inom ADR klass 1 är det i första hand underklass 1.1 (massexplosiva ämnen) som har ett större konsekvensområde.

7.1.2 Möjliga riskreducerande åtgärder

Nedan följer några exempel på möjliga riskreducerande åtgärder för ADR klass 1:

- Rasdämpande stomme
- Brandklassade och/eller laminerade fönster (hybridfönster)
- Fasad utan fönster
- Delvis rivning (förlänga skyddsavstånd)
- Säkerställ att skyddsavstånd existerar mellan fastigheten och vägen.

7.1.3 Värdering av risk efter riskreducerande åtgärder

För att förebygga konsekvenser av ADR klass 1 krävs det omfattande byggnadstekniska åtgärder som ställer väldigt höga krav på fasad och byggnadens utformning. Sannolikheten för att en olycka med explosiva ämnen inträffar och dessutom leder till en explosion i höjd med fastigheten Varvet 1 är mycket liten. Då Varvet 1 är en befintlig byggnad anses inte rasdämpande stomme vara en åtgärd som är rimlig då stora delar av byggnaden behöver rivras och byggas om. Då avstånden är korta så anses att vissa riskreducerande åtgärder införs.

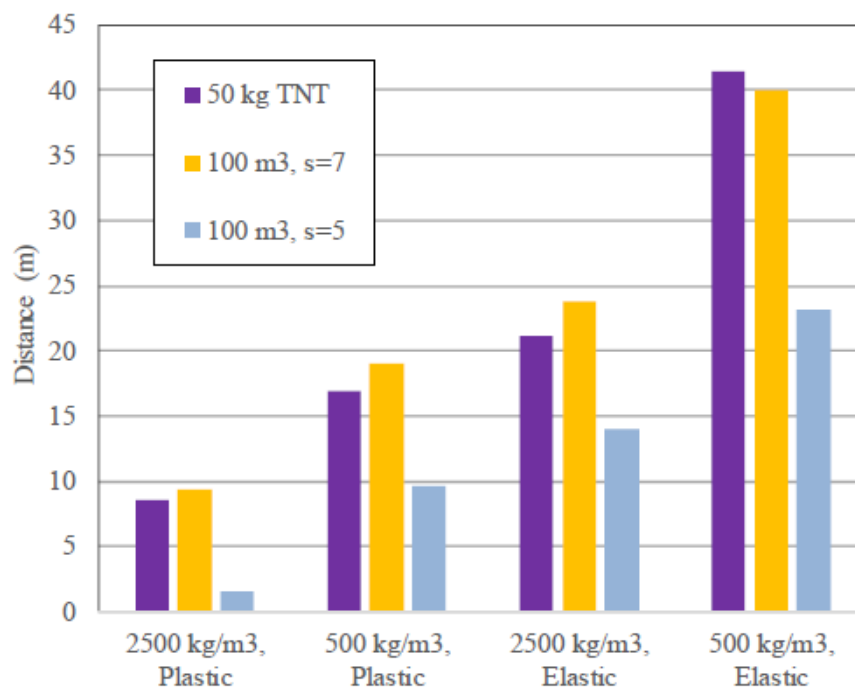
För huskropp 3 föreslås delvis rivning då byggnad hamnar runt 3 meter från närmaste brokant. Rivning föreslås då fram till hisschakt med lämplig armering enligt Eurocode. För huskropp 2 föreslås att kortsida mot E4/E20 täcks igen (fasad utan fönster) med lämplig armering enligt Eurocode. För huskropp 1 anses hybridfönster vara tillräcklig riskreducerande åtgärd. För samtliga huskroppar föreslås hybridfönster på västra och östra långsidor upp till 25 meter ifrån närmaste brokant (för huskropp 1 gäller endast östra långsidan) ifall inkommande strålning överstiger 15 kW/m². Ifall ovan riskreducerande åtgärder införs så antas acceptabla risknivåer för ADR klass 1 uppnås.

7.2 ADR-klass 2 – Gaser

7.2.1 Värdering av risk

Andelen transporter med brandfarliga och giftiga gaser på E4/E20 i det aktuella området utgör ca 12 procent av det totala antalet transporter med farligt gods, det är bara ADR-klass 3 som transporteras i större omfattning.

En olycka med ADR klass 2 kan leda till ett utsläpp av brännbar och/eller giftig gas. Giftiga ämnen kan sugas in via ventilationssystemet och leda till dödsfall inom byggnaden. Brandfarliga gaser kan exempelvis spridas till närområdet till följd av en olycka och därefter antändas till följd av en extern källa, vilket orsakar en brand. Tryckkondenserade gaser är lagrade under tryck i vätskeform. Vid utströmning kommer en del av vätskan att förångas och övergå i gasform. Utströmningen ger upphov till ett gasmoln som driver i väg med vinden. Vid utströmning av brandfarlig gas används ofta termerna UVCE (Unconfined Vapour Cloud Explosion) och BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion). UVCE inträffar om ett gasmoln antänds på ett längre avstånd från utsläppskällan och BLEVE är ett resultat av att en värmepåverkad kokande vätska (tryckkondenserad gas) släpps ut momentant från en bristande tank och exploderar med stor kraft. En tryckvåg från en BLEVE kan jämföras med 50 kg TNT. I Figur C22 redovisar en 200mm tjock vägg med en densitet på 2 500 kg/m³ hållbarhet med 50 kg TNT och två gasmolnsexplosioner om 100m³ med en styrkefaktor om 7 och 5. Figuren visar på att en normalsektionsvägg om 200mm med 2500kg/m³ med armering klarar explosionstrycket för 50kg TNT på 8 meters skyddsavstånd (Dahlén, 2019).



Figur C22 Jämförelse med olika densitet på en 200mm tjock vägg (0,2% armering) vid gasexplosion och 50 kg TNT (Dahlén, 2019)

7.2.2 Möjliga riskreducerande åtgärder

Nedan följer några exempel på möjliga riskreducerande åtgärder för ADR klass 2:

- Säkerställ att skyddsavstånd existerar mellan fastigheten och vägen.
- Utrymmet mellan byggnaderna och vägen ska hållas fri från ytor där personer inbjuds att vistas mer än tillfälligt.
- Placera friskluftsintagen till byggnaden på taket eller bort från vägen och/eller installera detektion.

- Säkerställa att det finns utrymningsvägar som mynnar bort från vägen.
- Brandklassade och/eller laminerade fönster (hybridfönster)

7.2.3 Värdering av risk efter riskreducerande åtgärder

Med hänsyn till att denna ADR-klass är bland de främst förekomna på E4/E20 samt individrisk och samhällsrisk är inom ALARP, så bedöms placering av ventilationssystemet på tak eller bort från riskkällan samt att säkerställa att utrymning kan ske bort från E4/E20 som en rimlig åtgärd ifall det är tekniskt genomförbart på befintlig byggnad. Laminerade och brandklassade fönster kan också ha en viss riskreducerande effekt för ADR klass 2. Samma gäller för bullerskyddsskärmar som kan försvåra för främst tyngre gaser att röra sig mot fastigheten.

Vid beräkningar av individ- och samhällsrisk med riskreducerande åtgärder har inga åtgärder för klass 2 kvantifierats vilket kan anses vara konservativt. Detta då riskreducerande åtgärder för ADR klass 2 inte är hundra procentiga. Även om man installerar avstängningsbar friskluftsintag bort från riskkällan och/eller med detektion så gäller det att detektionen fungerar som det ska eller att personalen på plats manuellt stänger av ventilationen. Trots bristerna i åtgärderna för ADR klass 2 så anses de ändå vara rimliga då gaser är svårt att få ett totalt skydd mot.

Åtgärder för gaser (ADR-klass 2) fungerar även som riskreducerande åtgärd för giftiga och smittfarliga ämnen (ADR-klass 6).

7.3 ADR-klass 3 – Brandfarliga vätskor

7.3.1 Värdering av risk

Transporter med brandfarliga vätskor förekommer mest frekvent på E4/E20 (78%). Vätskor som strömmar ut breder ut sig på marken och bildar vätskepoolar. Beroende av vätskans flyktighet kommer avdunstningen att gå olika fort. Antänds en vätskepool uppstår en pölbrand. Strålningen från branden kan skada människor i omgivningen, vilka i värsta fall även kan omkomma. Byggnader i närheten av branden kan även antändas och börja brinna. För vissa ämnen kan det bildas ett giftmoln till följd av ett utsläpp, vilket till stor del beror på ämnets flyktighet. Möjliga åtgärder för att hantera konsekvenserna från dessa är detsamma som för ADR-klass 2, se föregående avsnitt.

Strålningsnivån på byggnaden från en eventuell pölbrand beror bland annat av hur ett utsläpp med brandfarlig vätska kommer att sprida ut sig i det aktuella området där olyckan sker. Vanliga konsekvensavstånd är att en pölbrand kan få påverkan inom 25 - 30 meter från väggkant, men så långa avstånd som upp till 50 meter från väggkant är möjligt om pölen kan rinna i riktning mot bebyggelsen.

7.3.2 Möjliga riskreducerande åtgärder

Nedan följer några exempel på möjliga riskreducerande åtgärder för ADR klass 3:

- Obrännbar fasad
- Brandklassade och/eller laminerade fönster (hybridfönster)
- Skyddsmur/vall
- Dike/haveriskydd, vägräcken
- Säkerställ att skyddsavstånd existerar mellan fastigheten och vägen.
- Säkerställa att det finns utrymningsvägar som mynnar bort från vägen.

7.3.3 Värdering av risk efter riskreducerande åtgärder.

Eftersom individrisken är ovanför ALARP-området och avståndet är korta så behövs riskreducerande åtgärder för ADR klass 3. Haveriskydd och vägräcken kommer att finnas på bron vilket reducerar risken för pölspridning och därmed fördröjd pölbrand. Då skyddsmur inte är möjligt att bygga på bron så föreslås byggnadstekniska åtgärder på Varvet 1. Bullerskyddsskärmar kommer att finnas på vägen förbi Varvet 1 och antas ha viss riskreducerande effekt även för ADR klass 3, detta kvantifieras dock ej i

beräkningarna. Då fastigheten består av tre byggnader så varierar skyddsavståndet till väg för varje byggnad. Föreslagna åtgärder för ADR klass 3 är samma som de presenterade för ADR klass 1 i avsnitt 7.1. För att förhindra brandspridning in i aktuell byggnad skall strålningsnivåer på den sida av fönster som ej vetter mot branden, det vill säga på insidan, ej överstiga 15 kW/m². Fönster kan utformas som hybridfönster där det yttre glaset är säkerhetsglas och det inre brandklassat.

Beräkningar för individ- och samhällsrisk efter införande av riskreducerande åtgärder för ADR klass 3 visar på att risknivån minskar från att vara över ALARP till att ligga i den nedre nivån. Riskerna anses därmed vara acceptabla.

7.4 ADR-klass 8 – Frätande ämnen

Andelen transporter med frätande ämnen på E4/E20 i det aktuella området utgör ca 3,5 procent av det totala antalet transporter med farligt gods.

Frätande ämnen är inte brandfarliga, utan kan skada levande vävnad, miljö eller utrustning. Det kan till exempel vara innehåll av natriumhypoklorit, vilket orsakar allvarliga skador på hud och ögon, utvecklar giftig gas vid kontakt med syra och är giftigt för vattenlevande organismer.

En olycka som leder till ett läckage bedöms ge konsekvenser i direkt närhet av utsläppet. En fysisk barriär, exempelvis en mur, kommer att begränsa spridningen till vägen eller dess närområde. Övriga åtgärder som föreslås för ADR klass 1, 2 och 3 reducerar även risknivån för ADR klass 8 och tillsammans med bullerskyddssärmar så anses konsekvenserna från ADR klass 8 vara acceptabla.

7.5 Sammanfattning åtgärder

Då E4/E20 går på bro förbi Varvet 1, 10,5 meter ovan mark, så är det svårt att konstruktionsmässigt införa vall eller skyddsmur. Vall och mur kan utgöra ett fysiskt skydd mot bränder, explosioner (främst skydd mot splitter då tryckvågen kan gå runt vallen eller muren), spridning av gas, stänk av farliga ämnen eller fordon som åker av vägen. På grund av detta så har främst fastighetstekniska åtgärder valt. På nya Vårby Broar så kommer det finnas genomskinliga bullerskyddsskärmar, vägräcken i högsta klass H4 samt haveriskydd. Dessa åtgärderna ger precis som en vall eller mur visst skydd mot strålning från brand (inget som kvantifieras), spridning av gas, stänk av farliga ämnen eller fordon som åker av vägen.

Som åtgärder för explosion och strålning för brand föreslås delvis rivning av huskropp 3 för att uppnå ett längre skyddsavstånd. För huskropp 2 och 3 föreslås även att kortsidan mot E4/E20 gör tung (fönster sätts igen) med normalsektion enligt Eurocode. Detta ger då ett bra skydd mot explosion och strålning då byggnaden är i obrännbart material och då inga fönster finns så försvåras en brandspridning in i fastigheten. På kortsidan och den östra långsidan av huskropp 1 samt på båda långsidorna för huskropp 2 och 3 föreslås hybridfönster upp till 25 meter från väggkant ifall inkommande strålning överstiger 15 kW/m². För att förhindra brandspridning in i aktuell byggnad skall strålningsnivåer på den sida av fönster som ej vetter mot branden, det vill säga på insidan, ej överstiga 15 kW/m². Hybridfönster utformas därmed så att inkommande strålning reduceras till maximalt 15 kW/m² samt förhindrar uppkomsten av glassplitter. Ett hybridfönster omfattar ett invändigt fönster som hanterar klimat, splitterskydd samt strålningsskydd mot brand och ett yttre fönster som hanterar dynamiska laster.

Byggnaderna ska även säkerställas att det finns möjligheter att utrymma på sida som mynnar bort från E4/E20. Det är inget krav på en formel utrymningsväg. Om byggnadstekniskt möjligt så ska friskluftsintag placeras på tak eller sida bort från E4/E20, samt att införa central avstängningsbar ventilation. Åtgärden innebär att ventilation inom en byggnad eller anläggning kan stängas av vid en eventuell olycka där brandfarlig och/eller giftig gas förväntas spridas mot anläggningen eller byggnaden. Avstängningen kan ske via en bemannad plats eller via detektorer. Ventilationsåtgärder är inte hundra procentig åtgärd. Även om man installerar avstängningsbar friskluftsintag bort från riskkällan och/eller med detektion så gäller det att detektionen fungerar som det ska eller att personalen på plats manuellt stänger av ventilationen. Men då det är en av få åtgärder som fungerar mot gaser så är det fortfarande en åtgärd som rekommenderas.

8 Resultat och diskussion

Beräkningar av individ- och samhällsrisk för Varvet 1 visar att risknivåerna är höga för E4/E20 förbi fastigheten Varvet 1. Enligt individriskberäkningarna är det oacceptabla risknivåer 40 meter ut från vägkant utan åtgärder för prognosår 2045. Det betyder att risknivåerna ej tolereras och måste åtgärdas för befintliga fastigheter inom detta område.

Området runt Varvet 1 består främst av verksamheter (kontor, industri, lager m.m.) där persontätheten ej är lika hög som för t.ex. ett bostadsområde, samt att personer endast antas vara på sin arbetsplats runt 40h/veckan (bortsett från verksamheter som har skift, eller handel som har öppet på kvällar och helger). Samhällsrisk som beräknas för 1 km² runt Varvet 1 är hög men ligger inom ALARP-nivån (risker kan tolereras om alla rimliga åtgärder är vidtagna). Avståndet mellan E4/E20 till Varvet 1 påverkar samhällsrisk mycket då en stor del av fastigheten hamnar inom 50 meter från vägen (flera ADR-klasser har dimensionerande konsekvensavstånd upp till 50 meter). På bron kommer det att finnas vägräcken samt uppsamling/avrinning av ytdagvatten samt eventuella spill vilket ger en riskreducerande effekt främst på fördröjd pölbrand. Vägräcken och dike kommer att uppföras på hela E4/E20 där breddning sker, och på många ställen uppförs även bullerskyddsskärmar och på vissa platser förstärks dessa så att de ska klara strålning från brand. Dessa åtgärder har implementerats i samhällsriskberäkningarna då hänsyn tas till 1 km längst med E4/E20.

För att uppnå acceptabel risknivå har beräkningar utförts med att skyddsmur alt. fasadåtgärder (t.ex. via delvis rivning) införs på hela sträckan förbi Varvet 1 (gäller ej sträckan på motsatt sida till Varvet 1 där höjdskillnaden antas ha samma riskreducerande effekt som en skyddsmur). Åtgärderna gäller främst för ADR klass 3 och syftet är att förhindra brandspridning in i byggnaden.

Resultat av individ- och samhällsriskberäkningarna med skyddsmur/fasadåtgärd som åtgärd visar att risknivåerna blir tolerabla. Anledningen till att risknivåerna fortfarande ligger inom ALARP-nivån är att det är svårt att få ett totalt skydd mot gaser (ADR-klass 2). Även om man installerar avstängningsbar friskluftsintag bort från riskkällan så gäller det att detektion fungerar som det ska eller att personalen på plats manuellt stänger av ventilationen. Därav kan inte ett hundra procentigt skydd garanteras, dock är det en åtgärd som ändå rekommenderas på grund av att det är en relativt stor mängd gastransporter på vägen där en stor del är LNG från Norvik. För att vara konservativ har beräkningarna för individ- och samhällsrisk med åtgärder beräknats utan ventilationsskyddet samt att laminerade glas. Då en skyddsmur behöver vara runt 4 – 5 meter hög är det ett alternativ som ej är att föreslå på en bro, därför rekommenderas delvis rivning samt fasadåtgärder istället.

Förslag är att delvis riva högdelen på huskropp 3 samt att göra fasad tung (inga fönster), se Figur C 6. Från konstruktionsritningar så föreslås att högdelen på huskropp 3 rivs fram till hisschaktet vilket är en bärande konstruktion (cirka 3/5 av högdelen rivs). Detta resulterar i att ett skyddsavstånd på cirka 12 - 15 meter uppnås mellan Varvet 1 och E4/E20. Huskropp två förses med tung fasad på kortsidan (igensatta fönster). Då acceptabla risknivåer uppnås med fasadåtgärder vid dessa avstånd så föreslås att huskropp 1 utrustas med hybridfönster för kortsidan och östra sidan samt på långsidor på huskropp 2 och 3 ifall inkommande strålning överstiger 15 kW/m² upp till 25 meter från väg. Slutsatsen av beräkningarna är att både individ- och samhällsrisk blir tolerabel ifall fasadåtgärder samt delvis rivning införs, att avstängningsbar ventilation som är lokaliserad bort från E4/E20 installeras på Varvet 1 samt att det säkerställs att utrymning kan ske bort från E4/E20.

Föreslagna åtgärder för Varvet 1 (se figur C6 för numrering av huskropp):

Huskropp 1 (västra huset):

- Fasadåtgärder: Högdelen bevaras. Övergång till tak förstärks.
 - Fönsteråtgärder i form av hybridfönster. För att förhindra brandspridning in i aktuell byggnad skall strålningsnivåer på den sida av fönster som ej vetter mot branden, det vill säga på insidan, ej överstiga 15 kW/m². Hybridfönster införs på kortsida samt östra sidan upp till 25 meter från väg.
- Avstängningsbar ventilation samt friskluftsintag bort från E4/E20 (ifall konstruktion medger)
- Möjliggöra utrymning bort från riskkälla (E4/E20)
- Bullerskyddsskärm på bron kommer även delvis ge riskreducerande effekt, t.ex. mot gasutsläpp. Regleras i vägplan.
- Väggräcke och dike (eller motsvarande på bro) finns för vägsträckan. Regleras i vägplan.

Huskropp 2 (mellersta huset):

- Fasadåtgärder: högdelen bevaras, sida mot E4/E20 görs "tung" (fönster sätts igen)³³. Övergång till tak förstärks.
 - Fönsteråtgärder i form av hybridfönster. För att förhindra brandspridning in i aktuell byggnad skall strålningsnivåer på den sida av fönster som ej vetter mot branden, det vill säga på insidan, ej överstiga 15 kW/m². Hybridfönster införs på båda långsidor upp till 25 meter från väg.
- Avstängningsbar ventilation samt friskluftsintag bort från E4/E20 (ifall konstruktion medger)
- Möjliggöra utrymning bort från riskkälla (E4/E20)
- Bullerskyddsskärm på bron kommer även delvis ge riskreducerande effekt, t.ex. mot gasutsläpp. Regleras i vägplan.
- Väggräcke och dike (eller motsvarande på bro) finns för vägsträckan. Regleras i vägplan.

Huskropp 3 (östra huset):

- Fasadåtgärder: delvis rivning fram till hisschakt samt fasad görs tung (fönster sätts igen)³³. Övergång till tak förstärks.
 - Fönsteråtgärder i form av hybridfönster. För att förhindra brandspridning in i aktuell byggnad skall strålningsnivåer på den sida av fönster som ej vetter mot branden, det vill säga på insidan, ej överstiga 15 kW/m². Hybridfönster införs på båda långsidor upp till 25 meter från väg.
- Avstängningsbar ventilation samt friskluftsintag bort från E4/E20 (ifall konstruktion medger)
- Möjliggöra utrymning bort från riskkälla (E4/E20)
- Bullerskyddsskärm på bron kommer även delvis ge riskreducerande effekt, t.ex. mot gasutsläpp. Regleras i vägplan.
- Väggräcke och dike (eller motsvarande på bro) finns för vägsträckan. Regleras i vägplan.

³³ Tung fasad föreslås dimensioneras för att klara gasmolnsexplosion och BLEVE (vilket motsvaras av 50 kg TNT)

9 Ordlista

2:4-anläggning	Farlig verksamhet enligt lagen om skydd mot olyckor, 2 kap. 4§ i Lagen om skydd mot olyckor (SFS 2003:778)
SEVESO-verksamhet	Verksamhetsutövare som hanterar farliga ämnen i större mängder vid ett och samma tillfälle omfattas av lagen (SFS 1999:381) förordningen (SFS 2015:236) och föreskrifterna (MSBFS 2015:8) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor
Skyddsvärda objekt	Med skyddsvärda objekt avses objekt som ska skyddas från olyckor inom riskobjekt. Objekt som innehåller ett särskilt skyddsvärde till exempel hög persontäthet, värdefull miljö eller egendom. Exempel på skyddsvärda objekt är skolor, vårdanläggningar, vattentäcker, byggnader med stort kulturvärde och anläggningar för viktiga samhällsfunktioner. Det innefattar människors liv och hälsa, naturmiljö (mark, vatten, djurliv och övriga naturvärden) och fysisk miljö (egendom, kulturmiljö, samhällsviktiga funktioner och skyddsobjekt).
Riskobjekt	Med riskobjekt avses objekt eller områden med verksamheter som kan innebära risk för omgivningen genom brand, explosion, giftiga gasutsläpp etcetera. Exempel på riskobjekt kan vara industrianläggningar eller transportleder för farligt gods.

10 Referenser

Brandskyddslaget. (2017). *Risikanalys Slagsta Strand - Botkyrka*.

Emma Dahlén (2019). *Inventory of knowledge needs, with regard to explosion loading, in a densified urban environment, Department of Architecture and Civil Engineering. Chalmers University of Technology. Gothenburg Sweden 2019*

Google. (den 15 11 2018). *Google Maps*. Hämtat från <https://maps.google.com/>

Länsstyrelsen i Stockholms län. (2000). *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer, rapport 2000:01*. Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län.

Länsstyrelsen i Stockholms län. (2003). *Risikanalys i detaljplaneprocessen - vem, vad, när och hur? Rapport 2003:15*. Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län.

Länsstyrelsen i Stockholms län. (2016). *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Faktablad 2016:4*. Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län.

Länsstyrelserna. (den 29 augusti 2018). *Länsstyrelsens WebbGIS*. Hämtat från Länskarta Stockholms län: <http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/Stockholm/Planeringsunderlag/>

Länsstyrelserna, Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen – riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods*.

MSBFS 2015:2. (u.d.). *Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på järnväg*. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

MSBFS 2015:8. (u.d.). *Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor*. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

MSBFS 2016:8. (u.d.). *Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng*. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

Räddningsverket. (1997). *Värdering av risk*. Karlstad: Räddningsverket.

Räddningsverket. (2003). *Handbok för risikanalys*. Karlstad: Räddningsverket.

SFS 1999:381. (u.d.). *Lag om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor*. Stockholm: Justitiedepartementet.

SFS 2003:778. (u.d.). *Lag om skydd mot olyckor*. Stockholm: Justitiedepartementet .

SFS 2015:236. (u.d.). *Förordning om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor*. Stockholm: Justitiedepartementet.

Trafikanalys. (2017). *Lastbilstrafik 2016. Statistik 2017:14*. Stockholm: Trafikanalys.

Trafikverket. (2011). *E4 Förbifart Stockholm. Riskbedömning för driftskedet på farligt gods transporter på ytvägnätet. Rev B.*

Trafikverket. (2017). *Nationell vägdatas. Hämtat från*
<https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>.

Trafikverket. (2018). *Trafikprognos (ÅMD) projekt Tvärförbindelsen Södertörn.*

Tranark AB. (2002). *Varvet 1, 2002-12-02. Byggnämnan för ändrad användning av industrihus till kontor, Hus 3. Botkyrka Kommun.*

Bilaga 1

I denna bilaga presenteras de indata som har använts vid beräkning av individ- och samhällsrisk för Varvet 1.

Beräkning av sannolikhet för olycka med farligt gods

Sannolikheten för en olycka utmed en väg beror exempelvis på trafikmängden och utformningen av vägen. I Tabell C C9 redovisas indata till beräkningarna för E4/E20 baserat på det nationella snittet samt enligt framtagen ADR fördelning. Enligt trafikprognosen trafikeras E4/E20 med cirka 155 000 fordon per dygn år 2045 (ÅMD)³⁴. Antalet transporter med farligt gods förväntas utgöra 1,2% av den tunga trafiken enligt det nationella snittet och 2,0% enligt framtagen ADR fördelning. Det förväntade antalet olyckor med farligt gods på väg beräknas enligt VTI-metoden³⁵ med antaganden och indata redovisade i Tabell C 10. Då en inventering utfördes för ADR-fördelning för Tvärförbindelse Södertörn samt att Förbifart Stockholm använde en egen ADR-fördelning för farligt gods har antalet transporter av farligt gods satt till ett fast värde (119 472st) baserat på dessa på ADR-fördelningarna. Därmed blir VTI modellen samma för beräkningar med det nationella snittet samt den framtagna ADR-fördelningen, skillnaden i ADR-fördelningen justeras i individriskberäkningarna.

Tabell C 9. Indata för beräkning av förväntat antal farligt godsolyckor per år på E4/E20

Vägtyp	5+5, 80km/h
Vägsträcka [meter]	300
ÅMD [fordon per dygn]	155 000
Andel transporter skyltade med farligt gods per år	119 472
Olyckskvoten (antal olyckor per miljon fordonskilometer)	0,6
Andel singelolyckor	0,3
Index för farligt gods-olycka	0,38
Förväntade antalet olyckor med farligt gods [per år]	$3,65 \times 10^{-2}$
Förväntade antalet olyckor med farligt gods som leder till utsläpp [per år]	$1,4 \times 10^{-2}$

Konsekvensberäkningar

Beräkningar och antaganden är i huvudsak de som redovisas i Øresund Safety Advisers rapport "Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen" (avseende transport av farligt gods på väg och järnväg), Bilaga A, Riskanalys som togs fram på uppdrag av Länsstyrelsen i Skåne³⁶.

Följande justeringar av antaganden har utförts:

- Justering av sannolikheten för farligt gods olycka för individrisk

Då frekvensen för en farligt gods-olycka beror på hur stort konsekvensområdet för de enskilda klasserna blir, justeras frekvensen. Frekvensen för en olycka beräknas för en specifik sträcka förbi programområdet. Denna justeras sedan för respektive klass baserat på konsekvensavståndet.

Olycksfrekvensen förändras utifrån följande formel:

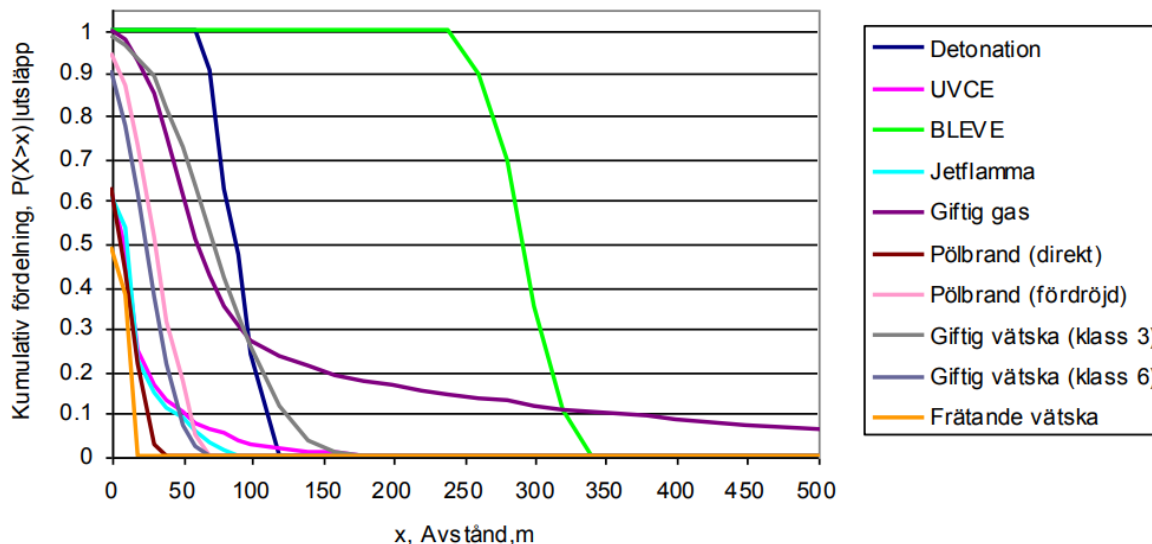
$$\text{Frekvens för scenario} = \text{frekvensen för olycka vid } x \text{ meter} \times \frac{\text{dimensionerade avstånd} \times 2}{x \text{ meter}}$$

³⁴ Trafikverket, *Trafikprognos (ÅMD) projekt Tvärförbindelsen Södertörn*, 2018

³⁵ Räddningsverket. (1996). *Farligt gods - Riskbedömning vid transport. Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg*.

³⁶ Øresund Safety Advisers AB, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen*, 2004

Figur C23 redovisar de dimensionerande konsekvensavstånden från Riktsamrapporten³⁷. Figur C24 visar konsekvensområdet för E4/E20 efter 10000 simuleringar.



Figur C 23. Fördelning över dimensionerande avstånd vid varierande parametrar för representativa scenarier för olika skadehändelser. Totalt 10000 simuleringar ligger till grund för redovisningen³⁷.

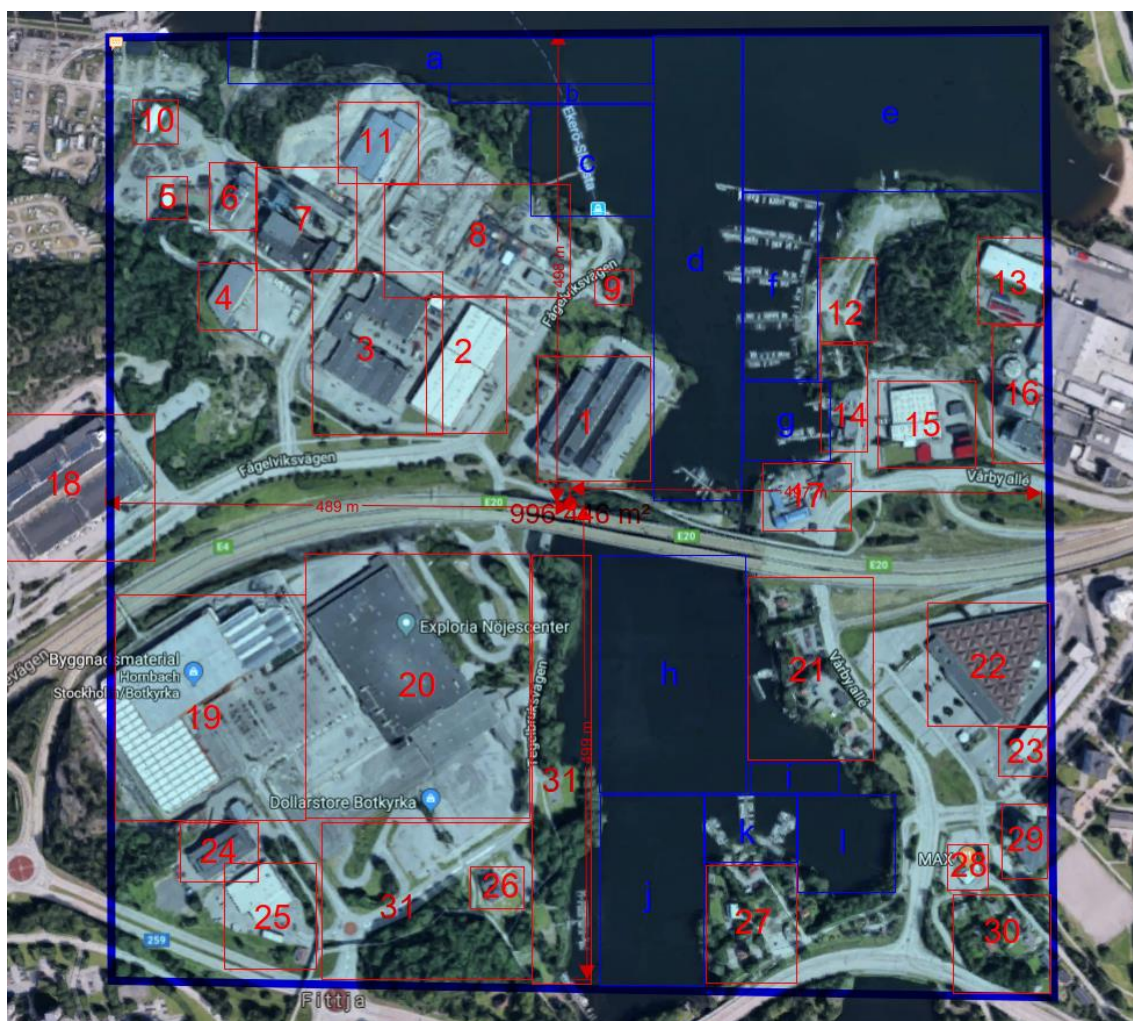
Scenariet	Beskrivning	Typämne	Frekvens	Riskområde	Konsekvensavstånd vid 95 %
1	K1, K1.1, detonation -> tryck	TNT	5,81E-05	17	36
2	K1, K1.1, ingen antändning -> inget				
3	K1, övrigt -> inget				
4	K2, B, UVCE -> brännskada	Gasol	1,56E-04	36	113
5	K2, B, BLEVE -> brännskada	Gasol	8,89E-07	158	170
6	K2, B, Jetflamma -> brännskada	Gasol	3,29E-05	23	63
7	K2, B, Ingen antändning -> inget				
8	K2, G - giftmoln	Svaveldioxid	6,57E-06	267	846
9	K2, Övrigt -> inget				
10	K3, B, Pölbrand (direkt) -> brännskada	Bensin	1,40E-03	17	21
11	K3, B, Pölbrand (fördröjd) -> brännskada		3,47E-03	36	53
12	K3, B, Ingen antändning -> inget				
13	K3, G, Pölbrand (direkt) -> brännskada	Bensin	0,00E+00	17	21
14	K3, G, Pölbrand (fördröjd) -> brännskada		0,00E+00	36	53
15	K3, G, Ingen antändning -> giftmoln	Propylenoxid	0,00E+00	95	142
16	K3, Övrigt -> inget				
17	K4 -> inget				
18	K5 -> inget				
19	K6, V -> giftmoln	Klorättiksyralösning	1,30E-04	25	51
20	K6, Övrigt -> inget				
21	K7 -> inget				
22	K8 -> frätskada	Acrylsyra	7,90E-04	4	8
23	K9 -> inget				

Figur C24. Exempel på resultat från individriskberäkningar för E4/E20. Totalt 10000 simuleringar ligger till grund för individriskberäkningarna för E4/E20 förbi fastigheten Varvet 1

Beräkning av samhällsrisk

Samhällsriskberäkningarna utförs på ett 1 km² stort område med Varvet 1 i centrum. En detaljerad inventering av fastigheter inom kvadratkilometern har utförts, se Figur C 25 samt Figur C26 för detaljerad info om populationsmängder.

³⁷ Øresund Safety Advisers AB, Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen, 2004



Figur C25. Inventering av fastigheter inom kvadratkilometern

Fastighet	Fastighetsnamn	Exempel på företag	Typ av verksamhet	Avstånd till E4/E20 (närmaste fassad)	Avstånd till E4/E20, ny dragning	Avstånd till bortre fastighetsgrän s	Avstånd till bortre fastighetsgräns, ny dragning	Avstånd längs med E4/E20	Beräknad area	Uppskattad befolkning
1	Varvet 1	Hydx AB Team Digital Office	Kontor/lager/verkstad	35	10	170	145	140	18900	300
2	Fågelvik 2	Saint Gobain Autover Eriksbergs Glasmästeri	Kontor/lager/verkstad	66	41	200	175	100	13400	70
3		Restuarang Fågelviken Tumba Glas Plast	Kontor/lager/verkstad	95	70	230	205	110	14850	100
4		Åkeri	Kontor/lager/verkstad	215	190	280	255	60	3900	20
5		-	Lager	350	325	375	350	40	1000	10
6		Södertörn Fjärrvärme	Industri	230	205	320	295	50	4500	
7		Södertörn Fjärrvärme	Industri	316	291	340	315	100	2400	150
8		Sickla Däck Gräsceneter	Handelsverksamhet	220	195	330	305	190	20900	30
9		"Villan"	Handelsverksamhet	240	215	260	235	40	800	5
10		-	Lager	430	405	460	435	40	1200	10
11		Atlas Copco	Kontor/Industri	340	315	415	390	90	6750	250
12		Huddinge Båtklubb	Samlingslokal	280	255	320	295	50	2000	30
13		Spendrups Bostad	Lager Bostad	270	245	330	305	75	4500	-
14		Regal Sportfiske	Handelsverksamhet	125	100	280	255	40	6200	20
15		Spendrups restaurangservice	Kontor	125	100	185	160	110	6600	50
16		AB Jan O Mattsson Plast Trexab	Industri	40	15	270	245	60	13800	100
17		Byggruppen	Handelsverksamhet	25	0	90	65	90	5850	50
18		Botvid Business Center	Kontor/lägenhetshotel	85	60	190	165	150	15750	1300
19		Hornbach Trädgård och zoo	Handelsverksamhet	40	40	215	215	150	26250	200
20		Exploria nöjescenter/Lakland/Pincho s/Dollarstore	Handelsverksamhet	35	35	210	210	200	35000	500
21		Bepema Trading AB Bostäder	Lager/Handelsverksa mhet/Industri	25	25	200	200	130	22750	20
22		Köpcentrum	Handelsverksamhet	40	40	155	155	130	14950	50
23		Mekonomen	Handelsverksamhet	180	180	200	200	60	1200	30
24		Åsmo Bil/Elon	Handelsverksamhet	240	240	320	320	70	5600	100
25		OK/Q8	Bensinmack	300	300	415	415	100	11500	50
26		Fittja moské	Samlingslokal	370	370	410	410	50	2000	150
27		Vårby nautiska sällskap Röda caféet	Samlingslokal Handelsverksamhet							
28		Bostäder Max	Bostäder Restaurangverksamhe	300	300	425	425	100	12500	50
29		Actic Masmo Kakelslottet/Masmo livs Bostäder	Publik lokal Handelsverksamhet							
30		Bostäder	Bostäder	260	260	315	315	50	2750	250
31		Bostäder Bostäder, handel, kontort, hotell	Bostäder, handel, kontort, hotell	340	340	430	430	140	12600	30
31	Tegelbruken 1			50	50	500	500	180	81000	1800

Figur C 26. Inventerade fastigheter och valda populationsmängder till varje fastighet

Nattetid är majoriteten av verksamheter stängda. I Tabell C10 redovisas hur populationen i området vistas under dygnets timmar. Andelen som omkommer inomhus respektive utomhus kopplat till olika olycksscenarier redovisas i Tabell C11.

Bakgrundspopulationen är baserad på statistik från SCB³⁸ för bostäder, visuell inventering av fastigheter (markyta och våningar), Objektvision³⁹ för kontorsutrymmen, samt AllaBolag.se⁴⁰ för anställda personer på företag (för industrier och lager). Antalet personer på industri/lager har baserats på antalet anställda personer på företag, vilket sedan har räknats upp för att vara konservativ. För kontor har den högre nivån på antalet kvadratmeter/person använts (25kvm/person, äldre cellkontor) för att vara konservativ. Har inte någon information hittats på byggnad (t.ex. lagerbyggnader där ingen står som registrerad anställd) så har antalet personer baserats på kringliggande liknande

³⁸ SCB (2018). *Folkmängd i riket, län och kommuner 31 december 2017 och befolkningsändringar 1 oktober – 31 december 2017*.

³⁹ Objektvision.se (2018), så väljer du rätt kontorsyta redan från början.
<https://objektvision.se/Artiklar/Kontorsyta>

⁴⁰ Allabolag.se (2018). *Informationsinsamling på allabolag.se q1 2018*

verksamheter. Antalet personer i byggnaden baseras även på vad bygglovet medger, för Varvet 1 är det idag mixade verksamheter med både kontor och verkstäder, men för samhällsriskerna har kontor valts då detta ger en högre befolkningstäthet, och bygglovet medger kontor för hela byggnaden.

Tabell C 10. Andel personer som befinner sig ute/inne för olika verksamheter.

Yta		Ute	Inne
Verksamheter	Natt (18-07)	1 %	99 %
	Dag (07-18)	10 %	90 %
Bostäder (befintliga)	Natt (19-07)	10 %	90 %
	Dag (07-19)	7%	93%
Skola/idrottshall/samlingslokaler	Natt (17-07)	1%	99%
	Dag (07-17)	50 %	50 %

Tabell C 11. Andels om antas omkomma för respektive scenario.

Beskrivning	Andel som dör ute	Andel som dör inne
Detonation	50%	50%
BLEVE	90%	10%
Giftmoln	90%	5%
Pölbrand fördröjd	20%	0%
Pölbrand fördröjd	20%	0%
Giftmoln	30%	5%
UVCE	50%	0%
Giftmoln	30%	10%
Jetflamma	50%	0%
Pölbrand direkt	40%	0%
Frätskada	40%	0%
Pölbrand direkt	40%	0%

Strålningsberäkningar Varvet 1

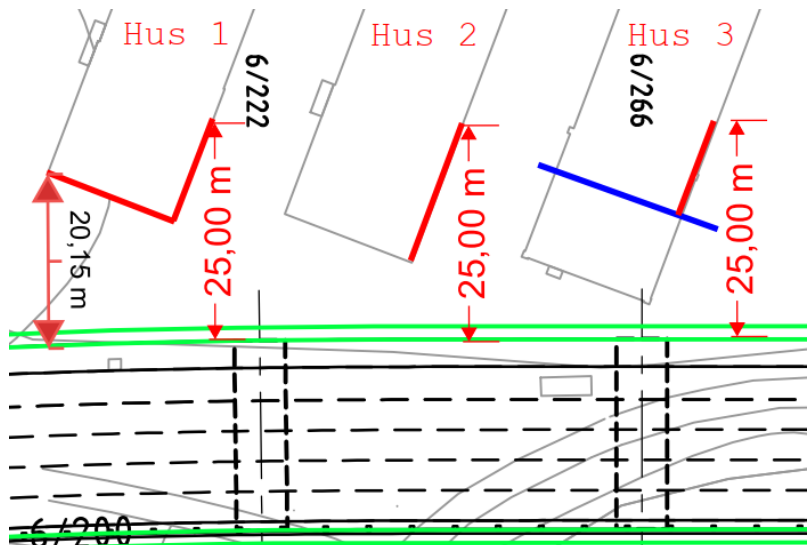
Följande avsnitt redovisar beräkningar för strålningen från en eventuell pölbrand på brodelen över Vårbyfjärden utanför Varvet 1. Strålningsnivåer mot hus 1, 2 och 3 beräknas för att avgöra brandklassning av fönster. Huskropp 2 och 3 har kortsida i tung fasad utan fönster varpå ingen strålning beräknas för dessa sidor.

Den första strålningsberäkningen har genomförts för en pölbrand på bron (10,5 meter ovan mark) precis utanför de tre husen där strålningsnivån är beräknad i horisontalld för att se hur långt in på husens östra respektive västra sida som fönster behöver brandklassas. Brandens egenskaper är tagna för bensen och ses i Figur C27 nedan tillsammans med antaganden för beräkningen.

Antaganden:			
Vinden påverkar ej flammen.			
Flammen kan beskrivas som en cylinder.			
Indata:			
		Uppskattat värde	Enhet
V	Utsläppt mängd	40,000	m ³
ρ	Densitet	740	kg/m ³
D	Pöldiameter	16,0	m
χ_{rad}	Andel av utvecklad effekt som strålas ut	0,35	
$k\beta$		2,1	m ⁻¹
m''_{∞}	Förbränningshastighet (oändlig)	0,055	kg/m ² s
ΔH_c	Förbränningsvärme (teoretisk)	43,7	MJ/kg
χ	Förbränningseffektivitet	0,7	
σ	Stefan-Boltzmanns konstant	5,67E-08	W/m ² K ⁴
g	Tyngdaccelerationen	9,81	m/s ²
T _{air}	Luftens temperatur	20	°C

Figur C27 Indata och antaganden för pölbrand

En pöldiameter på 16 meter antas ge en pöl på 200 m². Pölen är placerad vid den innersta kanten av vallen som ligger ut med husen och beräknas breda ut sig in mot mitten av bron. Strålningsnivån beräknas konservativt genom att beräkna strålningen vid halva flamhöjdens nivå samt beräkna utan vattenångas absorption. Kritiska strålningsnivåer som används för att beräkna avstånden från den närmsta punkten på bron inom vilka brandklassade fönster behövs är satta till högst 15 kW/m² för oklassat fönster och till 20 kW/m² för enbart laminerade fönster. Alltså, där strålningen understiger 15 kW/m² behövs ingen brandklassning på fönster och där strålningen understiger 20 kW/m² kan laminerade och icke brandklassade fönster användas. För ritning av bron och husen se Figur C28. Resultatet från beräkningarna ger att strålningen uppgår till 15,3 kW/m² på 25 meters avstånd från bron och 14,8 kW/m² vid 25,5 meter, alltså vid ett avstånd på strax över 25 meter behövs ingen brandklassning på fönsterna. På ett avstånd om 21 meter uppgår strålningen till strax under 20 kW/m² vilket medför att enbart laminerade fönster kan användas på avståndet mellan 21–25 meter från brons närmsta punkt. Sammantaget ger detta att samtliga av husens fönster på de östra sidorna ska förses minst med laminering på avståndet 21–25 meter från bron och ska vara brandklassade inom ett avstånd på 21 meter från bron. Med avseende på den vinkel som föreligger mellan bron och husens västra sidor så bedöms det att laminerade fönster ska finnas på den västra sidan på huskropp 2 och 3 men ej på huskropp 1. Även fönstren på hus 1 södra sida ska förses med brandklassade fönster då avståndet är under 21 meter. Huruvida fönsterna på alla våningarna på hus 1 södra fasad behöver brandklassas utreds i avsnittet nedan.

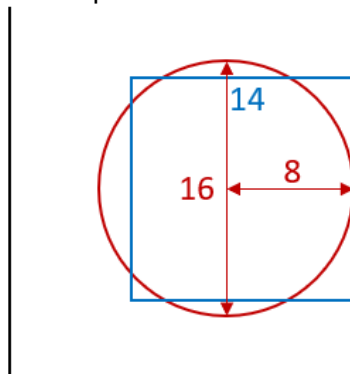


Figur C28 Illustration av avstånd mellan bron och husen. Röd linje avser sträckor där fönster ska brandklassas eller lamineras. Blå linje utgör planerad rivning av hus 3, som även kommer vara tung fasad.

Strålningsberäkning mot söderfasad hus 1

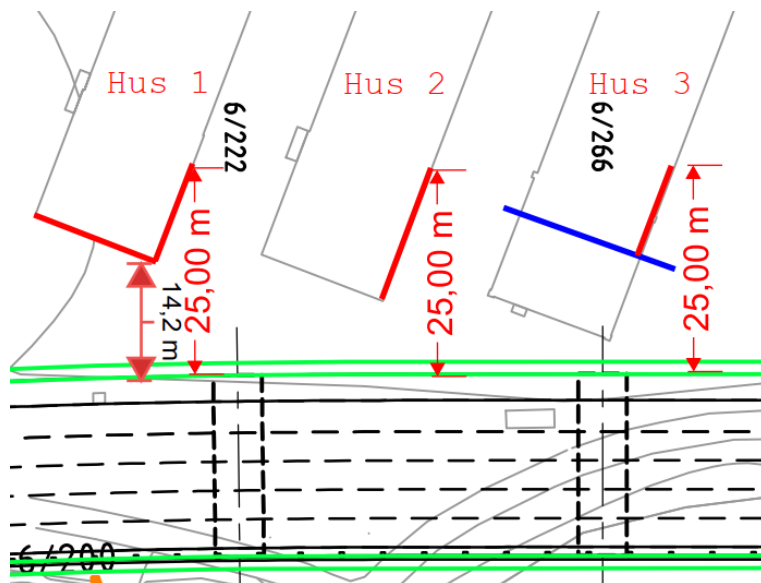
Den södra fasaden på hus 1 utgör inte en tung fasad och har således fönster som vetter mot bron. På grund av det närmre avståndet till bron och då fasaden är mer vinklad mot bron görs här även beräkningar för våningsplanen under brons höjd.

Denna beräkningen görs för strålning mellan två plattor varpå en förenkling av pölbranden görs där den istället ses som en kvadrat. Då pöldiametern är 16 meter har flamman sin största bredd 8 meter, radien, in i körbanan från vägkanten. En förenkling görs då där flamman ses som en kvadrat med sidan 14 meter istället för 16 men som ligger i kant med vägkanten mot husen, se Figur C29.



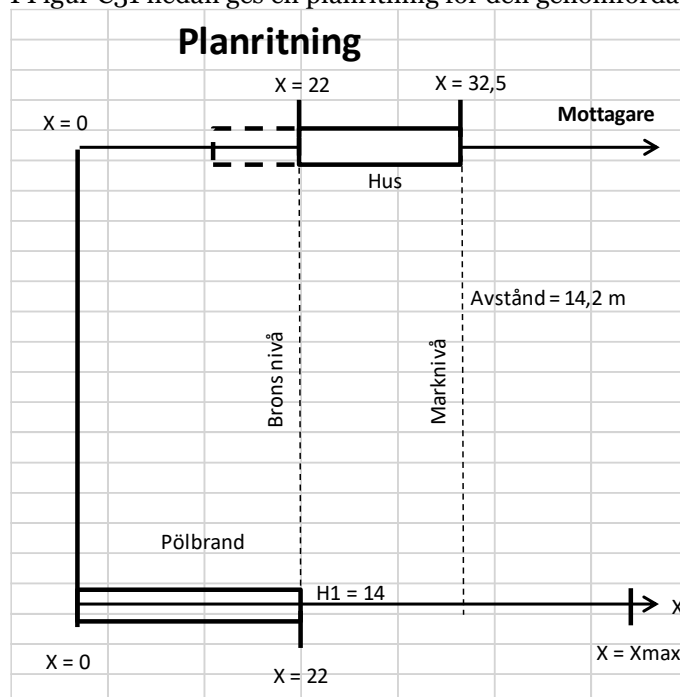
Figur C29 Förenkling av flamman för strålningsberäkning. Högersida är vägkant ut mot huset.

Utmed vägkanten som vetter mot husen finns en ca 1 meter hög betongkant som ska förhindra avkörning. Då beräkning av strålning görs ner mot fasaden från brons höjd antas betongkanten minska flamhöjden med 1 meter. Effektutvecklingen samt flamhöjden för denna beräkningen tas från tidigare beräkning med indata i avsnittet ovan. Det närmsta avståndet till bron är ca 14,2 meter, se Figur C30. Den klassning för fönster som gäller på det avståndet gäller sedan för hela våningsplanet då strålningen blir som högst här.



Figur C30 Minsta avstånd mellan hus 1 och bro.

I Figur C31 nedan ges en planritning för den genomförda strålningsberäkningen mot hus 1.



Figur C31 Planritning över strålningsberäkning.

Resultatet för beräkningen visar på att strålningen understiger 15 kW/m^2 upp till 3 meter från marken på fasaden, högre upp på fasaden överstiger strålningen den kritiska nivån. Nivån på 20 kW/m^2 understigs upp till 6,5 meter från marken på fasaden, högre upp överstigs nivån. Detta betyder att upp till 3 meter från marken skulle fönster inte behövas brandklassas eller lamineras med avseende på strålningen och upp till 6,5 meter från marken skulle enbart laminerade fönster kunna användas. Eftersom huset ligger så pass nära bron föreslås det att laminerade fönster används på alla våningsplan på grund av explosionsrisken, trots att det inte behövs ur strålningssynpunkt. Beroende på fönsternas placering i höjddled kan alltså fönsterna på det två understa våningsplanen enbart lamineras och inte brandklassas.