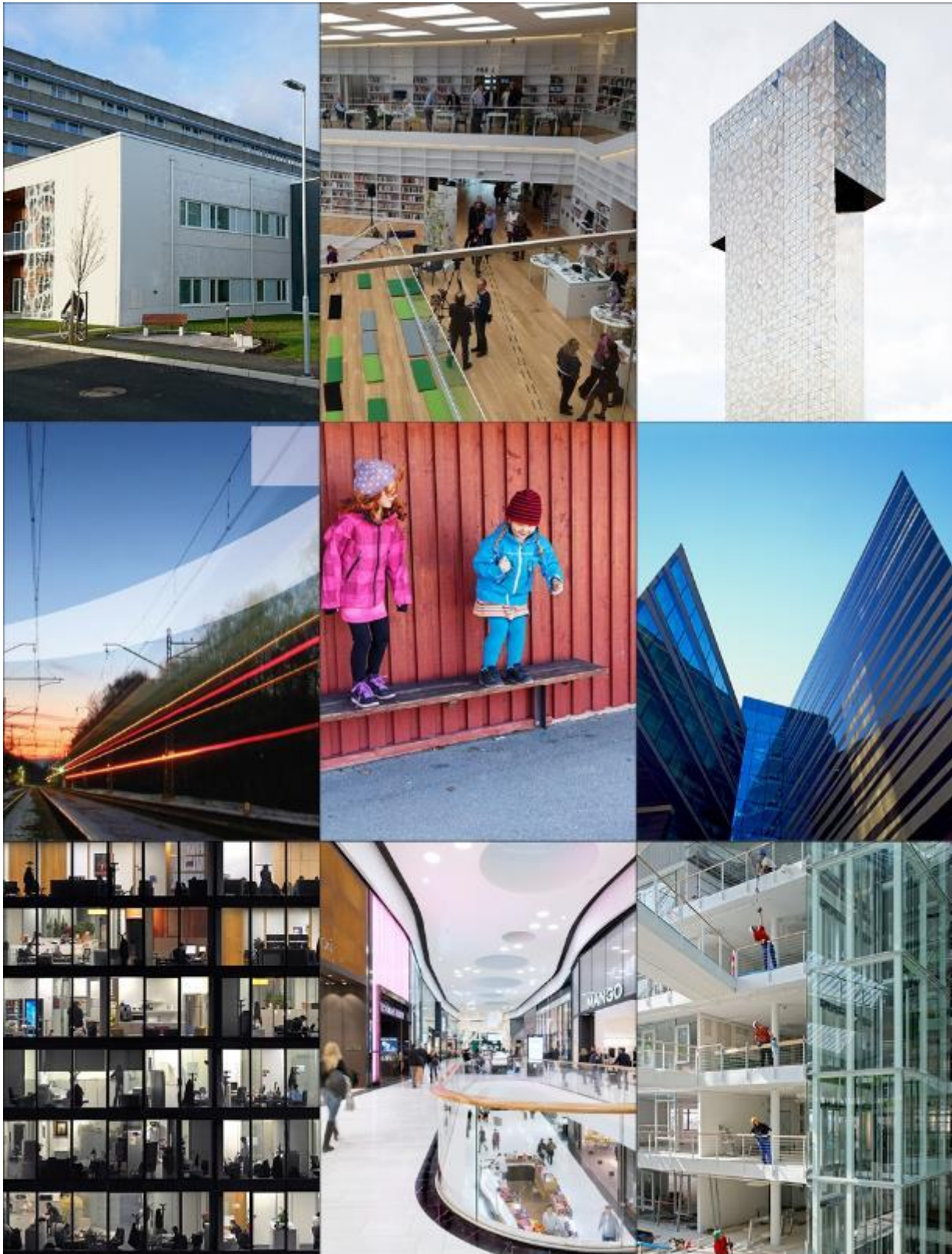


Risicanalys

Vårby Udde

Underlag för detaljplanearbete

2023-06-29



Dokumenttyp: Riskanalys
Uppdragsnamn: Vårby Udde
Uppdragsnummer: 501631
Datum: 2023-06-29
Status: Underlag för detaljplanearbete
Uppdragsledare: Rosie Kvål
Handläggare: Rosie Kvål
Tel: 08-588 188 84
E-post: rosie.kval@bsl.se
Uppdragsgivare: Magnolia Produktion AB

Datum	Egenkontroll	Internkontroll	Revidering avser
2018-03-27	RKL	LSS	Inledande analys, första versionen
2018-07-23	RKL	-	Inledande analys, andra versionen
2018-08-31	RKL	-	Inledande analys, tredje versionen
2019-04-01	RKL	LSS	Detaljerad analys, första versionen
2019-07-06	RKL	-	Detaljerad analys, andra versionen
2021-05-31	RKL	-	Detaljerad analys, tredje versionen
2021-06-14	RKL	-	Detaljerad analys, fjärde versionen
2021-07-09	RKL	-	Detaljerad analys, femte versionen
2021-09-24	RKL	-	Detaljerad analys, sjätte versionen
2023-05-02	RKL	-	Detaljerad analys, sjunde versionen
2023-06-29	RKL	-	Detaljerad analys, åttonde versionen

Revideringar i förhållande till föregående version markeras i marginalen och omfattar nytt underlag avseende transporter med farligt gods.

Sammanfattning

Huddinge kommun tillsammans med Magnolia undersöker möjligheten att uppföra ny bebyggelse i Vårby i Huddinge kommun. Det aktuella området omfattar Spendrup bryggeris fastighet samt omgivande områden. Bebyggelsen som planeras omfattas av bland annat bostäder, hotell, förskola, skola och vårdboende. Den befintliga marinan kommer att vara kvar inom området.

Det aktuella området ligger utmed E4/E20 Södertäljevägen som utgör en rekommenderad transportled för farligt gods. Utmed området planeras även en ramp mellan Tvärförbindelse Södertörns norrgående körriktning och södergående körriktning på E4/E20. Med anledning av närheten till dessa vägsträckor görs denna riskanalys.

Även närheten till marinan och då framför allt eventuell båtuppställning kan medföra behov av riskhänsyn.

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

I analysen har en inventering gjorts av transporter med farligt gods på E4/E20 Södertäljevägen och den anslutande rampen från Tvärförbindelse Södertörn. Antalet transporter är relativt omfattande. Den dominerande volymen utgörs av brännbara vätskor och brännbara gaser. Utifrån inventeringen har ett antal möjliga olycksscenarioer identifierats. En kvalitativ värdering har sedan gjorts av dessa. För scenarier med bedömt hög risk har en detaljerad, kvantitativ analys genomförts. Denna visar att individrisknivån ligger inom ALARP upp till ca 40 meter från vägen. Även samhällsriskerna ligger inom ALARP. Det innebär att åtgärder bör vidtas för att hantera identifierade risker. Risknivån är dock inte i någon del oacceptabel.

Inom studerade exploateringsområden planeras ny bebyggelse i huvudsak ca 35 meter eller mer från E4/E20 Södertäljevägen. Avståndet till rampen är något kortare, som minst ca 25 meter till stadigvarande vistelse. Det innebär att det främst är olyckor med ämnen som kan leda till stora skadeområden som kan påverka den planerade bebyggelsen. Störst påverkan på risknivån medför olyckor med brännbara gaser (gasol, naturgas).

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

- Ingen stadigvarande vistelse inom 40 meter från väggkant.
- Ventilationsintag på byggnader inom 75 meter från väggkant placeras mot en trygg sida eller på tak.
- Central nödavstängning av ventilation i hotell, skolor, förskolor och publika lokaler inom 75 meter.
När det gäller bostäder finns ingen personal på plats som kan ha ansvaret att aktivera funktionen. Åtgärden blir därför verkningslös och bedöms inte tillföra ytterligare säkerhet.
- Byggnader som ligger exponerat mot aktuella vägar inom 75 meter (bostäder, förskola, skola, idrott, vårdboende, hotell) respektive 40 meter (kontor, båtupplag) ska förses med möjlighet att utrymma mot en trygg sida.
- Fasader som vetter direkt mot aktuella vägar inom 75 meter (bostäder, förskola, skola, idrott, vårdboende, hotell) respektive 40 meter (kontor, båtupplag) ska utföras så att de förhindrar brandspridning in i byggnad vid olycka med brännbar gas under den tid det tar att utrymma (minst 30 minuter):
 - Väggar ska utföras i obrännbart material eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning avseende täthet och isolering.
 - Fönster utförs som minst med laminerat glas.

- Fönster och glaspartier inom 30 meter utförs i brandteknisk klass EW 30.
- Svårutrymd och känslig verksamhet (t ex förskola, äldreboende) bör inte placeras närmare båtupplag än 20 meter med hänsyn till risken för brandspridning. Bostäder kan placeras inom 20 meter men ska då utföras enligt följande:
 - Fasader och fönster ska utföras i lägst brandteknisk klass EI 30

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

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

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

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	3
1. INLEDNING	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Syfte	6
1.3 Omfattning	6
1.4 Underlag	6
1.5 Internkontroll	6
1.6 Förutsättningar	6
1.7 Båtopplag	8
2. ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV OMRÅDET	9
2.1 Områdesbeskrivning	9
2.2 Planerad bebyggelse	10
3. RISKINVENTERING	12
3.1 Allmänt	12
3.2 Identifiering av riskkällor	13
3.3 E4/E20 Södertäljevägen	13
3.4 Tvärförbindelse Södertörn	15
3.5 Huddinge båtklubbs marina	17
4. INLEDANDE RISKANALYS	18
4.1 Metodik	18
4.2 Identifiering av olycksrisker	18
4.3 Kvalitativ uppskattning av risk	18
4.4 Slutsats inledande riskanalys	21
5. FÖRDJUPAD RISKANALYS	22
5.1 Metodik	22
5.2 Resultat riskberäkningar	24
5.3 Värdering av risk	25
5.4 Hantering av osäkerheter	25
6. SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER	27
6.1 Allmänt	27
6.2 Diskussion kring åtgärder	27
6.3 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder	30
7. SLUTSATS	33
8. BILAGOR	34
9. REFERENSER	34

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Ett planarbete har genomförts för en ny marin stadsdel i Vårby, Huddinge kommun, i södra Stockholm. På området har tidigare Spendrups bryggerier bedrivit verksamhet. Tanken är att omvandla området från industri till bostadsområde. Söder om området går E4/E20 Södertäljevägen som utgör en primär transportled för farligt gods. Det planeras även en anslutning mellan denna och den framtida Tvärförbindelse Södertörn i anslutning till området. Riskerna från dessa mot planområdet måste därför utredas i det fortsatta arbetet. Med anledning av närheten till E4/E20 görs denna riskanalys.

1.2 Syfte

Syftet med riskanalysen är att undersöka lämpligheten med aktuellt programförslag genom att utvärdera vilka risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt föreslå hur risker ska hanteras i den fortsatta planeringen av området.

1.3 Omfattning

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

Trafikanter på omgivande vägar omfattas inte av analysen.

1.4 Underlag

Underlag till analysen har utgjorts av skisser/förslag på situationsplan från Arkitema samt information från olika källor, vilka hänvisas till löpande. En sammanställning över referenser görs i avsnitt 9 - *Referenser*.

1.5 Internkontroll

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

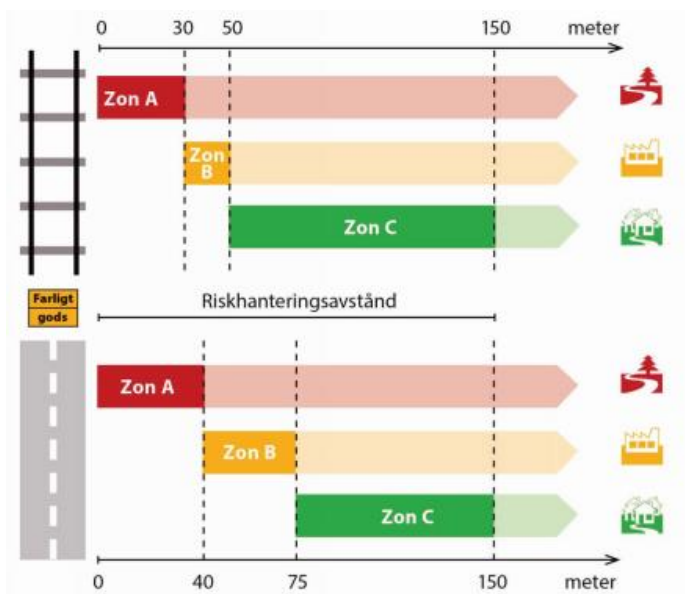
1.6 Förutsättningar

1.6.1 Riskhänsyn vid ny bebyggelse

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

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

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



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

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

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

Avstånden i figuren mäts från närmaste väggkant respektive närmaste spårmittpunkt.

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

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

Intill primära transportleder för farligt gods rekommenderas ett skyddsavstånd på minst 25 meter. Åtgärder ska vidtas inom 30 meter från vägen.

1.6.2 Övrig lagstiftning

Förutom ovanstående lagar och riktlinjer förekommer ytterligare ett antal lagar och föreskrifter avseende risk och säkerhet som kan vara relevanta i planärenden. Dessa berör i första hand hantering och rutiner för olika typer av riskkällor som kan vara värda att beakta. Exempelvis så ger Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) ut föreskrifter för hantering av olika brandfarliga och explosiva ämnen.

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

1.7 Båtupplag

Statens brandnämnd upprättade år 1983 skriften "*Brandsyn i hamnar och på uppläggningsplatser för fritidsbåtar*" /2/. I skriften redovisas rekommendationer som bl.a. syftar till att begränsa risken för brandspridning samt öka möjligheten för räddningsinsats.

Vid **utomhusförvaring** bör uppläggningsområdet t.ex. indelas i kvarter som får innefatta ett begränsat antal båtar. De fria ytorna mellan kvarteren fungerar som brandgator och körvägar för räddningsfordon. Rekommenderat maxantal båtar per kvarter samt avståndet mellan kvarteren baseras på båtarnas längd och redovisas i tabellform (redovisas ej i denna handling). Största rekommenderade kvartersytan är ca 650 m² och det minsta tillåtna avståndet mellan kvarteren ska inte understiga 6 meter.

Vid **inomhusförvaring** rekommenderas att byggnader för uppläggning delas upp i mindre sektioner om maximalt 300 m² och att den totala byggnadsarean ej bör överskrida 1 200 m². Vidare anges rekommenderade fria avstånd mellan uppläggningsplatser och väggar som syftar till att underlätta brandsläckning och utrymning.

2. Översiktlig beskrivning av området

2.1 Områdesbeskrivning

Det aktuella området ligger i Vårby i Huddinge kommun i södra Stockholm. Området omges av E4/E20 Södertäljevägen i söder, Vårbyfjärden i väster samt naturmark och Vårbyfjärden i norr (se figur 2.1).



Figur 2.1. Översikt över aktuellt område. Lokaliseringen av området är rödmarkerat. (källa: eniro.se).

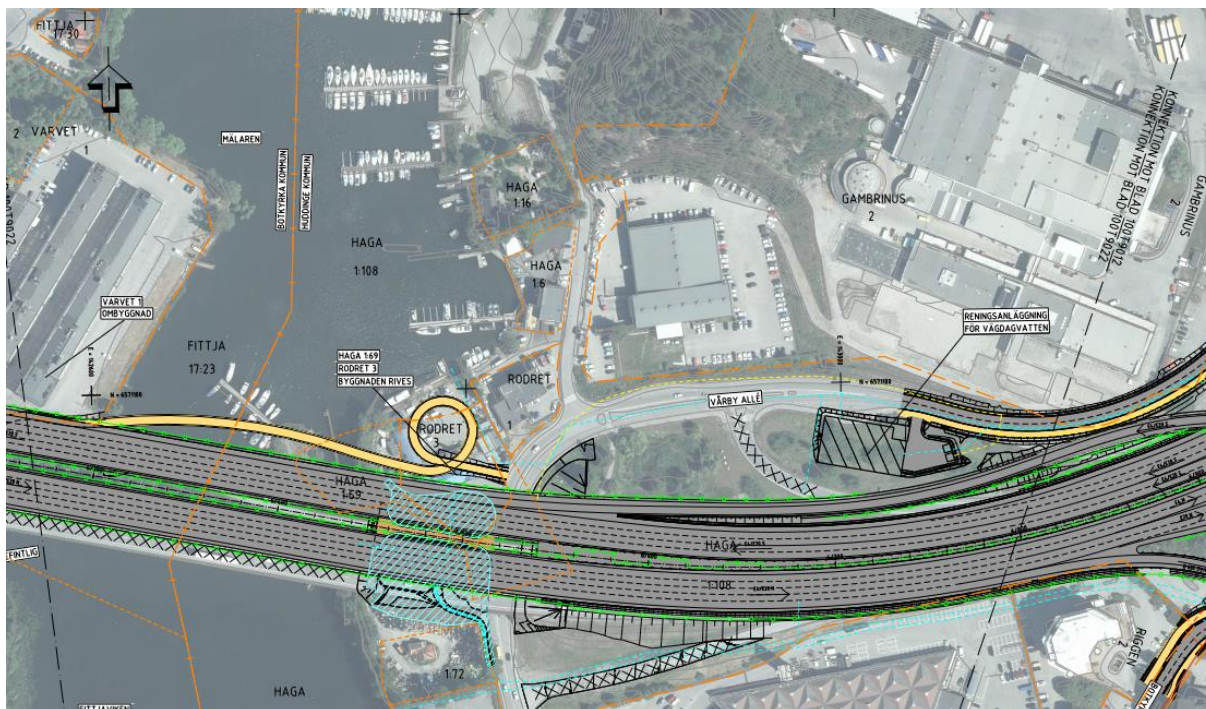
Området upptas idag av Spendrup bryggeriers f d bryggeri, en marina, några mindre verksamheter samt naturmark.

Topografin inom området är varierad med relativt stora höjdskillnader i vissa delar.

2.1.1 Omgivande planer

I närområdet pågår bland annat planer för utbyggnad av Kungens kurva 500–600 meter öster om aktuellt område. På andra sidan Fittjaviken finns planer på omvandling av befintligt industriområde till bostadsområde. Området ligger ca 300–400 meter väster om området. Inget av de pågående planerna innebär att ytterligare risker tillkommer i närområdet. Persontätheten kommer dock sannolikt att öka i området, vilket kan påverka nivån på samhällsrisk.

Trafikverket har tagit fram en vägplan för Tvärförbindelse Södertörn som innebär en ny förbindelse mellan E4/E20 vid Kungens Kurva och väg 73 vid Haninge Centrum. Vägplanen var på granskning i början av 2021 och fastställdes hösten 2022 /3/. Projektet innebär att E4/E20 vid planområdet kommer att påverkas, framför allt genom att Tvärförbindelse Södertörns påfart till E4/E20 södergående planeras mellan huvudkörbanor på E4/E20 och det aktuella planområdet. Projektet kommer därför att påverka exploateringen inom området. Tvärförbindelsen kommer att vara klassad som transportled för farligt gods. I figur 2.2 redovisas planerat utförande enligt vägplanen.



Figur 2.2. Planförslag för väg 259, Tvärförbindelse Södertörn, vid Masmo /4/.

2.2 Planerad bebyggelse

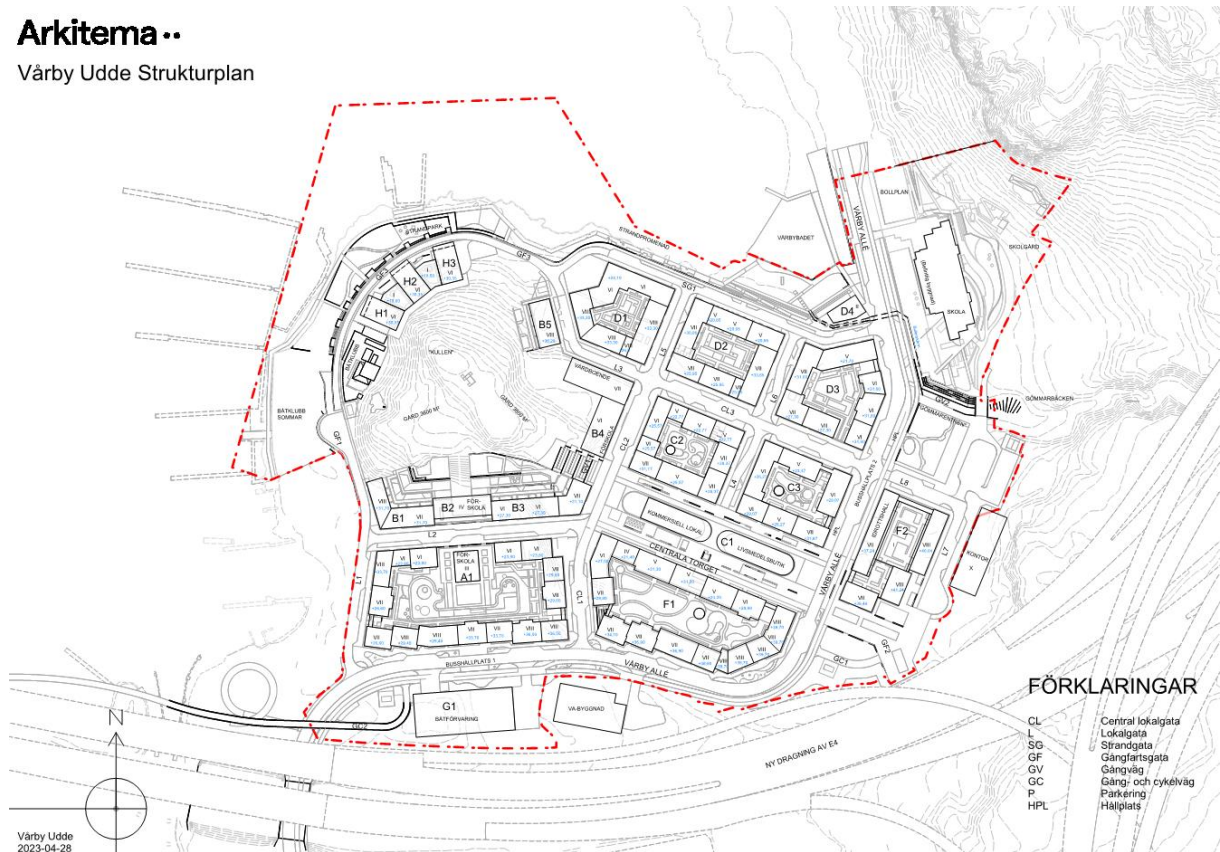
Inom det aktuella området planeras i huvudsak bostäder i 5–8 våningar inom flera kvarter. Det rör sig totalt om ca 2 000 bostäder. Inom området planeras även tre förskolor med 5–6 avdelningar vardera. En skola och idrottshall planeras i områdets östra del. I områdets sydöstra del planeras en kontorsbyggnad i 10 våningar. Även ett vårdboende med åtta avdelningar samt en livsmedelsbutik och kommersiella lokaler planeras inom området.

Närmast E4 i områdets södra del planeras en lagerbyggnad med båtförvaring samt en VA-byggnad.

I figur 2.3 visas strukturplanen för området.

Arkitema

Vårby Udde Strukturplan



Figur 2.3. Strukturplan (Arkitema, 2023-04-28).

Avstånden mellan E4 respektive rampen som förbinder Tvärförbindelse Södertörn med E4 södergående redovisas i tabell 2.1.

Tabell 2.1. Avstånd mellan planerade verksamheter och E4/E20 samt ramp.

Planerad verksamhet	Minsta avstånd till E4/E20 (m)	Minsta avstånd till ramp (m)
Bostäder	45	28
Kontor	25 (utanför DP)	65
Förskola*	125	115
Skola*	155	230
Idrott*	75	73
Vårdboende*	235	220
Livsmedel*	100	80
Båtförvaring	15	9

* Ligger endast bakom annan bebyggelse, dvs. ej direkt exponerat mot E4/E20 eller ramp.

3. Riskinventering

3.1 Allmänt

Inledningsvis görs en inventering av riskkällor i anslutning till det studerade området.

Riskinventeringen omfattar de riskkällor (transportleder för farligt gods, järnvägar, verksamheter som hanterar farligt gods) som kan innebära plötsliga och oväntade olyckshändelser med konsekvens för det aktuella området. Utifrån gällande riktlinjer (se avsnitt 1.6.1) avgränsas inventeringen till riskkällor inom 150 meter från planområdet.

Riskkällorna beskrivs och förekommande hantering/transport av farliga ämnen kartläggs och redovisas. Inventeringen utgör grunden för den fortsatta analysen.

3.1.1 Farligt gods

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

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

I tabell 3.1 redovisas de olika klasserna samt typ av ämnen.

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

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

3.2 Identifiering av riskkällor

I aktuellt projekt har endast E4/E20 Södertäljevägen samt den anslutande rampen från Tvärförbindelse Södertörn identifierats som riskkälla i områdets närhet. Även marinan kan utgöra en risk och då främst i form av eventuell båtuppställning.

Övriga riskkällor ligger långt från området, bland annat:

- Bensinstationer: 1 km öster om området
- Andra transportleder för farligt gods: 500 meter söder om området
- Fittjaverket: 400 meter väster om området

I närområdet finns mindre verksamheter där viss hantering av brandfarlig vara förekommer, bland annat Vårby Färghall, som kommer att vara kvar. De innebär dock begränsad påverkan mot omgivningen och kommer inte att studeras vidare.

3.3 E4/E20 Södertäljevägen

3.3.1 Allmänt

Söder om planområdet passerar E4/E20 Södertäljevägen. På den aktuella sträckan består vägen av tre huvudkörvägar i vardera riktningen samt fil för av- och påfart till respektive körriktning. De båda körriktningarna är åtskilda med ett avåkningsskydd. Vägen är även försedd med vägräcke utmed delar av planområdet. Hastighetsbegränsningen är idag 80 km/h men planeras att höjas till 90 km/tim.

Utmed den östra delen av planområdet ligger vägen högre än planområdet.

3.3.2 Trafik

Enligt trafikmätningar som Trafikverket har utfört för den aktuella vägsträckan /5/ uppgick årsmedeldygnstrafiken 2018 till ca 110 000 fordon summerat i båda riktningarna. Tung trafik utgjorde under mätperioden ca 11 % av den totala trafiken.

Enligt Trafikverkets prognos för 2045 blir trafiken med Tvärförbindelse Södertörn ca 177 000 fordon per dygn öster om Vårby Udde och 155 000 fordon per dygn väster om Vårby Udde. Den tunga trafiken prognosticeras till 11–13 %.

3.3.3 Transport av farligt gods

E4/E20 Södertäljevägen utgör primär transportled för farligt gods, vilket innebär att Länsstyrelsen i Stockholms län rekommenderar att farligt gods transporteras på denna väg, även genomfartstransporter /6/. Alla typer av gods kan därför transporteras på vägen.

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

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

- I maj och oktober 2015 genomfördes mätning av antalet farligt godsfordon vid 15 mätpunkter i Stockholm /7/. Den mätpunkt som ligger närmast studerad vägsträcka mäter trafiken på Essingeleden, ca 10 km norr om aktuellt område. Dock omfattas inte de mätningarna av transporter som går mellan södra Stockholm och Nynäsvägen samt Södra Länken, men som kan passera aktuellt område. Avsaknaden av de transporterna kan dock åtminstone till viss del kompenseras av att mätningarna omfattar trafik som går mellan norra Stockholm och Nynäsvägen respektive Södra Länken som inte passerar aktuellt område. Det är dock svårt att veta om det innebär att siffrorna överskattas eller underskattas.

- Mätningen genomfördes via detektion med hjälp av trafikkameror. Mätningarna visar bland annat att merparten av trafiken sker utanför rusningstrafik samt att det är relativt få fordon som står för samtliga passager. På Essingeleden utgjorde transportererna med farligt gods 2,2 % av den tunga trafiken. Totalt passerade under oktober 4 912 transporter med farligt gods på Essingeleden. Vanligast förekommande ämnen var bensin och diesel.
- Trafikanalys, som bl.a. ansvarar för statistik inom området vägtrafik, upprättar årliga statistikrapporter över den totala lastbilstrafiken, inkl. farligt gods, på Sveriges vägar. Utifrån statistik över antal transporter per farligt godsklass under perioden 2014–2018/8/ uppskattas farligt godstransporter i genomsnitt utgöra ca 1,5-2,0 % av det totala antalet lastbilstransporter på svenska vägar (om man i stället studerar transporterade godsmängder så utgör farligt gods ca 2,5-3 % av de totala transporterade godsmängderna). Enligt prognosen för 2045 utgör tung trafik ca 11–13 % av den totala trafiken på aktuell del av E4/E20 Södertäljevägen. För den studerade sträckan av E4/E20 Södertäljevägen så skulle detta motsvara ca 94 000 farligt godstransporter per år (förutsatt 12 %). Detta skiljer sig relativt markant från uppmätta värden via kameradetektion om man bortser från stycke godstransporter (se tabell 3.2).
- MSB har genomfört kartläggningar av transporter med farligt gods i Sverige, bl.a. under september månad 2006 då statistik över farligt godstransporter samlades in /9/. Kartläggningen redovisas som intervall över transporterade godsmängder per farligt godsklass. Kartläggningen bedöms vara för gammal för att använda som tillförlitligt underlag för riskhantering. Dock finns information om bland annat fördelning av underklasser som kan vara relevant att beakta.

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

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

Klass	Ämne	Kameradetektion maj och oktober 2015		Trafikanalys, prognos 2045	
		Andel (%)	Antal trp	Andel (%)	Antal trp
1	Explosiva ämnen	0,0	0	0,6%	529
2	Gaser	12,2	7313	20,3%	19 045
3	Brandfarliga vätskor	54,9	32 909	52,6%	49 432
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	0,6	360	1,6%	1 492
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	0,4	240	3,0%	2 813
6	Giftiga ämnen	0,3	180	6,0%	5 656
7	Radioaktiva ämnen	0,0	0	0,0%	0
8	Frätande ämnen	2,3	1 379	12,1%	11 402
9	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	5,9	3537	3,8%	3 524
1–9	styckegods	23,4	13 793	-	-
Totalt			59 944 (med styckegods) 45 918 (utan styckegods)		93 894

Trafikverket har i den riskanalys som tagits fram för Tvärförbindelse Södertörn /10/ även tittat på trafiken på E4/E20 vid Vårbybron i den kartläggning som genomförts över antalet transporter med farligt gods. Resultatet visar en något annorlunda fördelning över transporter med farligt gods (se tabell 3.3) samt redovisar att farligt gods utgör 2 % av den totala godstrafiken som är 10–11 % av all trafik. Detta ger ett flöde med farligt gods på ca 118 800 fordon per år på sträckan förbi studerat området. Detta utgör ett betydligt större antal än vad som anges i tabell 3.2 och omfattar mer än 300 transporter lastade med farligt gods per dag på den aktuella sträckan.

Tabell 3.3. Fördelning av farligt gods utifrån Trafikverkets kartläggning för Tvärförbindelse Södertörn.

Klass	Ämne	Andel (%)
1	Explosiva ämnen	6,5
2	Gaser	52,8
3	Brandfarliga vätskor	32,6
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	0,5
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	0,7
6	Giftiga ämnen	0,4
7	Radioaktiva ämnen	0,0
8	Frätande ämnen	3,7
9	Övriga farliga ämnen	2,8
Totalt		

I beräkningarna kommer underlaget från Trafikverket användas.

3.3.4 Framtid

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

3.4 Tvärförbindelse Södertörn

3.4.1 Allmänt

Trafikverket planerar en ny väg tvärs över Södertörn som ska bli en ny och säkrare väg 259. Tvärförbindelse Södertörn går mellan Vårby Backe i Kungens Kurva, via Flemingsberg till väg 73 vid trafikplats Jordbro. Vägen planeras i tunnel under Flemingsbergsskogen och ansluter till E4/E20 Södertäljevägen i höjd med planområdet. Närmast planområdet går en ramp mellan Tvärförbindelse Södertörns norrgående körriktning och södergående körriktning på E4/E20 (se figur 3.1).



Figur 3.1. Illustration med vy mot trafikplats Gömmaren. Det aktuella planområdet ligger till höger (källa: www.trafikverket.se).

Enligt tidigare var vägplanen för Tvärförbindelse Södertörn på granskning i början av 2021. Vägplanen fastställdes av Trafikverket i november 2022 och väntar nu på att vinna laga kraft.

3.4.2 Trafik

Enligt prognos för 2045 från Trafikverket kommer trafikflödet på anslutningen mellan Tvärförbindelse Södertörn och E4/E20 som kommer att gå utmed området trafikeras av ca 16 300 fordon per dygn. Andelen tung trafik blir enligt prognosen 10 % på rampen.

3.4.3 Transporter av farligt gods

Tvärförbindelse Södertörn blir en viktig förbindelse för den stora mängd godstrafik som redan idag trafikerar området mellan Nynäsvägen och E4/20 söder om Stockholm och som väntas öka när den nya godshamnen i Norvik i Nynäshamn är klar.

Väg 259 är idag klassad som en primär transportled för farligt gods och Tvärförbindelse Södertörn kommer också att bli klassad som en primär transportled för farligt gods.

Trafikverket har gjort en inventering av verksamheter som kan ge upphov till transporter med farligt gods på Tvärförbindelse Södertörn och utifrån detta gjort en prognos för antalet transport på Tvärförbindelsen /10/. Denna redovisas i tabell 3.4.

Tabell 3.4. Prognos 2045 för antalet transporter med farligt gods per år på Tvärförbindelse Södertörn.

Klass	Antal transporter	Andel (%)
1. Explosiva ämnen	3 065	6,5
2. Gaser	24 733	52,8
3. Brandfarliga vätskor	15 263	32,6
4. Brandfarliga fasta ämnen m.m.	220	0,5
5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider	341	0,7
6. Giftiga ämnen	176	0,4
7. Radioaktiva ämnen	0	0,0
8. Frätande ämnen	1 728	3,7
9. Övriga farliga ämnen	1 299	2,8

Som underlag till vägplanen har Trafikverket utrett möjliga olycksrisker kopplade till Tvärförbindelse Södertörn /10/. I denna har risknivån avseende individrisk och samhällsrisk beräknats och åtgärder föreslagits. Ingen hänsyn har dock tagits till pågående planarbete inom Vårby Udde.

3.5 Huddinge båtklubbs marina

Inom det aktuella området bedriver idag Huddinge båtklubb en marina. Denna kommer att vara kvar när området exploateras.

Klubben har idag 440 medlemmar, 220 bryggplatser samt 200 varvsplatser /11/.

Det finns även en liten verkstad på området där det sannolikt hanteras mindre mängder brandfarlig vara.

4. Inledande riskanalys

4.1 Metodik

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

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

Utifrån de kvalitativa bedömningarna av sannolikhet och konsekvenser görs sedan en sammanvägd bedömning av huruvida identifierade olycksrisker kan påverka risknivån inom aktuellt planområde.

4.2 Identifiering av olycksrisker

Utifrån riskinventeringen är bedömningen att det främst är transporter av farligt gods på E4/E20 Södertäljevägen och Tvärförbindelse Södertörns anslutning till E4/E20 som kan medföra olyckshändelser med möjlig konsekvens för det aktuella planområdet. Även risker förknippade med båtupplag är relevant att beakta.

4.3 Kvalitativ uppskattning av risk

4.3.1 Olycka vid transport av farligt gods på E4/E20 Södertäljevägen samt ramp
Som tidigare nämnts delas farligt gods in i nio olika klasser utifrån ADR-S.

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

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

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

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

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

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

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

Klass 1.1 Massexplosiva ämnen

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

Sannolikheten för att en explosion ska inträffa på de studerade vägsträckorna bedöms vara extremt låg. Enligt tabell 3.2 utgör antalet transporter med explosivämnen en mycket begränsad andel av det totala antalet farligt godstransporter. Det gällande regelverket ADR -S /12/ anger dessutom detaljerade och omfattande regler för hur explosiva ämnen skall förpackas och hanteras vid transport för att reducera sannolikheten för explosion.

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

Klass 2.1. Brännbara gaser

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

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

Med hänsyn till stora konsekvensområden för större skadescenarier med brännbar gas så uppskattas den sammanvägda risknivån förknippad med transporter av brännbara gaser kunna bli omfattande. Det är därför troligt att åtgärder för att lindra konsekvenserna av en olycka med brännbar gas är nödvändiga för den planerade bebyggelsen. Scenariot bör studeras i en fördjupad analys så att behov och omfattning av åtgärder kan klargöras. En fördjupad analys redovisas i avsnitt 5.

Klass 2.3. Giftiga gaser

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

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

Andelen gastransporter som rymmer giftig gas är generellt mycket lågt. I den kartläggning som utfördes av MSB i september 2006 /9/ redovisas mycket begränsade transportmängder av klass 2.3 på aktuell vägsträcka av E4/E20 (0–25 ton under september 2006). Andelen giftig gas på rampen uppskattas vara försumbar.

Sannolikheten för ett utsläpp av giftig gas på aktuell vägsträcka bedöms vara extremt låg. Trots potentiella stora konsekvenser så bedöms olycksscenarioet innebära ett mycket litet bidrag till den sammanvägda risknivån. De möjligt stora konsekvenserna innebär dock att scenarioet bör studeras vidare i en fördjupad analys för att utreda behovet av åtgärder. En fördjupad analys redovisas i avsnitt 5.

Klass 3. Brandfarliga vätskor

Brandfarliga vätskor utgör en stor andel av det totala antalet transporter av farligt gods på Sveriges vägar. En stor del av transportererna utgörs av tankbilar med drivmedel till bensinstationer m.m. På E4/E20 Södertäljevägen utgör en mycket stor andel av transportererna med farligt gods av brännbara vätskor. På Tvärförbindelse Södertörn är andelen sådana transporter också hög. En uppskattning är att andelen sådana transporter på rampen är hög i förhållande till övriga farligt gods-klasser.

Ett stort utsläpp av exempelvis bensin kan, om det antänds, innebära att hög värmestrålning drabbar omgivningen och kan orsaka brännskador på oskyddade människor eller brandspridning in i byggnader. Allvarliga konsekvenser kan normalt uppkomma inom maximalt 40 meter från olycksplatsen. Skadeområdet kan påverkas, öka eller minska, om vägen ligger högre eller lägre än planområdena. I aktuellt fall ligger vägen i vissa delar lite högre än planområdet.

Sannolikheten för olycka med transport av brandfarliga vätskor på studerade vägsträckor uppskattas vara relativt hög.

Påverkan inom områden utomhus kan inte uteslutas och beror på hur markområdet närmast vägen planeras och den slutgiltiga placeringen av vägen. Scenariot bör därför studeras i en fördjupad analys för att utreda behov och omfattning av eventuella åtgärder. En fördjupad analys redovisas i avsnitt 5. Bedömningen är dock att konsekvenserna av en olycka bör vara små med hänsyn till det relativt stora avståndet till bebyggelse.

Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

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

Transporter av klass 5 utgör troligtvis en relativt begränsad andel (< 5 %) av det totala antalet farligt godstransporter på E4/E20 Södertäljevägen och Tvärförbindelse Södertörn och bedöms även utgöra en liten andel på rampen. Vidare så är det en mycket begränsad andel av ämnen ur denna klass som kan leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp. Majoriteten av dessa ämnen är inte tillåtna att transportera på väg utan att man t.ex. stabiliserar ämnet för att minska reaktionsbenägenheten /12/.

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

4.3.2 Huddinge båtklubb

Scenario Brand i båtupplag utomhus

En brand inom ett båtupplag kan bli mycket omfattande. Mängden trä och plastmaterial, båtbränslen och gasolflaskor samt övrig utrustning kan innebära ett snabbt brandförlopp. Enligt avsnitt 1.7 finns rekommendationer för utformning av båtupplag som syftar till att begränsa risken för brandspridning och i och med detta brandens storlek /2/. Nuvarande uppställning ska enligt uppgift på båtklubbens hemsida vara anpassad med hänsyn till brandrisken /11/.

Vid brand i båt utomhus kan en brand spridas till närliggande båtar inom samma kvarter. I examensarbetet "*Brandskydd i samband med landförvaring av fritidsbåtar*" /13/ har studier gjorts avseende risk för brandspridning mellan kvarter där man konstaterar att sannolikheten för detta är låg. Detta innebär att branden omfattar högst ca 10–30 båtar beroende på båtarnas storlek. Även vid en eventuell brandspridning till andra kvarter eller båtskjul bedöms det totala antalet båtar som brinner samtidigt inte överstiga detta antal med hänsyn till att några båtar troligtvis hunnit förbrännas innan brandspridning sker.

Vid båtuppställning är det viktigt att hålla ett visst skyddsavstånd med hänsyn till risken för brandspridning. Placering av ny bebyggelse ska därför följa rekommendationerna. Om det görs bedöms bebyggelsen vara acceptabel.

4.4 Slutsats inledande riskanalys

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

- olycka explosiva ämnen (klass 1)
- olycka med brännbara gaser (klass 2.1)
- olycka med giftiga gaser (klass 2.3)
- olycka med brännbara vätskor (klass 3)
- olycka med oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5)

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

5. Fördjupad riskanalys

5.1 Metodik

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

5.1.1 Beräkning av frekvens och konsekvenser

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

Frekvensberäkningarna utförs i enlighet med den metod som anges i *Farligt gods – Riskbedömning vid transport /14/*. Som underlag till beräkningarna när det gäller antalet transporter med farligt gods har vi valt att utgå från nationell statistik. Frekvensberäkningarna baseras på ett uppskattat maxvärde. Frekvensberäkningarna är genomförda för dagens trafik och den prognosticerade trafiken 2045 (se bilaga A). Eftersom underlag avseende farligt gods är osäkert för Tvärförbindelse Södertörns anslutning till E4/E20 (uppskattning finns endast för antalet transporter på huvudleden) så förutsätts i beräkningarna att antalet transporter på rampen motsvarar uppskattningen för E4/E20. Detta bedöms utgöra en överskattning jämfört med den faktiska framtida transportsituationen.

Konsekvensberäkningar har genomförts genom att för respektive scenario bedöma inom vilka skadeområden som personer antas omkomma inomhus respektive utomhus. Eftersom egenskaperna hos ämnena i de olika farligt godsklasserna skiljer sig mycket från varandra har olika metoder använts för att uppskatta konsekvenserna för respektive olycksrisk. För scenarier med gasol har beräkningar genomförts med hjälp av simuleringsprogrammet **Gasol** som är utgivet av MSB /15/. Utsläpp av giftig gas har simulerats med hjälp av programmet **Spridning i luft 1.2**. Beräkningar av explosionslaster samt strålningsberäkningar för utsläpp och antändning av brännbar vätska har utförts med handberäkningar.

Beräkningarna redovisas i sin helhet i bilagorna A och B.

5.1.2 Sammanvägning av risk

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

Individrisk är den risk som en enskild person utsätts för genom att vistas i närheten av en riskkälla. Individrisken redovisas som platsspecifik individrisk. Detta görs i form av individriskkonturer som visar frekvensen för att en fiktiv person på ett visst avstånd omkommer till följd av en exponering från den studerade riskkällan.

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

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

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

Riskberäkningar redovisas i bilaga C.

5.1.3 Värdering av risk

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

Vilken risknivå som kan betraktas som acceptabel är inte entydigt specificerat eller uttryckt i någon idag gällande lagstiftning. I publikationen *Värdering av risk /16/* ges förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk vilka rekommenderas av Länsstyrelsen i Stockholms län och som därför används i denna analys, se tabell 5.1.

Tabell 5.1. Förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk.

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

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

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

1. Till att börja med är det viktigt att beakta att omfattningen av riskreducerande åtgärder normalt är beroende av den planerade verksamheten, d.v.s. acceptansnivån varierar något mellan olika verksamheter. De undre av kriteriegränserna nyttjas vanligtvis för bebyggelse där påverkan från externa risker (t.ex. förknippade med transport av farligt gods etc.) ska vara låg. Detta gäller exempelvis för bostäder, hotell och svårutrymda lokaler (sjukhus, skolor och personintensiva lokaler etc.). Jämfört med bostäder bedöms ofta påverkan av externa risker vara något mer tolerabla för t.ex. kontors- och vissa typer av restaurang- och butiksverksamheter. Orsaken till detta är främst att dessa typer av verksamheter innebär att personer normalt är vakna, samt att verksamheterna huvudsakligen nyttjas dagtid. För bebyggelse och utrymmen som inte innebär stadigvarande vistelse, t.ex. parkeringsplatser samt gång- och cykelstråk, accepteras normalt en risknivå som överstiger angivna riskkriterier.
2. Rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder beror även inom vilken del av ALARP som risknivån ligger. Risker inom övre delarna av ALARP bör enbart tolereras om det bedöms vara praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. För risker i de lägre delarna av ALARP bör kraven på riskreduktion inte vara lika hårda, men möjliga åtgärder ska dock fortfarande beaktas. I de flesta fall anses risknivån vara acceptabel även om den hamnar inom ALARP-området, förutsatt att de åtgärder som bedöms vara rimliga ur ett kostnads-/nyttoperspektiv vidtas.
3. Slutligen bör riskvärderingen beakta hur stor påverkan som den aktuella förändringen har på den totala risknivån. Detta avser främst samhällsrisk där det studerade planområdet normalt utgör en mycket liten del. Värderingen av samhällsrisk utgår därför inte enbart från de angivna riskkriterierna utan även från en jämförelse mot risknivån om den planerade ändringen inte genomförs.

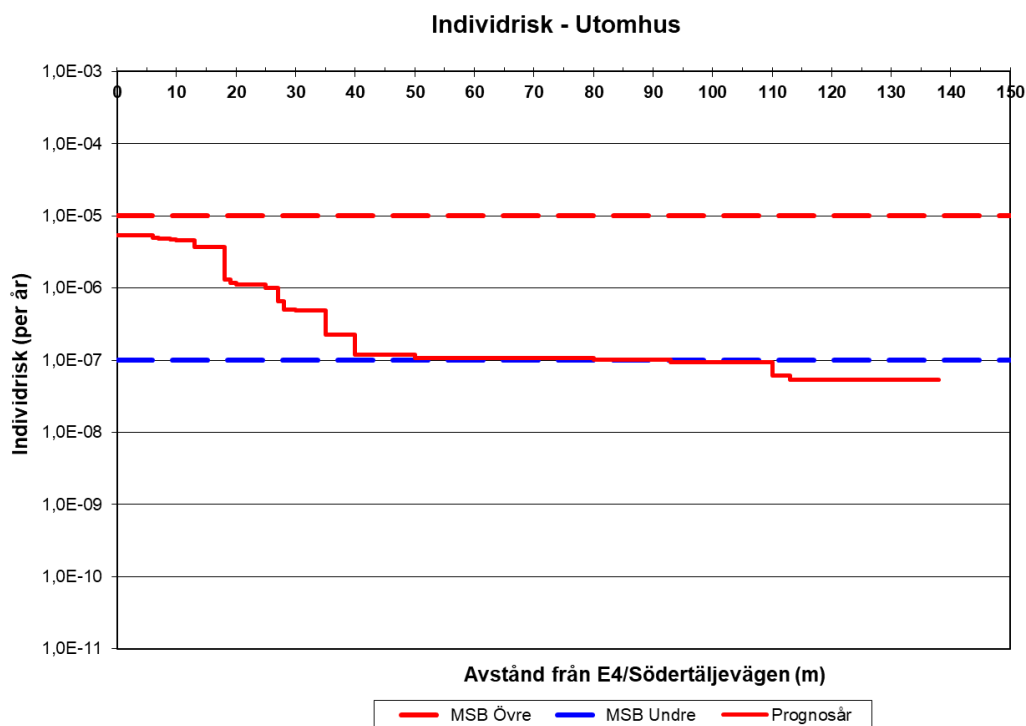
5.1.4 Hantering av osäkerheter

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

5.2 Resultat riskberäkningar

5.2.1 Individrisk

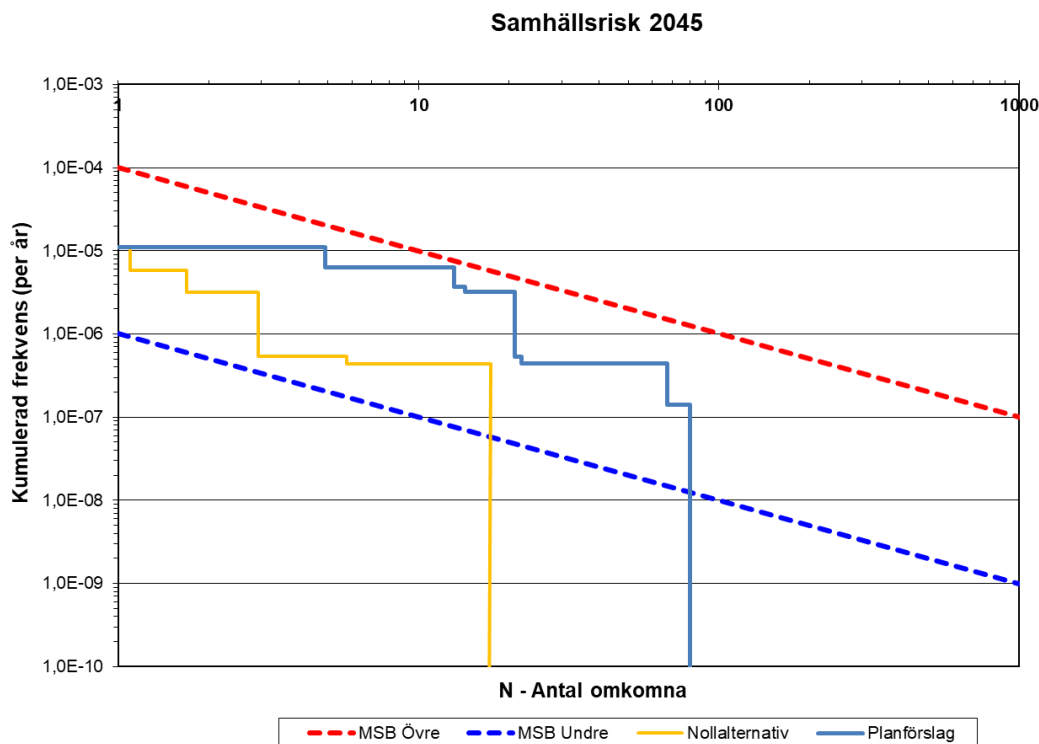
Nedan redovisas den beräknade risknivån utmed studerad del av E4/E20 Södertäljevägen (avstånden redovisas från vägkant på E4/E20). Individrisken presenteras dels för oskyddade personer utomhus (se figur 5.1), dels för personer inomhus (se figur 5.2).



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

5.2.2 Samhällsrisk

I figur 5.3 redovisas den beräknade samhällsrisk utmed studerad sträcka av E4/E20 Södertäljevägen. Samhällsrisk presenteras med respektive utan planerad ny bebyggelse inom det aktuella planområdet. Beräkningarna har gjorts för dagens trafik samt för en uppskattad framtida trafiksituation och baseras på Trafikverkets kartläggning över transporter med farligt gods (se avsnitt 3.3.3).



Figur 5.2. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för planområdet och dess närmaste omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med E4/E20 Södertäljevägen inklusive ramp. (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)

5.3 Värdering av risk

5.3.1 Individrisk

Individrisknivån för oskyddade områden **utomhus** ligger inom ALARP upp till ca 40 meter från vägen. Från ca 40 meter från väggkant ligger risknivån för planförslaget i nivå med den nedre kriteriegränsen. Störst bidrag till risknivån har olycka med klass 3 och stor gasmolnsexplosion. Risknivån är sådan att inga oskyddade ytor för stadigvarande vistelse bör uppföras närmast vägen. Inga sådana ytor planeras heller, närmast vägen planeras enbart bebyggelse.

5.3.2 Samhällsrisk

När det gäller samhällsrisk ligger risknivån inom ALARP upp till ca 80-90 omkomna och sedan ligger den på acceptabla nivåer. Skillnaden mellan nollalternativet och planalternativet är stor. Det beror på att persontätheten inom planområdet idag är betydligt lägre än med planerad utbyggnad.

När det gäller samhällsrisken bidrar olycka som leder till stor gasmolnsexplosion till att höja risknivån. Åtgärder som hanterar scenariot bör därför undersökas.

5.4 Hantering av osäkerheter

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

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

- Uppskattat personantal

5.4.1 Känslighetsanalys

En av de största osäkerheterna i riskanalysen bedöms ligga i den antagna mängden farligt gods på E4/E20 Södertäljevägen samt på rampen mellan denna och Tvärförbindelse Södertörn. Dessa osäkerheter har föranlett en känslighetsanalys som beaktar antalet transporter av respektive farligt godsklass. Känslighetsanalysen omfattar frekvens- och konsekvensberäkningar (bilaga A och B) samt beräkning av individrisken och samhällsrisk (bilaga C) på motsvarande sätt som den fördjupade riskanalysen.

Känslighetsanalysen beaktar följande olycksscenarier:

- **Förändrat transportantal**

Det uppskattade antalet transporter med farligt gods har antagits öka med en faktor 2 i förhållande till de uppskattade transportmängderna år **2045**. Detta innebär ett extremt stort antal transporter (ca 650 per dygn). Underlaget från Trafikverket innebär redan ett mycket högt antagande av antalet transporter med farligt gods. Indata till Känslighetsanalysen bedöms därför med mycket god marginal täcka in för eventuella förändringar i framtiden.

Av genomförd känslighetsanalys framgår att individrisken stiger på så vis att individrisken hamnar ännu högre inom ALARP men inte i någon del hamnar på oacceptabla nivåer.

När det gäller samhällsriskens resulterar känslighetsanalysen i att risknivån stiger så att den för planförslaget hamnar i den övre delen av ALARP, i nivå med och delvis över det övre acceptanskriteriet.

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

Enligt ovan så bedöms scenariot vara extremt konservativt.

Se Bilaga C för mer ingående beskrivning av genomförd känslighetsanalys.

6. Säkerhetshöjande åtgärder

6.1 Allmänt

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

6.2 Diskussion kring åtgärder

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

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

6.2.1 Placering av verksamheter

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

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

Den nya bebyggelsen kommer bland annat att omfatta bostäder, hotell, förskola, skola, vårdboende, publika verksamheter och mindre lokaler. Utifrån tabell 2.1 konstateras att placeringen av vissa bostadshus, hotell, kontor och båtförvaring innebär att rekommenderade skyddsavstånd underskrids. Merparten av planerad bebyggelse ligger dock på sådant avstånd att rekommenderade skyddsavstånd följs. Bebyggelsestrukturen bedöms kunna accepteras om åtgärder vidtas, se vidare avsnitt 6.2.2 och 6.2.3.

När det gäller båtförvaring och VA-byggnad ligger dessa som minst ca 9 meter från den planerade rampen från Tvärförbindelse Södertörn. Byggnaderna innehåller ingen stadigvarande vistelse och avståndet bedöms vara tillräckligt med hänsyn till möjliga risker kopplade till vägtrafiken. Avståndet bedöms även vara tillräckligt avseende risk för påverkan på rampen avseende brand i byggnad. Trafikverket kan dock ha krav på större avstånd eller att åtgärder ska vidtas för att minska risken för påverkan på rampens konstruktion och drift.

6.2.2 Utformning av obebyggda ytor

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

Det planeras inga ytor för stadigvarande vistelse närmast E4/E20 samt rampen från Tvärförbindelse Södertörn. Ytor utomhus placeras i huvudsak skyddade bakom bebyggelse. Det är endast kommunikationsstråk som planeras mot vägen (lokalgatan samt gång- och cykelväg som ansluter till tunnel under E4/E20). Ytterligare åtgärder bedöms ej vara nödvändiga. Det är dock viktigt att säkerställa i detaljplanen att områden närmast E4/E20 och rampen inte planeras för stadigvarande vistelse.

6.2.3 Utformning av byggnader

Utrymning: Utrymningsstrategin för ny bebyggelse i anslutning till riskkällan kan behöva utformas med beaktande av möjliga olyckor. Detta innebär att utrymningsvägar ska dimensioneras och utformas så att utrymning kan ske tillfredställande även vid en olycka på E4/E20 Södertäljevägen och rampen.

Ovanstående innebär att ny bebyggelse som placeras inom 75 meter (rekommenderat skyddsavstånd) från E4/E20 Södertäljevägen och rampen bör utformas med åtminstone en utrymningsväg som mynnar bort från riskkällan. Detta gäller bebyggelse som inte skyddas av annan bebyggelse eller topografi.

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

Byggnadstekniska åtgärder: Om exploatering sker inom Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd kan det vara nödvändigt med byggnadstekniska åtgärder för att riskerna ska kunna accepteras. Nedan redovisas diskussioner kring behovet av åtgärder utifrån respektive olycksrisk:

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

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

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

För att kunna reducera konsekvenserna av en explosion med explosivämne (klass 1) utan byggnadstekniska åtgärder krävs stora skyddsavstånd mellan bebyggelse och riskkälla. Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd bedöms innebära ett begränsat skydd mot stora explosioner (> 1-2 ton massexplosion).

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

Enligt genomförd analys konstateras att olyckor som leder till explosion (klass 1 och 5) innebär en mycket begränsad påverkan på risknivån. Åtgärder som lindrar skador till följd av sådana explosioner innebär relativt omfattande kostnader och begränsningar i byggmetod och materialval. Åtgärder för att minska effekten av en explosion med klass 1 och 5 bedöms inte vara rimligt med hänsyn till den begränsade nytta åtgärderna innebär.

Olyckor som leder till gasmolnsexplosion (klass 2.1) har i genomförd analys visat sig påverka samhällsriskerna i relativt stor omfattning. En olycka som leder till gasmolnsexplosion kan innebära både en tryckpåverkan och brand. En sådan olycka innebär dock lägre tryck än vid en explosion med klass 1 eller 5. Generellt föreligger ingen risk för allvarlig skada på byggnaders

konstruktioner till följd av gasmolnsexplosion, fönster kan däremot gå sönder och brand spridas vidare in i byggnaden. Trycket är dock relativt begränsat när explosionen sker i det fria. Det rekommenderas därför att fönster som exponeras mot vägen (fri sikt mot vägen) inom 75 meter förses med laminerade glas. Vanliga fönsterglas reducerar infallande strålning med ca 50 % så länge de är intakta. Lamineringen gör att de inte går sönder vid tryckpåverkan, vilket då också innebär att de innehar ett visst brandmotstånd. Laminerat glas, antingen med vanligt fönsterglas eller härdat glas, har vid provningar visat sig klara en temperatur på 300°C i 30 minuter.

Krav avseende brandpåverkan är också aktuellt på korta avstånd, se "Skydd mot brand" nedan.

- **Skydd mot gaser:** För att reducera sannolikheten för att brandgaser samt brännbara och giftiga gaser tar sig in i byggnader kan ventilationssystemet utformas så att:
 - friskluftsintag för lokaler där personer vistas stadigvarande placeras mot en trygg sida, det vill säga bort från riskkällan.
 - det på ett enkelt sätt kan stängas, av t.ex. fastighetsskötare genom exempelvis central nödavgängning

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

Enligt genomförd analys innebär olyckor med brännbara gaser ett relativt stort riskbidrag för områden utmed E4/E20 Södertäljevägen. Det är därför rimligt att vidta åtgärder som förhindrar spridning av brännbara gaser in i byggnaderna. Sådana åtgärder innebär även en minskad påverkan vid ett läckage av giftig gas och brandgaser.

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

Enligt genomförd analys är riskbidraget från olyckor som leder till brand begränsat.

Gasmolnsexplosioner innebär ett större bidrag men innebär en mycket kortvarig brandpåverkan.

Bebyggelse närmast aktuella vägvagnsrekommenderas att utföras så att en utvändigt brand inte sprider sig in i byggnader innan de kan utrymmas (ca 30 minuter). Det innebär att fasader bör utföras så att de förhindrar brandspridning under ca 30 minuter. Detta kan utföras genom att fasaden utförs i obrännbart material eller att bakomliggande material är obrännbart samt att fönster utförs i brandteknisk klass EW 30.

Vid placering av verksamheter inom 20 meter från båtupplag (utomhus) är enligt avsnitt 4.3.2 byggnadstekniska åtgärder nödvändiga som skydd för brandspridning. Inom 20 meter från båtupplag ska därför fasader och tak på byggnader utföras i lägst brandteknisk klass EI 30. De byggnadstekniska åtgärderna förhindrar brandspridning till intilliggande byggnader vid brand inom båtupplaget.

Krav på byggnadstekniska åtgärder bör utgå från avstånd mätt från båtupplagets verksamhetsgräns för att inte inkräkta på verksamheten inom båtupplaget.

6.3 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder

Vid ny bebyggelse inom planområdet bedöms nedanstående åtgärder vara nödvändiga att vidta. Åtgärderna avser byggnader inom angivet avstånd som exponeras mot E4/E20 Södertäljevägen samt den anslutande rampen från Tvärförbindelse Södertörn.

- Ingen stadigvarande vistelse inom 40 meter från väggkant.
- Ventilationsintag på byggnader inom 75 meter från väggkant placeras mot en trygg sida eller på tak.
- Central nödavsängning av ventilation i hotell, skolor, förskolor och publika lokaler inom 75 meter.
När det gäller bostäder finns ingen personal på plats som kan ha ansvaret för att aktivera funktionen. Åtgärden blir därför verkningslös och bedöms inte tillföra ytterligare säkerhet.
- Byggnader som ligger exponerat mot aktuella vägar inom 75 meter (bostäder, förskola, skola, idrott, vårdboende, hotell) respektive 40 meter (kontor, båtupplag) ska förses med möjlighet att utrymma mot en trygg sida.
- Fasader som vetter direkt mot aktuella vägar inom 75 meter (bostäder, förskola, skola, idrott, vårdboende, hotell) respektive 40 meter (kontor, båtupplag) ska utföras så att de förhindrar brandspridning in i byggnad vid olycka med brännbar gas under den tid det tar att utrymma (minst 30 minuter):
 - o Väggar ska utföras i obrännbart material eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning avseende täthet och isolering.
 - o Fönster utförs i lägst laminerat glas.
 - o Fönster och glaspartier inom 30 meter utförs i brandteknisk klass EW 30.
- Svårutrymd och känslig verksamhet (t ex förskola, äldreboende) bör inte placeras närmare båtupplag än 20 meter med hänsyn till risken för brandspridning. Bostäder kan placeras inom 20 meter men ska då utföras enligt följande:
 - o Fasader och fönster ska utföras i lägst brandteknisk klass EI 30

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

6.3.1 Åtgärdernas riskreducerande effekt

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

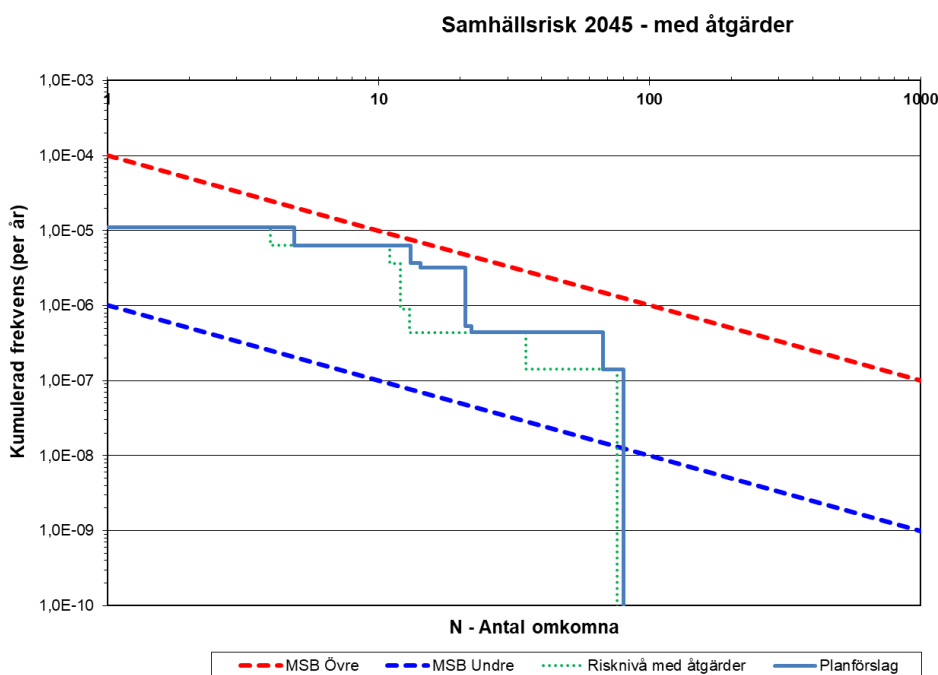
- Begränsning av sannolikheten för att personer utsätts för en förhöjd risknivå under längre tidsperioder genom att tillgodose skyddsavstånd till ny bebyggelse samt områden med stadigvarande vistelse utomhus.
- Begränsning av möjligheten för att oskyddade personer skadas utomhus inom områden med förhöjd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

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

I figur 6.1 redovisas en uppskattning av föreslagna åtgärders riskreducerande effekt. Som underlag till beräkningarna har följande grova antagen gjorts avseende den riskreducerande effekten:

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

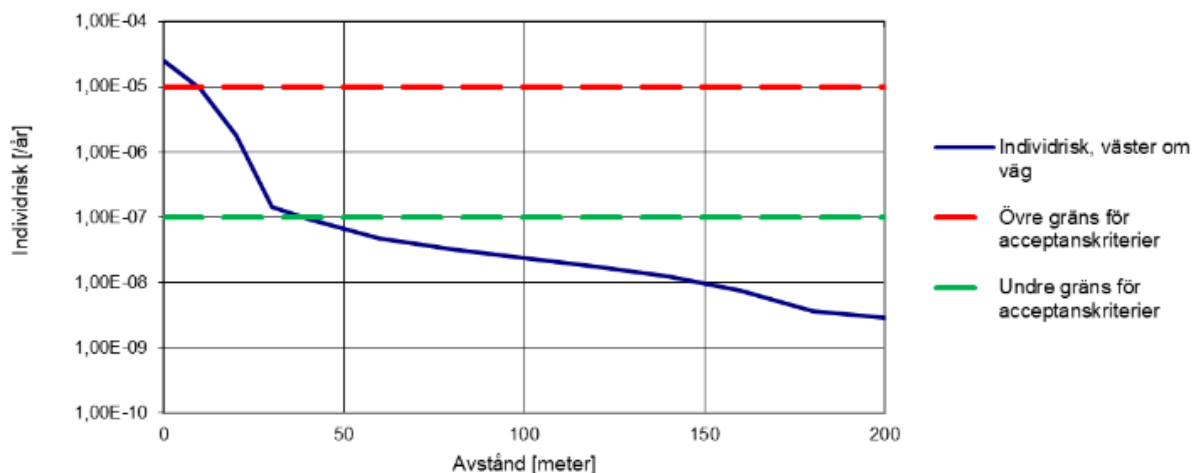
Notera att effekten av brandskyddande åtgärder inte är 100 %. Det innebär att höjd tas för att ett eventuellt övertryck från en gasmolnexplosion kan skada fönster så att skyddet mot värmestrålning försvinner eller försämras.



Figur 6.1. Samhällsrisk med åtgärder.

Föreslagna åtgärder innebär en riskreduktion jämfört med om inga åtgärder vidtas.

Utöver åtgärder som vidtas inom planområdet finns även åtgärder redovisade i vägplanen för Tvärförbindelse Södertörn. Dessa åtgärder omfattar för den aktuella sträckan dike i kombination med vägräcke. Den av Trafikverket beräknade riskreducerande effekten avseende individrisk redovisas i figur 6.2.



Figur 6.2. Resultat av individriskberäkningar med åtgärder som föreslås i vägplan /10/.

Den beräknade risknivån visar på oacceptabla nivåer upp till 20 meter från huvudkörbanan och risknivå inom ALARP upp till 40 meter från vägen. Inom den oacceptabla zonen planeras ingen stadigvarande vistelse inom det aktuella planområdet. Trafikverkets åtgärder har inte beaktats i de riskberäkningar som är genomförda för detaljplanen.

I kombination med de åtgärder som Trafikverket föreslår och de åtgärder som föreslås i denna riskanalys är bedömningen att de föreslagna åtgärderna har en tillräckligt riskreducerande effekt och att planförslagen kan genomföras enligt studerat förslag.

7. Slutsats

Utifrån genomförd analys konstateras att risknivån utmed E4/E20 Södertäljevägen är relativt hög. En framtida ramp som ansluter Tvärförbindelse Södertörn med E4/E20 innebär också en betydande riskpåverkan inom planområdet. Bebyggelsen planeras dock så att den mest frekventa typen av olyckor (pölbrand) inte medför någon påverkan på bebyggelsen. Störst bidrag till risknivån bedöms scenarier med gasmolnsexplosion ha. Risknivån är också sådan att åtgärder för att sänka risknivån är nödvändiga.

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

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

8. Bilagor

BILAGA A – Frekvensberäkningar

BILAGA B – Konsekvensberäkningar

BILAGA C – Riskberäkningar

9. Referenser

- /1/ Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Fakta 2016:4, Länsstyrelsen Stockholm, 2016-04-11
- /2/ Brandsyn i hamnar och på uppläggningsplatser för fritidsbåtar, Statens Brandnämnd 1983
- /3/ Tvärförbindelse Södertörn, trafikverket.se, besökt: 2023-05-02
- /4/ Väg 259 Tvärförbindelse Södertörn, vägplan fastställelsehandling, Trafikverket, 2021-07-09
- /5/ Årsmedelsdygnstrafik från stickprov och helårsmätning, i form av tabeller, med hjälp av vägtrafikflödeskarta, Statistik från Trafikverkets hemsida www.trafikverket.se, uppgifter hämtade 2021-05-28
- /6/ 01FS 2014:12 – Länsstyrelsens i Stockholms län sammanställning över vägar och vissa lokala trafikföreskrifter inom Stockholms län; (dnr 2581-1962-2014), mars 2014
- /7/ Analyser av transporter med farligt gods, mätningar utförda i Stockholm under maj och oktober 2015, WSP, 2016-0427
- /8/ Statistikrapporter från Trafikanalys: Lastbilstrafik 2014 (Rapportnr. 2015:21), Lastbilstrafik 2015 (Rapportnr. 2016:27), Lastbilstrafik 2016 (Rapportnr. 2017:14), Lastbilstrafik 2017 (Rapportnr. 2018:13), Lastbilstrafik 2018 (Rapportnr. 2019:13)
- /9/ Kartläggning av farligt godstransporter september 2006, Statens Räddningsverket, 2007 (www.msb.se)
- /10/ Väg 259 Tvärförbindelse Södertörn, PM Olycksrisk farligt godstransporter på ytvägnätet, Vägplan, Trafikverket, 2020-06-17
- /11/ Medlemsinformation, www.huddingebatkлубb.se, besökt 2018-03-23
- /12/ ADR-S 2023 – Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2023:3, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2022
- /13/ Brandskydd i samband med landförvaring av fritidsbåtar, Holmgren & Lundblad, Report 5295, Lund 2009
- /14/ Farligt gods – Riskbedömning vid transport, Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg, Räddningsverket 1996
- /15/ Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps informationsbank, RIB Xm, 2009
- /16/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997

Bilaga A - Frekvensberäkningar**Uppdragsnamn**

Vårby Udde

Uppdragsgivare

Magnolia Produktion

Uppdragsnummer

501631

Datum

2023-06-29

Handläggare

Rosie Kvål

Egenkontroll

RKL 2023-06-29

Internkontroll

LSS 2019-04-01

1. Inledning

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

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

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

Beräkningarna kommer att utgå från trafik och transporter med farligt gods på E4/E20 och förutsätts motsvara trafiken på Tvärförbindelse Södertörns ramp. Detta är dock sannolikt att räkna i överkant.

2. Indata

2.1 Allmänt – E4/E20 Södertäljevägen

Studerade planområden angränsar mot E4/E20 Södertäljevägen längs ca 500 meter. På den aktuella sträckan utgörs vägen idag av tre filer i vardera riktningen samt av- och påfartsfiler. I samband med utbyggnaden av Tvärförbindelse Södertörn planeras en anslutande fil mellan tvärförbindelsen och E4 södergående utmed planområdet.

Tillåten maxhastighet på E4/E20 är 80 km/h. Hastigheten planeras att höjas till 90 km/tim.

2.1.1 Trafik

Enligt Trafikverkets prognos för 2045 blir trafiken med Tvärförbindelse Södertörn ca 177 000 fordon totalt per dygn öster om Vårby Udde och 155 000 fordon per dygn väster om Vårby Udde. Den tunga trafiken prognosticeras till 11–13 %. Dagens trafik utgörs av ca 110 000 – 126 000 fordon per dygn.

Underlag till beräkningarna utgörs av trafiksiffror som Trafikverket använder i sin vägplan och som omfattar 155 000 fordon per dygn i båda köriktningarna samt en tung trafik som utgör 10–11 % av den totala trafiken.

2.1.2 Transport av farligt gods

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

De primära vägarna bildar stommen i det rekommenderade vägnätet och ska användas för genomfartstransporter. Normalt finns inga restriktioner kring vilka farligt godsklasser som är tillåtna att transporteras på vägen. Frekvensberäkningarna kommer enligt resonemang i huvudrapporten (avsnitt 3.3.3) att utgå från den kartläggning som Trafikverket genomfört i arbetet med vägplanen för Tvärförbindelse Södertörn.

Enligt kartläggningen utgör farligt godstransporter i genomsnitt ca 2 % av det totala antalet lastbilstransporter. För den aktuella vägsträckan motsvarar detta ca 118 800 transporter med farligt gods per år 2045 med Tvärförbindelse Södertörns anslutning.

I tabell A.1 redovisas fördelningen på respektive farligt godsklass.

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

Klass	Andel	Uppskattat antal farligt godstransporter	
		Idag	2045
1. Explosiva ämnen och föremål	6,5%	5480	7722
2. Gaser	52,8%	44 518	62 730
3. Brandfarliga vätskor	32,6%	27 487	38 731
4. Brandfarliga fasta ämnen	0,5%	422	594
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	0,7%	590	832
6. Giftiga ämnen	0,4%	337	475
7. Radioaktiva ämnen	0,0%	0	0
8. Frätande ämnen	3,7%	3120	4396
9. Övriga farliga ämnen och föremål	2,8%	2361	3327
Totalt		84 315	118 808

3. Beräkningar Trafikolycka

I detta avsnitt beräknas frekvensen för trafikolycka på den aktuella vägsträckan där denna passerar planområdet. Avsnittet behandlar först skadescenariot trafikolycka, där resultatet sedan nyttjas för frekvensberäkningar för scenarier förknippade med transporter av farligt gods.

Frekvensberäkningarna utförs utifrån den metodik som presenteras i MSB:s rapport "Farligt gods – riskbedömning vid transport" /1/.

Beräkningarna utgår från den indata som redovisas i avsnitt 2.1 avseende faktorerna:

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

/1/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

3.1 Trafikolycka allmänt

Vid beräkning av frekvensen för en trafikolycka på den aktuella vägsträckan används schablonolyckskvot för aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning vilket ger en olyckskvot på 0,6 trafikolyckor per 10⁶ fordonskilometer /1/.

Vid beräkning av antal förväntade fordonsolyckor används följande ekvation:

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

Där det totala trafikarbetet per år beräknas enligt följande:

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

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

Tabell A. 2. Beräknad frekvens för trafikolycka. Dagens trafik samt prognosår 2045.

Scenario	Olycksfrekvens (per år)	
	idag	2045
Trafikolycka totalt	24,1	33,9

3.1.1 Fordonsbrand

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

Under åren 1994–1999 rapporterades årligen i genomsnitt 64,7 fordonsbränder i Sverige vid polisrapporterade vägtrafikolyckor till Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS) /2/. Under motsvarande år rapporterades ca 15 700 trafikolyckor med personskada per år /3/. Utifrån detta så uppskattas sannolikheten för brand i fordon vid olycka till ca 0,4 % (64,7 / 15 700). Detta bedöms vara ett konservativt antagande då de polisrapporterade olyckorna med personskador inte utgör samtliga olyckor som kan leda till fordonsbrand.

3.2 Trafikolycka med farligt gods

Den förväntade frekvensen för en trafikolycka där farligt godstransport är inblandad beräknas utifrån följande ekvation /1/:

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

- där
- X = Andelen transporter skyltade med farligt gods (antal farligt godstransporter delat med totalt antal fordon)
 - Y = Andelen singelolyckor på vägdelen (antaget 30 % för aktuell vägsträcka /1/)

/2/ Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS), uppgifter erhållna av Arne Land, Statens Väg- och Transportforskningsinstitut 2003-05-27

/3/ Vägtrafikskador 2004, Statens institut för kommunikationsanalys (SIKA), Rapport 2005:14, 2005

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

I tabell A.3 redovisas den förväntade frekvensen för trafikolycka med farligt gods.

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

Scenario	Andel	Olycka med farligt godstransport (per år)	
		Idag	2045
klass 1	6,5%	5,6E-03	7,9E-03
Klass 2	52,8%	4,5E-02	6,4E-02
klass 3	32,6%	2,8E-02	3,9E-02
klass 4	0,5%	4,3E-04	6,1E-04
klass 5	0,7%	6,0E-04	8,5E-04
klass 6	0,4%	3,4E-04	4,8E-04
klass 7	0,0%	0,0E+00	0,0E+00
klass 8	3,7%	3,2E-03	4,5E-03
klass 9	2,8%	2,4E-03	3,4E-03
Totalt		8,6E-02	1,2E-01

3.2.1 Klass 1. Explosiva ämnen

Explosiva ämnen och föremål är uppdelad i flera olika undergrupper (riskgrupper) utifrån risk för bl.a. brand, massexplosion, splitter och kaststycken. Enligt ADR-S är det enbart ämnen ur klass 1.1 som innebär risk för massexplosion som påverkar så gott som hela lasten praktiskt taget samtidigt /4/. Med avseende på olycksrisker som kan påverka personsäkerheten inom det aktuella planområdet bedöms det enbart vara en explosion med ämnen ur riskgrupp 1.1 som är aktuella att studera. Det antas dock konservativt att alla transporter med klass 1 utgörs av riskgrupp 1.1.

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

Transportmängden och antalet transporter av massexplosiva ämnen har uppskattats utifrån en separat utredning som upprättades inom projektet med överdäckningen av Norra Stationsområdet /5/. Denna kartläggning beaktar uppgifter från bl.a. Räddningsverket (numera MSB), Polisen samt transportörer i Stockholms län.

- Enligt uppgifter från MSB utgörs ca 80–90 % av transporter med explosivämnen av ämnen ur klass 1.1. Klass 1.3 och 1.4 står för ca 5–10 % och övriga klasser transporteras i stort sett inte alls. I de fortsatta beräkningarna antas det konservativt att samtliga transporter rymmer klass 1.1.
- Enligt uppgifter från MSB utgör enbart 0,5 % av transportererna med klass 1.1 i Stockholmsregionen s.k. transitttransporter (genomfart) medan resterande transporter till avsnämmande inom länet. Transitttransporterna rymmer troligtvis maximala transportmängder,

/4/ ADR-S – Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2012:6, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2012

/5/ Samrådsunderlag avseende omledningsvägnät för explosiva ADR-S transporter – Intunnling av Norra Station, WSP, 2008-11-14

d.v.s. 16 ton massexplivämnen per transport. Resterande transporter transporteras till användare inom länet och rymmer troligtvis mindre mängder explosivämnen.

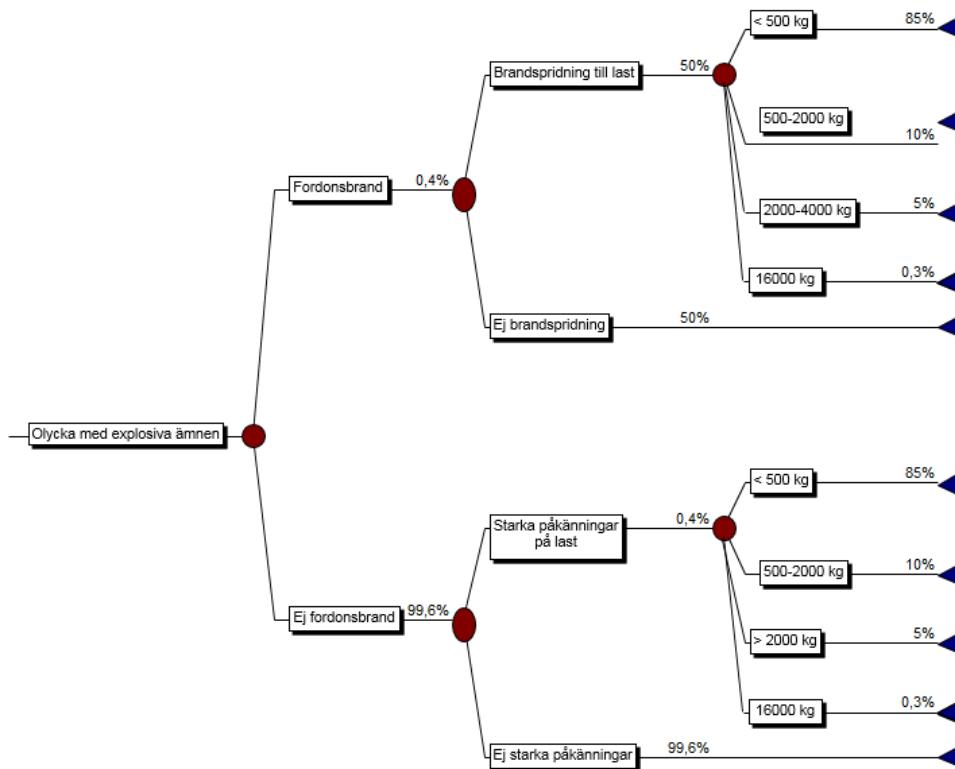
- Utifrån de uppgifter som erhållits i kartläggningen som utförts i projektet Norra Stationsområdet har följande fördelning antagits mellan olika transportmängder på E4/E20 Södertäljevägen:
 - <500 kg/transport: ca 85 %
 - 500 – 2 000 kg /transport: ca 10 %
 - > 2 000 kg / transport: ca 5 %
 - 16 000 kg / transport: ca 0,3 %

Vid en olycka med transport av ämnen ur riskgrupp 1.1. kan en massexlosion uppstå antingen till följd av stora påkänningar eller till följd av brand som sprids till lasten. Ämnen ur riskgrupp 1.1 får enbart transporteras i fordon som uppfyller krav för s.k. EX/II- eller EX/III-fordon, vilket innebär krav på utförandet av elektronik, bromsar och förebyggande åtgärder mot brandrisker/4, 6/. Det finns även regler för förpackning etc. Detta bedöms medföra en mycket låg sannolikhet för detonation:

- Sannolikheten för att fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna uppskattas enligt tidigare till ca 0,4 % (se avsnitt 3.1.1). Krav på utförandet av EX/II- och EX/III-fordon innebär att sannolikheten för brandspridning till det explosiva ämnet bedöms vara låg. Sannolikheten för detonation (och mycket grovt massexlosion) till följd av fordonsbrand som sprider sig till lasten uppskattas grovt till 50 %.
- Sannolikheten för detonation till följd av stora påkänningar vid trafikolycka uppskattas vara mycket låg. Det finns idag ingen känd forskning kring hur stor kraft som behövs för att initiera detonation av det fraktade godset vid en trafikolycka. Med hänsyn till kraven på transportfordon för massexplivämnen som bl.a. avser utformning som innebär att energin vid en kollision ska tas upp av olika energiabsorberande zoner så bedöms sannolikheten för att en trafikolycka innebär så omfattande krafter på lasten att det leder till detonation inte vara större än sannolikheten för att ett fordon börjar brinna vid en trafikolycka, d.v.s. 0,4 %.

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

/6/ Konsekvenser vid explosioner – kompendium framtaget i samband med FOA:s kurs explosivämneskunskap, FOA, Rickard Forsén 1999-09-03 (Bearbetat av Stefan Olsson 2001-09-16)



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

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

Scenario	Frekvens (per år)	
	Idag	2045
Trafikolycka med explosivämne (klass 1)	5,6E-03	7,9E-03
Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)		
<500 kg		
- P.g.a. fordonsbrand	9,5E-06	1,3E-05
- P.g.a. starka påkänningar	1,9E-05	2,7E-05
- Totalt	2,8E-05	4,0E-05
500–2000 kg		
- P.g.a. fordonsbrand		
- P.g.a. starka påkänningar	1,1E-06	1,6E-06
- Totalt	2,2E-06	3,1E-06
2000–4000 kg		
- P.g.a. fordonsbrand		
- P.g.a. starka påkänningar		
- Totalt	5,6E-07	7,9E-07
16 000 kg		
- P.g.a. fordonsbrand	1,7E-06	2,4E-06
- P.g.a. starka påkänningar		
- Totalt		

3.2.2 Klass 2. Gaser

Gaser (klass 2) delas in i följande undergrupper:

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

Studerad statistik från Trafikverket redovisar ej fördelningen mellan undergrupperna. I MSB:s kartläggning från september månad 2006 redovisas däremot klass 2 uppdelad i de tre undergrupperna /7/. Enligt denna kartläggning består den största andelen (71 %) av icke giftiga och icke brännbara gaser (klass 2.2) på E4/E20, ca 30 % utgjordes av brännbara gaser (klass 2.1). Giftiga gaser (klass 2.3) transporteras i <1 % av transportererna med gaser. Denna fördelning gäller relativt generellt för vägar i Stockholmsregionen. I de fortsatta beräkningarna så kommer denna fördelning för att antas för gastransporter på det studerade vägavsnittet. En stor andel av de brännbara gaserna utgörs enligt Trafikverket av LNG som transporteras från Norviks hamn och AGA:s LNG-terminal i Nynäshamn.

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

Det antas grovt att samtliga gastransporter på den aktuella vägsträckan utgörs av tankbilar. Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för läckage till följd av en trafikolycka med farligt godstransport antas vara 13 % (Index för farligt godsolyckor) /1/. Gaser transporteras dock i regel under tryck i tankar med större tjocklek, vilket innebär högre tålighet. Erfarenheter från utländska studier visar på att sannolikheten för utsläpp av det transporterade godset då sänks till 1/30 /1/. Sannolikheten för läckage av gas blir då $13\% \cdot 1/30 = 0,4\%$.

Givet läckage antas fördelningen mellan olika läckagestorlekar till följande i enlighet med /1/:

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

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

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

/7/ Kartläggning av farligt gods på väg under september månad 2006, Räddningsverket 2007 (www.msb.se)

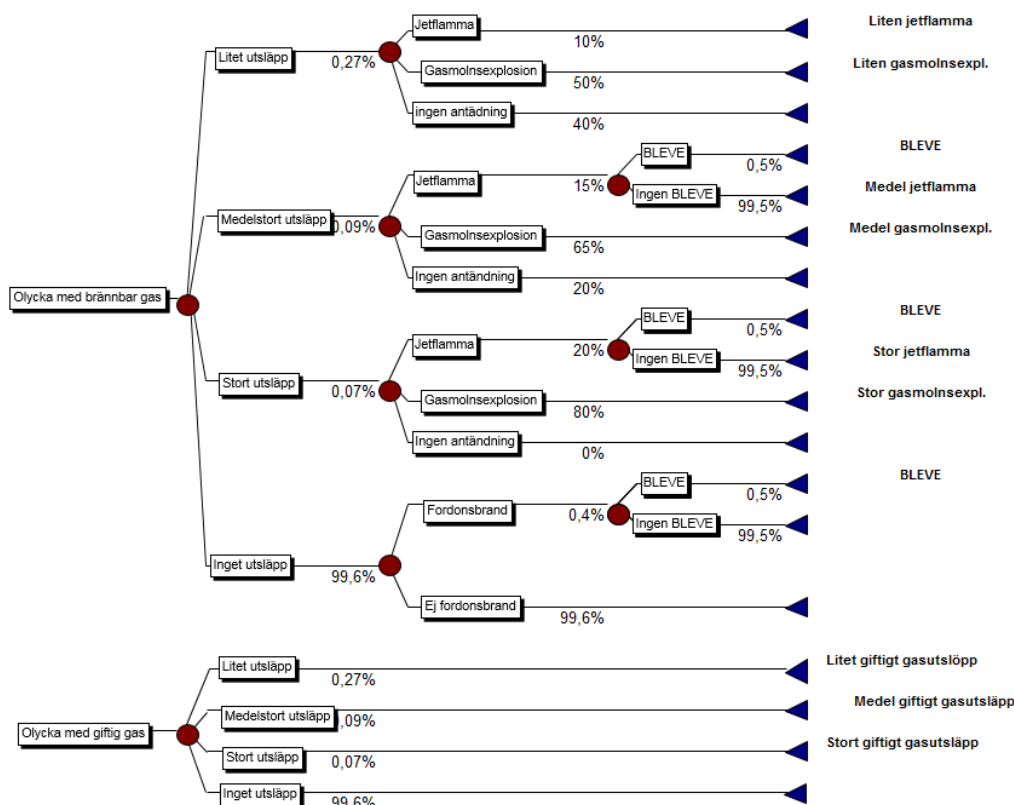
Beroende på utsläppsstorleken varierar sannolikheten för direkt respektive fördröjd antändning. För utsläpp vid trafikolycka finns fördelningsstatistik /8/:

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

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

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

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



Figur A. 2. Händelsetråd olycka med transport av gas (klass 2).
Överst: Klass 2.1. Brännbar gas. Underst: Klass 2.3. Giftig gas

/8/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993

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

Scenario	Frekvens (per år)	
	Idag	2045
Trafikolycka med gas	4,5E-02	6,4E-02
Olycka med klass 2.1	1,3E-02	1,9E-02
Liten jetflamma	3,6E-06	5,0E-06
Liten gasmolnsexplosion	1,8E-05	2,5E-05
Medelstor jetflamma	1,8E-06	2,5E-06
Medelstor gasmolnsexplosion	7,7E-06	1,1E-05
Stor jetflamma	1,9E-06	2,7E-06
Stor gasmolnsexplosion	7,6E-06	1,1E-05
BLEVE		
- P.g.a. jetflamma riktad mot oskadad tank	1,8E-08	2,6E-08
- P.g.a. fordonsbrand under oskadad tank	2,6E-07	3,7E-07
- Totalt	2,8E-07	4,0E-07
Olycka med klass 2.3	4,5E-04	6,4E-04
Litet utsläpp giftig gas	1,2E-06	1,7E-06
Medelstort utsläpp giftig gas	4,1E-07	5,8E-07
Stort utsläpp giftig gas	3,3E-07	4,6E-07

3.2.3 Klass 3. Brandfarliga vätskor

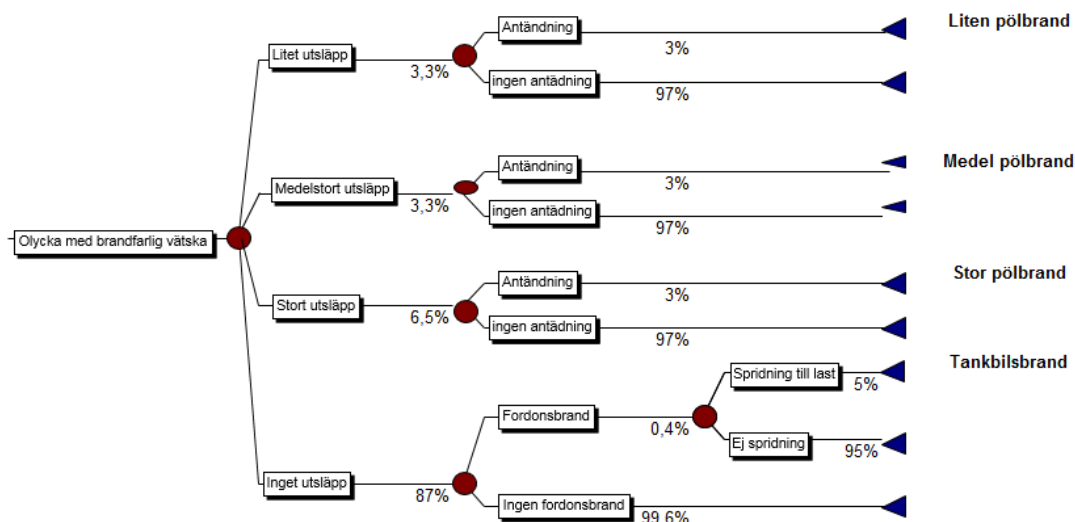
En mycket hög andel av de brandfarliga vätskor som transporteras uppskattas vara petroleumprodukter, d.v.s. transporter av bensin och diesel till bl.a. bensinstationer. I de fortsatta beräkningarna så antas det konservativt att samtliga väsketransporter rymmer klass 1-vätskor, d.v.s. vätskorna har en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

Sannolikheten för att en trafikolycka med farligt godstransport inblandad där ämnet transporteras i tunnväggig tank leder till läckage uppskattas vara 13 % /1/. Det uppskattas att en stor andel av transportererna utgörs av tankbil med släp, vilket för tunnväggiga tankar innebär att sannolikhetsfördelningen mellan litet, medelstort och stort utsläpp är 25 %, 25 % respektive 50 % /1/.

Sannolikheten klass 1-vätskor antänds vid utsläpp till följd av en trafikolycka antas vara ca 3 % /1, 8/ oberoende av utsläppsstorleken.

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

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



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

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

Scenario	Frekvens (per år)	
	Idag	2045
Trafikolycka med brandfarlig vätska (klass 3)	2,8E-02	3,9E-02
Liten pölbrand	2,7E-05	3,8E-05
Medelstor pölbrand	2,7E-05	3,8E-05
Stor pölbrand	5,5E-05	7,7E-05
Tankbilsbrand	4,9E-06	6,9E-06

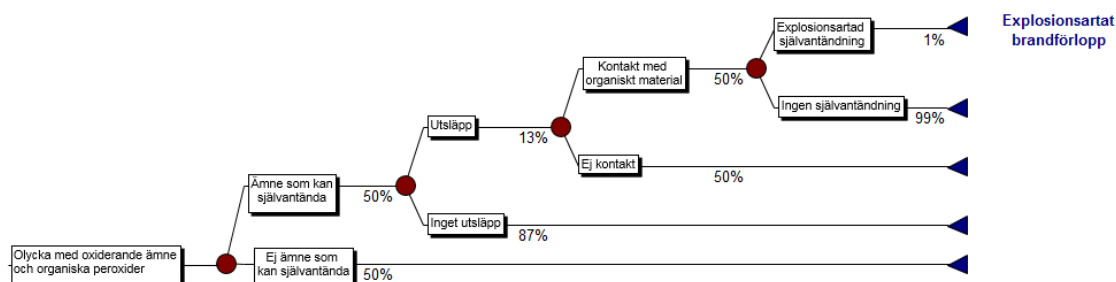
3.2.4 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

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

Enligt ADR-S/4/ är det inte tillåtet att transportera ej stabiliserade (d.v.s. utan flegmatiseringsmedel) väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid på väg. Det är inte heller tillåtet att transportera ammoniumnitrat med mer än 0,2 % brännbara ämnen (inklusive alla organiska ämnen som kolekvivalent), utom när det utgör beståndsdel i ett ämne eller föremål i klass 1 (explosiva ämnen).

Det antas grovt att 50 % av den totala mängden klass 5 som transporteras på vägen utgör ämnen som kan självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material. Oxiderande ämnen och organiska peroxider transporteras i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage är då 13 % /1/. Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska komma i kontakt med brännbart material bedöms vara relativt hög (antaget 50 %). Ovanstående resonemang kring förbud och stabilisering innebär dock att sannolikheten för ett explosionsartat brandförlopp bedöms vara lägre än 1 %. Detta antagande gäller både för oxiderande ämnen och organiska peroxider.

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



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

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

Scenario	Frekvens (per år)	
	Idag	2045
Trafikolycka med oxiderande ämne (klass 5)	6,0E-04	8,5E-04
Explosionsartat brandförlopp vid självantändning	2,0E-07	2,8E-07

4. Känslighetsanalys

4.1 Förändrat transportantal

Med hänsyn till osäkerheter i det statistiska underlaget upprättas en känslighetsanalys som beaktar förändringar i antalet transporter av farligt gods. I detta avsnitt genomförs frekvensberäkningar för olycka med farligt gods enligt motsvarande metodik som i avsnitten ovan, men där antalet transporter har antagits öka med en **faktor 2** i förhållande till de uppskattade transportmängderna **år 2045**, se tabell A.8. Resultaten av känslighetsanalysen redovisas i huvudrapporten samt i bilaga C.

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

Scenario	Olycka med farligt gods		
	Andel	År 2045	KA (faktor 2)
Klass 1	6,5%	7,9E-03	1,6E-02
Klass 2	52,8%	6,4E-02	1,3E-01
Klass 3	32,6%	3,9E-02	7,9E-02
Klass 4	0,5%	6,1E-04	1,2E-03
Klass 5	0,7%	8,5E-04	1,7E-03
Klass 6	0,4%	4,8E-04	9,7E-04
Klass 7	0,0%	0,0E+00	0,0E+00
Klass 8	3,7%	4,5E-03	9,0E-03
Klass 9	2,8%	3,4E-03	6,8E-03
Totalt		1,2E-01	2,4E-01

Bilaga B - Konsekvensberäkningar

Uppdragsnamn					
Vårby Udde					
Uppdragsgivare	Uppdragsnummer	Datum			
Magnolia Produktion	501631	2023-06-29			
Handläggare	Egenkontroll	Internkontroll			
Rosie Kvål	RKL 2023-06-29	LSS 2019-04-01			

1. Inledning

1.1 Allmänt

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

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

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

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

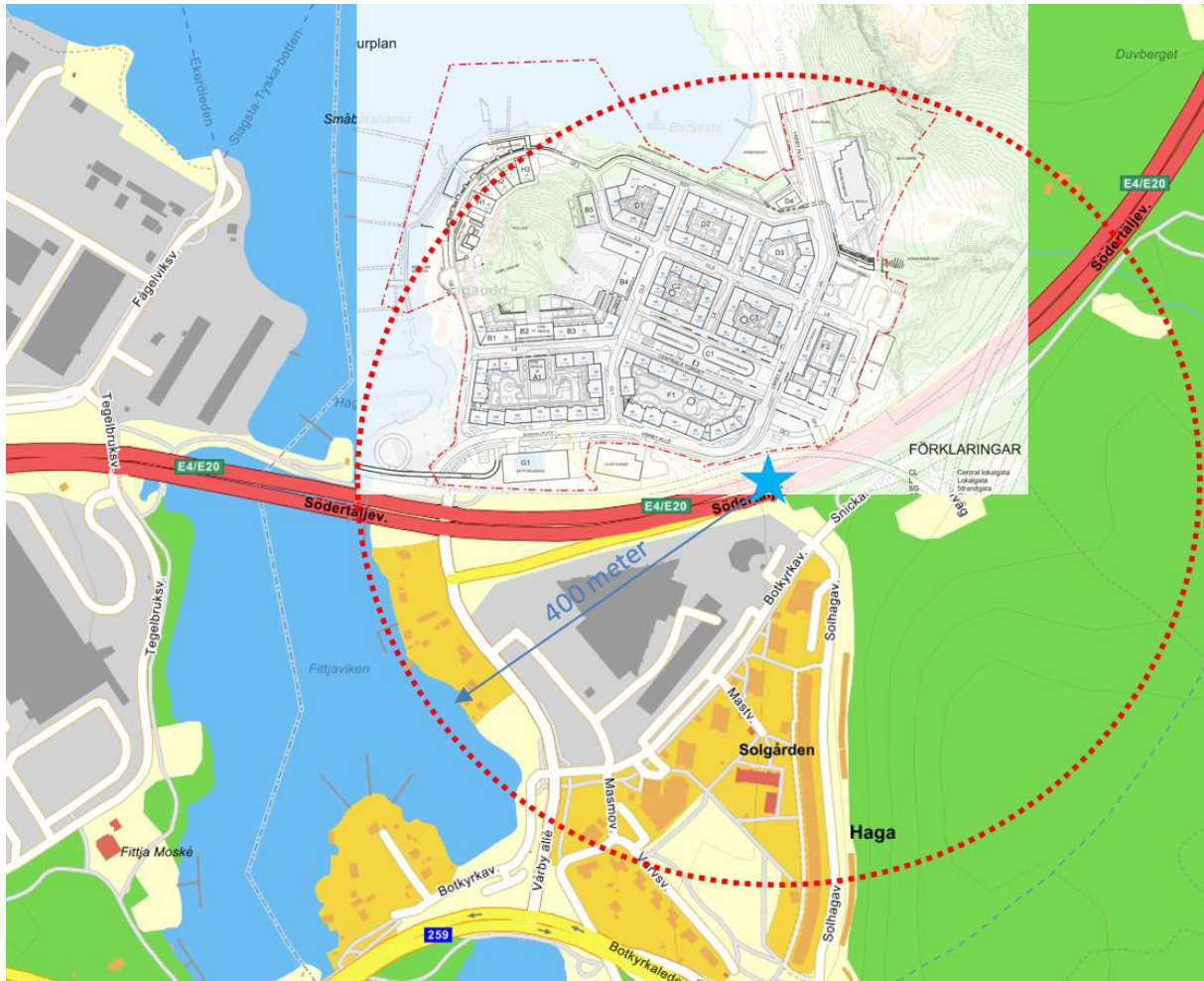
I riskanalysen används riskmåttan **individrisk** och **samhällsrisk**. Med hänsyn till detta består konsekvensberäkningarna av beräkning av skadeavstånd/-område respektive beräkning/bedömning av antal omkomna till följd av respektive olycksrisk.

1.2 Förutsättningar

Analysen omfattar studerat planområde norr om E4/E20 Södertäljevägen och i enlighet med beskrivning i huvudrapporten.

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

- Det område som kommer att studeras omfattar både aktuellt planområde samt omgivande områden. Konsekvenserna kommer att beräknas för det planerade utförandealternativet (med planerad ny bebyggelse) samt nollalternativet (utan planerad bebyggelse).
- Frekvensberäkningarna i bilaga A omfattar en 1 km lång sträcka, men konsekvensberäkningarna kommer att avgränsas till att studera respektive olycksscenario där det innebär så stora konsekvenser som möjligt för det studerade planområdet, vilket innebär mitt för planområdet. Det område som studeras avseende konsekvenser omfattar ca 400 meters radie kring vald olycksplats.



Figur B. 1. Planområdet för Vårby Udde (med situationsplan inlagd) inklusive omgivningarna.

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

1.2.1 Befintliga förhållanden inom studerat område

Inom planområdet bedrev tidigare Spendrups bryggeriverksamhet. Verksamheten är nu nedlagd och byggnaden riven. Inom området finns bland annat även en färgbutik och en båtklubb. I den norra delen finns en badplats. Området upptas även av naturmark i norr, nordväst och öst. I figur B.2 redovisas befintliga verksamheter inom området.

Inom området uppskattas maximalt 200 personer vistas i nuläget.



Figur B.2. Planområdet idag (källa bakgrundsbild: eniro.se).

1.2.2 Planerad bebyggelse inom studerat område

Inom planområdet planeras i huvudsak bostäder, men även kontor, båtförvaring, skola och förskolor planeras. För en utökad beskrivning se huvudrapporten.



Figur B.3. Strukturplan Vårby Udde (Arkitema).

1.2.3 Kringliggande bebyggelse

Omgivande områden består till stor del av naturmark. Bebyggda områden finns framförallt söder om E4/E20. Bebyggelsen består av bland annat av kontor, handel och bostäder.

I figur B.3 redovisas omgivande verksamheter.



Figur B.3. Omgivning söder om E4/E20 (källa bakgrundsbild: eniro.se).

1.2.4 Sammanställning

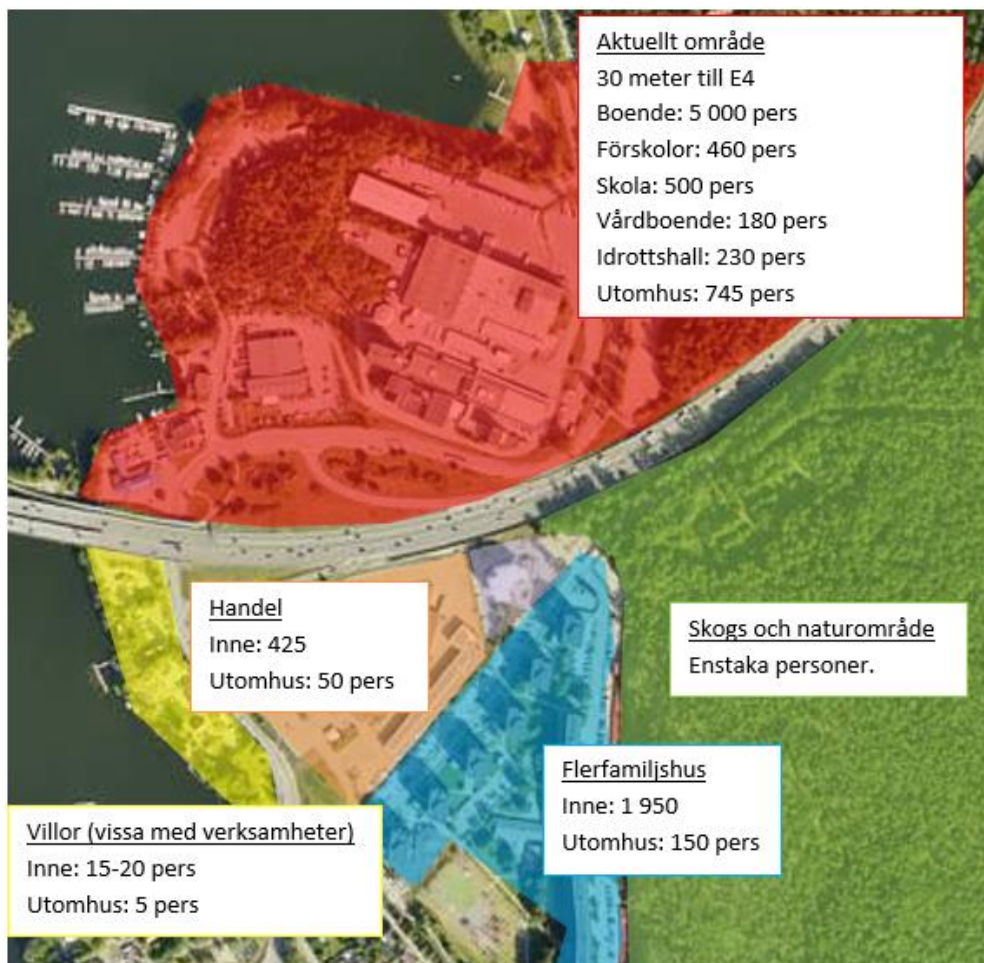
För att kunna bedöma hur stort antal personer som befinner sig inom skadeområde för respektive skadescenario så görs grova uppskattningar inom det studerade området. I figur B.4 redovisas de uppskattade personantalet och annan information som används som underlag i beräkningarna.

Personantalet inom det studerade området uppskattas grovt utifrån följande förutsättningar:

1. Det antas bo 2,5 personer per lägenhet.
2. Genomsnittlig persontäthet inom flerbostadshus och vårdboende uppskattas grovt till ca 0,033 personer per m² BTA (1 person per 30 m², i ytan ingår även allmänna ytor och teknikytor).
3. På vårdboende förutsätts 5 personal per avdelning.
4. Kontor antas ha en persontäthet på 0,05 personer per m² (1 person per 20 m²).
5. Förskolor förutsätts ha 20 barn samt 3 personal per avdelning.
6. I idrottshallar sätts persontätheten till 0,15 person per kvadratmeter.
7. Genomsnittlig persontäthet utomhus inom bebyggda områden uppskattas grovt till ca 0,005 personer per m² (50 person per hektar). Persontätheten i större skogsområden anses vara försumbar.
8. I en enfamiljsbostad förutsätts 4 personer bo.

9. Handel och restaurang bedöms ha en genomsnittlig persontäthet på 0,05 personer per kvm.
10. Persontätheten inom aktuell bebyggelse bedöms vara som störst kvällar, nätter morgnar och helger. Konsekvensberäkningarna utförs dock konservativt för ett scenario där maximalt personantal förväntas inom området, d.v.s. "beläggningen" ansätts till 100 %.

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



Figur B. 4. Aktuellt område inklusive omgivningen. Ungefärlig avgränsning av studerat område rödmarkerad. Personantalför planalternativet redovisas för ytor med olika verksamheter som ligger inom det område som studeras. Gränserna är ungefärliga.

2. Trafikolycka med farligt gods

2.1 Klass 1. Explosiva ämnen

2.1.1 Metodik

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

- 500 kg (transporter med < 500 kg)
- 2000 kg (transporter med 500–2000 kg)
- 4000 kg (transporter med > 2000 kg)
- 16 000 kg (transporter med 16 000 kg)

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

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

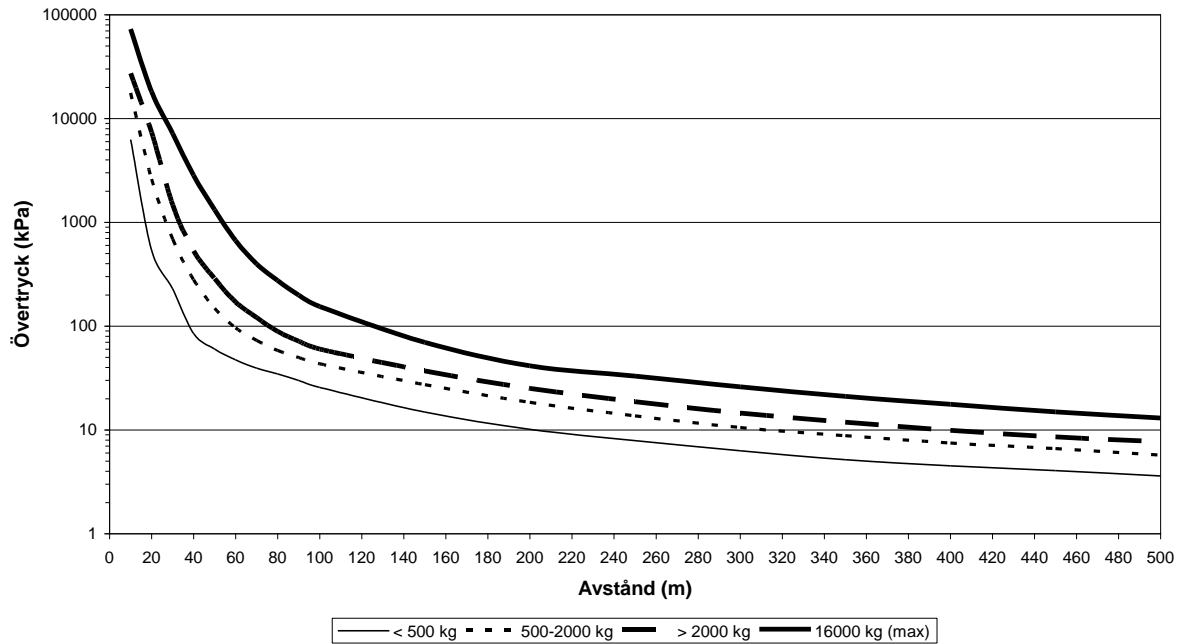
Konsekvensberäkningarna utgår från beräkningar av maximalt övertryck (P_+), impulstäthet (I_+) samt varaktighet (t_+) för de studerade explosionsscenarioerna. I figur B.5 och figur B.6 redovisas beräkningar avseende tryck respektive impulstäthet som en funktion av avståndet från explosionen. Respektive explosionsscenario förutsätts inträffa på eller nära marken, vilket för en detonation av X kg motsvarar en detonation av 1,8·X kg i fri luft. För byggnader beaktas tryck och impulstäthet som har beräknats med avseende på ett vinkelrätt tryckinfall. Det reflekterande trycket innebär högre infallande tryck och impulstäthet.

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

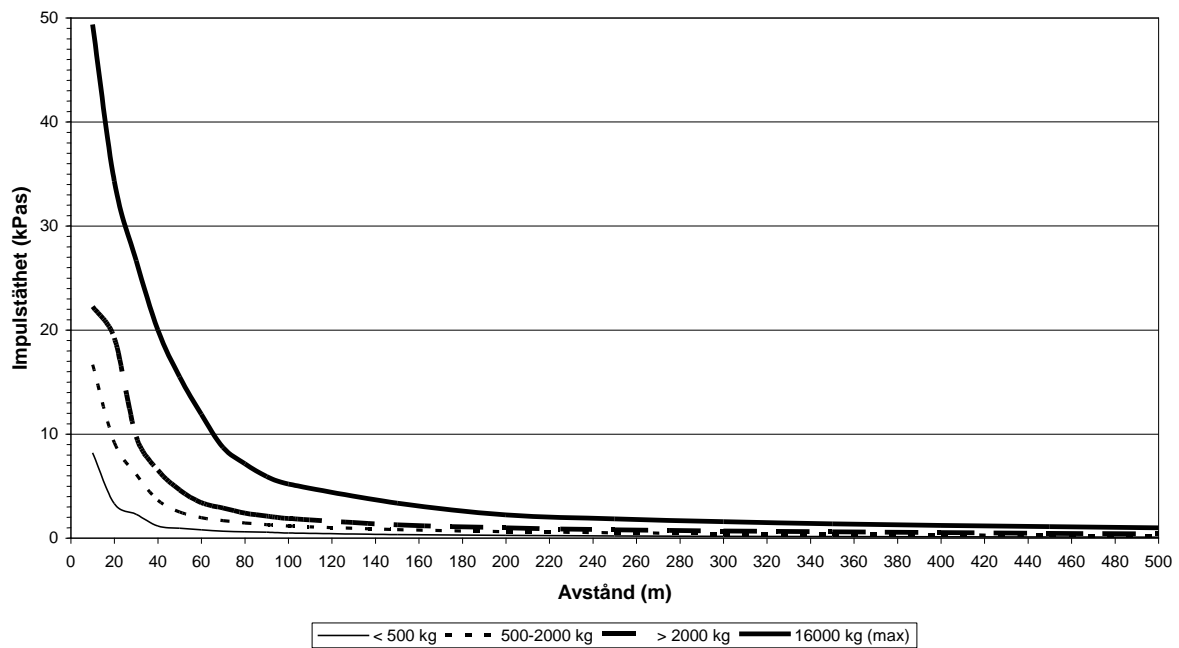
Explosionens varaktighet t_+ beräknas grovt enligt följande ekvation och blir samma oavsett infallande vinkel /1/:

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

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



Figur B. 5. Max övertryck som funktion av avståndet från explosion vid detonation av trotyl på eller nära mark vid vinkelrätt infall.



Figur B.6. Impulstäthet som funktion av avståndet från explosion vid detonation av trotyl på eller nära mark vid vinkelrätt infall.

2.1.2 Bedömningskriterier

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

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

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

De infallande tryck som redovisas i figur B.5 gäller för en punkt (byggnad eller människa) som är helt oskyddad mot riskkällan. Den första byggnaden reducerar med stor sannolikhet det infallande trycket mot bakomliggande byggnader relativt mycket. Det uppskattas grovt att den första byggnaden medför att trycket och impulstätheten mot nästföljande byggnad reduceras med ca 75 % i förhållande till vad som anges i figur B.5 respektive figur B.6. Detta beaktas i de fortsatta konsekvensberäkningarna avseende skadeområden och uppskattat antal omkomna.

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

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

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

Sannolikheten för att omkomma utomhus bedöms vara beroende av explosionslastens storlek. För de beräknade skadeavstånden som redovisas i avsnitt 1 uppskattas innebära följande sannolikhet för att omkomma:

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

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

2.1.3 Resultat

Utifrån beräkningarna av övertryck, impulstäthet och varaktighet bedöms huruvida olika byggnadsdelar rasar eller ej, som funktion av avståndet. Denna bedömning har resulterat i skadeavstånd för respektive skadescenario. I tabell B.2 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario.

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

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	
		Oskyddad bebyggelse	Skyddad bebyggelse
< 500 kg massexplosion	80 % <i>inomhus</i>	20	10
	15 % <i>inomhus</i>	70	30
	10 % <i>utomhus</i>	20	10
500–2 000 kg massexplosion	80 % <i>inomhus</i>	40	20
	15 % <i>inomhus</i>	200	60
	25 % <i>utomhus</i>	30	20
2 000–4 000 kg massexplosion	80 % <i>inomhus</i>	50	30
	15 % <i>inomhus</i>	200	80
	50 % <i>utomhus</i>	50	40
> 4 000 kg massexplosion	80 % <i>inomhus</i>	80	50
	15 % <i>inomhus</i>	300	150
	100 % <i>utomhus</i>	70	50

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

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

Skadescenario	Nollalternativ			Planförslag		
	<i>Inomhus</i>	<i>Utomhus</i>	Totalt	<i>Inomhus</i>	<i>Utomhus</i>	Totalt
< 500 kg massexplosion	0	0	0	0	0	0
2 000 kg massexplosion	1	0	1	5	0	5
4 000 kg massexplosion	3	0	3	13	0	13
16 000 kg massexplosion	17	0	17	78	2	80

2.2 Klass 2.1 Brännbara Gaser

2.2.1 Metodik

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

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

För ovanstående skadescenarier har utsläppssimuleringar gjorts med simuleringsprogrammet **Gasol** för att avgöra storleken på de områden inom vilka personer kan förväntas omkomma. Utsläppssimuleringarna har utförts för tankbil med ca 25 ton tryckkondenserad gas. Det antas grovt att samtliga transporter innehåller tryckkondenserad gasol. I tabell B.4 redovisas den indata som anges i **Gasol** med avseende på tankutformning, väder etc.

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

Faktor	Tankbil
Lagringstemperatur	15°C
Lagringstryck	7 bar övertryck vid 15°C
Tankdiameter	2,0 m
Tanklängd	18 m
Tankfyllnadsgrad	80 %
Tankens tomma vikt	50 000 kg
Designtryck	15 bar övertryck
Bristningstryck	4 x designtrycket
Lufttryck	760 mmHg
Väder	15°C, 50 % relativ fuktighet, dag och klart
Omgivning	Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)

Tidigare har beräkningarna från Gasol använts för samtliga transporter av brännbara gaser, utifrån antagandet att samtliga transporter innehåller tryckkondenserad gasol. I och med Trafikverkets antagande om att alla transporter med LNG från Nynäshamn kommer att köra via Tvärförbindelse Södertörn så förväntas en stor del av transportererna av brännbara gaser på den aktuella vägsträckan utgöra LNG-transporter (flytande metangas). Ett antagande om fördelning mellan 25 % gasol och 75 % LNG har gjorts som underlag till beräkningarna.

LNG transporteras i kryptotankar, d.v.s. den kondenseras genom kraftig nedkylning, vilket innebär att de vid ett utsläpp beter sig mycket annorlunda än en tryckkondenserad gas. Exempelvis kommer ett kontinuerligt utsläpp av LNG att först bilda en pöl som därefter förångas till ett gasmoln, istället för att en stor del av utsläppet förångas direkt när det kommer ut ur tanken (som gäller för tryckkondenserad gas). För utsläpp av LNG har kompletterande utsläppssimuleringar därför genomförts med programmet ALOHA v. 5.4.7. Utsläppssimuleringarna har utförts för tankbil med ca 22 ton LNG. Gasen håller en temperatur på -160°C och ett tryck på högst 10 bar. Skadescenarierna jetflamma respektive gasmolnsexplosion har simulerats för följande utsläppsstorlekar (utsläppsmängderna för gasol är baserade på dimensionerande utsläppsscenarier enligt /2/. Med hänsyn till skillnad i densitet (gasol: 582 kg/m^3 och LNG: 466 kg/m^3) har utsläppen omvandlats till motsvarande utsläppsvolymer för LNG:

		Gasol	LNG
• Litet utsläpp:	0,0002 m^3/s	0,09 kg/s	0,07 kg/s
• Medelstort utsläpp:	0,002 m^3/s	0,9 kg/s	0,7 kg/s
• Stort utsläpp:	0,03 m^3/s	17,8 kg/s	14,3 kg/s

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

Gasmolnsexplosioner är väldigt komplexa förlopp. Sannolikheten för uppkomst av övertryckseffekter styrs av flera faktorer såsom hur reaktiv gasen i fråga är, typ av utsläpp, väder, om det finns risk för inneslutning/delvis inneslutning, etc. Skadeområdena för gasmolnsexplosion är dessutom beroende av vindstyrkan, där skadeområdet blir större ju lägre vindstyrka. Även här antas det konservativt en relativt låg vindstyrka, ca 3 m/s.

Scenariot kan egentligen delas upp i två förlopp, gasmolnsbrand utan övertryck och gasmolnsbrand med övertryck. Fördelningen redovisas som 80 respektive 20 % av fallen i /2/.

2.2.2 Bedömningskriterier

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

När det gäller gasmolnsexplosion kan människor skadas till följd av värmestrålning. Skador på byggnader begränsas dock generellt till ytliga skador även om små sprickor har uppträtt i metallkonstruktioner /3/. Enligt samma källa kan 50 % av fönstren inom skadeområdet skadas vid ett övertryck på 50 mbar eller mer. Övertrycket i sig bedöms således inte medföra skador på människor inomhus. Skador till följd av hög värmestrålning genom fönster kan dock inte uteslutas.

Utomhus: I tabell B.5 redovisas skadeområden där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a-3:e gradens brännskada. Enligt /2/ är sannolikheten att omkomma vid 2:a gradens brännskador ca 15 %. Det uppskattas grovt att motsvarande för de som får 2a-3:e gradens brännskada är ca 50 %.

/3/ Transportation of Dangerous Goods, methods and tools for reducing the risks of accidents and terrorist attack, NATO Science for Peace and Security series – C: Environmental Security, 2010

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

2.2.3 Resultat

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

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

Vid tät bebyggelsestruktur så reducerar byggnaderna skadeavståndet och påverkan på bakomliggande byggnader relativt mycket. Planerad bebyggelse enligt avsnitt 1.2.2 bedöms reducera skadeavståndet (längden) för respektive scenario med upp till ca 40–50 % i förhållande till vad som redovisas i **Gasol** respektive **ALOHA**. I tabellen redovisas därför även skadeavstånden vid framförliggande skyddande bebyggelse. För skadescenarier med mindre skadeavstånd än avståndet till planerad bebyggelse görs ingen reduktion.

Tabell B. 5. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brännbara gaser – komprimerade gaser (t.ex. gasol).

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)			
		Oskyddad bebyggelse		Skyddad bebyggelse	
		bredd	längd	bredd	längd
Liten jetflamma	5 % inomhus	6	5	6	5
	50 % utomhus	6	5	6	5
Liten gasmolnsexplosion	5 % inomhus	2	5	2	5
	50 % utomhus	15	15	15	15
Medelstor jetflamma	5 % inomhus	50	70	50	50
	50 % utomhus	50	70	50	50
Medelstor gasmolnsexplosion	5 % inomhus	60	55	60	40
	50 % utomhus	215	185	215	100
Stor jetflamma	5 % inomhus	440	220	440	150
	50 % utomhus	440	220	440	150
Stor gasmolnsexplosion	5 % inomhus	6	5	6	5
	50 % utomhus	2	5	2	5
BLEVE	5 % inomhus	15	15	15	15
	50 % utomhus	15	15	15	15

Tabell B. 6. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brännbara gaser – LNG.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)			
		Oskyddad bebyggelse		Skyddad bebyggelse	
		bredd	längd	bredd	längd
Liten jetflamma	5 % <i>inomhus</i>	6	5	6	5
	50 % <i>utomhus</i>	6	5	6	5
Liten gasmolnexplosion	5 % <i>inomhus</i>	10	5	10	5
	50 % <i>utomhus</i>	10	5	10	5
Medelstor jetflamma	5 % <i>inomhus</i>	15	15	15	15
	50 % <i>utomhus</i>	15	15	15	15
Medelstor gasmolnexplosion	5 % <i>inomhus</i>	30	15	50	15
	50 % <i>utomhus</i>	30	15	50	15
Stor jetflamma	5 % <i>inomhus</i>	60	55	60	40
	50 % <i>utomhus</i>	60	55	60	40
Stor gasmolnexplosion	5 % <i>inomhus</i>	110	55	110	40
	50 % <i>utomhus</i>	110	55	110	40
BLEVE	5 % <i>inomhus</i>	700	350	700	210
	50 % <i>utomhus</i>	700	350	700	210

I tabell B.7 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 1) inom det studerade området med ny bebyggelse inom planområdet.

Tabell B. 7. Beräknade konsekvenser – antal omkomna, för skadescenarier vid transport av brännbara gaser.

Skadescenario	Nollalternativ			Planalternativ		
	<i>Inomhus</i>	<i>Utomhus</i>	Totalt	<i>Inomhus</i>	<i>Utomhus</i>	Totalt
Komprimerad gas - gasol						
Liten jetflamma	0	0	0	0	0	0
Liten gasmolnexplosion	0	0	0	0	0	0
Medelstor jetflamma	0	0	0	0	0	0
Medelstor gasmolnexplosion	0	0	0	0	0	0
Stor jetflamma	0	0	0	0	0	0
Stor gasmolnexplosion	1	1	2	10	11	21
BLEVE	3	3	6	10	12	22
LNG						
Liten jetflamma	0	0	0	0	0	0
Liten gasmolnexplosion	0	0	0	0	0	0
Medelstor jetflamma	0	0	0	0	0	0
Medelstor gasmolnexplosion	0	0	0	0	0	0
Stor jetflamma	0	0	0	0	0	0
Stor gasmolnexplosion	0	0	0	0	0	0
BLEVE	9	8	17	32	35	68

2.3 Klass 2.3 Giftiga Gaser

2.3.1 Metodik

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

Med simuleringsprogrammet **Spridning i Luft 1.2** beräknas storleken på det område där koncentrationen ammoniak respektive svaveldioxid antas vara dödlig (inomhus och utomhus). Utsläppssimuleringarna har utförts för tankbil rymmandes ca **24 ton ammoniak** respektive **24 ton svaveldioxid**. I tabell B.8 redovisas den indata som anges i **Spridning i Luft 1.2** med avseende på tankutformning, omgivningsstruktur och väder etc.

Tabell B.8. Indata till **Spridning i Luft 1.2** för simulering av skadeområden vid utsläpp av giftig gas.

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

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

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

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

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

2.3.2 Bedömningskriterier

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

2.3.3 Resultat

I tabell B.9 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario. Skadeavstånden utgör en sammanvägning av respektive skadescenario med ammoniak respektive svaveldioxid, där avstånden som redovisas utgör de största enligt simuleringarna.

Tabell B.9. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av giftiga gaser.

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

I tabell B.10 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 1) inom det studerade området med ny bebyggelse inom planområdet.

Tabell B.10. Beräknade konsekvenser - antal omkomna, för skadescenarier vid transport av giftiga gaser.

Skadescenario	Nollalternativ			Planalternativ		
	Inomhus	Utomhus	Totalt	Inomhus	Utomhus	Totalt
Litet utsläpp (packningsläckage)	0	0	0	0	0	0
Medelstort utsläpp (brott på rör)	0	0	0	0	0	0
Stort utsläpp (stor punktering)	0	1	1	0	14	14

2.4 Klass 3. Brandfarliga vätskor

2.4.1 Metodik

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

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

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

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

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

Ovanstående förhållande mellan brandeffekt och pölarea innebär att flamhöjden grovt kan uppskattas till $H_f = D /5/$.

Utfallande strålning (I₀) – Den utfallande strålningen (kW/m²) är beroende av pölbrandens diameter. Upp till en viss pölstorlek ökar strålningen från flammans, men efter en viss nivå minskar effektiviteten i förbränningen med påföljd att rökutvecklingen tilltar och temperaturen i flamzonen sjunker. En del av värmestrålningen absorberas därmed i omgivande rök, vilket innebär att den utfallande strålningen sjunker med ökande värde på pölbrandens storlek. Den utfallande strålningen kan beräknas med följande ekvation /7/: $I_0 = 58 \cdot 10^{-0,00823 \cdot D}$

Synfaktor (F) – Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se figur B.7). Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill. I beräkningarna har dessutom ingen hänsyn tagits till bullervallen/planket, vilka innebär en viss reduktion av infallande strålning.

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

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

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

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

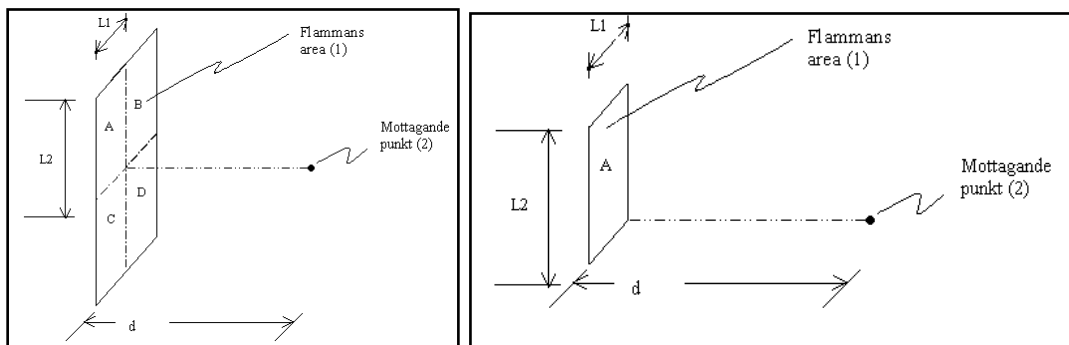
/6/ Enclosure Fire Dynamics, Karlsson & Quintiere, 2000

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

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

$$F_{A_{1,2}} = \int_0^{A_1} \frac{\cos \Theta_1 \cos \Theta_2}{\pi d^2} \cdot dA_1 \quad \text{där}$$

$\Theta_1 = \Theta_2 =$ infallande vinkel (d.v.s. 0) och $A_1 = L_1 \times L_2$ enligt figur B.6.



Figur B. 7. Synfaktor.

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

$$F_{A_{12}} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right) \quad \text{där}$$

$$X = \frac{L_1}{d} \quad \text{och} \quad Y = \frac{L_2}{d} \quad \text{enligt figur B.7.}$$

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

Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flamhöjden beräknats för de olika pölbrandscenarierna (se tabell B.10).

Tabell B.11. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flamhöjd samt utfallande värmestrålning.

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

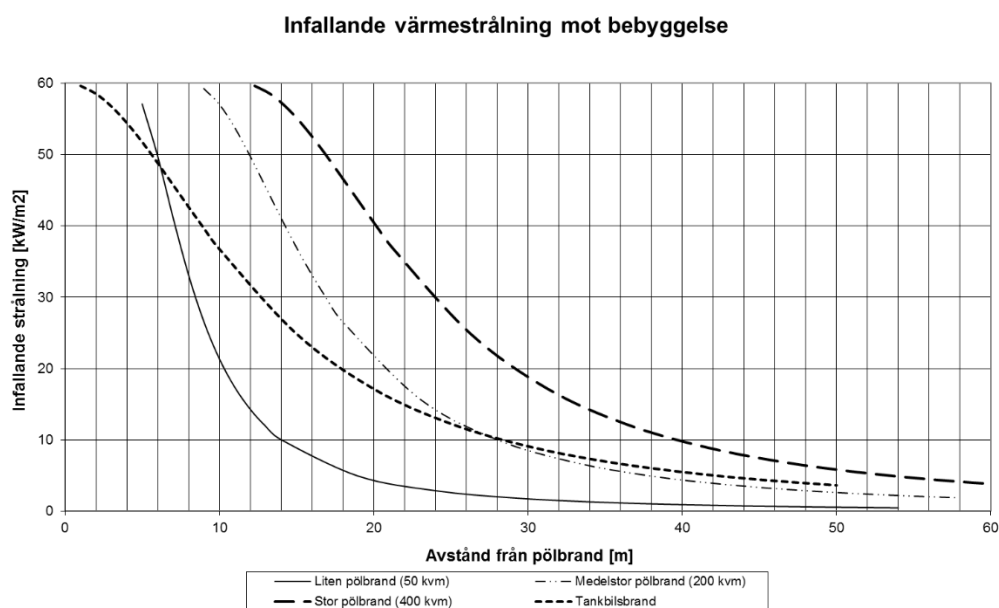
Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i tabell B.12. Strålningen har beräknats på halva flammans höjd. I strålningsberäkningarna används konservativt ett värde på den utfallande strålningen på 60 kW/m^2 för samtliga brandscenarier.

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

Tabell B.12. Beräkning av strålning och synfaktor på halva flammans höjd för olika avstånd från pölbranden.

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

I figur B.8 redovisas den infallande strålningen som funktion av avståndet från branden. I figuren beaktas även pölens radie, vilket ej beaktas i de avstånd som anges i B.11 som utgår från flammans kant.



Figur B. 8. Infallande strålning som funktion av avståndet från pölbrand inkl. pölradie

2.4.2 Bedömningskriterier

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

I tabell B.13 redovisas exempel på strålningsnivåer och vilka skador dessa kan medföra avseende personskada respektive brandspridning. Enligt avsnitt tidigare uppskattas att ca 15 % av de som får 2:a gradens brännskador kan omkomma.

Tabell B.13. Effekter av olika strålningsnivåer /2, 7/.

Konsekvens	Strålningsintensitet [kW m ⁻²]
Ingen smärta vid långvarig bestrålning av bar hud	≤ 1
2:a gradens brännskada vid bestrålning under 1 minut	
- 100 % sannolikhet	19
- 50 % sannolikhet	7,5
Ingen smärta vid bestrålning av bar hud under 1 minut	< 2,5
2:a gradens brännskada vid bestrålning under 20 sekunder	
- 100 % sannolikhet	43
- 50 % sannolikhet	17
Outhärdlig smärta vid bestrålning av bar hud under 2 sekunder	20
Antändning av lättantändliga material, t.ex. gardiner	
med sticklåga	10
vid långvarig bestrålning	20
Antändning av obehandlat trä	
med sticklåga eller vid bestrålning under 5 minuter	15
vid långvarig bestrålning	30

En person som befinner sig utomhus och upptäcker en större brand försöker med stor sannolikhet sätta sig i säkerhet. Tiden för varseblivning samt beslut och reaktion innebär dock att personen kan utsättas för värmestrålning under en kortare stund innan hen reagerar. De strålningsnivåer och effekter som anges i tabell B.13 har i tabell B.14 omvandlats till en uppskattad andel omkomna beroende på strålningsnivå för personer som befinner sig utomhus.

Tabell B.14. Uppskattad sannolikhet för oskyddad person utomhus att omkomma som funktion av strålningsnivån vid pölbrand.

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

Sannolikheten för att personer som befinner sig **inomhus** omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Utifrån tabell B.14 så uppskattas den kritiska värmestrålningen vara 15 kW/m² om inga byggnadstekniska åtgärder beaktas. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändig brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5–10 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område kring pölbranden där strålningsnivån överstiger 15 kW/m² omkommer.

2.4.3 Resultat

I tabell B.15 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario utifrån figur B.8 ovan.

Tabell B.15. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

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

I tabell B.16 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 1) inom det studerade området med ny bebyggelse inom planområdet.

Tabell B.16. Beräknade konsekvenser - antal omkomna, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

Skadescenario	Nollalternativ			Planalternativ		
	<i>Inomhus</i>	<i>Utomhus</i>	<i>Totalt</i>	<i>Inomhus</i>	<i>Utomhus</i>	<i>Totalt</i>
Liten pölbrand	0	0	0	0	0	0
Medelstor pölbrand	0	0	0	0	0	0
Stor pölbrand	0	0	0	0	0	0
Tankbilsbrand	0	0	0	0	0	0

2.5 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

2.5.1 Metodik

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

Vid transport på väg kan ett utsläpp innebära att det oxiderande ämnet blandas med fordonets smörj- och drivmedel (organiskt material). Denna blandning kan motsvara ca 3 ton trotyl /10/. Konsekvensberäkningarna för detta skadesscenario motsvarar alltså det scenario som redovisas i avsnitt 2.1.

Det genomförs inga detaljerade konsekvensberäkningar för detta skadesscenario. De fortsatta riskberäkningarna kommer istället att utgå från resultatet som redovisas i avsnitt 2.1.3 med avseende på explosion med 4 000 kg massexplosivämne. Detta är ett konservativt antagande.

2.5.2 Bedömningskriterier

Se avsnitt 2.1.2.

2.5.3 Resultat

I tabell B.17 redovisas skadeavstånden för skadesscenario med ämne ur klass 5.

Tabell B.17. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadesscenario vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

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

I tabell B.18 redovisas uppskattat antal omkomna (utifrån förutsättningarna i avsnitt 1) inom det studerade området med ny bebyggelse inom planområdet.

Tabell B.18. Beräknade konsekvenser – antal omkomna, för skadesscenario vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Skadesscenario	Nollalternativ			Planalternativ		
	Inomhus	Utomhus	Totalt	Inomhus	Utomhus	Totalt
Dimensionerande scenario (motsvarar 2 000–4 000 kg massexplosion)	3	0	3	13	0	13

/10/ Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Stadsbyggandkontoret i Göteborg, 1996

Bilaga C - Riskberäkningar

Uppdragsnamn

Vårby Udde

Uppdragsgivare

Magnolia Produktion

Handläggare

Rosie Kvål

Uppdragsnummer

501631

Datum

2023-06-29

Egenkontroll

RKL 2023-06-29

Internkontroll

LSS 2019-04-01

1. Inledning

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

2. Beräkning av individrisk

2.1 Metodik

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

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

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

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

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

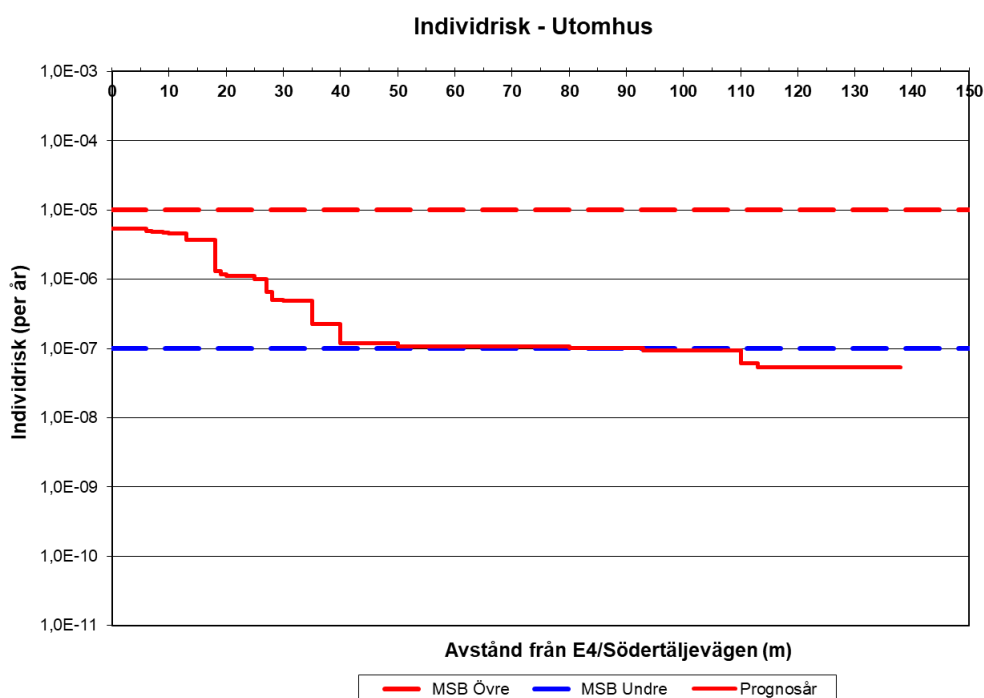
3. För vissa olycksscenarier förknippade med gaser (både brännbara och giftiga) blir skadeområdet inte cirkulärt. Detta innebär i sin tur att det inte är givet att en person som befinner sig inom det kritiska området omkommer. För dessa scenarier reduceras frekvensen ytterligare med avseende på gasplymens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

2.2 Bedömningskriterier

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

2.3 Resultat

I figur C.1 redovisas individrisken utomhus för planområdet som funktion av avståndet till E4/E20 Södertäljevägen inklusive ramp som förbinder vägen med Tvärförbindelse Södertörn. Avståndet utgår från närmaste väggkant på E4 (beräkningarna är utförda för transporterade mängder på E4/E20 + ramp, vilket gör det mycket konservativt att utgå från rampens väggkant). Individrisken redovisas för prognosåret år 2045. Riskprofiler som redovisas gäller för obebyggd mark där ingen hänsyn tas till eventuella konsekvensreducerande effekter av exempelvis framföriggande bebyggelse eller planerade åtgärder vid ny väganläggning (Tvärförbindelse Södertörn).



Figur C. 1. Individriskprofiler för person utomhus inom planområdet som funktion av avståndet till E4/E20 Södertäljevägen inkl. ramp. (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala).

3. Beräkning av Samhällsrisik

3.1 Metodik

Samhällsrisiknivån presenteras som en F/N-kurva, vilket anger den kumulativa frekvensen för N, eller fler än N, antal omkomna inom det studerade området till följd av olycka på E4/E20 Södertäljevägen. I bilaga B redovisas omfattningen av det studerade området, vilket omfattar både aktuellt planområde samt omgivande bebyggelse inom ca 400 meter från vägen. Beräkningarna har antagits motsvara trafiken även på rampen, vilket bedöms vara ett mycket konservativt antagande.

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

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

- Respektive skadesscenario antas bl.a. inträffa där det medför så stora konsekvenser som möjligt för det aktuella planområdet, vilket innebär där avståndet är som kortast mellan vägen och bebyggelse inom planområdet, dvs. ungefär mitt för planområdet. Med hänsyn tagen till bebyggelsestrukturen inom kringliggande områden utmed den studerade vägsträckan (1 000 m) bedöms sannolikheten för att de beräknade konsekvenserna skulle uppstå oavsett var på sträckan som olycka inträffar vara låg. Vid sammanställningen av samhällsrisk för den studerade vägsträckan antas att dessa konsekvenser kan inträffa oavsett var på sträckan som olyckan inträffar. Detta är ett mycket konservativt antagande som säkerställer att risknivån för det aktuella planområdet inte underskattas med hänsyn till kringliggande bebyggelse.
- Vidare antas respektive skadesscenario inträffa då personantalet inom det studerade området är som störst, vilket innebär största möjliga konsekvenser. Vid sammanställningen av samhällsrisk antas att dessa konsekvenser uppstår oavsett vilken tid på dygnet eller året som olyckan inträffar. Även detta innebär en konservativ skattning av samhällsrisk.
- Enligt avsnitt 2.1 så blir skadeområdet för vissa skadesscenarier förknippade med gaser inte cirkulära. Konsekvensberäkningarna för dessa scenarier har genomförts för förutsättningar som medför så stora konsekvenser som möjligt för det aktuella planområdet, d.v.s. skadeområdet är riktat mot planområdet. Vid sammanställningen av samhällsrisk antas att dessa konsekvenser uppstår oavsett riktningen på utsläppet, vilket innebär en konservativ skattning av samhällsrisk med avseende på bidraget från planområdet.

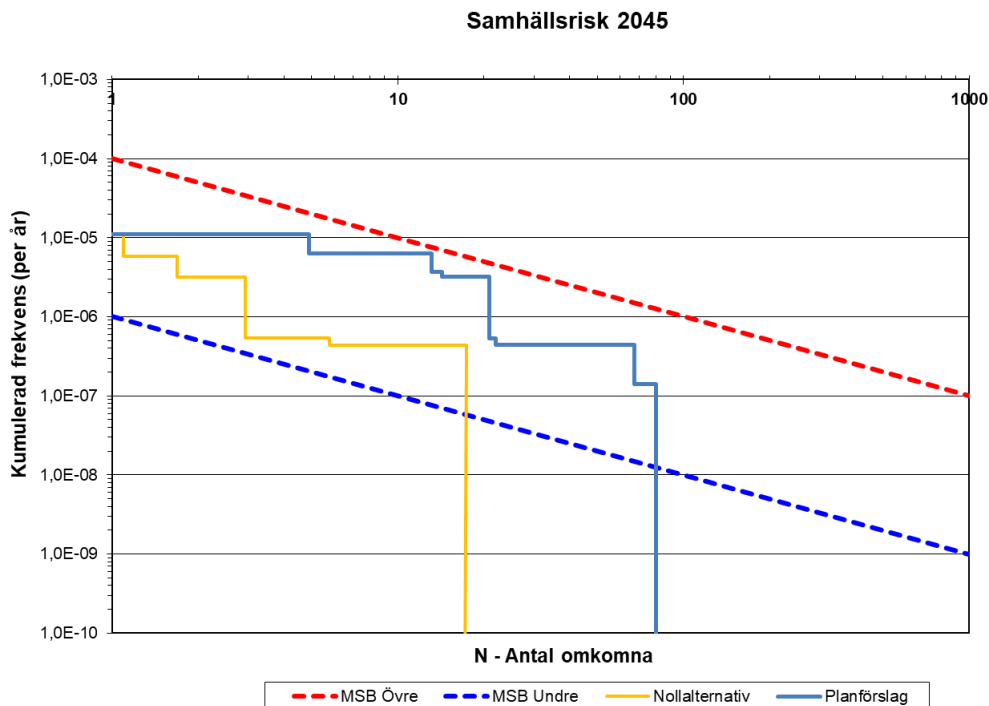
3.2 Bedömningskriterier

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

3.3 Resultat

I figur C.2 redovisas den beräknade samhällsrisk inom det studerade området, vilket omfattar både aktuellt planområde samt kringliggande bebyggelse. Samhällsrisk beräknas för planalternativet samt för nollalternativet.

Samhällsrisk beräknas för prognosåret år 2045.



Figur C.2. F/N-kurva som redovisar samhällsriskenivån för planområdet samt kringliggande bebyggelse med avseende på olycksrisker förknippade med E4/E20 Södertäljevägen inklusive ramp som förbinder vägen med Tvärförbindelse Södertörn. (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala).

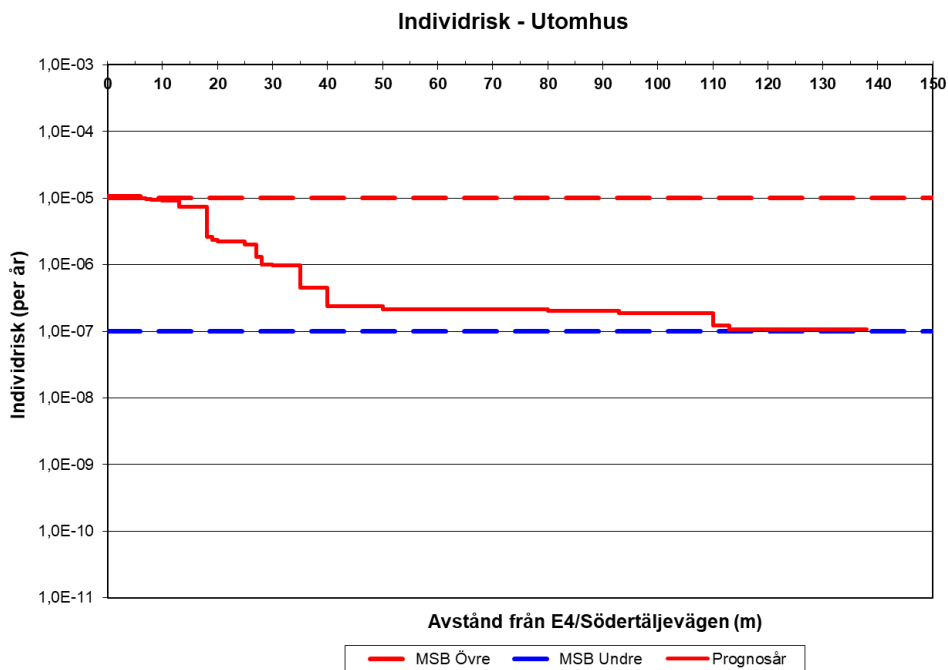
4. Känslighetsanalys

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

Det uppskattade antalet farligt godstransporter på E4/E20 Södertäljevägen samt rampen som förbinder vägen med Tvärförbindelse Södertörn antas öka med en faktor 2 i förhållande till de dimensionerande transportmängderna för prognosåret 2045.

4.1 Känslighetsanalys – individrisk

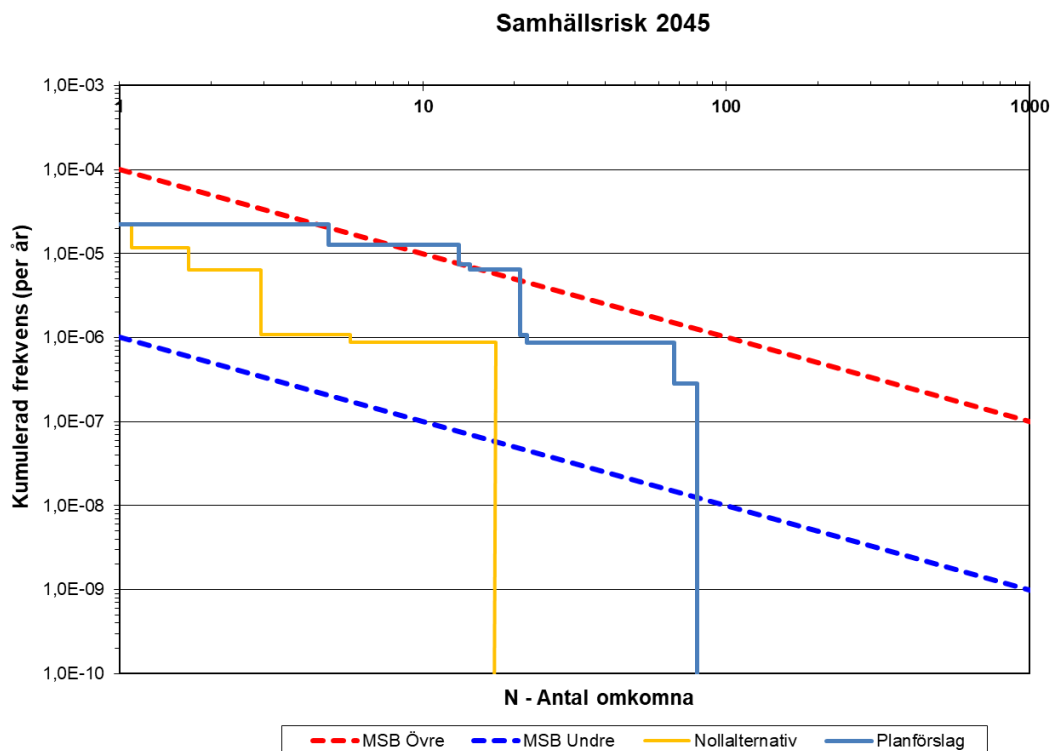
I figur C.3 redovisas individrisken utomhus för den känslighetsanalys som har utförts avseende förändringar i antalet farligt godstransporter.



Figur C.3. Känslighetsanalys – individrisk utomhus. (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala).

4.2 Känslighetsanalys – samhällsrisk

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



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