BRANDSKYDDSLAGET

Fördjupad Riskanalys

Storängen

Underlag för detaljplanearbete

2023-10-13

Stockholm • Falun • Gävle • Karlstad • Malmö • Uppsala • Örebro

Långholmsgatan 27 10 tr 117 33 Stockholm 08-588 188 00 brandskyddslaget.se
info@brandskyddslaget.se Org nr: 556634-0278 Innehar F-skattebevis

Dokumenttyp:	Fördjupad Riskanalys
Uppdragsnamn:	Storängen
	Huddinge
Uppdragsnummer:	509500, 509501, 509501
Datum:	2023-10-13
Status:	Underlag för detaljplanearbete
Uppdragsledare:	Rosie Kvål
Handläggare:	Pierre Wahlqvist
	Tel: 08 588 188 37
	E-post: pierre.wahlqvist@brandskyddslaget.se
Uppdragsgivare:	JM, Skanska, HSB Bostad, Nordr, Klövern och Svanberg & Sjögren

Datum	Egenkontroll	Internkontroll	Revidering avser
2018-03-29	PWT	LSS	Preliminär
2018-05-04	PWT	LSS	Granskningshandling
2018-05-21	PWT	RKL	Underlag för detaljplanearbete
2018-09-18	PWT	RKL	Justerad situationsplan
2018-10-18	PWT	RKL	Åtgärdsförslagen är omformulerade
2019-09-04	RKL	PWT	Förtydliganden
2020-04-21	RKL	-	Justerad planområdesgräns och ändringar i förutsättningar.
2020-05-29	RKL	-	Nya trafikflöden
2020-08-28	RKL	-	Förtydliganden
2020-12-09	RKL	-	Förtydliganden utifrån granskningssynpunkter
2023-10-13	RKL	-	Förtydliganden utifrån granskningssynpunkter

Denna version av analysen har reviderats jämfört med föregående version. Revideringar har markerats med streck i marginalen likt detta stycke.

Långholmsgatan 27 10 tr 117 33 Stockholm 08-588 188 00 brandskyddslaget.se
info@brandskyddslaget.se Org nr: 556634-0278 Innehar F-skattebevis

Sammanfattning

Storängen är idag ett industriområde som ligger i centrala Huddinge. För området finns en fördjupad översiktsplan /1/ som pekar ut Storängen som ett framtida bostadsområde. Inom fastigheterna Fabriken, Förrådet och Hantverket pågår nu ett detaljplanearbete. Planen var ute på samråd under hösten 2018. I den västra delen av Storängen undersöker JM, Skanska, HSB Bostad, Veidekke, Järntorget, Svanberg & Sjögren och Vincero Fastigheter AB möjligheten att uppföra ny bostadsbebyggelse med en blandning av bostäder, kontor, service, hotell, skolor, förskolor, park samt mindre butiker och dylikt.

Söder om industriområdet går Storängsleden som utgör en rekommenderad (primär) transportled för farligt gods. Närheten till vägen innebär krav på att riskerna från denna analyseras vid exploatering inom 150 meter från vägen. Det studerade området utgör endast en del av industriområdet varför kvarvarande industrier även behöver beaktas vid exploatering av planområdet. Transporter med farligt gods till befintliga industrier förekommer på bl.a. Centralvägen, varför även denna behöver beaktas avseende möjlig riskpåverkan. Den långsiktiga planen är dock att omvandla hela området till en ny stadsdel. Omvandlingen sker etappvis och det kommer inte vara fullt utbyggt förrän 2030.

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

När det gäller risker från verksamheter inom industriområdet ligger dessa på så stort avstånd att de inte påverkar planerad bebyggelse. Transporter till och från dessa verksamheter förekommer på bland annat Centralvägen i nuläget. Kommunen planerar dock att införa en lokal trafikföreskrift som innebär förbud mot transport av farligt gods på Centralvägen, vilket innebär att dessa transporter inte kommer att utgöra någon risk för den planerade bebyggelsen.

När det gäller risker kopplade till transporter med farligt gods på Storängsleden så saknas en kartläggning av sådana transporter på vägen. En uppskattning har därför gjorts utifrån nationellt snitt och trafikprognos för 2040. Det innebär ett relativt högt antal transporter med farligt gods på vägen, vilket sannolikt ger en stor överskattning av antalet transporter. Genomfartstrafiken på Storängsleden kommer dessutom minska markant när Tvärförbindelse Södertörn invigs, vilket beräknas ske 2031. Tvärförbindelsen planeras gå längre söderut och kommer inte att passera Storängen. Trafikflödet på Storängsvägen beräknas halveras i och med att Tvärförbindelse Södertörn invigs. Framförallt kommer flödet av farligt gods vara litet och endast utgöras av de transporter som har målpunkt utmed vägen eftersom alla genomfartstransporter kommer att köra Tvärförbindelsen istället. Kvarteren närmast Storängsleden beräknas vara inflyttningsklar tidigast 2028, vilket innebär att det endast under några år kommer att finnas boende närmast vägen innan Tvärförbindelse Södertörn invigs.

För Storängsleden har beräkning av risknivån gjorts i form av individrisk och samhällsrisk. Utgångspunkt enligt ovan har varit nationellt snitt. Beräkningarna visar att individrisken är acceptabel för planerad bebyggelse. Samhällsrisken ligger inom det område där man ska eftersträva att minska risken (ALARP). Åtgärder för att reducera riskpåverkan föreslås därför för bebyggelsen utmed Storängsleden.

De åtgärder som föreslås nedan är de som bedömts rimliga att genomföra med hänsyn till den riskreducerande effekten och begränsning av planerade verksamheter avseende bland annat syfte, funktion och kostnad. Observera att åtgärderna endast utgör ett förslag och att det är upp till kommunen/projektet att ta beslut om åtgärder. De åtgärder som man beslutar om ska sedan formuleras som planbestämmelser på ett sådant sätt att de är förenliga med Plan- och bygglagen (2010:900).

Åtgärder för ny bebyggelse utmed Storängsleden

- 25 meter närmast Storängsleden lämnas fritt från ny bebyggelse.
- Obebyggda ytor mellan bebyggelse och Storängsleden inom 25 meter från Storängsleden utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Svårutrymda verksamheter (exempelvis skola, förskola, vårdinrättning/LSS-boende, äldreboende) ska inte placeras i oskyddade byggnader som är direkt exponerade mot Storängsleden (dvs. utan framförliggande bebyggelse) inom 50 meter från denna.
- Byggnader som är exponerade (dvs. utan framförliggande bebyggelse) mot Storängsleden inom 75 meter utförs med minst en utrymningsväg som mynnar bort från Storängsleden så att utrymning kan ske mot en trygg sida. *Kravet gäller endast byggnader med stadigvarande vistelse, dvs. gäller ej t.ex. cykelförråd, förråd, elnätstationer eller liknande.*
- Byggnader som ligger i exponerat läge (dvs. utan framförliggande bebyggelse) inom 75 meter från Storängsleden förses med friskluftsintag som är placerade i fasad som inte vetter mot Storängsleden eller på tak. *Kravet gäller endast byggnader med stadigvarande vistelse, dvs. gäller ej t.ex. cykelförråd, förråd, elnätstationer eller liknande.*
- Fasader inom 30 meter från Storängsleden utförs i obrännbart material eller i lägst brandteknisk klass EI30. Fönster i dessa fasader utförs i lägst EW30.
  Kravet gäller endast byggnader med stadigvarande vistelse, dvs. gäller ej t.ex. cykelförråd, förråd, elnätstationer eller liknande.
- Balkonger ska hålla 25 meters skyddsavstånd till Storängsleden.

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 7
2. ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV OMRÅDET **9**
2.1 Områdesbeskrivning 9
2.2 Planerad bebyggelse 11
3. RISKINVENTERING **14**
3.1 Allmänt 14
3.2 Identifiering av riskkällor 14
4. INLEDANDE RISKANALYS - STORÄNGSLEDEN **20**
4.1 Metodik 20
4.2 Identifiering av olycksrisker 20
4.3 Kvalitativ uppskattning av risk 20
4.4 Slutsats inledande riskanalys 23
5. FÖRDJUPAD RISKANALYS - STORÄNGSLEDEN **24**
5.1 Metodik 24
5.2 Resultat riskberäkningar 26
5.3 Värdering av individrisk 28
5.4 Hantering av osäkerheter 29
6. SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER **31**
6.1 Allmänt 31
6.2 Diskussion kring åtgärder 31
6.3 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning 34
7. SLUTSATSER **36**
8. BILAGOR **38**
9. REFERENSER **38**

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Storängen är idag ett industriområde som ligger i centrala Huddinge. Kommunen har tagit fram en fördjupad översiktsplan för området /1/ som pekar ut området som framtida bostadsområde. För den västra delen av Storängen, innehållande fastigheterna Fabriken, Förrådet och Hantverket pågår ett detaljplanearbete. Detaljplanen innehåller förslag till bostäder, service och förskolor samt en park i kv. Hantverket, kallad Hantverksparken.

Söder om industriområdet går Storängsleden som utgör en rekommenderad (primär) transportled för farligt gods. Närheten till Storängsleden innebär krav på att riskerna från denna analyseras vid exploatering inom 150 meter från vägen. Det studerade området utgör endast en del av industriområdet varför befintliga industrier även behöver beaktas. Den långsiktiga planen är dock att omvandla hela området men omvandlingen kan ske etappvis.

Med anledning av närheten till Storängsleden och industriområdet ställs krav på att olycksriskerna förknippade med dessa analyseras i planprocessen, varför denna riskanalys upprättas.

1.2 Syfte

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

1.3 Omfattning

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

Trafikanter på omgivande vägar omfattas inte av analysen.

1.4 Underlag

Underlag för riskanalysen utgörs av följande handlingar:

- PM Risk – nytt bostadsområde i Storängen, Huddinge. Brandskyddslaget, 2015-07-03
- Samlokalisering av verksamheter och bostäder, Storängens industriområde, Huddinge. Brandskyddslaget och Iterio, 2015-07-03
- Utredning om risker och störningar från Teltex anläggning i Storängen, Huddinge. Brandskyddslaget och Iterio, 2015-07-03.
- Storängen, situationsplan Landskap. ÅWL 2018-04-24
- Samrådsyttrande, Länsstyrelsen i Stockholms län, 2019-04-17
- Buller och miljöutredning, detaljplan Aspen 2 och 3 m.fl., Norconsult, 2019-06-27
- Trafikanalyser för Storängen, WSP, 2020-05-11

Övriga dokument där information inhämtats redovisas löpande och i avsnitt 9.

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

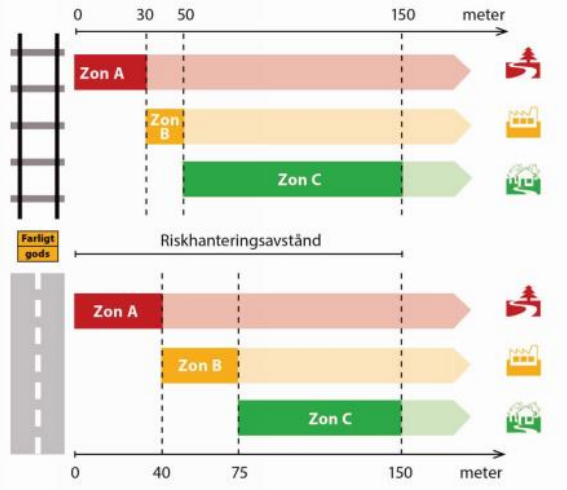
1.6 Förutsättningar

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 /2/. Syftet med riktlinjerna är att ge vägledning och underlätta hanteringen av riskfrågor. Länsstyrelsen anser att möjliga risker ska studeras vid exploatering närmare än 150 meter från en riskkälla. I vilken utsträckning och på vilket sätt riskerna ska beaktas beror på hur riskbilden ser ut för det aktuella planförslaget.

I riktlinjerna presenterar Länsstyrelsen riktlinjer för skyddsavstånd till olika verksamheter förutsatt att inga åtgärder vidtas. Dessa rekommendationer redovisas i *Figur 1.1*.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

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

Figur 1.1. Rekommenderade skyddsavstånd till olika typer av markanvändning /2/.

Avstånden i figuren mäts från närmaste vägkant respektive närmaste spårmitt.

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

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

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

2. Översiktlig beskrivning av området

2.1 Områdesbeskrivning

Det aktuella planområdet är beläget i Storängens industriområde i Huddinge. Bebyggelsen inom planområdet begränsas av Storängsleden i söder, nuvarande Förrådsvägen i väster, Sjödalsvägen i norr och Centralvägen (till stor del) i öster. Delar av fastigheten Hantverket, öster om Centralvägen, ingår också i planområdet. I figur 2.1 redovisas planområdets geografiska avgränsning.



Figur 2.1. Ungefärlig avgränsning av aktuellt planområde.

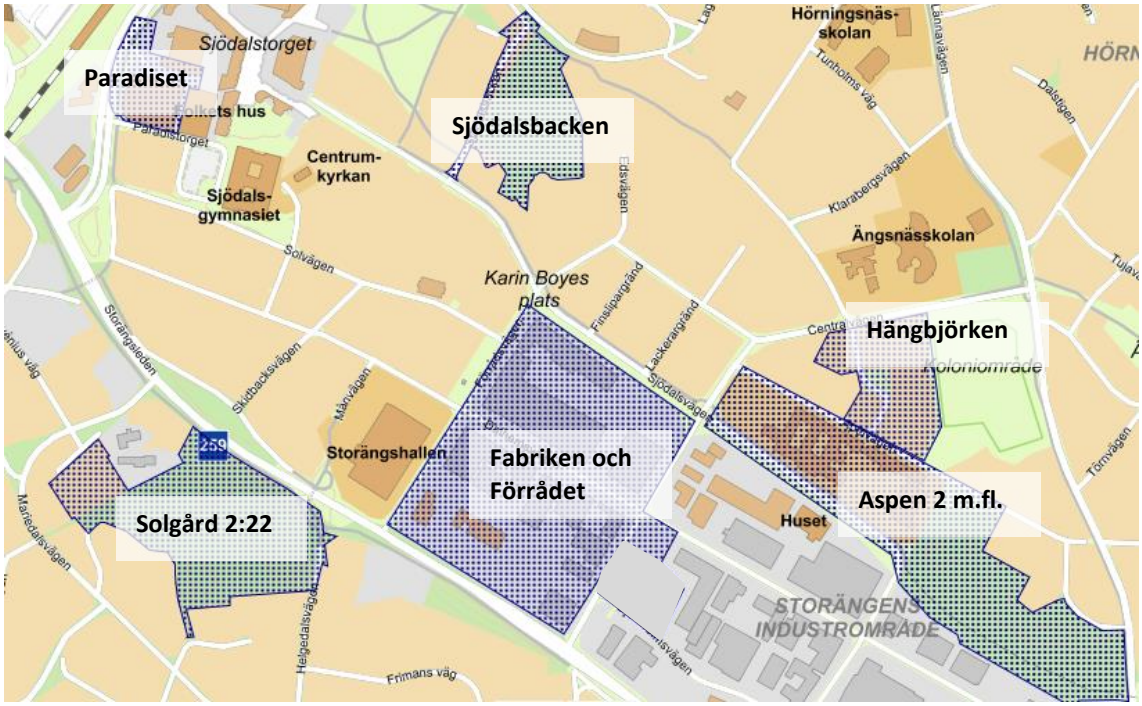
2.1.1 Omgivande planer

I planområdets närhet pågår arbetet med flera detaljplaner, vilka redovisas nedan samt i figur 2.2.

- Aspen 2 m.fl. – omfattar markanvändning i form av skola, förskola och idrottsanläggning
- Hängbjörken, Asken
- Sjödalsbacken – omfattar flerbostadshus och en förskola
- Paradiset
- Solgård 2:22 – skola F-6 för 630 elever

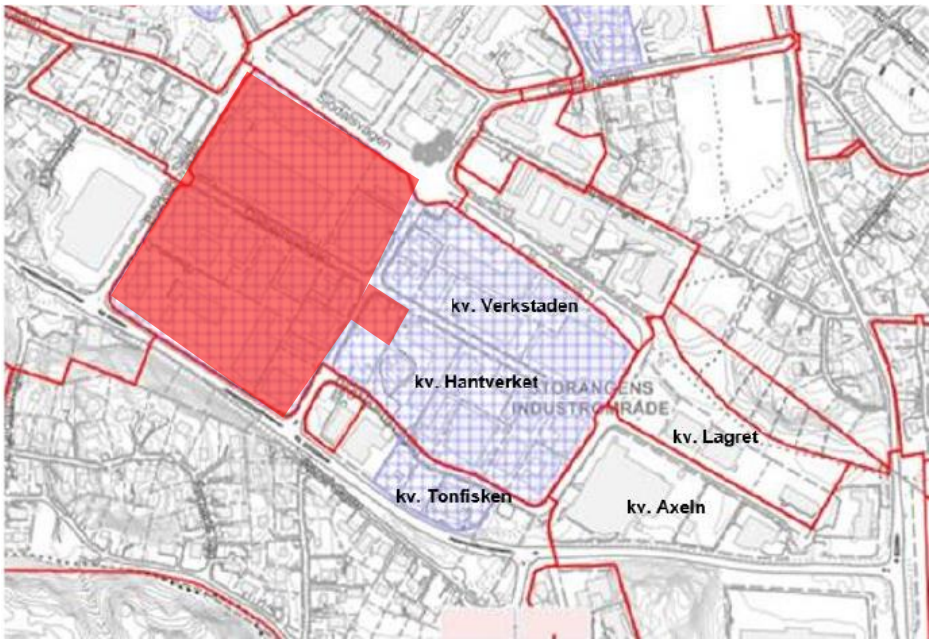
I närområdet pågår även arbete med Tvärförbindelse Södertörn som ska avlasta trafiken på Storängsleden, se vidare avsnitt 3.2.1.

Ingen av de pågående planarbetena innebär att nya riskkällor tillförs området utan innebär snarare att lokala industriverksamheter minskar, vilket också minskar antalet riskkällor i närområdet.



Figur 2.2. Pågående planarbeten i närområdet (källa: Huddinge.se, april 2020).

Huddinge kommun har för delar av industriområdet (se figur 2.3) gjort en tilläggsplan som innebär att verksamheter inte får innebära olägenheter för människors hälsa. Planen vann laga kraft 2011.



Figur 2.3. Tilläggsplanen omfattar blåmarkerat område. Läge för aktuellt planområde är rödmarkerat.

2.1.2 Omkringliggande bebyggelse

Den yta som planområdet inbegriper utgörs av ett industriområde. Huddinge kommuns intentioner är att utveckla hela industriområdet till en ny stadsdel med bostäder. Utbyggnaden kommer dock ske i etapper. Denna analys utgår från scenariot att pågående planarbeten genomförs men i att resterande delar av industriområdet har samma markanvändning som idag.

Kring det aktuella planområdet finns det då industriområde i öster, Storängsleden i söder och bakom den villakvarter. I väster finns Storängshallen och villabebyggelse och i norr bostäder där en ny detaljplan för kv. Brandstegen vann laga kraft 2015.

Tidigare fanns en verksamhet, Teltex, ca 80 meter öster om området, som innebar viss omgivningspåverkan. Verksamheten finns inte längre kvar inom området, men inget planarbete har påbörjats för den aktuella fastigheten. Fastigheten har förvärvats av ett bostadsutvecklande företag och analysen utgår därför från att markanvändningen utgörs av icke störande verksamhet.

2.2 Planerad bebyggelse

Det aktuella planförslaget omfattar kvarteret Fabriken, Förrådet samt del av Hantverket. Inom Fabriken och Förrådet, väster om Centralvägen) planeras i huvudsak bostadsbebyggelse i fem till 10 våningar med enstaka högre byggnader. Detaljplanen omfattar totalt 12 bostadskvarter med upphöjda bostadsgårdar. Utöver bostäder planeras även lokaler för förskola och mindre verksamheter. Total planeras ca 1 500 bostäder inom området. Närmast Storängsleden planeras markparkering och cykelförråd. Bebyggelsen planeras som närmast 25 meter från Storängsleden.

Inom fastigheten Hantverket, öster om Centralvägen, planeras en park. Avståndet till Storängsleden är som minst ca 100 meter.

Storängen kommer att byggas ut i flera etapper och anpassningen av lokal infrastruktur kommer också göras. Bland annat beräknas Centralvägen och Förrådsvägen/Björkebovägen vara färdiga först 2025 vilket medför att inflyttning inom den del av planområdet som ligger närmast Storängsleden tidigast blir aktuellt 2028.

I *Figur 2.4* visas aktuellt planförslag.



Figur 2.4. Situationsplan för Fabriken och Förrådet m.fl.

Även i övriga delar av Storängens industriområde planeras för omvandling till stadskvarter. Omvandlingen kommer att ske i etapper och befintliga verksamheter och industrier kommer därför att vara kvar under en övergångsperiod. Huddinge kommun räknar med att området är färdigbyggt och verksamheter flyttade senast 2030. Verksamheter och bostäder kommer därför endast samexistera inom området under en tidsperiod på 5-10 år.

Omvandlingsplanen för hela industriområdet framgår av *Figur 2.5*.



Figur 2.5 - Omvandlingsplan för Storängens industriområde /1/.

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 och 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.

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 vid kontakt med andra ämnen, t.ex. luft eller vatten, kan orsaka skada på människor, djur och miljö eller påverka transportmedlets säkra framförande. Farligt gods delas in i klasser (riskkategorier) utefter de egenskaper ämnet har. De olika ämnesklasserna delas i sin tur in i underklasser.

I *Tabell 3.1* redovisas de olika klasserna samt typ av ämnen.

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

Klass	Ämne	Beskrivning
1	Explosiva ämnen	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 eldningsoljor, lösningsmedel och industrikemikalier etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Kiseljärn (metallpulver), karbid, vit fosfor etc.
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider, kaliumklorat etc.
6	Giftiga ämnen	Arsenik, bly- och kvicksilversalter, cyanider, bekämpningsmedel etc.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Transporteras vanligen i mycket små mängder.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium, kaliumhydroxid (lut) etc.
9	Övriga farliga ämnen	Gödningsämnen, asbest etc.

3.2 Identifiering av riskkällor

I aktuellt projekt har följande riskkälla identifierats:

- Storängsleden – primär transportled för farligt gods
- Befintliga verksamheter inom Storängens industriområde
- Transporter till Storängens industriområde på del av Centralvägen (enligt avsnitt 2.2.1)

Övriga riskkällor så som bensinstationer, andra farligt godsleder eller farliga verksamheter ligger 150 meter eller mer från studerat planområde och studeras därmed inte i denna riskanalys.

I kommande avsnitt görs en beskrivning av de identifierade riskkällorna.

3.2.1 Storängsleden

I anslutning till det aktuella området ligger enligt tidigare Storängsleden som utgör en delsträcka av väg 259 som går mellan Nynäsvägen (väg 73) i höjd med Jordbro och E4/E20 i höjd med Fittja. Utmed aktuell sträcka består vägen av en körfil i vardera riktningen. Den skyltade hastigheten är 50 km/h.

Det är mycket små höjdskillnader mellan vägen och omgivande områden.

Enligt trafikmätningar från Huddinge kommun uppgick antalet fordon år 2017 till 18 800 fordon/dygn på Storängsleden /3/. Trafikprognosen för 2040 visar ett trafikflöde på 15 770 fordon/dygn utan Tvärförbindelse Södertörn förbi planområdet /4/. Trafikflödet 2040 med Tvärförbindelsen i drift är 8 400 fordon per vardagsmedeldygn. Andelen tung trafik är 20 %.

Transporter med farligt gods

Storängsleden utgör en primär transportled för farligt gods, vilket innebär att Länsstyrelsen i Stockholms län rekommenderar att farligt gods transporteras denna väg, även genomfartstransporter /5/. Det finns inga restriktioner för olika farligt godsklasser. Teoretiskt sett kan därför transporter av i stort sett samtliga farligt godsklasser passera förbi det aktuella området.

Hur mycket farligt gods som transporteras på den aktuella sträckan av väg 259 är oklart. Vägen används för transporter till och från verksamheter utmed vägen samt eventuella genomfartstransporter som kör mellan de södra delarna av väg 73 (Västerhaninge, Ösmo Nynäshamn) samt södra Storstockholm (ex. Huddinge, Södertälje). Att genomföra en kartläggning över vilka transporter som passerar på vägen är ett omfattande och svårt arbete och ger dessutom enbart en ögonblicksbild som inte innebär något representativt underlag. Detta eftersom transporterna ändras över tid och kommer att förändras stort i samband med att Tvärförbindelse Södertörn invigs.

De senaste större kartläggningarna som omfattar specifika transportvägar utfördes av MSB år 1998 och år 2006 /6/. Kartmaterialet är dock inte tillräckligt detaljerat för att kunna avgöra om kartläggningarna omfattade väg 259 eller inte. Trafikverket utförde år 1998 en kartläggning av farligt godstransporter i Stockholms län som syftade till att komplettera MSB:s kartläggningar med uppgifter kring mindre vägar /7/. I denna kartläggning anges ett relativt begränsat antal transporter med farligt gods på Storängsleden. Enligt kartläggningen sker inga, eller mycket få, genomfartstransporter på väg 259. Detta beror sannolikt på att transporter till och från verksamheter i Huddinge kommer västerifrån från E4/E20 medan transporter till och från verksamheter i t.ex. Jordbro kommer österifrån från väg 73.

Trafikanalys, som bl.a. ansvarar för statistik inom området vägtrafik, upprättar årliga statistikrapporter över den totala lastbilstrafiken, inkl. farligt gods, på Sveriges vägar. Utifrån statistiken under perioden 2014-2018 /8/ uppskattas farligt godstransporter i genomsnitt utgöra ca 1,8 % av det totala antalet lastbilstransporter på svenska vägar. För den aktuella vägsträckan skulle detta motsvara ca 11 transporter med farligt gods per dygn år 2017 utifrån trafiksiffrorna som redovisas ovan.

I *Tabell 3.1* redovisas det totala antalet farligt godstransporter på väg 259 samt den genomsnittliga fördelningen mellan respektive farligt godsklass utifrån den nationella statistiken.

Tabell 3.1. Uppskattat antal farligt godstransporter per år på Storängsleden (väg 259 utifrån fördelning enligt nationell statistik).

Farligt godsklass	Andel	Antal		
		2017	*2040 utan Tvärförb. S*	*2040 med Tvärförb. S*[1]
1. Explosiva ämnen och föremål	1,3%	326	273	146
2. Gaser	20,7%	5092	4271	2275
3. Brandfarliga vätskor	46,8%	11501	9648	5139
4. Brandfarliga fasta ämnen	2,2%	542	454	242
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	3,4%	836	701	373
6. Giftiga ämnen	7,3%	1792	1503	801
7. Radioaktiva ämnen	0,0%	0	0	0
8. Frätande ämnen	12,5%	3083	2586	1378
9. Övriga farliga ämnen och föremål	5,8%	1429	1199	639
Totalt		**24 602**	**20 637**	**10 992**

Framtid

Väghållarskapet för Storängsleden kommer att övergå från Trafikverket till Huddinge kommun den dag Tvärförbindelse Södertörn är utbyggd och klar /9/. Storängsleden kommer då att klassas ned och transporter med farligt gods kommer enbart utgöras av de som har start- eller målpunkt utmed Storängsleden. När Storängens industriområde är omvandlat till en ny stadsdel är behovet av att behålla klassningen på Storängsleden liten.

Tvärförbindelse Södertörn kommer att gå mellan E4 vid Vårby backe och väg 73 vid trafikplats Jordbro /10/. Sträckan som utretts och nu är beslutad går söder om väg 259 mellan Vårby Backe och Flemingsberg och sedan vidare söderut. Uppskattad tid för byggstart är mellan 2022 och 2023 enligt Trafikverket /10/. Bygget beräknas vara färdigt senast 2031.

Södertörnsleden kommer att bli en primär transportled för farligt gods och är tänkt att avlasta omgivande vägar, däribland Storängsleden. Storängsleden kommer då endast nyttjas för farligt godstransporter till och från lokala verksamheter utmed vägen. Storängsleden kommer därmed troligtvis att klassas ned till sekundär transportled för farligt gods.

[1] När Tvärförbindelse Södertörn invigs kommer andelen transporter med farligt gods minska. Det innebär att siffrorna som redovisas i tabell 3.1 visar ett större antal transporter än vad som sannolikt blir aktuellt.

Utbyggnaden av Storängen kommer att ske i flera etapper. De kvarter inom planområdet som ligger närmast Storängsleden beräknas vara inflyttningsklara först 2028. Det innebär att boende kommer att finnas närmast vägen under några år innan Tvärförbindelse Södertörn invigs och trafiken på Storängsleden förväntas minska markant.

3.2.2 Storängens industriområde och transporter på Centralvägen

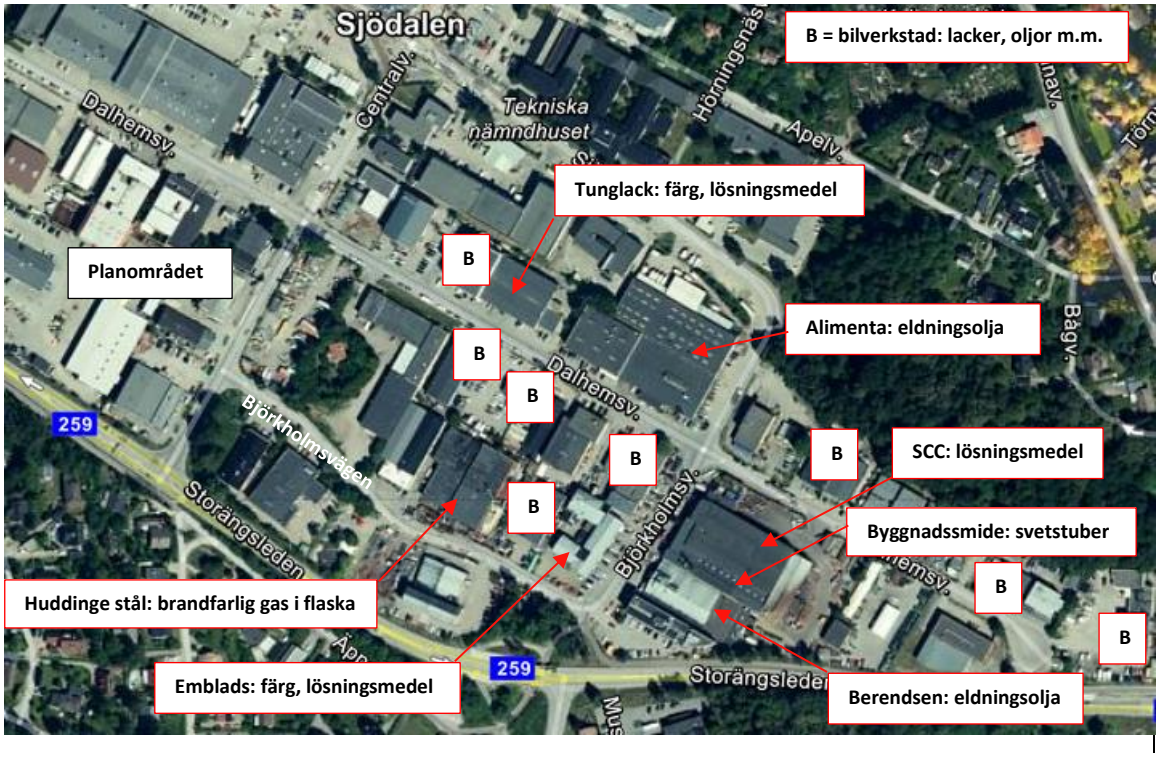
Centralvägen utgör infart till området från Storängsleden och Sjödalsvägens norra sträckning. Vägen trafikeras av både persontrafik och tung trafik som ska till och från verksamheterna i området. Vägen är inte klassad som en transportled för farligt gods.

Trafikflödet på Centralvägen 2017 var ca 4 000 fordon per dygn och prognosen för 2027 visar på en ökning till ca 4 200 – 4 500 fordon per dygn (utan och med Tvärförbindelse Södertörn) /4/. Andelen tung trafik på vägen är enligt /3/ cirka 7 %. Det finns ingen officiell kartläggning av antalet transporter med farligt gods på vägen. Att utgå från nationell statistik avseende antal transporter med farligt gods är inte relevant för vägen då transporterna endast har lokal start- eller målpunkt och inte omfattar genomfartstransporter. Merparten av transporterna med farligt gods bedöms omfatta styckegods, detta utifrån typen av verksamheter i området.

För industriområdet öster om planområdet genomfördes 2015 en inventering av verksamheter avseende risk och buller /11/. Sedan inventeringen 2015 har tre verksamheter lagts ner eller flyttats från området. En kompletterande inventering har genomförts i samband med planarbetet för kv Aspen 2 och 3 /12/. Inventeringarna visar att det finns flera verksamheter inom Storängens industriområde som hanterar kemikalier och ämnen som kan medföra utsläpp till luft samt innebära risker för t.ex. brandspridning. Många av verksamheterna är dock av mindre karaktär, belägna på relativt långa avstånd från det aktuella planområdet samt har byggnader mellan sig och planerade bostäder. Även vindförhållandena i området är gynnsamma, den förhärskande vindriktningen i området är västlig/sydvästlig vilket innebär att det i huvudsak blåser i riktning från den nya bebyggelsen mot verksamheterna.

Enligt inventeringen för kv Aspen /12/ konstateras att merparten av transporterna inom området omfattar bulktransporter av eldningsolja samt styckegodstransporter. Lösningsmedel till Scandinavian Corrosion Control (SCC) kan också transporteras i bulk eftersom deras årliga förbrukning är 5-10 ton lösningsmedel. I figur 3.1 redovisas lokaliseringen av de verksamheter som identifierats kunna ge upphov till transporter med farligt gods inom industriområdet. Utifrån bilden konstateras att en stor del av transporterna kommer att vika av från Centralvägen och köra vidare in på Björkholmsvägen för att nå mottagaren eftersom merparten av verksamheterna ligger i den sydvästra delen av industriområdet.

Utredningen för kv Aspen /12/ visas också att skyddsavstånd avseende buller och risk från verksamheterna inom industriområdet inte påverkar aktuellt planområde (se figur 3.2).



Figur 3.1. Verksamheter som ger upphov till transporter med farligt gods inom Storängens industriområde.



Figur 3.2. Företag med skyddsavstånd som kan påverka planområdet (rödmarkerat).
1. Tunglack Huddinge, 2. Bake my day, 3. Mekonomen, 4. Däckspecialisten, 5. Märko-tryck, 6. Scandinavian Corrosion Control, 7. Emblands bilskadecenter. (källa: /12/).

Lokal trafikföreskrift

En ny infart till industriområdet från Storängsleden kommer att göras i den västra delen av industriområdet. Infarten får anslutning till Dalhemsvägen (se figur 3.3).

Kommunen planerar att införa en lokal trafikföreskrift som innebär förbud mot farligt gods på Centralvägen och delar av Sjödalsvägen. Den lokala trafikföreskriften kommer att gälla först när den nya infarten är tagen i drift och kommer att medföra att inga transporter med farligt gods kommer att ske på Centralvägen förbi planområdet.



Figur 3.3. Väg med lokal trafikföreskrift samt placering av ny infart till Storängens industriområde.

4. Inledande riskanalys - Storängsleden

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 huvud taget, d.v.s. om riskkällan omfattar just de förutsättningar som krävs för att den identifierade olycksrisken ska finnas.

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

4.2 Identifiering av olycksrisker

Utifrån riskinventeringen är bedömningen att det är transporter av farligt gods på Storängsleden som kan medföra olyckshändelser med möjlig konsekvens för det aktuella planområdet. I och med det planerade förbudet mot transport av farligt gods på Centralvägen kommer dessa transporter inte att utgöra en risk för planområdet. Enligt inventering avseende skyddsavstånd för kv Aspen /12/ konstateras att avståndet mellan farliga verksamheter och planområdet är tillräckligt stort.

4.3 Kvalitativ uppskattning av risk

4.3.1 Olycka vid transport av farligt gods

Allmänt

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

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

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

Klass	Konsekvensbeskrivning
1. Explosiva ämnen	Riskgrupp 1.1: Risk för massexplosion. Konsekvensområden kan vid stora mängder (≥ 2 ton) överstiga 50–200 meter. Begränsade områden vid mängder under 1 ton. Riskgrupp 1.2–1.6: Ingen risk för massexplosion. Risk för splitter och kaststycken. Konsekvenserna normalt begränsade till närområdet.
2. Gaser	Klass 2.1: Brännbar gas: jetflamma, gasmolnsexplosion, 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 väteperoxidslösningar 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
Vid en olycka med transport av ämnen ur riskgrupp 1.1 kan en massexplosion uppstå antingen till följd av stora påkänningar eller till följd av en brand som sprids till lasten. Konsekvenserna av olyckan är beroende av mängden explosivämnen som exploderar.

Med hänsyn till avståndet mellan den planerade bebyggelsen och Storängsleden bedöms en olycka med en större mängd massexplosiva ämnen på vägen kunna innebära konsekvenser inom det aktuella området. Sannolikheten för att en massexplosion med större mängder ska inträffa på Storängsleden i anslutning till planområdet bedöms dock vara extremt låg. Detta beror främst på det begränsade antalet transporter med produkter som kan leda till massexplosion (klass 1.1) och dessutom finns det detaljerade regler för hur explosivämne ska förpackas och hanteras vid transport för att reducera sannolikheten för explosion.

Även om konsekvenserna av en explosion kan bli omfattande med avseende på närheten till den planerade bebyggelsen bedöms den sammanvägda risknivån förknippad med transporter av explosivämne på Storängsleden vara extremt låg. Riskbidraget bedöms inte vara så omfattande att olycksrisken innebär en oacceptabel risknivå inom planområdet.

Med hänsyn till konsekvenserna av en större explosion bör dock olycksrisken studeras vidare i en fördjupad analys för att verifiera det låga riskbidraget och för att avgöra behovet av säkerhetshöjande åtgärder. Detta görs i avsnitt 5.

Klass 2.1. Brännbara gaser
En olycka med brännbar gas innebär att gas läcker ut och antänds (antingen under tryck eller när den spridits bort från utsläppskällan) eller att en gastank utsätts för utvändig brand vilket hettar upp gasen så att den expanderar snabbt. Beroende på utsläpps- och antändningsscenario kan konsekvenserna variera.

Brännbara gaser transporteras normalt trycksatta (och tryckkondenserade) i tankbilar eller i flaskpaket. Detta medför att behållarna normalt har högre hållfasthet än vanliga tankar för t.ex. vätsketransporter vilket i sin tur ger en begränsad sannolikhet för läckage även vid stor påverkan som vid exempelvis en trafikolycka. Då gasen kan spridas bort från olycksplatsen ökar dock sannolikheten för att utsläppet kommer i kontakt med en tändkälla och antänds.

Bidraget till risknivån bedöms vara begränsat men scenariot behöver studeras vidare i en fördjupad analys för att utreda eventuellt behov av skyddsåtgärder. Detta görs i avsnitt 5.

Klass 2.3. Giftiga gaser
Även giftiga gaser transporteras trycksatta i tankar. Större transporter av t.ex. klor, som är en av de giftigaste gaserna som transporteras i Sverige, går normalt på järnväg medan mindre transportmängder kan ske på väg. På väg transporteras ammoniak och svaveldioxid i större mängder.

Giftig gas 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 om konsekvenserna av ett utsläpp kan bli omfattande bedöms den sammanvägda risknivån förknippad med giftiga gaser vara mycket begränsad. Dock kan ett omfattande utsläpp orsaka svåra konsekvenser på stora avstånd från läckaget. Med anledning av detta bör olycka vid transport av giftig gas undersökas vidare i en fördjupas analys. Detta görs i avsnitt 5.

Klass 3. Brandfarliga vätskor
Brandfarliga vätskor utgör den klass av farligt godstransporter som är vanligast förekommande. Transporter sker i tankbilar med eller utan släp.

Enligt *Tabell 4.1* kan en olycka med brandfarliga vätskor generellt innebära skadeområden uppåt 40–50 meter vid ett stort utsläpp som antänds. Detta är beräknat utifrån en öppen geometri och horisontell strålning.

Scenariot bör studeras vidare i en fördjupad analys för att utreda eventuellt behov av skyddsåtgärder. Detta görs i avsnitt 5.

Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider
Vissa oxiderande ämnen och organiska peroxider ur klass 5 kan, om de blandas med brännbart material bilda en blandning som kan självantända. Blandningen kan till och med innebära ett explosionsartat brandförlopp som motsvarar explosion med massexplosiva ämnen. Ett scenario som kan inträffa vid utsläpp till följd av en olycka är att ämnet blandas med exempelvis drivmedel från lastbilen. Ett större utsläpp kan bilda en explosiv blandning som motsvarar flera ton explosivämne. Enligt beskrivningen av olycka med explosiva ämnen ovan bedöms ett sådant skadescenario kunna medföra mycket stora konsekvenser med avseende på personskador inom det studerade området.

Sannolikheten för att en olycka med ämnen ur klass 5 ska leda till ett skadescenario som påverkar planområdet bedöms dock vara mycket låg. Dessutom är det endast en mycket begränsad andel av ämnena ur klass 5 som kan leda till denna typ av kraftiga brand- och explosionsförlopp. Det är nämligen 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 regelverket ADR-S /13/ är det inte ens tillåtet att transportera ej stabiliserade väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid på väg. Det är inte heller tillåtet att transportera ammoniumnitrat med mer än 0,2 % brännbara ämnen, utom när det utgör beståndsdel i ett ämne eller föremål i klass 1 (explosiva ämnen). Andelen av de oxiderande ämnena på vägen som bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material antas därför vara mycket begränsad.

Utifrån ovanstående beskrivning bedöms den sammanvägda risknivån förknippad med transporter av oxiderande ämnen och organiska peroxider på Storängsleden vara mycket begränsad. Med hänsyn till konsekvenserna av en olycka bör dock olycksrisken studeras vidare i en fördjupad analys för att verifiera det låga riskbidraget och för att avgöra behovet av säkerhetshöjande åtgärder. Detta görs i avsnitt 5.

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:

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

5. Fördjupad riskanalys - Storängsleden

5.1 Metodik

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

Beräkning av frekvens och konsekvenser

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

Frekvensberäkningarna utförs i enlighet med den metod som anges i *Farligt gods – Riskbedömning vid transport* /14/. Som underlag till beräkningarna när det gäller antalet transporter med farligt gods har analysen utgått från ett nationellt snitt avseende andel farligt gods av den totala godsmängden. Frekvensberäkningarna baseras på ett uppskattat maxvärde. Frekvensberäkningarna är genomförda för dagens trafik och en uppskattad framtida trafik (se bilaga A).

Konsekvensberäkningar har genomförts genom att för respektive scenario bedöma inom vilka skadeområden som personer antas omkomma inomhus respektive utomhus. Eftersom egenskaperna hos ämnena i de olika farligt godsklasserna skiljer sig mycket från varandra har olika metoder använts för att uppskatta konsekvenserna för respektive olycksrisk. För scenarier med gasol har beräkningar genomförts med hjälp av simuleringsprogrammet ***Gasol*** som är utgivet av MSB /15/. Utsläpp av giftig gas har simulerats med hjälp av programmet ***Spridning i luft 1.2*** */16/.* Beräkningar av explosionslaster samt strålningsberäkningar för utsläpp och antändning av brännbar vätska har utförts med handberäkningar.

Beräkningarna redovisas i sin helhet i bilagorna A och B.

Sammanvägning av risk

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

Individrisk är den risk som en enskild person utsätts för genom att vistas i närheten av en riskkälla. Individrisken redovisas som platsspecifik individrisk. Detta görs i form av individriskkonturer som visar frekvensen för att en fiktiv person på ett visst avstånd omkommer till följd av en exponering från den studerade riskkällan. Individrisken beräknas dels för personer som vistas utomhus, dels för personer som vistas inomhus. Beräkningarna i sin helhet återfinns i bilaga A.

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 frekvensen plottas mot konsekvenser i ett logaritmerat diagram. Frekvenser utrycks 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. Detta riskmått beräknas utifrån specifika förutsättningar avseende riskkällan, den planerade bebyggelsestrukturen och byggnadsutformning.

Riskberäkningar redovisas i bilaga B och C.

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 risk-kriterier 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 vägsträcka 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.

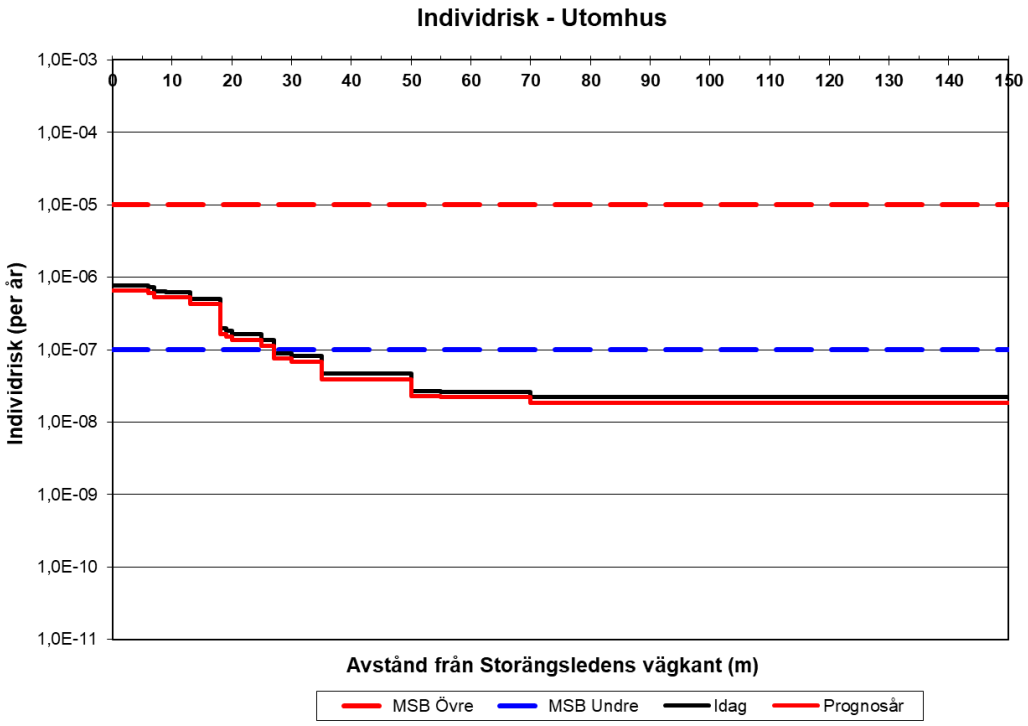
Hantering av osäkerheter

Riskanalysen utgår från underlag som innefattar relativt omfattande osäkerheter, främst med avseende på antalet transporter av farligt gods. I avsnitt 5.4 redovisas ytterligare diskussion kring hanteringen av ovanstående osäkerheter m.m. samt hur detta påverkar analysens resultat. För att studera hur olika antaganden påverkar resultatet av den fördjupade riskanalysen genomförs en känslighetsanalys.

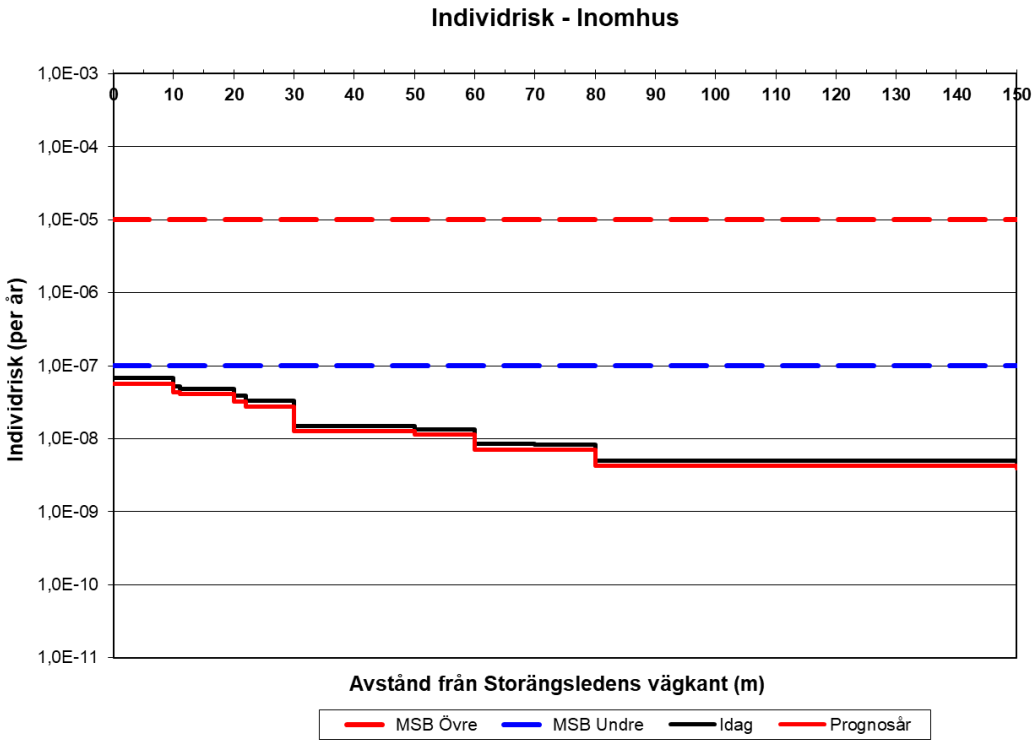
5.2 Resultat riskberäkningar

5.2.1 Individrisk

Nedan redovisas den beräknade risknivån inom områden utmed Storängsleden. Individrisken presenteras dels för oskyddade personer utomhus (se *Figur 5.*1) och dels för personer inomhus (se *Figur 5.*2). Individrisken redovisas för dagens trafiksiffror samt för prognosåret 2040 med förutsättning att Tvärförbindelse Södertörn inte är utbyggd. Utgångspunkt när det gäller andel farligt gods har varit nationellt snitt vilket sannolikt innebär en stor överskattning av risknivån, särskilt efter det att Tvärförbindelse Södertörn har tagits i drift.



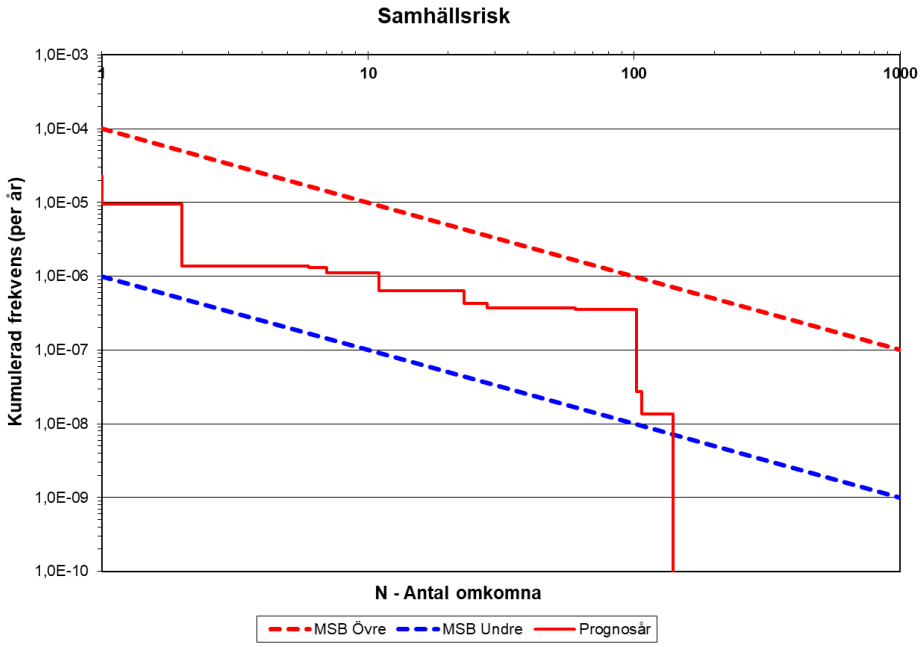
Figur 5.1. Individrisk utomhus utmed Storängsleden. (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)



Figur 5.2. Individrisk inomhus utmed Storängsleden. (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

5.2.2 Samhällsrisk

I *Figur 5.3* redovisas den beräknade samhällsrisken utmed Storängsleden. Samhällsrisken presenteras med planerad ny bebyggelse inom det aktuella planområdet och hänsyn tas till befintlig bebyggelse i omgivningarna. Beräkningarna har gjorts för den uppskattade framtida trafiksituation är 2040 utan att tvärförbindelsen är utbyggd. Prognoser med tvärförbindelsen utbyggd innebär att genomfartstrafiken trafikerar Tvärförbindelse Södertörn och inte Storängsleden.



Figur 5.3. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för planområdet och dess närmaste omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med Storängsleden år 2040. (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)

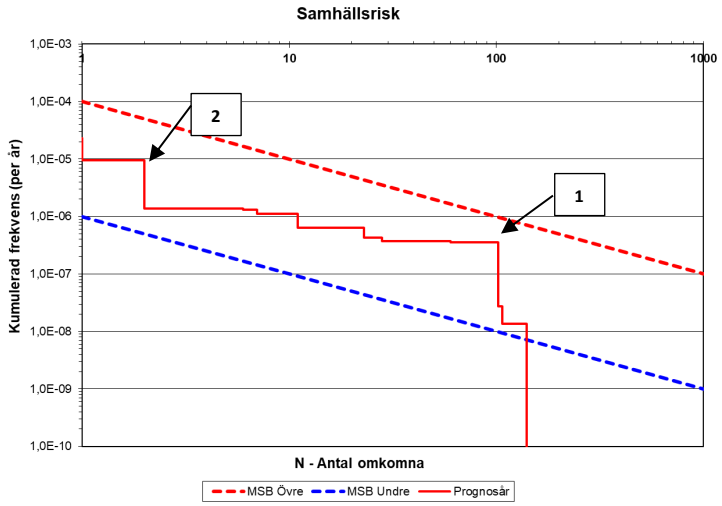
5.3 Värdering av individrisk

Enligt genomförda beräkningar ligger individrisken utomhus i den nedre delen av ALARP fram till ca 25 meter från vägen. Över detta avstånd är risknivån acceptabel. Individrisken inomhus är acceptabel för samtliga avstånd från Storängsleden. Med avseende på ***individrisk*** bedöms risker förknippade med Storängsleden vara acceptabla utifrån planerad bebyggelsestruktur som innebär att 25 meter hålls mellan Storängsleden och bebyggelse. Ytor utomhus mellan vägen och planerad bebyggelse bör dock utformas med hänsyn till riskerna förknippade med vägen.

Det ska i samband med detta även noteras att beräkningarna bygger på data för transport av farligt gods enligt nationellt snitt. Enligt grova inventeringar av verksamheter, vilka skulle kunna föranleda transport av farligt gods på Storängsleden kan det konstateras att det faktiska antalet transporter sannolikt understiger använd beräkningsdata. Dock kan genomfartstransporter mellan E4 och väg 73 inte uteslutas. Detta medför att beräkningarna är att betrakta som konservativa avseende risknivån mot det planerade planområdet. När Tvärförbindelse Södertörn tas i drift beräknas trafikflödet på Storängsleden halveras. Sannolikt kommer även en betydande minskning även att ske av antalet transporter med farligt gods.

Beräkningar av samhällsrisken visar att risknivån i stort ligger i den s.k. ALARP-zonen med lite högre nivåer. Dessa toppar beror av:

1. Olyckor som medför massexplosioner
2. Stor pölbrand



Figur 5.4. Markering av de olyckstyper som medför att samhällsrisken går upp i ALARP (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)

Då studerat förslag innehåller bebyggelse som placeras utmed Storängsleden på relativt kort avstånd ger olyckstyperna ovan ett betydande utfall i antal omkomna personer. Det är dock osannolikt att stora mängder farligt gods som riskerar att leda till massexplosioner faktiskt transporteras på vägen. Bedömningen är att beräkning med ett nationellt snitt avseende antal farligt gods transporter för det aktuella fallet ger en mycket konservativ risknivå. Det ska även observeras att samhällsrisk är ett mycket grovt mått på risknivån då ett stort antal antaganden måste göras för att kunna beräkna antalet omkomna.

Den beräknade samhällsrisken är dock inte oacceptabelt hög utan ligger inom ALARP vilket betyder att riskreducerande åtgärder ska vidtas vid planeringen under förutsättning att de är ekonomiskt försvarbara i förhållande till den riskreduktion som ges.

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 olycksscenarier
- Uppskattat personantal

För att belysa osäkerheterna i genomförda beräkningar och antaganden har en känslighetsanalys gjorts. Denna omfattar följande scenarier:

1. Ökad antal transporter med farligt gods: ett dubblerat antal transporter med farligt gods år 2040 förutsätts

2. Tvärförbindelse Södertörn tagen i drift: prognostiserad trafik med tvärförbindelsen tagen i drift samt antagande om halvering av den tunga trafiken och av andelen farligt gods

5.4.1 Känslighetsanalys – del 1

En av de största osäkerheterna i riskanalysen bedöms ligga i den antagna mängden farligt gods på Storängsleden. Dessa osäkerheter har föranlett en känslighetsanalys som beaktar antalet transporter av respektive farligt godsklass. Känslighetsanalysen omfattar frekvensberäkningar (bilaga A) samt därmed beräkning av individrisken (bilaga C) på motsvarande sätt som den fördjupade riskanalysen.

Känslighetsanalysen beaktar följande olycksscenarier:

- ***Förändrat transportantal***
  Det uppskattade antalet transporter har fördubblats i förhållande till de antal som använts i analysen.

Av genomförd känslighetsanalys framgår att individrisken utomhus ökar så att risknivån ligger inom ALARP upp till ca 35 meter från vägen. Individrisken inomhus ligger i nivå med den nedre kriteriegränsen inom ca 10 meter från vägen. Samhällsrisken ökar men ligger fortfarande inte på oacceptabla nivåer. Trots en fördubbling av antalet transporter med farligt gods blir således risknivån inte oacceptabel.

Utifrån genomförd känslighetsanalys samt med hänsyn till att övriga antaganden har genomförts konservativa innebär att hänsyn tas till ingående osäkerheter i analysen. Det studerade scenariot bedöms dock inte vara ett trolige framtida trafikscenario.

Se bilaga A och C för mer ingående beskrivning och resultat av genomförd känslighetsanalys.

5.4.2 Känslighetsanalys – del 2

Som underlag till beräkningarna i analysen har prognostiserad trafik 2040 utan Tvärförbindelse Södertörn använts. Det kommer enbart finnas verksamhet inom planområdet i tre år innan Tvärförbindelse Södertörn tas i drift. Det blir därför mycket konservativt att utgå från situationen utan leden tagen i drift. Trafikprognosen visar att trafikflödet på Storängsleden kommer att halveras med tvärförbindelsen tagen i drift.

I beräkningarna har andelen farligt gods baserats på nationellt snitt, vilket bedömts vara mycket konservativt även för nuläget. Ett antagande har därför gjorts om halva andelen farligt gods jämfört med nationellt snitt. Även detta är sannolikt högt räknat.

Av genomförd känslighetsanalys framgår att risknivån blir helt acceptabel avseende individrisk, både inomhus och utomhus, utmed Storängsleden utifrån ovan angivna förutsättningar. Samhällsrisken blir betydligt lägre och ligger i den nedre delen av ALARP eller på acceptabla nivåer.

Se bilaga A och C för mer ingående beskrivning och resultat av genomförd känslighetsanalys.

6. Säkerhetshöjande åtgärder

6.1 Allmänt

Enligt den detaljerade analysen bedöms risknivån inom det aktuella planområdet vara på sådan nivå 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 placeras som minst 25 meter från Storängsleden, vilket innebär ett avsteg från rekommenderade skyddsavstånd om 75 meter för sammanhållen bostadsbebyggelse (utan vidtagna åtgärder). Den rekommenderade bebyggelsefria zonen på minst 25 meter till en primärled för farligt gods uppfylls således med aktuellt planförslag. Avsteget bedöms vara möjligt med hänsyn till den låga risknivån samt att samhällsrisken ligger i den nedre delen av ALARP. Identifierade risker bedöms kunna hanteras med hjälp av byggnadstekniska åtgärder. När Tvärförbindelse Södertörn tas i drift kommer dessutom antalet transporter på Storängsleden att reduceras betydligt.

Bebyggelse inom kvarteren närmast Storängsleden placeras 25 meter från leden. Bebyggelsen i de bakomliggande kvarteret placeras som minst 90-95 meter från Storängsleden. Det är således endast kvarter 10-12 som omfattar bebyggelse som ligger inom Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd (se figur 2.4 samt 6.1).

Det begränsade antalet transporter på Centralvägen (ej klassad som transportled för farligt) medför ej behov av skyddsavstånd.

Som riktlinje bör så kallade känsliga verksamheter (exempelvis skola, förskola, vårdinrättningar/LSS-boende, äldreboende etc.) placeras på ett tillräckligt stort avstånd från Storängsleden (minst 75 meter). Detta gäller även förskolegård. Om känslig verksamhet placeras i skydd bakom annan bebyggelse eller om förskolebyggnaden utförs med byggnadstekniska åtgärder kan en placering inom 75 meter vara möjlig. Exponeringsgraden påverkar också möjligheten till att placera känslig verksamhet inom 75 meter.

Planförslaget innebär en förskola i ett av kvarteren närmast Storängsleden (kvarter 10) samt två förskolor i bakomliggande kvarter. Lösningen bedöms vara acceptabel eftersom förskolorna i de bakre kvarteren ligger på minst 87 meters avstånd från Storängsleden samt erhåller ett skyddat läge inom respektive kvarter. I kvarteret närmst Storängsleden utformas förskolan så att förskoleverksamheten placeras mot kvartersgård som också utgör förskolegård. Övriga delar så som kök, personalrum, kontor etc. förläggs mot Björkebovägen. Inga delar av förskolan planeras således direkt mot Storängsleden. Lösningen bedöms vara acceptabel och de åtgärder som föreslås i avsnitt 6.3 tillräckliga. Exponeringsgraden mot Storängsleden är liten och ytterligare åtgärder bedöms inte vara nödvändiga. Om kvarteren närmast Storängsleden inte uppförs bedöms skyddsavstånd enligt planförslaget (ca 50 meter) ändå vara tillräckligt för att säkerställa en acceptabel säkerhet men behov av byggnadstekniska åtgärder kan föreligga, se avsnitt 6.2.3.

För att tillgodose föreslagen bebyggelsestruktur och att avståndet mellan vägar och ny bebyggelse motsvarar studerat planförslag behöver detta anges i detaljplan, se vidare i avsnitt 6.3.

6.2.2 Utformning av obebyggda ytor

Utformningen av obebyggda områden i anslutning till riskkällor bör göras med hänsyn tagen till den aktuella risknivån. Detta gäller främst för områden mellan ny bebyggelse och riskkällan. Om risknivån är förhöjd bör området utformas så att det inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

Med hänsyn till den beräknade risknivån samt Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd, rekommenderas att ytor inom 25 meter från Storängsleden utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Med stadigvarande vistelse avses exempelvis lekplatser, utegym m.m. Markparkering, cykelförråd, elnätstationer, busshållplats, gång- och cykelvägar etc. är verksamheter som inte ger upphov till stadigvarande vistelse och som därmed kan placeras inom dessa områden.

Balkonger bedöms kunna placeras i fasad mot Storängsleden förutsatt att 25 meters skyddsavstånd enligt ovan uppfylls (dvs balkongerna är infällda i fasaden).

Föreslagen utformning innebär att utrymmen mellan planerad bebyggelse och de aktuella vägarna inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse utomhus.

6.2.3 Byggnadstekniska åtgärder

Enligt ovan innebär föreslagen bebyggelse att de rekommenderade skyddsavstånd som redovisas i avsnitt 1.6.1 underskrids. Den planerade bebyggelsen är placerad invid en primär transportled för farligt gods. Den beräknade risknivån avseende samhällsrisk ligger inom den nedre delen av ALARP. För att acceptera avstegen gällande skyddsavstånd samt för att reducera risknivån behöver kompletterande byggnadstekniska åtgärder vidtas. Nedan redovisas diskussioner kring behovet av åtgärder.

Allmänt om utformning av ny bebyggelse

Utrymningsstrategin för ny bebyggelse i anslutning till riskkällorna behöver 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 Storängsleden, dvs. bort från vägen.

Ovanstående innebär att planerad bebyggelse inom planområdet utan framförliggande bebyggelse mot vägarna ska utformas med åtminstone en utrymningsväg som mynnar bort från Storängsleden.

Skydd mot explosion

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

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

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

Det nettotillskott i fråga om risknivå, som avsteget från rekommenderade skyddsavstånd mot Storängsleden är litet. Motsvarande skadeutfall bedöms uppstå även om skyddsavstånd på 75 meter till sammanhållen bebyggelse uppfylls eftersom explosioner med stora laster innebär ett mycket stort skadeområde. Vidare ska det även noteras att transporterade mängder av de farligt godsklasser som kan ge upphov till explosion, i verkligheten sannolikt understiger det nationella snittet, vilket använts som beräkningsunderlag. Detta medför att genomförda beräkningar är att beakta som väldigt konservativa. Utöver detta regleras transport av explosivämnen mycket hårt i gällande lagstiftning. Detta i kombination med att åtgärder som lindrar konsekvenserna av en explosion innebär omfattande kostnader görs bedömningen att inga åtgärder med hänsyn till explosion är relevanta att vidta inom planområdet.

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 riskkällorna.

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

Det rekommenderas att bebyggelse inom 75 meter från Storängsleden utan framförliggande bebyggelse utförs med friskluftsintag som placeras på tak alternativt på sida som är vänd bort från Storängsleden.

Skydd mot brand

Inom ett avstånd av 30 meter från Storängsleden bör fasader på bebyggelse som vetter mot vägarna utföras 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. Exempelvis kan fönster utföras så att de är intakta och sitter kvar under hela brandförloppet genom att använda brandklassade, härdade eller laminerade glas.

Baserat på strålningsberäkningarna i Bilaga B behöver fasader inom 30 meter från Storängsleden utföras i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass EI30. Fönster i dessa fasader ska utföras i lägst brandteknisk klass EW30. Brandtekniskt klassade fönster får vara öppningsbara om brandskyddsprojekteringen enligt BBR inte ställer andra krav. Kravet avser enbart byggnader med stadigvarande vistelse. Cykelförråd, förråd eller andra liknande byggnader behöver inte förses med brandskyddad fasad mot Storängsleden.

6.3 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning

Vid ny bebyggelse inom planområdet rekommenderas att nedanstående restriktioner och byggnadstekniska åtgärder vidtas.

Åtgärder för ny bebyggelse utmed Storängsleden

- 25 meter närmast Storängsleden lämnas fritt från ny bebyggelse.
- Obebyggda ytor mellan bebyggelse och Storängsleden inom 25 meter från Storängsleden utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.
- Svårutrymda verksamheter (exempelvis skola, förskola, vårdinrättning/LSS-boende, äldreboende) ska inte placeras i oskyddade byggnader som är direkt exponerade mot Storängsleden (dvs. utan framförliggande bebyggelse) inom 50 meter från denna. *Fasader mot Björkebovägen anses inte innebära en direkt exponering mot Storängsleden. Avståndet och den lägre exponeringsgraden innebär att verksamheten får ett tillräckligt skydd.*
- Utrymning:
  Byggnader som är exponerade (dvs. utan framförliggande bebyggelse) mot Storängsleden inom 75 meter utförs med minst en utrymningsväg som mynnar bort från Storängsleden så att utrymning kan ske mot en trygg sida. *Kravet gäller endast byggnader med stadigvarande vistelse, dvs. gäller ej t.ex. cykelförråd, förråd, elnätstationer eller liknande.*
- Ventilation:
  Byggnader som ligger i exponerat läge (dvs. utan framförliggande bebyggelse) inom 75 meter från Storängsleden förses med friskluftsintag som är placerade i fasad som inte vetter mot Storängsleden eller på tak. *Kravet gäller endast byggnader med stadigvarande vistelse, dvs. gäller ej t.ex. cykelförråd, förråd, elnätstationer eller liknande.*
- Brandskydd:
  Fasader inom 30 meter från Storängsleden utförs i obrännbart material eller i lägst brandteknisk klass EI30. Fönster i dessa fasader utförs i lägst EW30.
  Kravet gäller endast byggnader med stadigvarande vistelse, dvs. gäller ej t.ex. cykelförråd, förråd, elnätstationer eller liknande.

- Balkonger ska hålla 25 meters skyddsavstånd till Storängsleden.

Åtgärderna ovan avser exponerat läge som inte skyddas av framförliggande bebyggelse (t.ex. topografi eller annan bebyggelse). Det innebär att byggnadsdelar som ligger inom ovan angivna 30 respektive 75 meter ska utföras med byggnadstekniska åtgärder om de exponeras mot Storängsleden (dvs. har fri sikt mot vägen). Byggnader i de bakomliggande kvarteren ligger som minst ca 90-95 meter från Storängsleden. Områden utomhus i dessa kvarter ligger som minst ca 85 meter från vägen. Det innebär att även om kvarteren närmast Storängsleden inte uppförs är skyddsavståndet tillräckligt stort till bakomliggande kvarter och inga åtgärder är då nödvändiga för dessa kvarter. Garage- eller förrådsbyggnader i ett plan utgör inte ett tillräckligt skydd för att ge lättnader i ovan redovisade åtgärder.

I figur 6.1 redovisas vilka byggnadsdelar som omfattas av åtgärder enligt ovan.



Figur 6.1. Byggnadsdelar som berörs av byggnadstekniska åtgärder enligt ovan redovisade åtgärdsförslag. Rödmarkering innebär att byggnadsdelar som exponeras mot Storängsleden omfattas av samtliga krav li åtgärdslistan. Gulmarkering innebär att byggnadsdelar som exponeras mot Storängsleden omfattas av krav på ventilation och utrymning. Känslig verksamhet accepteras inom detta område.

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. Dessa ska formuleras på

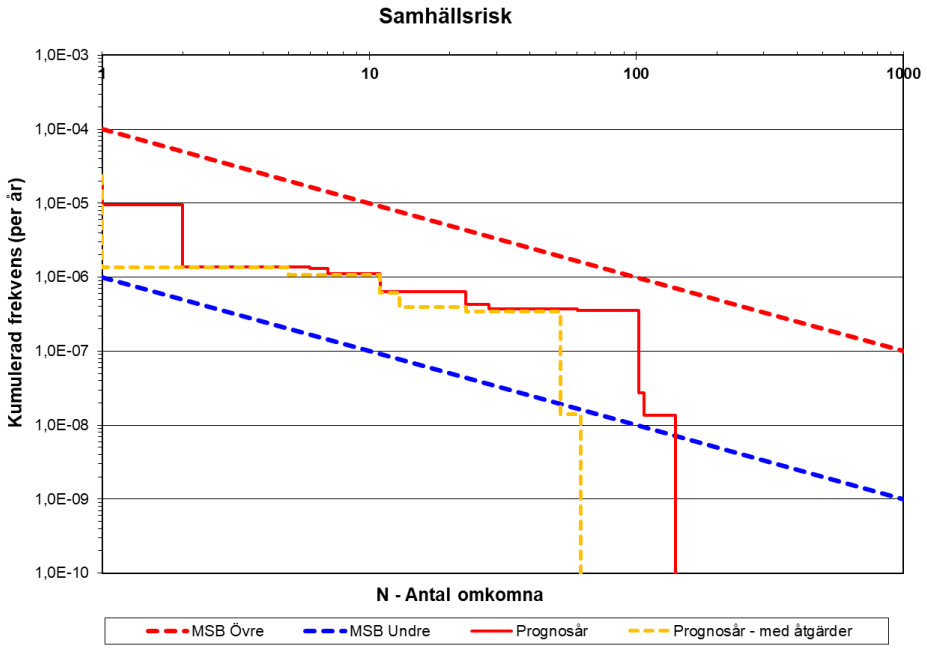
ett sådant sätt att de är förenliga med Plan- och bygglagen (2010:900). Vid formulering av planbestämmelser är det viktigt att funktionen i åtgärden bevakas och får ett juridiskt skydd. Det är lika viktigt att inte låsa fast sig vid en viss teknik eller ett specifikt material eftersom det kan dröja flera år innan planen realiseras.

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.
- 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 med farligt gods genom att tillgodose utrymningsmöjligheter bort från riskkällan.

Med hänsyn till den beräknade risknivån inom planområdet samt planerad verksamhet och bebyggelse bedöms de föreslagna åtgärderna ha en tillräcklig riskreducerande effekt. I *Figur 6.2* nedan presenteras samhällsrisken för området då åtgärder enligt avsnitt 6.3 beaktats.



Figur 6.2. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för planområdet och dess närmaste omgivning efter att de föreslagna riskreducerande åtgärderna beaktats i beräkningarna. (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)

7. Slutsatser

Det aktuella planområdet ligger i direkt anslutning till Storängsleden och Centralvägen på vilka transporter av farligt gods förekommer. Planerad bebyggelse uppförs som närmast 25 meter från vägkanten till Storängsleden, vilket understiger Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd till transportled för farligt gods.

Bebyggelsen planeras även direkt mot Centralvägen. Vägen är inte klassad som en transportled för farligt gods och kommunen kommer att införa lokala trafikföreskrifter som innebär förbud mot transport av farligt gods på vägen.

Genomförd riskbedömning av identifierade risker förknippade med Storängsleden visar att olycksriskerna påverkar risknivån inom det studerade området. Risknivån är dock relativt låg och ligger på acceptabla nivåer för individrisk och i den nedre delen av ALARP avseende samhällsrisk. Beräkningarna tar inte hänsyn till att antalet transporter med farligt gods kommer att minska betydligt när Tvärförbindelse Södertörn tas i drift. För att sänka risknivån föreslås i avsnitt 6 åtgärder. För att säkerställa att åtgärderna vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser.

Föreslagna åtgärder innebär en reducering av risknivån för området. Denna reducering bedöms vara tillräcklig och innebär att samhällsrisken endast i delar ligger inom ALARP och i stora delar ligger på acceptabla nivåer. Åtgärderna medför att planerad ny bebyggelse och markanvändning får en begränsad påverkan på samhällsrisken för det aktuella planområdet och dess omgivning och bedöms innebära att erforderlig säkerhet uppnås.

Om förutsättningar kopplat till transporter av farligt gods ändras (exempelvis genom att Tvärförbindelse Södertörn färdigställs, att Storängens industriområde omvandlas helt utan etapper eller att en annan infart till industriområdet ordnas) är det möjligt att en eller flera av de riskreducerande åtgärderna som föreslås kan utgå.

8. Bilagor

BILAGA A – Frekvensberäkningar

BILAGA B – Konsekvensberäkningar

BILAGA C – Riskberäkningar

9. Referenser

/1/ Fördjupning av översiktsplan för Storängen, Huddinge kommun, juni 2009

/2/ Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Fakta 2016:4, Länsstyrelsen Stockholm, 2016-04-11

/3/ Trafikbullerutredning Storängen Huddinge, Acad, 2018-09-18

/4/ Trafikprognos Storängen, underlag i mail, 2020-05-20

/5/ 01FS 2014:65 – Länsstyrelsen i Stockholms läns kungörelse om sammanställning av rekommenderade vägar och lokala trafikföreskrifter för transport av farligt gods i Stockholms län, beslutad 26 november 2014 (dnr 451-41970-2014)

/6/ Kartläggning av farligt godstransporter september 2006, Statens Räddningsverket, 2007 (www.msb.se)

/7/ Kartläggning av transporter med farligt gods i Stockholms län 1998, rapport 1999:0375, Vägverket

/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/ Program för Huddinge centrum (Dnr: SBN PL 2011/39.313), Miljö- och samhällsbyggnadsförvaltningen, mars 2012, reviderat februari 2013

/10/ Tvärförbindelse Södertörn, www.trafikverket.se, besökt: 2019-08-29

/11/ Samlokalisering av verksamheter och bostäder, Storängens industriområde, Huddinge. Brandskyddslaget och Iterio, 2015-07-03

/12/ Detaljplan Aspen 2 och 3 m.fl. Buller och miljöutredning, Norconsult, 2019-06-27

/13/ ADR-S 2017, Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2016:8

/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			
Storängen			
Uppdragsgivare	**Uppdragsnummer**	**Datum**	
JM m.fl.	509500, 509501, 509501	2023-10-13	
Handläggare	**Egenkontroll**	**Internkontroll**	
Rosie Kvål	RKL 2023-10-13	PWT	2019-09-04

1. Inledning

I denna bilaga beräknas frekvensen för de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med den angränsande Storängsleden:

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

2. Indata

2.1 Allmänt - Storängsleden

Planområdet angränsar mot Storängsleden längs ca 200 meter. På den aktuella sträckan utgörs vägen av en raksträcka med ett körfält i varje riktning. Hastigheten på vägen är 50 km/h.

2.1.1 Trafik

Enligt huvudrapporten används trafiksiffror från projektet; år 2017 18800 f/d och år 2040 15770 och andelen tung trafik är till 20 %. Beräkningar genomförs för scenariot där Tvärförbindelse Södertörn ej tagits i drift. När tvärförbindelsen invigs kommer trafikflödet på Storängsleden halveras och andelenen farligt gods minska.

2.1.2 Transport av farligt gods

Storängsleden utgör en rekommenderad primär transportled för farligt gods.

De primära vägarna bildar stommen i det rekommenderade vägnätet och ska användas för genomfartstransporter. Normalt finns inga restriktioner kring vilka farligt godsklasser som är tillåtna att transporteras på vägen. Frekvensberäkningarna kommer att utgå från nationell statistik där antalet transporter samt fördelningen mellan olika klasser på den aktuella vägen uppskattas utifrån den genomsnittliga andelen av tung trafik i Sverige som transporterar farligt gods.

Box 9196 Långholmsgatan 27 10 tr 102 73 Stockholm 08-588 188 00 brandskyddslaget.se
info@brandskyddslaget.se Org nr: 556634-0278 Innehar F-skattebevis

Information har hämtats från Trafikanalys (tidigare SIKA) som bland annat ansvarar för statistik inom området vägtrafik. Utifrån statistik över antal transporter per farligt godsklass under perioden 2013-2018 /1/ uppskattas det totala antalet farlig godstransporter respektive antalet transporter av respektive farligt godsklass på den aktuella sträckan.

Enligt statistiken för den studerade perioden utgör farligt godstransporter i genomsnitt ca 1,8 % av det totala antalet lastbilstransporter. För den aktuella vägen motsvarar detta 4 920 transporter idag. För prognosåret år 2040 uppskattas antalet farligt godstransporter till ca 20 700. I Tabell A.1. redovisas fördelningen på respektive farligt godsklass.

Tabell A. 1. Antal transporter av farligt gods per år på Storängsleden idag respektive år 2040 utan Tvärförbindelse Södertörn tagen i drift.

Klass	Andel	Uppskattat antal farligt godstransporter	
		Idag	*2040*
1. Explosiva ämnen och föremål	1,3%	65	273
2. Gaser	20,7%	1018	4271
3. Brandfarliga vätskor	46,8%	2300	9648
4. Brandfarliga fasta ämnen	2,2%	108	454
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	3,4%	167	701
6. Giftiga ämnen	7,3%	358	1503
7. Radioaktiva ämnen	0,0%	0	0
8. Frätande ämnen	12,5%	617	2586
9. Övriga farliga ämnen och föremål	5,8%	286	1199
Totalt		**4 920**	**20 637**

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” /2/.

Beräkningarna utgår från indata avseende faktorerna:

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

/1/ 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)

/2/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

3.1 Trafikolycka allmänt

Vid beräkning av frekvensen för en trafikolycka på den aktuella vägsträckan används schablon-olyckskvot för aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning vilket ger en olyckskvot på 1,5 trafikolyckor per 10^6 fordonskilometer /2/.

Vid beräkning av antal förväntade fordonsolyckor används följande ekvation:

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

Där det totala trafikarbetet per år beräknas enligt följande:

$$Totalt\ trafikarbete = 365\ dygn \times Årsmedeldygnstrafik \times Aktuell\ vägsträcka$$

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 planområdet.

Tabell A. 2. Beräknad frekvens för trafikolycka.

Scenario	Olycksfrekvens (per år)	
	Idag	*År 2040*
Trafikolycka totalt	10,3	8,6

3.1.1 Fordonsbrand

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

Under åren 1994-1999 rapporterades årligen i genomsnitt 64,7 fordonsbränder i Sverige vid polisrapporterade vägtrafikolyckor till Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS) /3/. Under motsvarande år rapporterades ca 15 700 trafikolyckor med personskada per år /4/. 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 /2/:

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

X = delat — Andelen transporter skyltade med farligt gods (antal farligt godstransporter med totalt antal fordon)

Y = — Andelen singelolyckor på vägdelen (antaget 10 % för aktuell vägsträcka /2/)

/3/ Vägverkets informationssystem för trafiksäkerhet (VITS), uppgifter erhållna av Arne Land, Statens Väg- och Transportforskningsinstitut 2003-05-27

/4/ 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 år 2017 respektive år 2040.

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

Scenario	Olycka med fago-transport [per år]		
	Andel	*Idag*	*2040*
klass 1	1,3%	9,3E-04	7,8E-04
Klass 2	20,7%	1,4E-02	1,2E-02
klass 3	46,8%	3,3E-02	2,7E-02
klass 4	2,2%	1,5E-03	1,3E-03
klass 5	3,4%	2,4E-03	2,0E-03
klass 6	7,3%	5,1E-03	4,3E-03
klass 7	0,0%	0,0E+00	0,0E+00
klass 8	12,5%	8,8E-03	7,4E-03
klass 9	5,8%	4,1E-03	3,4E-03
Totalt		***7,0E-02***	***5,9E-02***

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 /5/. 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.

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 transporterna 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 /6/. 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

/5/ ADR-S – Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2012:6, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2012

/6/ Samrådsunderlag avseende omledningsvägnät för explosiva ADR-S transporter – Intunnling av Norra Station, WSP, 2008-11-14

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 transporterna med klass 1.1 i Stockholmsregionen s.k. transittransporter (genomfart) medan resterande transporter till avnämare inom länet. Transittransporterna rymmer troligtvis maximala transportmängder, d.v.s. 16 ton massexplosivämnen per transport. Resterande transporter transporteras till avnämare inom länet och rymmer troligtvis mindre mängder explosivämnen.

- Utifrån de uppgifter som erhållits i kartläggningen som utförts i projektet Norra Stationsområdet har följande fördelning antagits mellan olika transportmängder på Storängsleden:

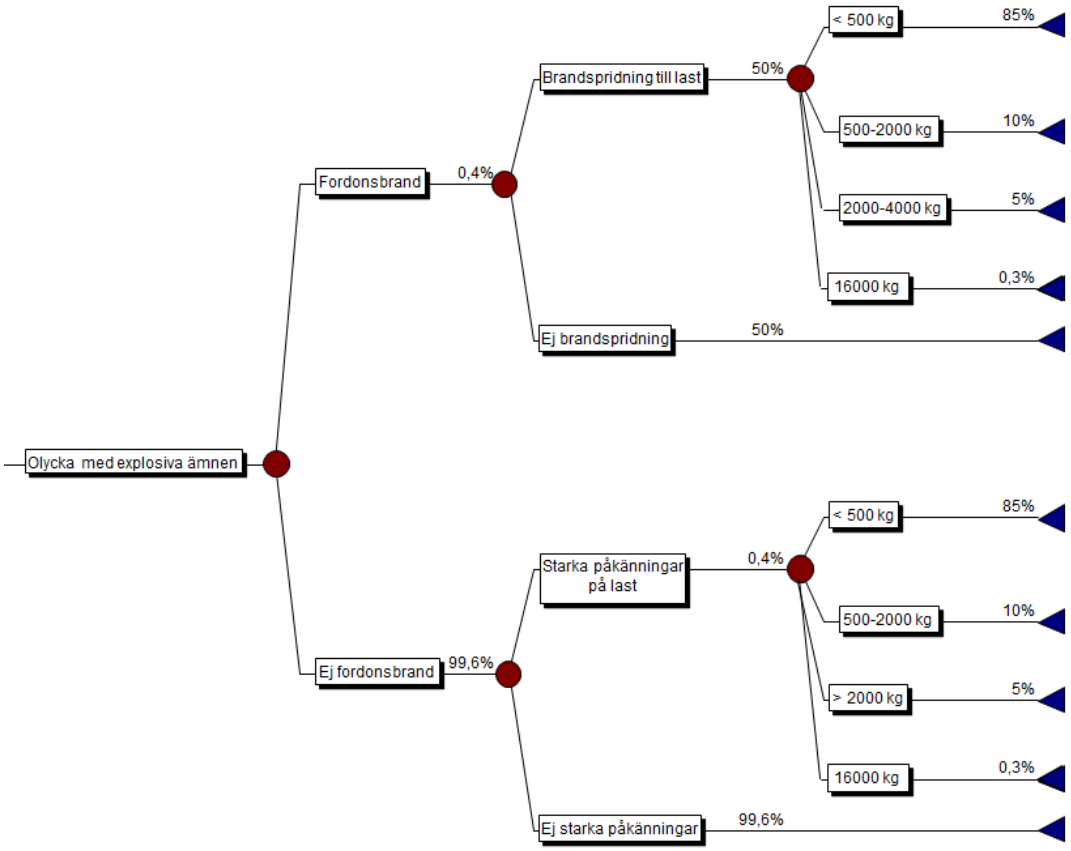
    - < 500 kg/transport: ca 85 % (ca 250 transporter per år)
    - 500 – 2 000 kg /transport: ca 10 % (ca 30 transporter per år)
    - > 2 000 kg / transport: ca 5 % (ca 15 transporter per år)
    - 16 000 kg / transport: ca 0,3 % (ca 1 transporter per år)

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

- Sannolikheten för att fordon inblandat i trafikolycka ska börja brinna uppskattas enligt tidigare till ca 0,4 % (se avsnitt 3.1.1). Krav på utförandet av EX/II- och EX/III-fordon innebär att sannolikheten för brandspridning till det explosiva ämnet bedöms vara låg. Sannolikheten för detonation (och mycket grovt massexplosion) till följd av fordonsbrand som sprider sig till lasten uppskattas grovt till 50 %.

- Sannolikheten för detonation till följd av stora påkänningar vid trafikolycka uppskattas vara mycket låg. Det finns idag ingen känd forskning kring hur stor kraft som behövs för att initiera detonation av det fraktade godset vid en trafikolycka. Med hänsyn till kraven på transportfordon för massexplosivämnen som bl.a. avser utformning som innebär att energin vid en kollision ska tas upp av olika energiabsorberande zoner så bedöms sannolikheten för att en trafikolycka innebär så omfattande krafter på lasten att det leder till detonation inte vara större än sannolikheten för att ett fordon börjar brinna vid en trafikolycka, d.v.s. 0,4 %.

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



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

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

Scenario	Frekvens [per år]	
	Idag	*2040*
Trafikolycka med explosivämne (klass 1)	**9,3E-04**	**7,8E-04**
Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)		
< 500 kg		
- P.g.a. fordonsbrand	*1,6E-06*	*1,3E-06*
- P.g.a. starka påkänningar	*3,1E-06*	*2,6E-06*
- Totalt	4,7E-06	4,0E-06
500-2000 kg		
- P.g.a. fordonsbrand	*1,9E-07*	*1,6E-07*
- P.g.a. starka påkänningar	*3,7E-07*	*3,1E-07*
- Totalt	5,6E-07	4,7E-07
2000-4000 kg		
- P.g.a. fordonsbrand	*9,3E-08*	*7,8E-08*
- P.g.a. starka påkänningar	*1,8E-07*	*1,5E-07*
- Totalt	2,8E-07	2,3E-07
16000 kg		
- P.g.a. fordonsbrand	*5,6E-09*	*4,7E-09*
- P.g.a. starka påkänningar	*1,1E-08*	*9,3E-09*
- Totalt	1,7E-08	1,4E-08

3.2.2 Klass 2. Gaser

Gaser (klass 2) delas in i följande undergrupper:

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

Gaser ur klass 2.2 utgör sådana gaser som normalt inte orsakar personskador vid utsläpp mer än i det direkta närområdet. Därför beaktas inte transporter av dessa gaser i riskanalysen. Fördelningen av transport av gaser antas enligt följande: Klass 2.1 - 20%, Klass 2.2 – 79 % samt Klass 2.3 – 1 %.

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 2 % /2/. 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 /2/.

Givet läckage antas fördelningen mellan olika läckagestorlekar till följande i enlighet med /2/:

- 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.

Beroende på utsläppsstorleken varierar sannolikheten för direkt respektive fördröjd antändning. För utsläpp vid trafikolycka finns fördelningsstatistik /7/:

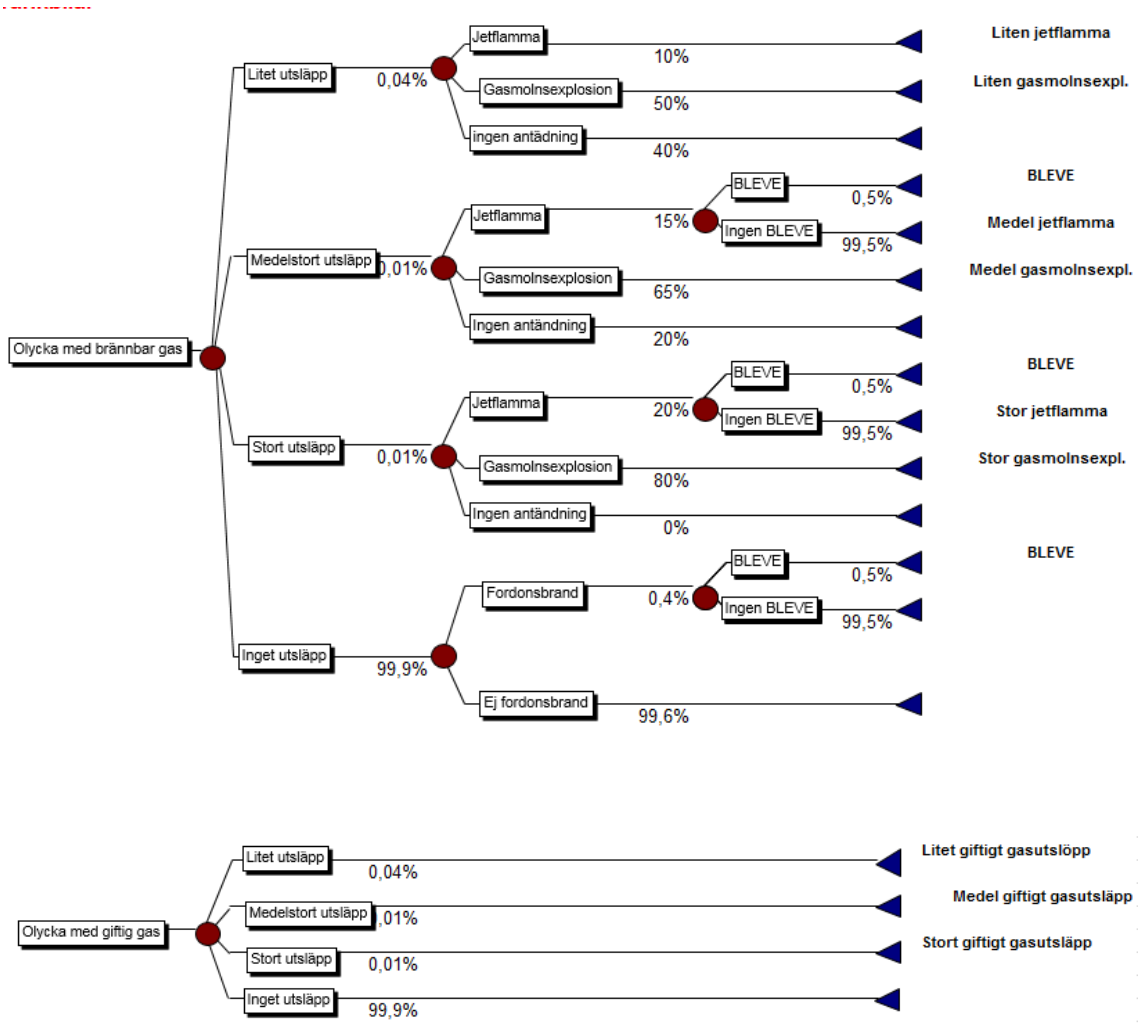
	Litet utsläpp	Medelstort utsläpp	Stort utsläpp
• omedelbar antändning (jetflamma):	10 %	15 %	20 %
• fördröjd antändning (gasmolnsexplosion):	50 %	65 %	80 %
• ingen antändning:	40 %	20 %	0 %

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 händelseträd över följdscenarier vid en olycka med transport av gaser. Beräkningsresultaten redovisas i Tabell A.5

/7/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993



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

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

Scenario	Frekvens [per år]	
	Idag	*2040*
Trafikolycka med gas	**1,4E-02**	**1,2E-02**
Utsläpp och antändning av brännbar gas	**2,9E-03**	**2,4E-03**
Liten jetflamma	1,2E-07	1,0E-07
Liten gasmolnsexplosion	6,0E-07	5,1E-07
Medelstor jetflamma	6,0E-08	5,0E-08
Medelstor gasmolnsexplosion	2,6E-07	2,2E-07
Stor jetflamma	6,4E-08	5,4E-08
Stor gasmolnsexplosion	2,6E-07	2,2E-07
BLEVE		
- P.g.a. jetflamma riktad mot oskadad tank	*6,2E-10*	*5,2E-10*
- P.g.a. fordonsbrand under oskadad tank	*5,8E-08*	*4,9E-08*
- Totalt	*5,9E-08*	*4,9E-08*

Utsläpp av giftig gas	**1,4E-04**	**1,2E-04**
Litet utsläpp giftig gas	6,0E-08	5,1E-08
Medelstort utsläpp giftig gas	2,0E-08	1,7E-08
Stort utsläpp giftig gas	1,6E-08	1,4E-08

3.2.3 Klass 3. Brandfarliga vätskor

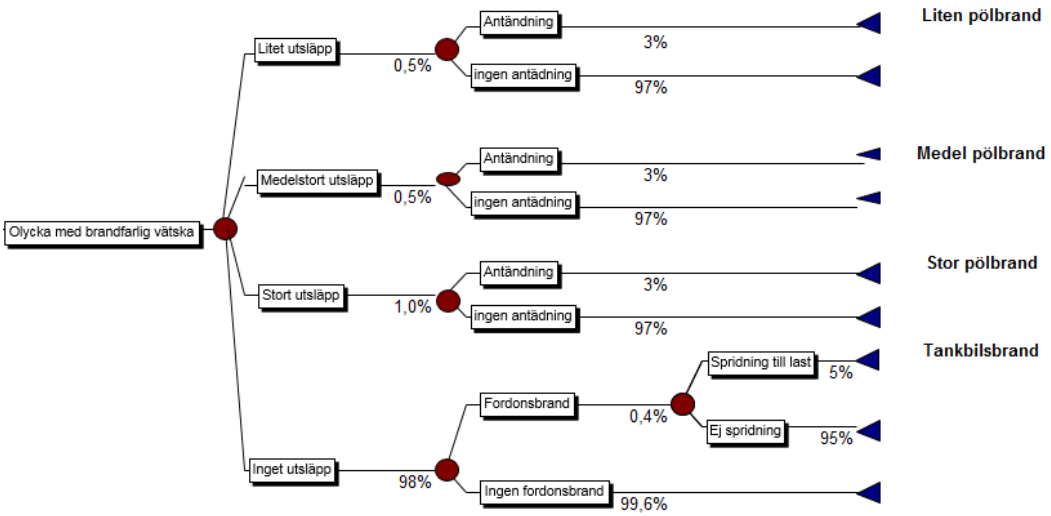
En mycket hög andel av de brandfarliga vätskor som transporteras uppskattas vara petroleumprodukter, d.v.s. transporter av bensin och diesel till bl.a. bensinstationer. I de fortsatta beräkningarna så antas det konservativt att samtliga vätsketransporter rymmer klass 1-vätskor, d.v.s. vätskorna har en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

Sannolikheten för att en trafikolycka med farligt godstransport inblandad där ämnet transporteras i tunnväggig tank leder till läckage uppskattas vara 2 % /2/. Det uppskattas att en stor andel av transporterna utgörs av tankbil med släp, vilket för tunnväggiga tankar innebär att sannolikhetsfördelningen mellan litet, medelstort och stort utsläpp är 25 %, 25 % respektive 50 % /2/.

Sannolikheten klass 1-vätskor antänds vid utsläpp till följd av en trafikolycka antas vara ca 2 % /2, 7/ 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 anges det krav på fordon som ska användas för transport av brandfarliga vätskor, vilket bl.a. innebär en begränsad sannolikhet för spridning av t.ex. motorbränder till lasten. Sannolikheten för antändning av lasten till följd av fordonsbrand vid trafikolycka uppskattas grovt vara ca 5 %.

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



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

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

Scenario	Frekvens [per år]	
	Idag	*2040*
Trafikolycka med brandfarlig vätska (klass 3)	**3,3E-02**	**2,7E-02**
Liten pölbrand	4,9E-06	4,1E-06
Medelstor pölbrand	4,9E-06	4,1E-06
Stor pölbrand	9,8E-06	8,2E-06
Tankbilsbrand	6,4E-06	5,4E-06

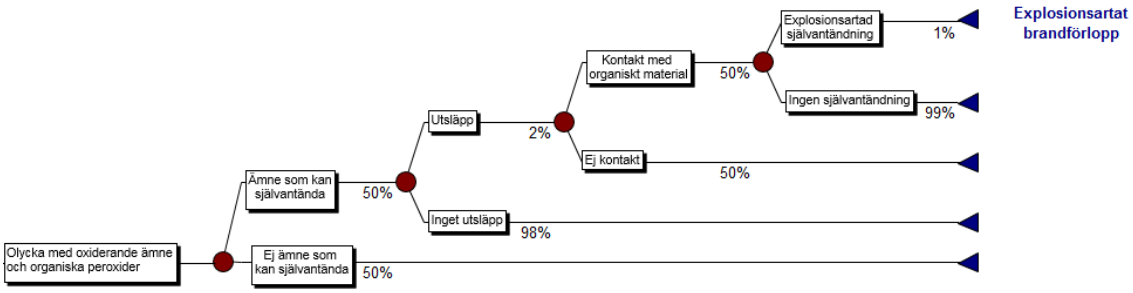
3.2.4 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

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 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 15 % /2/. 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 händelseträd över följdscenarier vid en olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i Tabell A.7.



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

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

Scenario	Frekvens [per år]	
	Idag	*2040*
Trafikolycka med oxiderande ämne (klass 5)	**2,4E-03**	**2,0E-03**
Explosionsartat brandförlopp vid självantändning	1,2E-07	1,0E-07

4. Känslighetsanalys

4.1 KA 1 – ökat antal transporter med farligt gods

Med hänsyn till osäkerheter i det statistiska underlaget upprättas en känslighetsanalys som beaktar förändringar i antalet transporter av farligt gods. I detta avsnitt redovisas frekvensberäkningar för olycka med farligt gods enligt motsvarande metodik som i avsnitten ovan, men där antalet transporter har antagits vara fördubblat i förhållande till de uppskattade transportmängderna år 2040, se Tabell A.8.

Tabell A. 8. Känslighetsanalys del 1. Antal transporter med farligt gods med fördubblat antal transporter jämfört med prognosåret. Utan Tvärförbindelse Södertörn.

Klass	Andel	Uppskattat antal farligt godstransporter	
		2040 x 2	*2040*
1. Explosiva ämnen och föremål	1,3%	547	273
2. Gaser	20,7%	8543	4271
3. Brandfarliga vätskor	46,8%	19295	9648
4. Brandfarliga fasta ämnen	2,2%	909	454
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	3,4%	1402	701
6. Giftiga ämnen	7,3%	3007	1503
7. Radioaktiva ämnen	0,0%	0	0
8. Frätande ämnen	12,5%	5173	2586
9. Övriga farliga ämnen och föremål	5,8%	2398	1199
Totalt		**41 273**	**20 637**

4.2 KA 2 – Förändrat transportantal med Tvärförbindelse Södertörn i drift

Genomförda beräkningar utgår från prognosår 2040 utan Tvärförbindelse Södertörn tagen i drift. Eftersom inflyttning av planområdet kommer att ske tidigast 2028 kommer detta förhållande enbart gälla i tre år innan Tvärförbindelse Södertörn öppnar.

Andel farligt gods har i beräkningarna antagits utifrån nationellt snitt vilket bedöms vara högt räknat även för nuläget.

Del 2 av känslighetsanalysen belyser därför en möjlig situation efter det att Tvärförbindelse Södertörn tagits i drift. Trafikflödet på vägen är enligt tidigare 8 400 fordon per vardagsmedeldygn. Andelen tung trafik förutsätts halveras till 10 %. Andelen farligt gods antas minska med 50 % jämfört med nationellt snitt.

I tabell A.9 redovisas underlag till beräkningar av känslighetsanalys del 2. Metoden är densamma som beskrivs i denna bilaga samt bilaga B.

Tabell A. 9. Känslighetsanalys del 2. Uppskattat antal transporter med farligt gods med Tvärförbindelse Södertörn tagen i drift.

Klass	Andel	Uppskattat antal farligt godstransporter	
		2040 m TFS	*2040 utan TFS*
1. Explosiva ämnen och föremål	1,3%	36	273
2. Gaser	20,7%	569	4271
3. Brandfarliga vätskor	46,8%	1285	9648
4. Brandfarliga fasta ämnen	2,2%	61	454
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	3,4%	93	701
6. Giftiga ämnen	7,3%	200	1503
7. Radioaktiva ämnen	0,0%	0	0
8. Frätande ämnen	12,5%	344	2586
9. Övriga farliga ämnen och föremål	5,8%	160	1199
Totalt		**2 748**	**20 637**

Bilaga B - Konsekvensberäkningar

Uppdragsnamn			
Storängen			
Uppdragsgivare	**Uppdragsnummer**	**Datum**	
JM m.fl.	509500, 509501, 509501	2023-10-13	
Handläggare	**Egenkontroll**	**Internkontroll**	
Rosie Kvål	RKL 2023-10-13	PWT	2019-09-04

1. Inledning

I denna bilaga beräknas konsekvenserna av de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom planområdet. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker, vilka alla förknippas med den angränsande Storängsleden:

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

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

I riskanalysen används riskmåtten ***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.

1.1 Förutsättningar

Figur B.1. utgör en översiktsbild som visar det studerade området efter planerad exploatering av planområdet.

I huvudrapporten görs en genomgång av den planerade bebyggelsen.



Figur B. 1. Situationsplan.

2. Trafikolycka med farligt gods

2.1 Klass 1. Explosiva ämnen

2.1.1 Metodik

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

500 kg (transporter med < 500 kg)

2000 kg (transporter med 500-2000 kg)

4000 kg (transporter med > 2000 kg)

16000 kg (transporter med 16000 kg)

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

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

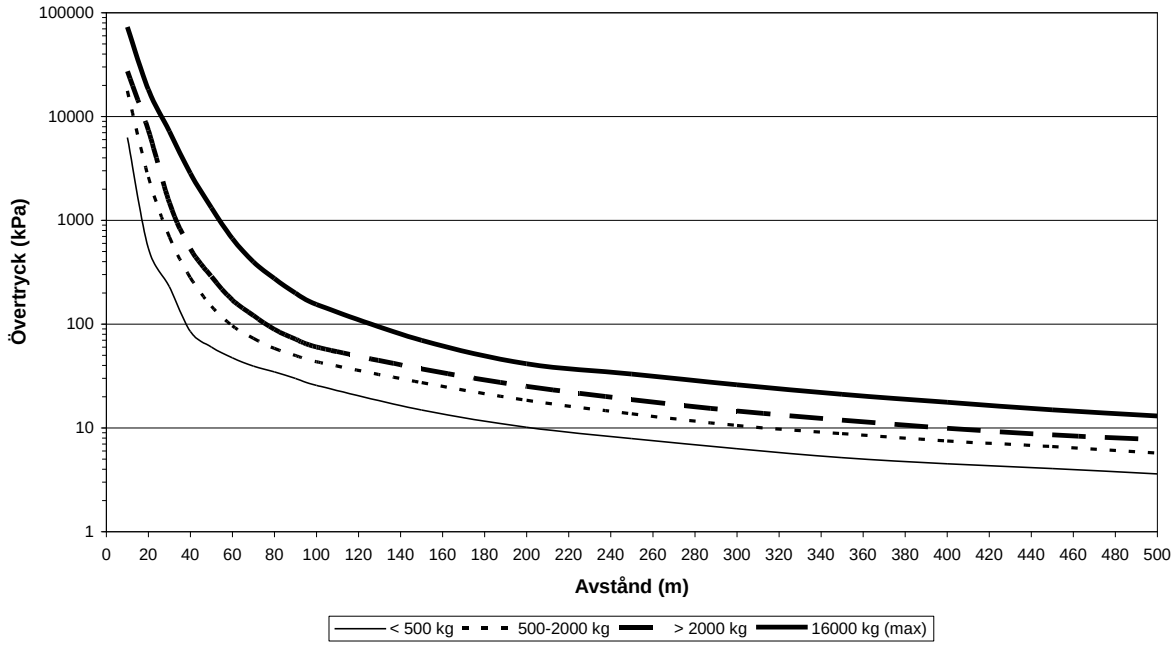
Konsekvensberäkningarna utgår från beräkningar av maximalt övertryck (P_+), impulstäthet (I_+) samt varaktighet (t_+) för de studerade explosionsscenarierna. I Figur B.2 och Figur B.3 redovisas beräkningar avseende tryck respektive impulstäthet som en funktion av avståndet från explosionen. Respektive 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°).

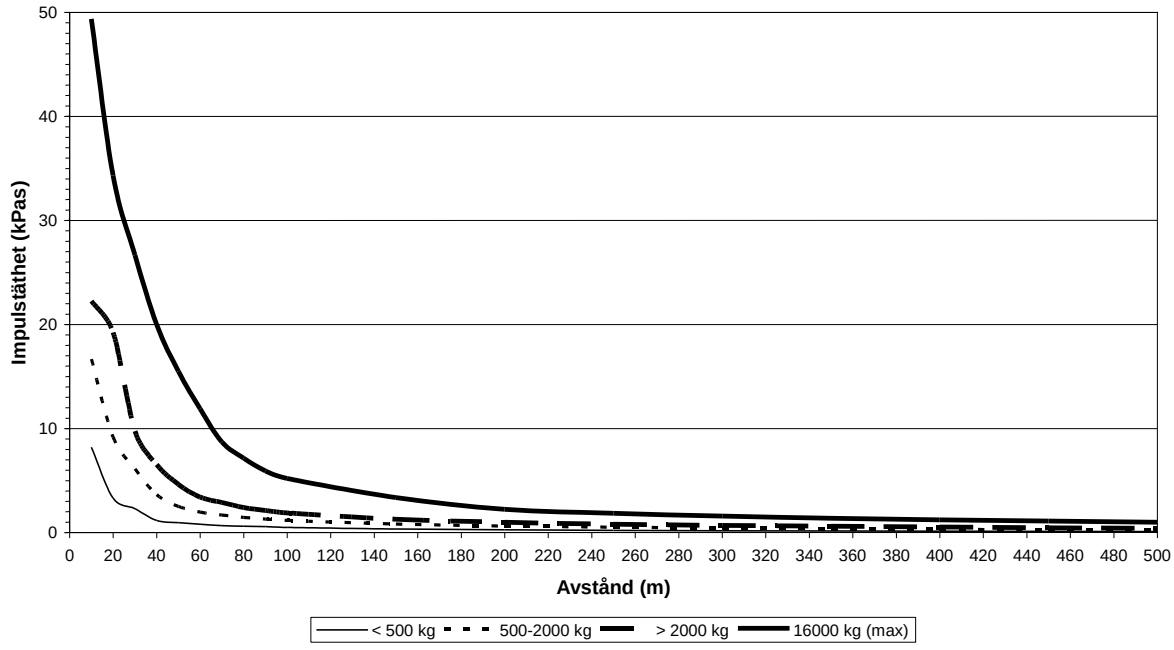
Explosionens varaktighet t_+ beräknas grovt enligt följande ekvation och blir samma oavsett infallande vinkel /1/:

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

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



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



Figur B. 3. 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 karaktäristiska tryck (P_C) och impuls (I_C), se ekvationen i avsnitt 2.8. I Tabell B.1. anges karakteristiska tryck (P_C) respektive impulstäthet (I_C) för olika byggnadsdelar beroende på byggnadsstrategi och bärighet /1/.

Tabell B. 1. Karakteristiska tryck (P_C) respektive impuls (I_C) för olika byggnadsdelar.

Byggnadsdel	P_C (kPa)	I_C (kPas)
Bärande konstruktioner		
Stomme i platsgjuten betong		
- Bärande ytterväggar av 20 cm betong (och invändiga pelare)	200	2,5
- Bärande tvärväggar och utfackade längsgående ytterväggar	200	2,5
Stomme i monterad betong		
- 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. 2* 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. 2* respektive *Figur B. 3*. 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
- 10 % omkomna 210 kPa
- 50 % omkomna 260 kPa
- 90 % omkomna 300 kPa
- 99 % omkomna 350 kPa

Sannolikheten för att omkomma utomhus bedöms vara beroende av explosionslastens storlek. För de beräknade skadeavstånden som redovisas i avsnitt 2.1.3 uppskattas innebära följande sannolikhet för att omkomma:

- < 500 kg: 10 %
- 500-2 000 kg: 25 %
- > 2 000 kg: 50 %
- 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
<500 kg massexplosion	*80 %* inomhus	*20*
	15 % inomhus	*70*
	10 % utomhus	*20*
500–2 000 kg massexplosion	*80 %* inomhus	*40*
	15 % inomhus	*200*
	25 % utomhus	*30*
>2 000 kg massexplosion	*80 %* inomhus	*50*
	15 % inomhus	*200*
	50 % utomhus	*50*
16 000 kg massexplosion	*80 %* inomhus	*80*
	15 % inomhus	*300*
	100 % utomhus	*70*

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

För ovanstående skadescenarier har utsläppssimuleringar gjorts med simuleringsprogrammet **Gasol** för att avgöra storleken på de områden inom vilka personer kan förväntas omkomma. Utsläppssimuleringarna har utförts för tankbil med ca 25 ton tryckkondenserad gas. Det antas grovt att samtliga transporter innehåller tryckkondenserad gasol. I Tabell B.3 redovisas den indata som anges i **Gasol** med avseende på tankutformning, väder etc.

Tabell B. 3. Indata till Gasol för simulering av skadeområden vid jetflamma och gasmoln.

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

Skadescenarierna jetflamma respektive gasmolnsexplosion har simulerats för följande utsläppsstorlekar /3/:

Tankbil

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

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

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

2.2.2 Bedömningskriterier

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

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

Utomhus: I tabell B.4 redovisas skadeområden där värmestrålningen är så omfattande att det kan leda till 2:a-3:e gradens brännskada. Enligt /3/ är sannolikheten att omkomma vid 2:a gradens brännskador ca 15 %.

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 utvändig 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 B.6 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat, varför dess bredder även presenteras.

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

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

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

*Tabell B. 5. Indata till **Spridning i Luft 1.2** för simulering av skadeområden vid utsläpp av giftig gas.*

Faktor	Tankbil	
Kemikalie	Ammoniak	Svaveldioxid
Emballage	Tankbil (24 ton)	Tankbil (24 ton)
Bebyggelse	Tät skog/ stad (ρ = 1,0)	Tät skog/ stad (ρ = 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, utsläppsscenarier 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.6. 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. 6. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av giftiga gaser.

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

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. pölradie)

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

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

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 $H_F = D$ /6/.

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

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

Synfaktor (F) – Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se Figur B.4). Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill.

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

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

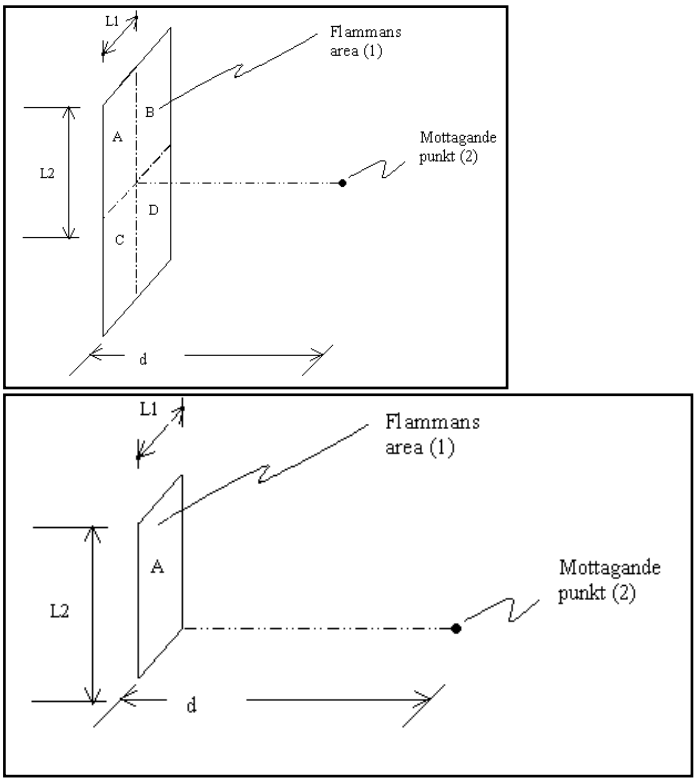
$\theta_1 = \theta_2$ = infallande vinkel (d.v.s. 0) och $A_1 = L_1 \times L_2$ enligt /8/.

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

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

/7/ Radiation fron 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



Figur B. 4. Synfaktor.

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

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

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

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

Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flamhöjden beräknats för de olika pölbrandscenarierna (se Tabell B.7.).

Tabell B. 7. 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

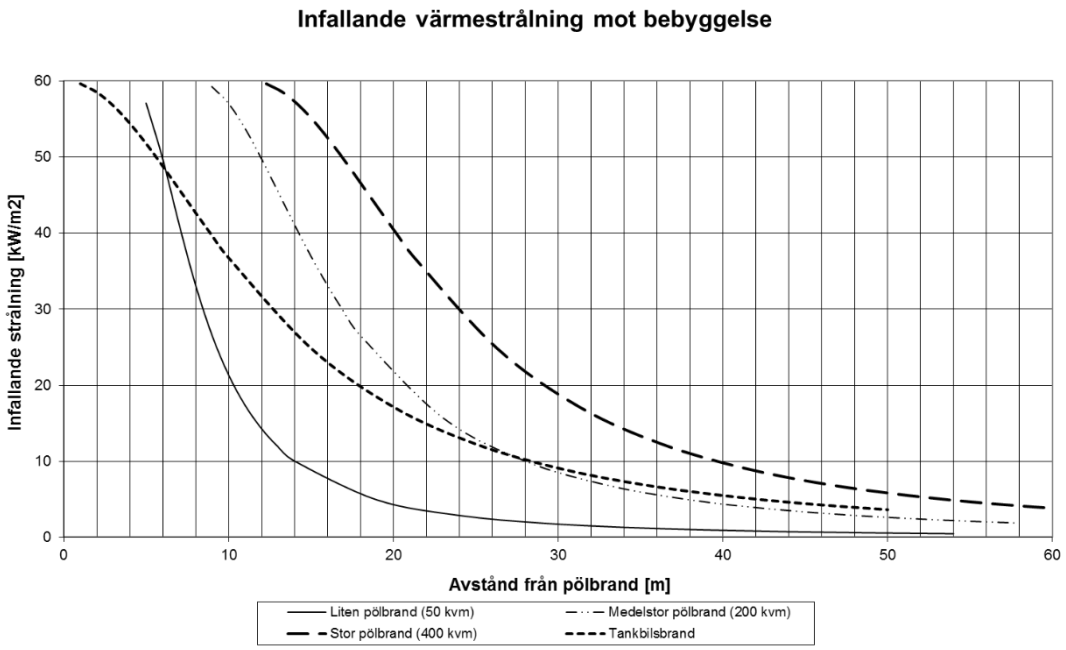
/9/ Thermal Radiation Heat Transfer, 3rd ed., Seigel & Howell, USA 1992

Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i Tabell B.8. 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.

Tabell B. 8. 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. 5* 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 Tabell B.12 som utgår från flammans kant.



Figur B. 5. Infallande strålning som funktion av avståndet från pölbrand inkl. pölradie

2.4.2 Bedömningskriterier

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

Sannolikheten för att personer som befinner sig **inomhus** omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Den kritiska värmestrålningen ansätts till 15 kW/m^2 om inga byggnadstekniska åtgärder beaktas, vilket motsvarar det kriterium som anges i BBRAD 3 /10/ avseende brandspridning mellan byggnader. Dock bedöms det inte vara troligt att samtliga personer som befinner sig i en utsatt byggnad omkommer till följd av att en utvändig brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område kring pölbranden där strålningsnivån överstiger 15 kW/m^2 omkommer.

En oskyddad person **utomhus** som 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. Sannolikheten för att oskyddade personer utomhus omkommer bedöms utifrån uppgifter avseende effekten av olika strålningsnivåer beroende på varaktighet /11/. Outhärdlig smärta kan uppnås vid mycket kortvarig bestrålning (<5-10 sekunder) med strålningsnivåer över 20 kW/m^2. Vid bestrålning under 1 minut innebär denna strålningsnivå även mycket hög sannolikhet för andra gradens brännskada. Nedan redovisas uppskattad andel omkomna beroende på strålningsnivå för personer som befinner sig utomhus:

10 kW/m^2: <5 % sannolikhet att omkomma

15–20 kW/m^2:50 % sannolikhet att omkomma

> 40 kW/m^2: 100 % sannolikhet att omkomma

2.4.3 Resultat

I Tabell B.9 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario utifrån *Figur B. 5* ovan.

Tabell B. 9. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
		Oskyddad bebyggelse
Liten pölbrand	*5 %* inomhus	*9*
	100 % utomhus	*6*
	50 % utomhus	*9*
	5 % utomhus	*13*
Medelstor pölbrand	*5 %* inomhus	*19*

/10/ BBRAD – Boverket allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd, BFS 2011:27 med ändringar till och med BFS 2013:12 – BBRAD 3, Boverket, Karlskrona

/11/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – metoder för bedömning av risker, FOA, september 1997

	100 % utomhus	*13*
	50 % utomhus	*19*
	5 % utomhus	*25*
Stor pölbrand	*5 % inomhus*	*27*
	100 % utomhus	*18*
	50 % utomhus	*27*
	5 % utomhus	*35*
Tankbilsbrand	*5 % inomhus*	*10*
	100 % utomhus	*7*
	50 % utomhus	*10*
	5 % utomhus	*25*

2.5 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

2.5.1 Metodik

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

Vid transport på väg kan ett utsläpp innebära att det oxiderande ämnet blandas med fordonets smörj- och drivmedel (organiskt material). Denna blandning kan motsvara ca 3 ton trotyl /12/. Konsekvensberäkningarna för detta skadescenario motsvarar alltså det scenario som redovisas i avsnitt 2.1.

Det genomförs inga detaljerade konsekvensberäkningar för detta skadescenario. De fortsatta riskberäkningarna kommer istället att utgå från resultatet som redovisas i avsnitt 2.1 med avseende på explosion med 4 000 kg massexplosivämne. Detta är ett konservativt antagande.

2.5.2 Bedömningskriterier

Se avsnitt 2.1.

2.5.3 Resultat

I Tabell B.10 redovisas skadeavstånden för skadescenario med ämne ur klass 5.

/12/ Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, 1996

Tabell B. 10. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
		Oskyddad bebyggelse
Dimensionerande scenario (motsvarar 2 000–4 000 kg massexplosion)	*80 %* inomhus	*50*
	15 % inomhus	*200*
	50 % utomhus	*50*

3. Beräkning av antal omkomna för beräkning av samhällsrisk

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

Figur B.1 utgör en översiktsbild som visar det studerade planområdet och dess omgivning. Det område som kommer att studeras omfattar både aktuellt planområde samt omgivande bebyggelse. Konsekvenserna kommer att beräknas för planförslaget.

Frekvensberäkningarna i bilaga A omfattar en 1 km lång sträcka, men konsekvensberäkningarna avgränsas till att studera respektive olycksscenario där det innebär så stora konsekvenser som möjligt för det studerade planområdet, vilket innebär mitt för de planerade byggnaderna.

Konsekvensberäkningarna utgår från planerad exploatering i enlighet med beskrivning i huvudrapporten, samt befintlig bebyggelse och den skola som planeras på andra sidan Storängsleden.

Följande schablonvärden har använts för att uppskatta antal personer som kan exponeras vid en olycka:

- Genomsnittlig persontäthet inom **kontor** uppskattas grovt till ca 0,05 personer per m^2 BTA (1 person per 20 m^2).
- Genomsnittlig persontäthet för **bostäder** uppskattas grovt till ca 0,033 personer per m^2 BTA (1 person per 30 m^2).
- Genomsnittlig persontäthet för **handel** uppskattas grovt till ca 0,5 personer per m^2 BTA (1 person per 2 m^2).
- Genomsnittlig persontäthet för **förskola** uppskattas grovt till ca 0,1 personer per m^2 BTA (1 person per 10 m^2).
- Genomsnittlig persontäthet **utomhus** uppskattas grovt till ca 0,005 personer per m^2 (50 person per hektar).

Tabell B.11. Beräknade konsekvenser – antal omkomna.

Scenario	Antal omkomna			Kommentar
	Inne	Ute	Tot	
Klass 1. Explosiva ämnen				
< 500 kg massexplosion	0	1	1	Olyckstyperna är kraftfulla där de större olyckorna medför stora skadeområden som riskerar att påverka såväl de nya kvarteren som Storängshallen. Befintlig villa-bebyggelse på andra sida Storängsleden ligger i skyddade lägen tack vara höjdskillnader. Byggnader närmst Storängsleden kommer till stor del fungera som barriärer och skydda bebyggelsen bakom.
500-2000 kg massexplosion	10	1	11	
> 2000 kg massexplosion	100	2	102	
16 000 kg massexplosion (Max mängd)	105	2	107	
Klass 2.1. Brännbara gaser				
Liten jetflamma	0	0	0	De mindre olyckorna har inte tillräckliga konsekvensområden för att utfallet ska bli dödligt. De större olyckorna riskerar att påverka bebyggelse i stor omfattning. De båda byggnaderna utmed leden riskerar att påverkas i stor utsträckning av en större gasmolnsexplosion och bleve vilket får stora konsekvenser.
Liten gasmolnsexplosion	0	0	0	
Medelstor jetflamma	0	1	1	
Medelstor gasmolnsexplosion	5	2	7	
Stor jetflamma	4	2	6	
Stor gasmolnsexplosion	20	3	23	
BLEVE brännbar gas	25	3	28	
Klass 2.3. Giftiga gaser				
Litet läckage giftig gas	0	1	1	Små utsläpp av gas påverkar inte området i stort utan endast någon enstaka person kan förväntas omkomma. Ju större utsläppet blir ju fler omkommer, risk föreligger för spridning in i byggnader samt påverkan inom gårdar.
Medelstort läckage giftig gas	50	10	60	
Stort läckage giftig gas	60	80	140	

Klass 3. Brandfarliga vätskor				
Liten pölbrand	0	0	0	På grund av det korta avståndet mellan leden och de planerade byggnaderna kan denna typen av bränder medför brandspridning i byggnader. Då finns risk att enstaka personer kan omkomma. Så även om det råkar befinna sig personer utomhus i närheten av olyckan.
Medelstor pölbrand	0	1	1	
Stor pölbrand	1	1	2	
Fordonsbrand - tankbil	0	1	1	
Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider				
Explosionsartad självantändning (motsvarar > 2 000 kg massexplosion)	100	2	102	Olyckstyperna är kraftfulla med stora skadeområden som riskerar att påverka stora delar av de byggnader som är exponerade utan skyddande topografi eller annan bebyggelse.

4. Känslighetsanalys

Känslighetsanalysen påverkar inte konsekvensberäkningarna.

Bilaga C - Riskberäkningar

Uppdragsnamn
Storängen

Uppdragsgivare	Uppdragsnummer	Datum
JM m.fl.	509500, 509501, 509501	2023-10-13

Handläggare	Egenkontroll		Internkontroll	
Rosie Kvål	RKL	2023-10-13	PWT	2019-09-04

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 riskmåttet individrisk.

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 $\geq$ 100 meter.

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

1. De konsekvensberäkningar som redovisas i bilaga B visar att andelen personer inom skadeområdet som bedöms omkomna minskar med avståndet från riskkällan. Detta innebär även att sannolikheten för att den fiktiva personen som studeras vid beräkning av individrisk omkommer också minskar med avståndet för respektive skadescenario. Med avseende på respektive skadescenario reduceras därför individrisken för olika avståndsnivåer enligt konsekvensberäkningarna.

2. De beräknade 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.

Långholmsgatan 27 10 tr 117 33 Stockholm 08-588 188 00 brandskyddslaget.se
info@brandskyddslaget.se Org nr: 556634-0278 Innehar F-skattebevis

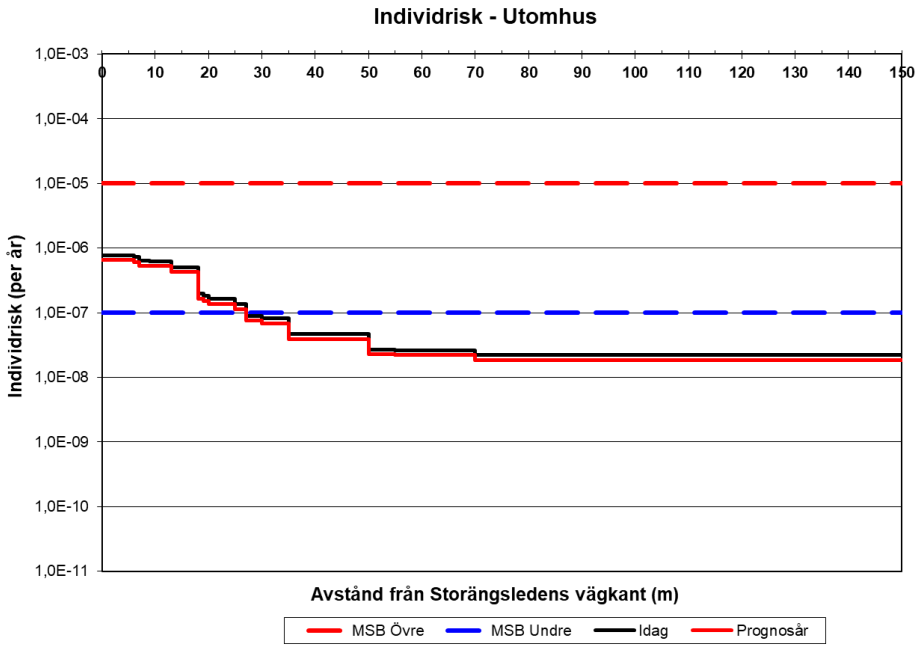
3. För vissa olycksscenarier förknippade med gaser (både brännbara och giftiga) blir skadeområdet inte cirkulärt. Detta innebär i sin tur att det inte är givet att en person som befinner sig inom det kritiska området omkommer. För dessa scenarier reduceras frekvensen ytterligare med avseende på gasplymens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

2.2 Bedömningskriterier

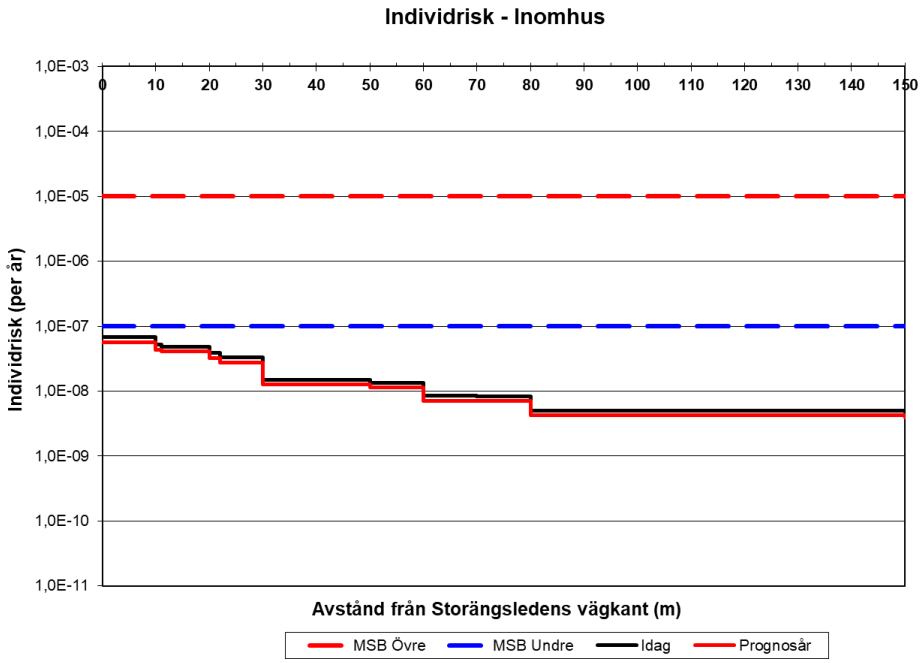
Den beräknade individrisken kommer att värderas utifrån de kriterier för acceptans av risk som redovisas i *Värdering av risk* /1/, se avsnitt 5.3 i huvudrapporten. Riskkriterierna redovisas även i *Figur C. 1*.

2.3 Resultat

I *Figur C. 1* redovisas individrisken utomhus respektive inomhus för planområdet som funktion av avståndet till Storängsleden. Avståndet utgår från närmaste vägkant. Individrisken redovisas för år 2017 respektive för prognosåret år 2040 utan Tvärförbindelse Södertörn tagen i drift.



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



Figur C. 1. Individriskprofiler för person utomhus (överst) respektive inomhus (nederst) inom Storängen som funktion av avståndet till Vägen.

3. Beräkning av Samhällsrisk

Samhällsrisknivån presenteras som en F/N-kurva, vilket anger den kumulativa frekvensen för N, eller fler än N, antal omkomna inom det studerade området till följd av olycka på Storängsleden. I bilaga B redovisas omfattningen av det studerade området, vilket omfattar både aktuellt planområde samt omgivande bebyggelse. Samhällsrisken har beräknats både med planerad ny bebyggelse inom aktuellt planområde.

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

- Respektive skadescenario antas bl.a. inträffa där det medför så stora konsekvenser som möjligt för det aktuella planområdet, vilket innebär mitt för planområdet. Vid sammanställningen av samhällsrisken för den studerade vägsträckan antas att dessa konsekvenser kan inträffa oavsett var på sträckan som olyckan inträffar. Detta är ett mycket konservativt antagande som säkerställer att risknivån för det aktuella planområdet inte underskattas med hänsyn till kringliggande bebyggelse.
- Vidare antas respektive skadescenario inträffa då personantalet inom det studerade området är som störst, vilket innebär största möjliga konsekvenser. Vid sammanställningen av samhällsrisken antas att dessa konsekvenser uppstår oavsett vilken tid på dygnet eller året som olyckan inträffar. Även detta innebär en konservativ skattning av samhällsrisken.

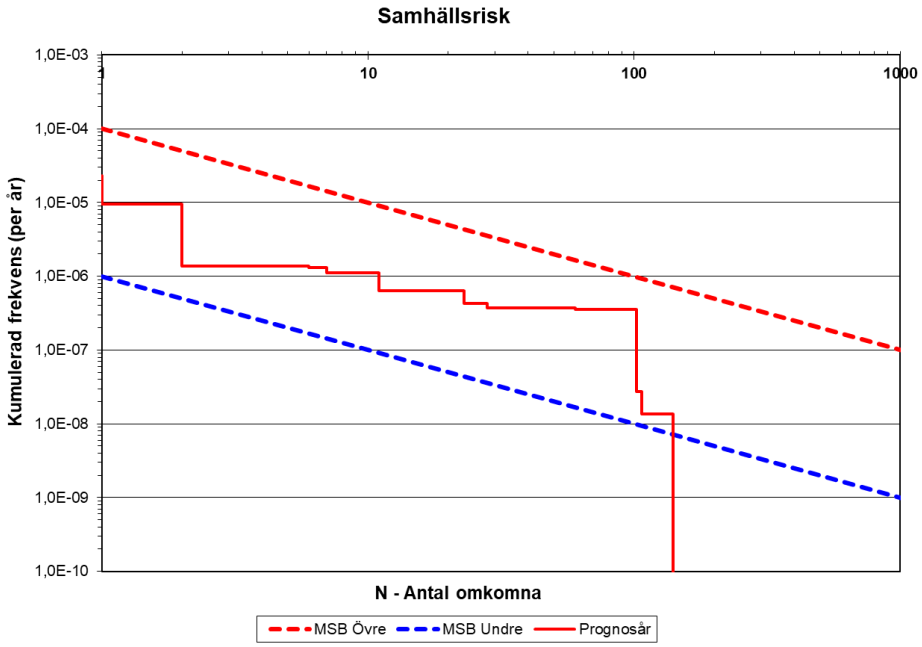
- Enligt Bilaga B så blir skadeområdet för vissa skadescenarier förknippade med gaser inte cirkulära. Konsekvensberäkningarna för dessa scenarier har genomförts för förutsättningar som medför så stora konsekvenser som möjligt för det aktuella planområdet, d.v.s. skadeområdet är riktat mot planområdet. Vid sammanställningen av samhällsrisken antas dessa konsekvenser uppstår oavsett riktningen på utsläppet, vilket innebär en konservativ skattning av samhällsrisken med avseende på bidraget från planområdet.

3.1 Bedömningskriterier

Den beräknade samhällsrisken kommer att värderas utifrån de kriterier för acceptans av risk som redovisas i huvudrapporten. Riskkriterierna redovisas även i graferna i detta kapitel.

3.2 Resultat

I Figur C.2 redovisas den beräknade samhällsrisken inom det studerade området, vilket omfattar både aktuellt planområde samt omgivande bebyggelse. I figuren redovisas samhällsrisken för det planerade utformningsalternativet år 2040 utan Tvärförbindelse Södertörn tagen i drift.



Figur C. 2. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för planområdet samt dess omgivning inom 150 meter från Storängsleden med avseende på olycksrisker förknippade med leden.

Underlaget som använts för beräkning av samhällsrisken redovisas i Bilaga A och B. Med hänsyn till ovanstående resonemang i inledningen på detta avsnitt genomförs inga reduktioner av den beräknade frekvensen för respektive skadescenario. Konsekvenserna av respektive skadescenario antas vara desamma oavsett olyckans placering, tid på dygnet och året eller skadeområdets riktning.

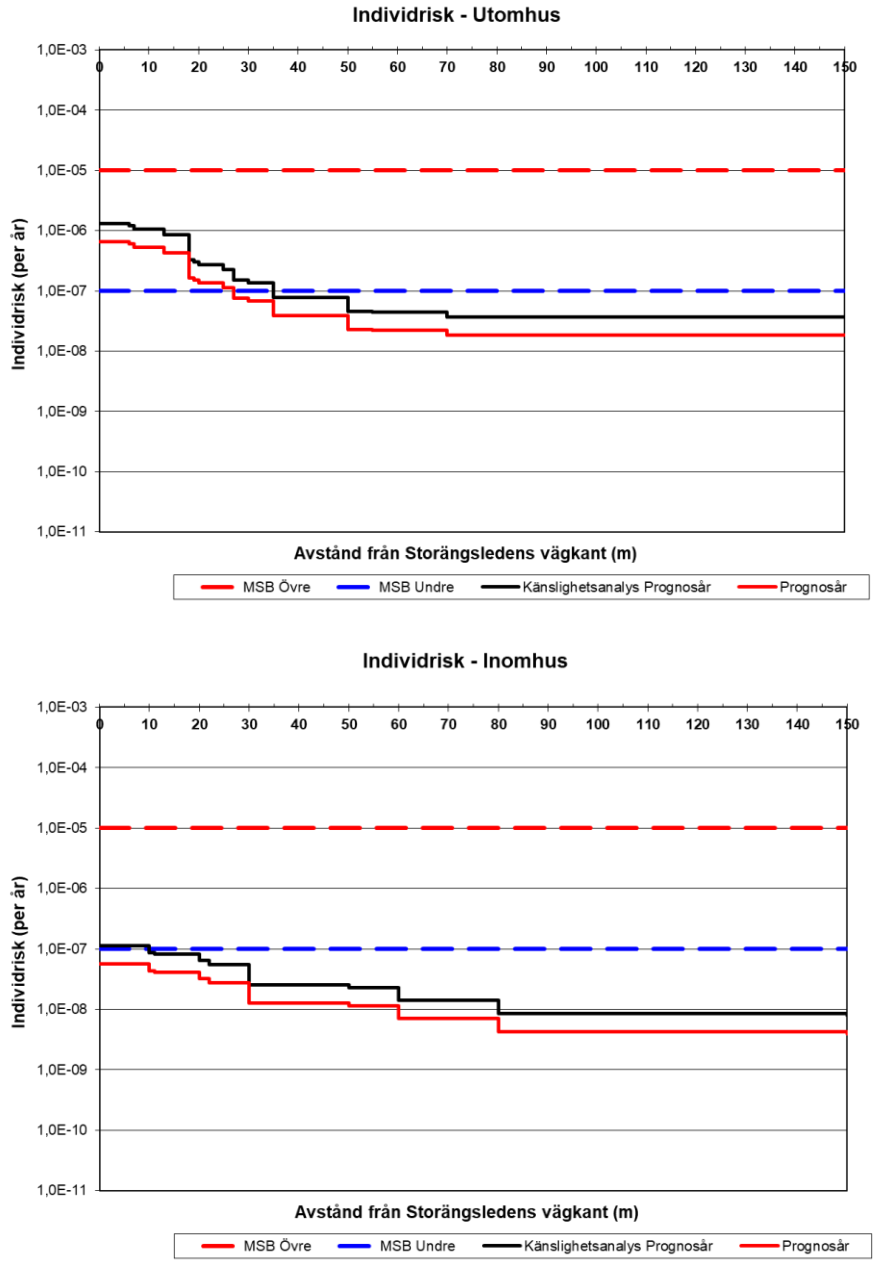
4. Känslighetsanalys

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

4.1 Känslighetsanalys - del 1

4.1.1 Individrisk

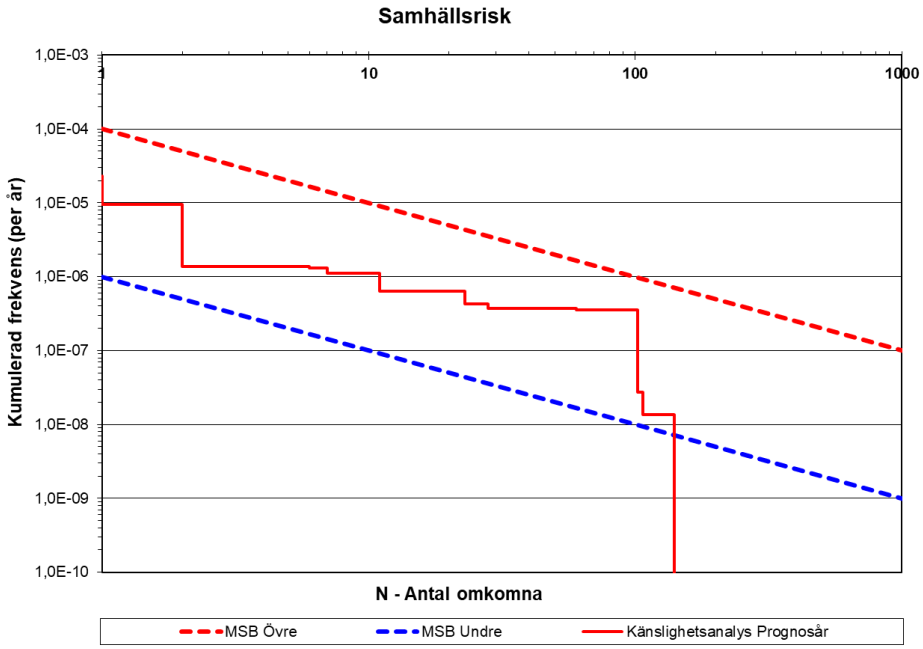
I Figur C.3. redovisas individrisken utomhus respektive inomhus för den känslighetsanalys som har utförts avseende förändringar i antalet farligt godstransporter enligt huvudrapporten.



Figur C. 3. Känslighetsanalys, del 1 – individrisk.
Utomhus (överst). Inomhus (nederst).

4.1.2 Samhällsrisk

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

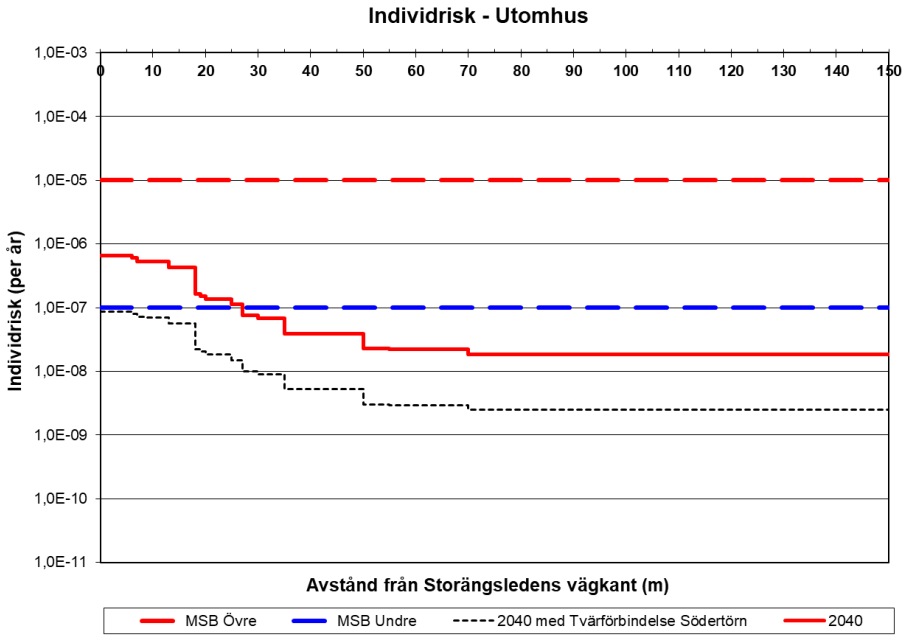


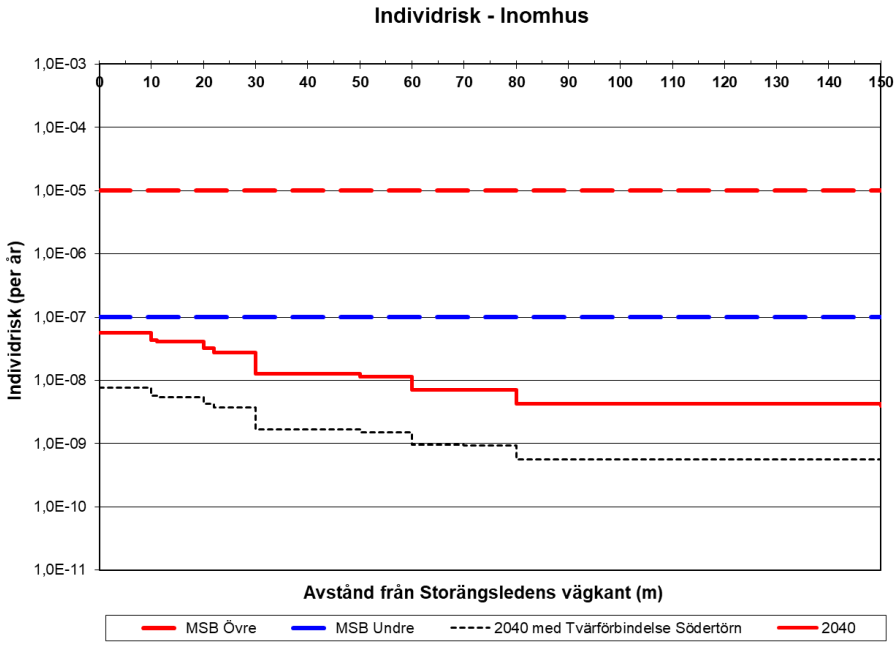
Figur C. 4. Känslighetsanalys, del 1 – samhällsrisk

4.2 Känslighetsanalys – del 2

4.2.1 Individrisk

I Figur C.5. redovisas individrisken utomhus respektive inomhus för prognosåret utan Tvärförbindelse Södertörn samt med Tvärförbindelsen tagen i drift.

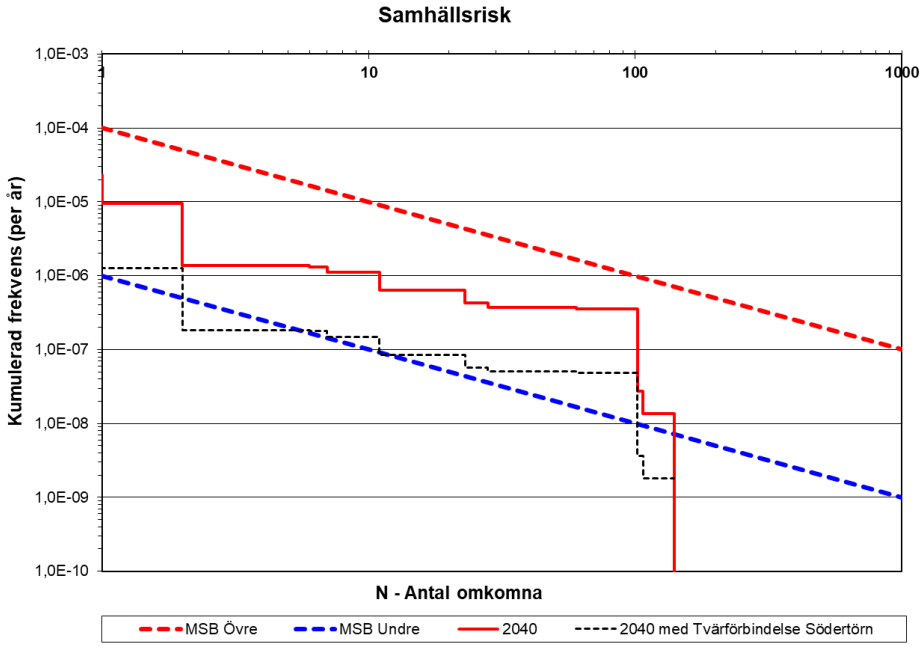




Figur C. 5. Känslighetsanalys, del 2 – individrisk.
Utomhus (överst). Inomhus (nederst).

4.2.2 Samhällsrisk

I Figur C.6. redovisas samhällsrisken för 2040 med Tvärförbindelse Södertörn tagen i drift.



Figur C. 6. Känslighetsanalys, del 2 – samhällsrisk.