

Fördjupad Riskanalys

Storängen

Underlag för detaljplanearbete

2018-10-18

Dokumenttyp: Fördjupad Riskanalys

Uppdragsnamn: Storängen
Huddinge

Uppdragsnummer: 111123

Datum: 2018-10-18

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, Veidekke, Järntorget 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

Denna version av analysen utgör en revidering av föregående version. Revideringar har markerats med streck i marginalen. I denna version av handlingen har åtgärdsförslagen omformulerats för att undvika feltolkningar.

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 kommer att gå ut på samråd under hösten 2018. I den västra delen av Storängen undersöker JM, Skanska, HSB Bostad, Veidekke, Järntorget och Svanberg & Sjögren möjligheten att uppföra ny bostadsbebyggelse med en blandning av kontor, service, hotell, skolor, förskolor 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 befintliga industrier även behöver beaktas. 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 men omvandlingen kan ske etappvis.

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.

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.

I analysen har en inventering gjorts av identifierade riskkällor. Utifrån inventeringen identifieras olycksscenarier kopplade till riskkällorna. En kvalitativ uppskattning (inledande analys) av riskerna, d.v.s. sannolikhet och konsekvens, för respektive olycksscenario har gjorts i syfte att fastställa vilka olycksscenarier som bedöms kunna medföra skadliga konsekvenser för människor inom det studerade området och som därför behöver beaktas vid fortsatt planering.

En förutsättning för denna analys är att Centralvägen förses med ett förbud mot transporter av farlig gods med undantag för sträckan Storängsleden – Björkholmsvägen. Sträckan som undantas från förbud ska användas för samtliga transporter av farligt gods från Storängsleden till och från Storängens industriområde.

Resultatet av den inledande riskanalysen visar att det finns ett antal olycksrisker förknippade med trafiken på Storängsleden, delar av Centralvägen och Storängens industriområde som bedöms påverka risknivån inom det studerade området. Därför har Storängsleden studerats kvantitativt i en fördjupad riskanalys. Befintliga inventeringar av Centralvägen och industriområdet har studerats och bedöms fortfarande vara aktuella och relevanta varför resultatet från dessa har lyfts in och beaktas i de säkerhetshöjande åtgärderna. Ingen ny inventering av industriområdet bedöms relevant att genomföra inom ramen för denna analys. Den fördjupade analysen har genomförts med hänsyn tagen till dagens trafiksiffror samt en prognostiserad trafiksituation för prognosåret 2027. Riskanalysen utgår från scenariot att Tvärförbindelse Södertörn inte är färdigställd och att Storängens industriområde omvandlas etappvis.

I den fördjupade riskbedömningen har risknivån beräknats i form av individrisk och samhällsrisk. En känslighetsanalys har dessutom gjorts för ett scenario med en fördubblad trafikmängd. Genomförda beräkningar visar att riskreducerande åtgärder behöver vidtas för att förslaget ska medföra en acceptabel risknivå.

För att hantera identifierade risker ges nedanstående förslag på åtgärder för att minska konsekvenserna av en eventuell olycka. 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).

- Ny bebyggelse placeras som närmast 25 meter från Storängsleden.
- Obebyggda ytor mellan bebyggelse och Storängsleden samt mellan bebyggelse och Centralvägen utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Detta gäller även den del av Hantverksparken som är inom 25 meter från Björkholmsvägen.
- Svårutrymda verksamheter (exempelvis skola, förskola, vårdinrättning/LSS-boende, äldreboende) ska inte placeras i byggnaderna som är exponerade (dvs. utan framförliggande bebyggelse) mot Storängsleden eller inom 25 meter från södra delen av Centralvägen från korsningen Centralvägen-Björkholmsvägen.
- Byggnader som är exponerade (dvs. utan framförliggande bebyggelse) mot Storängsleden samt byggnader inom 25 meter från södra delen av Centralvägen, från korsningen Centralvägen-Björkholmsvägen, utförs med minst en utrymningsväg som mynnar bort från vägarna.
- Byggnader som ligger i exponerat läge inom 75 meter från Storängsleden samt byggnader inom 50 meter från Teltexs område på Tonfiskens 8 förses med friskluftsintag som är placerade högt och riktade bort från riskkällorna.
- Fasader inom 30 meter från Storängsleden och fasader inom 25 meter från södra delen av Centralvägen, från korsningen Centralvägen-Björkholmsvägen, utförs i obrännbart material eller i lägst brandteknisk klass EI30. Fönster i dessa fasader utförs i lägst EW30.
- Balkonger ska hålla 25 meters skyddsavstånd till Storängsleden och från södra delen av Centralvägen från korsningen Centralvägen-Björkholmsvägen.

De föreslagna åtgärderna utmed Centralvägen ovan baseras på förutsättningen att ett förbud mot transporter av farligt gods ska införas för Centralvägen (med undantag för sträckan mellan Storängsleden – Björkholmsvägen). Om sådan transportstyrning inte införs behöver åtgärder för klassade fasader, utrymningsvägar, friskluftsintag och placering av känsliga verksamheter beaktas utmed hela Centralvägen.

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.....	7
1.6 Förutsättningar	7
2. ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV OMRÅDET.....	8
2.1 Områdesbeskrivning.....	8
2.2 Planerad bebyggelse / förändring inom planområdet	10
3. RISKINVENTERING	13
3.1 Allmänt.....	13
3.2 Identifiering av riskkällor	14
4. INLEDANDE RISKANALYS - STORÄNGSLEDEN	17
4.1 Metodik.....	17
4.2 Identifiering av olycksrisker	18
4.3 Kvalitativ uppskattning av risk	18
4.4 Slutsats inledande riskanalys.....	21
5. FÖRDJUPAD RISKANALYS - STORÄNGSLEDEN	21
5.1 Metodik.....	21
5.2 Resultat riskberäkningar	23
5.3 Värdering av individrisk	26
5.4 Hantering av osäkerheter	27
6. SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER	28
6.1 Allmänt.....	28
6.2 Diskussion kring åtgärder	28
6.3 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning	31
7. SLUTSATSER	33
8. BILAGOR	34
9. REFERENSER	35

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 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 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

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

Befintliga inventeringar av Centralvägen och industriområdet har studerats och bedöms fortfarande vara aktuella och relevanta varför resultatet från dessa har lyfts in och beaktas i de säkerhetshöjande åtgärderna. Ingen ny inventering av industriområdet bedöms relevant att genomföra inom ramen för denna analys. De fastigheter som Hantverksparken förläggs till innehåller enligt tidigare inventeringar sådana verksamheter som inte alstrar något större antal transporter av farligt gods och som i sig inte bedöms utgöra riskkällor. I övrigt har inga förändringar identifierats för verksamheter inom industriområdet varför förutsättningarna i underlagshandlingarna ses som gällande.

En förutsättning för planens genomförande enligt det studerade förslaget är att ett förbud mot transporter av farligt gods införs på Centralvägen (med undantag från sträckan Storängsleden – Björkholmsvägen). Denna förutsättning gavs från kommunen vid möte i Huddinge kommunhus 2018-05-07. Se vidare kring det planerade förbudet i avsnitt 2.2.1.

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.

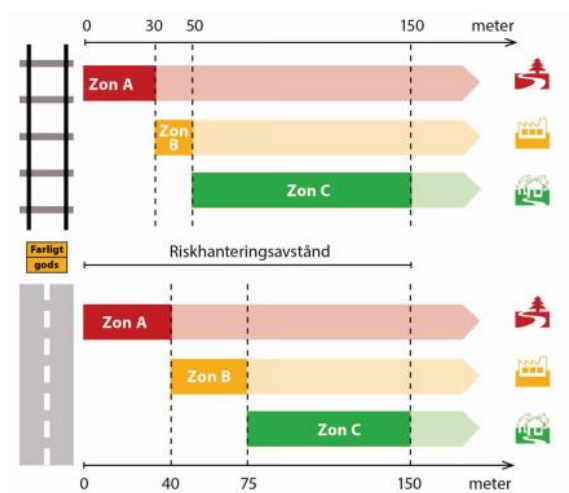
1.6 Förutsättningar

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. Dessa rekommendationer redovisas i *Figur 1.1*.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

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

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

Avstånden i figuren mäts från närmaste 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, Förrådsvägen, Sjödalsvägen och Centralvägen. Även ett område öster om Centralvägen ingår i området då en park planeras där. Figur 2.1 visar planområdets placering i förhållande till omgivningen.



Figur 2.1. Aktuell planområdes placering i förhållande till dagens industriområde



Figur 2.2. Aktuell planområdet

2.1.1 Omgivande planer

I planområdets närhet pågår flera planer som avser att öka antalet bostäder och skolor i området, exempelvis Solgård 2:22 m.fl., Palmen och Olivträdet m.fl. samt Sjödalsbacken. Trafikeffekterna från dessa planer bedöms i stort inte vara relevanta att studera vidare då de inte kommer generera transporter av farligt gods eller utgöra riskkällor i form av farliga verksamheter eller liknande. Planarbetet med Solgård 2:22 medför dock att personantalet i närheten ökar vilket kommer beaktas vid beräkningar av samhällsrisk.

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

2.1.2 Omkringliggande bebyggelse

Den yta som planområdet inbegriper är idag industriområde. Denna analys utgår från scenariot att planområdet omvandlas men att resterande delar av industriområdet är intakt. Vid beräkning av samhällsrisk beaktas dock den planerade skolan enligt avsnitt ovan. 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.

Resterande del av industriområdet i öster har genomgått en grundlig inventering med avseende på risk och buller (se avsnitt 1.4). Den inventeringen samt en kompletterande inventering av Teltex (se avsnitt 1.4) visar att en stor del av verksamheterna inom Storängens industriområde 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 bort ifrån den nya bebyggelsen. Enligt genomförda inventeringar bedöms den största risken vara transporter med kemikalier på Centralvägen samt Teltex hantering och förvaring av kemikalier.

2.2 Planerad bebyggelse / förändring inom planområdet

Det aktuella planförslaget medger 11 kvarter med en blandning av bostäder, service m.m.

Figur 2.3 visar den planerade byggnationen samt den park som planeras, "Hantverksparken". I förslaget lämnas området vid korsningen Storängsleden/Centralvägen utanför planområdet på grund av det utsatta läget invid en av industrierna i industriområdet.



Figur 2.3. Planerad omvandling av det aktuella planområdet med Storängsleden och Centralvägen markerade. Även Björkholmsvägen, Dalhemsvägen och Södalsvägen är markerade i figuren.

Även i övriga delar av Storängens industriområde planeras för omvandling men befintliga verksamheter och industrier kommer troligtvis att vara kvar under en övergångsperiod. Detta innebär att bostäder kommer att samlokaliseras med verksamheter och industrier under en övergångsperiod. Omvandlingsplanen för hela industriområdet framgår av Figur 2.4 nedan.



Figur 2.4 - Omvandlingsplan för Storängens industriområde

2.2.1 Förbud mot transporter av farligt gods på Centralvägen

En förutsättning för den studerade exploateringen är att Centralvägen förses med ett förbud mot transporter av farlig gods med undantag för sträckan Storängsleden – Björkholmsvägen. Sträckan som undantas förbud ska användas för samtliga transporter av farligt gods mellan Storängsleden och Storängens industriområde. Figur 2.5 nedan redovisar den väg som transporter med farligt gods behöver ta för att komma till och från industriområdet och därmed den del av Centralvägen som behöver undantas förbud mot transporter av farligt gods.



Figur 2.5. Planområdet med planerad körväg för transporter av farligt gods in och ut från industriområdet. Den aktuella delen av Centralvägen behöver därför vara undantagen förbud mot transporter av farligt gods.

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	Magnetiska material och övriga farliga ämnen	Gödningsämnen, asbest, magnetiska material 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.

Trafik, idag

Enligt trafikmätningar från Trafikverket år 2013 var årsmedeldygnstrafiken på Storängsleden ca 10440 fordon per dygn /11/. Trafikmängd för Storängsleden är given från projektet /11/ och satt till 18800 f/d för år 2017. I denna analys antas att andelen tung trafik på Storängsleden är något högre än för Centralvägen. Enligt /11/ är andelen tung trafik på Centralvägen 7 % och andelen tung trafik på Storängsleden antas då vara 9 %. Storängsleden utgör en s.k. primär transportled för farligt gods, vilket innebär att Länsstyrelsen i Stockholms län rekommenderar att farligt gods transporteras denna väg, även genomfartstransporter /3/. 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 åker mellan de södra delarna av väg 73 (Västerhaninge, Ösmo Nynäshamn) samt södra Storstockholm (ex. Huddinge, Södertälje).

De senaste större kartläggningarna som omfattar specifika transportvägar utfördes av MSB år 1998 och år 2006 /4/. 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 de mindre vägar som inte redovisades i MSB:s kartläggningar /5/. 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.

Eftersom väg 259 utgör en primär transportled för farligt gods och inte omfattas av några restriktioner för olika farligt godsklasser bör man dock utgå från förutsättningen att andelen farligt gods på vägen kan motsvara den genomsnittliga andelen av tung trafik som utgör farligt gods. Utifrån ovanstående resonemang bedöms dock detta vara ett konservativt antagande som sannolikt innebär ett större antal transporter än vad som förekommer i nuläget. Syftet med detta antagande är att undvika att man i ett tidigt skede riskerar att räkna bort olycksrisker som egentligen kan påverka risknivån i området.

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 2012-2016 /6/ 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 44 transporter med farligt gods per dygn med de trafiksiffror 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.¹

1 Fördelningen mellan de olika klasserna är relativt oförändrad mellan åren. Underlaget har justerats med avseende på enstaka extremer som kraftigt påverkar den genomsnittliga fördelningen. Exempelvis visar statistiken att mindre än 1 % av det totala transportantalet utgör explosivämnen (klass 1) för alla studerade år med undantag för år 2012 där drygt 10 % uppges utgöra explosivämnen.

Tabell 3.1. Uppskattat antal farligt godstransporter per år på Storängsleden (väg 259).

Farligt godsklass	Andel	Antal
1. Explosiva ämnen och föremål	1,0%	117
2. Gaser	18,2%	2048
3. Brandfarliga vätskor	49,6%	5573
4. Brandfarliga fasta ämnen	1,9%	209
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	3,8%	423
6. Giftiga ämnen	6,5%	726
7. Radioaktiva ämnen	0,0%	0
8. Frätande ämnen	13,9%	1560
9. Övriga farliga ämnen och föremål	5,2%	589
Totalt		11245

Trafik, framtid

Väghållarskapet för Storängsleden kommer att övergå från Trafikverket till Huddinge kommun den dag Tvärförbindelse Södertörn är utbyggd och klar /7/. Det är tänkt att farligt godstransporter som idag går på Storängsleden flyttar över till Tvärförbindelse Södertörn och därefter kommer Storängsleden 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. Exakt dragning av Tvärförbindelse Södertörn är dock inte helt beslutad men det är beslutat i vilken korridor som leden kommer gå /8/. Valet medför att genomfartstransporter som tidigare passerade precis intill det aktuella planområdet i framtiden kommer passera långt söderut varifrån de inte kommer påverka riskbilden vid planområdet. Transporter av farligt gods på Storängsleden kommer då begränsas till lokaltransporter med mål- eller startpunkt i området.

Då Tvärförbindelse Södertörn inte är utbyggd utgår denna analys från att ett worst case där ovanstående avlastning gällande transporter av farligt gods inte realiserar. Trafikmängden för Storängsleden i ett framtidsscenario 2027 (utan utbyggd tvärförbindelse) är givna från projektet /9/ och satt till 20900 f/d. Andel tung trafik, andel farligt gods och fördelning på respektive farligt godsklass antas i övrigt vara lika dagens förhållanden.

3.2.2 Storängens industriområde och transporter på Centralvägen

Trafiksiffror för Centralvägen är för år 2017 ca 4000 f/d och för år 2027 ca 4500 f/d /11/.

Andelen tung trafik på vägen är enligt samma källa cirka 7 %. Med utgångspunkt i schablonvärdet att 1,8% av den tunga trafiken är transporter av farligt gods inses att de kvantifierade riskerna utmed Centralvägen är begränsade. Med det förbud mot transporter av farligt gods som förutsätts i denna analys (avsnitt 2.2.1) kommer dessa transporter endast att kunna nyttja delarna av Centralvägen närmst Storängsleden för att där svänga in till/från Björkholmsvägen. Då kvarteret i korsningen Centralvägen/Storängsleden (där den kumulativa risken är marginellt högre än på Storängsleden) lämnats obebyggd i planen finns inget faktiskt värde i att kvantifiera riskbidraget från Centralvägen utan denna analys (likt befintliga inventeringar) riktar in sig mot relevanta konsekvensreducerande åtgärder utmed aktuell del av vägen.

Befintliga inventeringar (se avsnitt 1.4) av de östra delarna av industriområdet har påvisat att det finns risker som behöver beaktas vid Teltex verksamhet samt de transporter som går från Storängsleden till industriområdet via Centralvägen. Följande åtgärder rekommenderas i inventeringarna:

- 50 meters skyddsavstånd till byggnader inom Teltex område, alternativt att friskluftsintag placeras mot en sida som inte vetter direkt mot verksamheten.
- Friskluftsintag på byggnader närmast Centralvägen placeras på sida som inte vetter mot vägen
- Utrymning från byggnader närmast Centralvägen ska vara möjlig mot en annan sida än mot vägen
- Obrännbart material i fasader på byggnader inom 25 meter från Centralvägen
- Härdad och laminerad glas eller brandglas i glas- och fönsterytor mot Centralvägen inom 25 meter från vägen. En grov uppskattning är att härdade och laminerade glas kan vara tillräckliga. Dessa kan vara öppningsbara. För att bestämma nivå på skyddet bör strålningsberäkningar av en möjlig olycka genomföras.
- Svårutrymda verksamheter (förskola, skola, äldreboende etc.) bör inte placeras direkt invid Centralvägen. Ett skyddsavstånd på minst 25 meter rekommenderas.

I denna analys, med förutsättning att Tvärförbindelse Södertörn inte är utbyggd och att transporterna av farligt gods styrs in i industriområdet via Björkholmsvägen ses åtgärderna ovan som rimliga för det aktuella planområdet med begränsningen att de inte gäller utmed hela Centralvägen utan bara upp till Björkholmsvägen. Avstånden som nämns räknas till den del av Centralvägen som undantas förbud (i höjd med Björkholmsvägen), se vidare avsnitt 2.2.1. Åtgärdsförslagen ovan lyfts därför in i avsnitt 6, i övrigt beaktas industriområdet och transporter på Centralvägen inte vidare i avsnitt 4 och 5 då kvalitativa bedömningar redan finns i det tidigare arbetet och ses som gällande. Strålningsberäkningar som används för att bestämma klass på glas i fönster mot Centralvägen redovisas i bilaga B.

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 och Centralvägen (sträckan mellan Storängsleden och Björkholmsvägen) samt verksamheter inom Storängens industriområde som kan medföra olyckshändelser med möjlig konsekvens för det aktuella planområdet. Enligt avsnitt 3.2.2 behandlades endast transporterna på Storängsleden vidare i detta avsnitt.

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 väteperoxidlösningar med konc. > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. Skadeområde ca 70 m radie.
6. Giftiga ämnen	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7. Radioaktiva ämnen	Utsläpp av radioaktivt ämne, kroniska effekter mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.

8. Frätande ämnen	Utsläpp av frätande ämne. Konsekvenser begränsade till närområdet.
9. Magnetiska material och 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 massexlosion 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 massexlosion 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 massexlosion (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 utvändigt 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. väsketransporter 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 fördjupad 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 /10/ 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 /11/*. 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 /12/. 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 och även 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 uttrycks i förväntat antal olyckor per år (år^{-1}) och konsekvenser i antal omkomna, då dessa enheter ger en uppfattning om vilken risk samhället utsätts för till följd av en riskkälla. 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 /13/* ges förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk vilka rekommenderas av Länsstyrelsen i Stockholms län och som därför används i denna analys, se *Tabell 5.1*.

Tabell 5.1. Förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk.

Riskkriterier	Individrisk	Samhällsrisk för en 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.

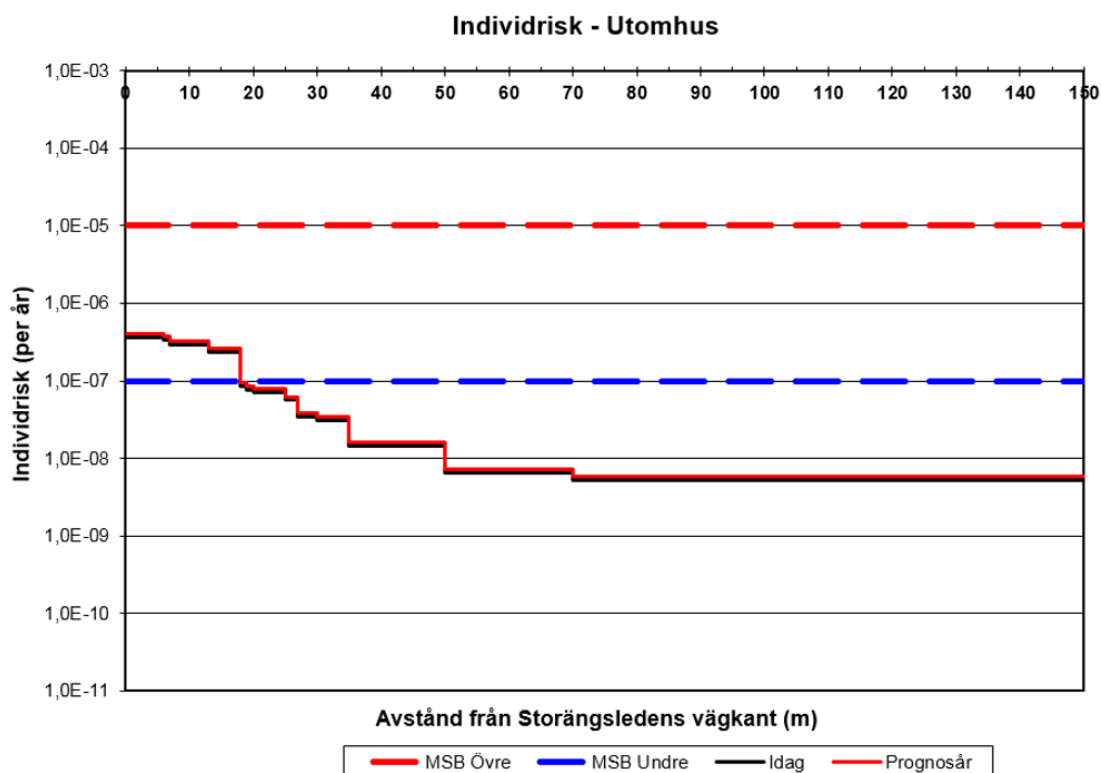
Hantering av osäkerheter

Risikanalysen 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 risikanalysen genomförs en känslighetsanalys.

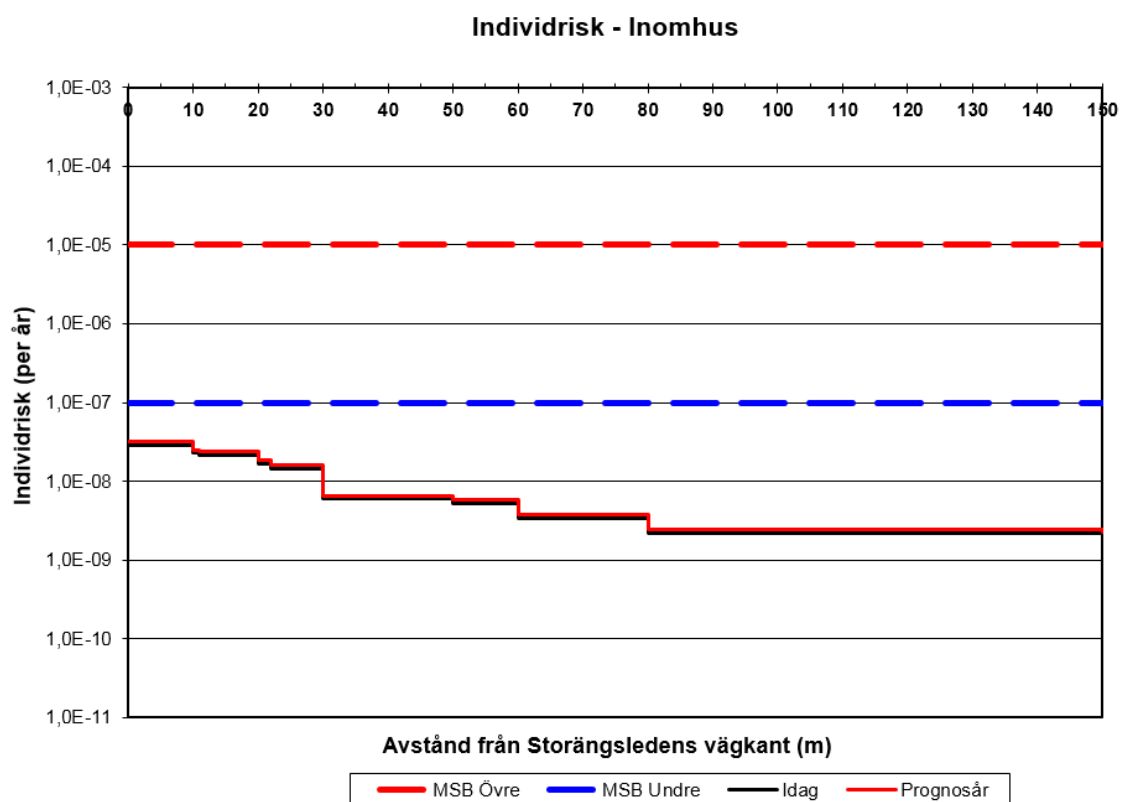
5.2 Resultat riskberäkningar

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 2027 med förutsättning att Tvärförbindelse Södertörn inte är utbyggd.



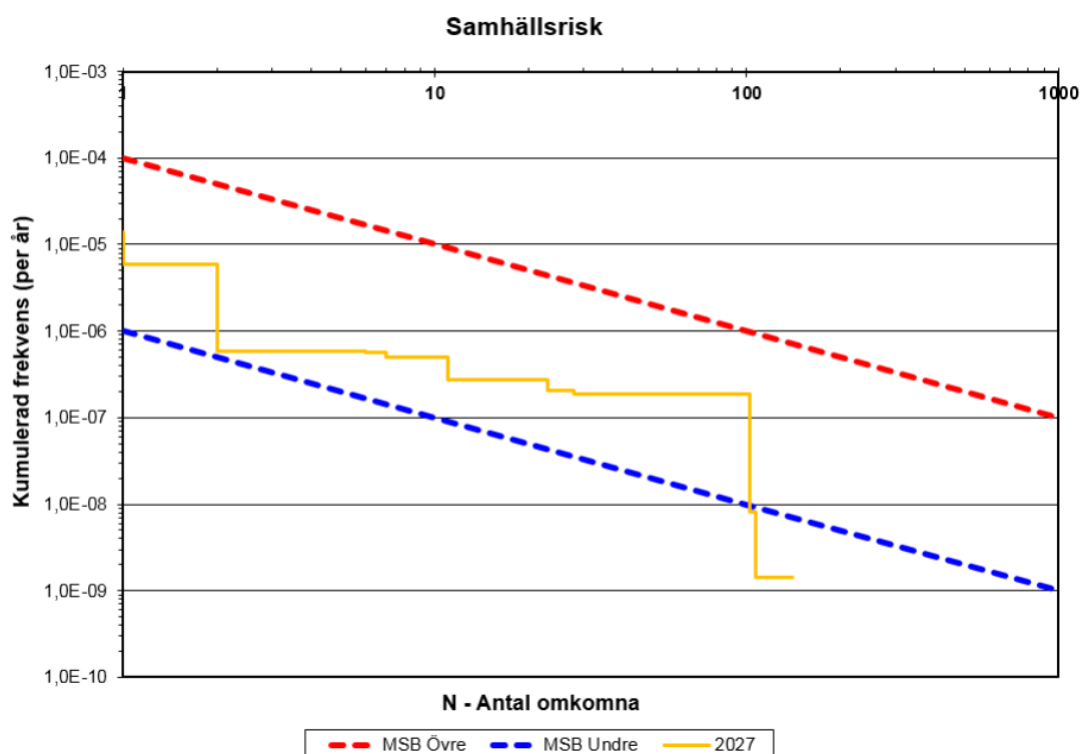
Figur 5.1. Individrisk utomhus utmed Storängsleden. (Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)



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 samhällsrisk utmed Storängsleden. Samhällsrisk 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 år 2027 utan att tvärförbindelsen är utbyggd.



Figur 5.3. F/N-kurva som redovisar samhällsrisknivån för planområdet och dess närmaste omgivning med avseende på olycksrisker förknippade med Storängsleden år 2027. (Observera att frekvens och konsekvens redovisas med logaritmisk skala.)

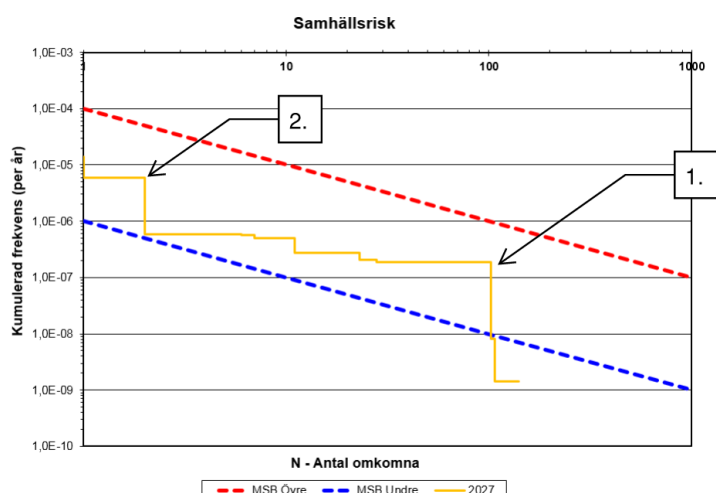
5.3 Värdering av individrisk

Enligt genomförda beräkningar ligger individrisken, både inomhus och utomhus, under det rekommenderade ALARP-området utifrån planerad bebyggelsestruktur samt planerat avstånd till riskkällan. Dock överstiger individrisken utomhus den nedra ALARP-gränsen inom det närmaste området mellan planerad bebyggelse och Storängsleden. Med avseende på **individrisk** bedöms risker förknippade med Storängsleden därmed vara acceptabla förutsatt att säkerhetshöjande åtgärder gällande bebyggelsens placering och utformning av ytor mellan bebyggelse och vägen vidtas.

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 i området, 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.

Beräkningar av samhällsrisken visar att risknivån i stort ligger i den s.k. ALARP-zonen med två delar som glider upp mot den centrala/övre delen av ALARP. Nivån för samhällsrisken beror på:

1. Olyckor som medför massexplosioner
2. Pöl- och fordonsbränder



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

Då studerat förslag innehåller byggnader som placeras utmed vägen på relativt kort avstånd ger olyckstyperna ovan ett betydande utfall i antal omkomna personer jämfört med de framräknade individriskerna. 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 framräknade samhällsriskerna är dock inte oacceptabelt höga utan i ALARP vilket betyder att riskreducerande åtgärder ska beaktas 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 olycksscenarioer
- Uppskattat personantal

5.4.1 Känslighetsanalys - individrisk

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 stiger på så vis att den hamnar precis ovanför den nedre ALARP-gränsen till cirka 30 meter från vägen. Individrisken inomhus är precis under ALARP och samhällsrisken höjs något jämfört med resultatet i *Figur 5.3*.

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

Se bilagor för mer ingående beskrivning 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.

I detta avsnitt tas även resonemang kring vilka åtgärder som är aktuella att beakta utifrån transporter av farligt god på delar av Centralvägen och i närheten till Teltexs verksamhet.

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. Den rekommenderade bebyggelsefria zonen på minst 25 meter till en primärled för farligt gods uppfylls således med aktuellt planförslag. De begränsade transporterna på Centralvägen (ej klassad som transportled för farligt gods) motiverar inte motsvarande skyddsavstånd mot den vägen. Risknivån inom området är dock sådan att det krävs kompletterande åtgärder för att föreslagen bebyggelsestruktur ska accepteras. Så kallade känsliga verksamheter (exempelvis skola, förskola, vårdinrättningar/LSS-boende, äldreboende etc.) ska inte placeras i byggnader så att de vetter direkt mot Storängsleden eller inom 25 meter från den aktuella delen av Centralvägen. Förskolegårdar kan placeras enligt det studerade förslaget då de erhåller ett skyddat läge inom respektive kvarter och då byggnaderna mot Storängsleden fungerar som skyddande barriärer. I kvarteret närmst Storängsleden utformas förskolan så att förskoleverksamheten placeras mot kvartersgård (förskolegård) och övriga delar så som kök, personalrum, kontor etc. förläggs mot Förrådsvägen.

50 meters skyddsavstånd ska finnas till byggnader från Teltexs område, alternativt förses byggnader inom detta område med friskluftsintag riktat bort från verksamheten (enligt avsnitt 6.2.3. nedan).

För att tillgodose föreslagen bebyggelsestruktur och att avståndet mellan vägar, Teltex och ny bebyggelse motsvarar föreslagen situationsplan behöver detta anges som krav 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 risknivån samt Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd, rekommenderas att ytor inom 25 meter från Storängsleden samt ytan mellan bebyggelse och den del av Centralvägen som kan användas för transporter av farligt gods inte utformas så att de uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Med stadigvarande vistelse avses exempelvis lekplatser, utegym m.m. Markparkering samt gång- och cykelvägar är ytor som inte bedöms ge upphov till stadigvarande vistelse och som därmed kan placeras inom dessa områden. Hantverksparken öster om Centralvägen bör utformas så att stadigvarande vistelse/attraktioner som lockar mycket människor (parklek, kluster av bänkar, grillplatser etc.) inte planeras inom 25 meter från Björkholmsvägen eftersom transporter med farligt gods kommer att styras till den vägen. Verksamheterna inom industriområdet bedöms inte medföra risker som behöver beaktas vid utformning av parken. Balkonger bedöms kunna placeras i fasad mot Storängsleden förutsatt att 25 meters skyddsavstånd enligt ovan uppfylls (dvs balkongerna är infällda i fasaden). Samma skyddsavstånd för balkonger gäller även från den del av Centralvägen där transporter med farligt gods är tillåtna.

Föreslagen utformning innebär att utrymmen mellan bebyggelse och de aktuella vägarna inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse utomhus mellan planerad bebyggelse och Storängsleden. Det behöver säkerställas att Hantverksparken utformas utan uppmuntran till stadigvarande/personintensiv vistelse närmst Björkholmsvägen enligt ovan i den fortsatta planeringen.

Det föreslås att åtgärderna anges som krav i detaljplan, se vidare 6.3.

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, detta innebär att samhällsriskerna hamnar inom ALARP-zonen. 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 eller delen av Centralvägen där transporter av farligt gods kan gå, dvs bort från vägarna.

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

Det föreslås att åtgärden anges som krav i detaljplan, se vidare 6.3.

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 om 75 meter innebär är litet. Motsvarande skadeutfall bedöms uppstå även om skyddsavstånd på 75 meter till sammanhållen bebyggelse uppfylls. 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 därför att bebyggelse inom 75 meter från Storängsleden utan framförliggande bebyggelse utförs med friskluftsintag som placeras högt och är vänd bort från vägen samt att friskluftsintag till byggnader närmst korsningen Centralvägen/Björkholmsvägen utförs med friskluftsintag som placeras högt och är bort från Centralvägen.

Byggnader inom 50 meter från Teltexs område ska förses med friskluftsintag som placeras högt och är riktade bort från verksamheten.

Det föreslås att åtgärden anges som krav i detaljplan, se vidare 6.3.

Skydd mot brand

Inom ett avstånd av 30 meter från Storängsleden samt för fasader inom 25 meter från den del av Centralvägen med transporter av farligt gods bör fasader på byggnader som vetter mot vägarna utföras i material som förhindrar brandspridning in i byggnaden under den tid det tar att utrymma (uppskattningsvis minst 30 minuter). Det kortare avståndet mot Centralvägen är på grund av att inga tankbilstransporter identifieras in till eller ifrån industriområdet. 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 25 meter från den del av Centralvägen där transporter av farligt gods kan ske och 30 meter från Storängsleden uppföras i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass EI30. Fönster i fasader mot vägarna ska inom 30 meter utföras i lägst brandteknisk klass EW30. Brandtekniskt klassade fönster får vara öppningsbara om brandskyddsprojekteringen enligt BBR inte ställer andra krav.

Det föreslås att åtgärden anges som krav i detaljplan, se vidare 6.3.

6.3 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder – sammanställning

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

- Ny bebyggelse placeras som närmast 25 meter från Storängsleden.
- Obebyggda ytor mellan bebyggelse och Storängsleden samt mellan bebyggelse och Centralvägen utformas så att de inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse. Detta gäller även den del av Hantverksparken som är inom 25 meter från Björkholmsvägen.
- Svårutrymda verksamheter (exempelvis skola, förskola, vårdinrättning/LSS-boende, äldreboende) ska inte placeras i byggnaderna som är exponerade (dvs. utan framförliggande bebyggelse) mot Storängsleden eller inom 25 meter från södra delen av Centralvägen från korsningen Centralvägen-Björkholmsvägen.
- Byggnader som är exponerade (dvs. utan framförliggande bebyggelse) mot Storängsleden samt byggnader inom 25 meter från södra delen av Centralvägen, från korsningen Centralvägen-Björkholmsvägen, utförs med minst en utrymningsväg som mynnar bort från vägarna.
- Byggnader som ligger i exponerat läge inom 75 meter från Storängsleden samt byggnader inom 50 meter från Teltexs område på Tonfiken 8 förses med friskluftsintag som är placerade högt och riktade bort från riskkällorna.

- Fasader inom 30 meter från Storängsleden och fasader inom 25 meter från södra delen av Centralvägen, från korsningen Centralvägen-Björkholmsvägen, utförs i obrännbart material eller i lägst brandteknisk klass EI30. Fönster i dessa fasader utförs i lägst EW30.
- Balkonger ska hålla 25 meters skyddsavstånd till Storängsleden och från södra delen av Centralvägen från korsningen Centralvägen-Björkholmsvägen.

De föreslagna åtgärderna utmed Centralvägen ovan baseras på förutsättningen att ett förbud mot transporter av farligt gods ska införas för Centralvägen (med undantag för sträckan mellan Storängsleden – Björkholmsvägen) enligt avsnitt 2.2.1. Om sådan transportstyrning inte införas behöver åtgärder för klassade fasader, utrymningsvägar, friskluftsintag och placering av känsliga verksamheter beaktas utmed hela Centralvägen.

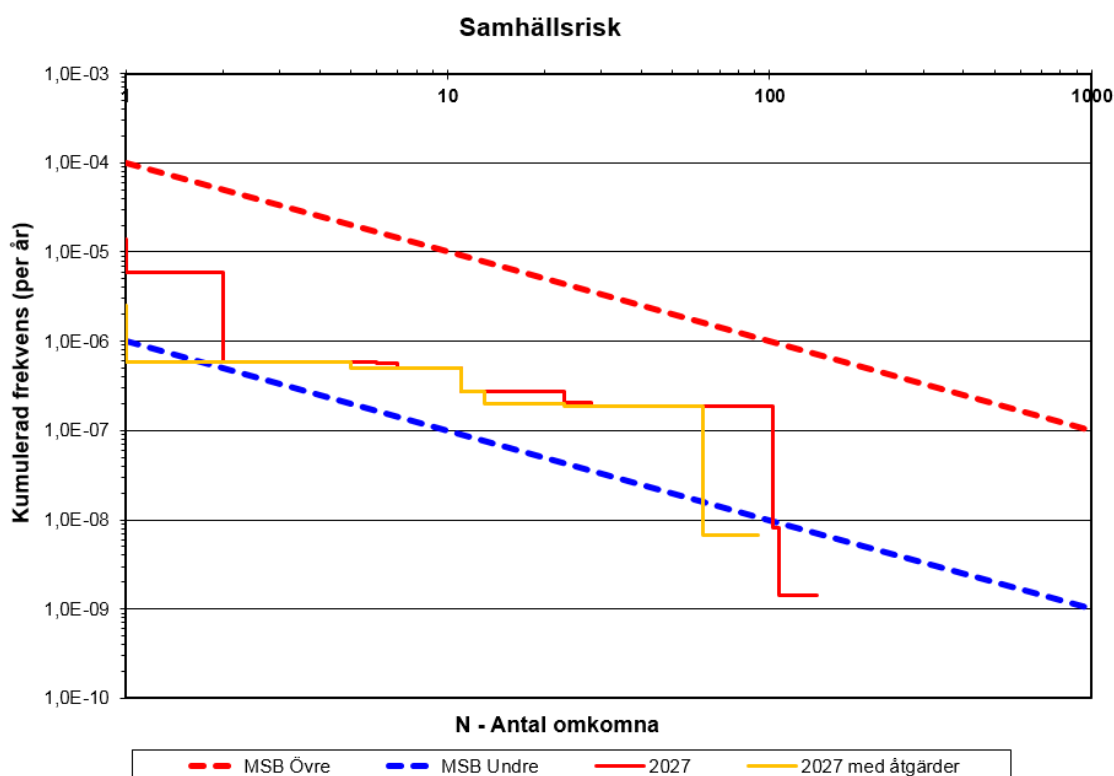
Observera att ovanstående åtgärder endast utgör förslag och det är upp till kommunen/projektet att ta beslut om åtgärder. För att säkerställa att ovanstående åtgärder vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser i detaljplanen. De åtgärder som man beslutar om ska formuleras som planbestämmelser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

6.3.1 Åtgärdernas riskreducerande effekt

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

- Begränsning av sannolikheten för att personer utsätts för en förhöjd risknivå under längre tidsperioder genom att tillgodose skyddsavstånd till ny bebyggelse samt områden med stadigvarande vistelse utomhus.
- Reducering av konsekvenserna inomhus till följd av en större utvändig brand genom skyddsavstånd.
- Ökad möjlighet för personer att utrymma byggnader innan kritiska förhållanden uppstår inomhus till följd av en olycka på Storängsleden 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 samhällsrisk för området då åtgärder enligt avsnitt 6.2 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, men där ett förbud mot transporter av farligt gods införs på delar av vägen.

Genomförd riskbedömning av identifierade risker förknippade med vägarna visar att olycksriskerna påverkar risknivån inom det studerade området.

I avsnitt 6 redovisas de åtgärder som rekommenderas vid föreslagen bebyggelse och markanvändning inom planområdet. För att säkerställa att åtgärderna vidtas krävs att dessa utformas som planbestämmelser i kommande detaljplan.

Föreslagna åtgärder innebär en reduktion av risknivån för området. Åtgärderna medför att planerad ny bebyggelse och markanvändning får en begränsad påverkan på samhällsriskerna 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/ 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)
- /4/ Kartläggning av farligt godstransporter september 2006, Statens Räddningsverket, 2007 (www.msb.se)
- /5/ Kartläggning av transporter med farligt gods i Stockholms län 1998, rapport 1999:0375, Vägverket
- /6/ Statistikrapporter från Trafikanalys, Lastbilstrafik 2011–2016 (Rapportnr. 2013:12, Rapportnr. 2014:12, Rapportnr. 2015:21, Rapportnr. 2016:27, Rapportnr. 2017:14)
- /7/ Program för Huddinge centrum (Dnr: SBN PL 2011/39.313), Miljö- och samhällsbyggnadsförvaltningen, mars 2012, reviderat februari 2013
- /8/ <https://www.trafikverket.se/nara-dig/Stockholm/projekt-i-stockholms-lan/Tvarforbindelse-Sodertorn/Nyheter/2017/det-blir-den-norra-korridoren/>
- /9/ Mail från Lotta Berggren, Sensus. 2018-04-23
- /10/ ADR-S 2017, Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2016:8
- /11/ Farligt gods – Riskbedömning vid transport, Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg, Räddningsverket 1996
- /12/ Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps informationsbank, RIB Xm, 2009
- /13/ Värdering av risk, Statens räddningsverk, Det Norske Veritas, 1997

Bilaga A - Frekvensberäkningar**Uppdragsnamn**

Storängen

Uppdragsgivare

JM m.fl.

Uppdragsnummer

111123

Datum

2018-10-18

Handläggare

Pierre Wahlqvist

Egenkontroll

PWT 2018-10-18

Internkontroll

RKL 2018-10-18

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 massexplсивt 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 2027 20500 f/d och andelen tung trafik sätts till 9 %.

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.

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 2012-2016 /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 11245 transporter idag. För prognosåret år 2027 uppskattas antalet farligt godstransporter till ca 12501. 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 2027.

Klass	Andel	Uppskattat antal farligt godstransporter	
		Idag	År 2027
1. Explosiva ämnen och föremål	1,0%	117	130
2. Gaser	18,2%	2048	2277
3. Brandfarliga vätskor	49,6%	5573	6196
4. Brandfarliga fasta ämnen	1,9%	209	233
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	3,8%	423	470
6. Giftiga ämnen	6,5%	726	807
7. Radioaktiva ämnen	0,0%	0	0
8. Frätande ämnen	13,9%	1560	1735
9. Övriga farliga ämnen och föremål	5,2%	589	654
Totalt		11245	12501

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

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 10⁶ fordonskilometer /2/.

/1/ Statistikrapporter från Trafikanalys, Lastbilstrafik 2011-2016 (Rapportnr 2013:12, Rapportnr 2014:12, Rapportnr 2015:21, Rapportnr 2016:27, Rapportnr 2017:14)

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

Vid beräkning av antal förväntade fordonsolyckor används följande ekvation:

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

Där det totala trafikarbetet per år beräknas enligt följande:

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

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

Tabell A. 2. Beräknad frekvens för trafikolycka.

Scenario	Olycksfrekvens (per år)	
	Idag	År 2027
Trafikolycka totalt	10,3	11,4

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 personsador 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/:

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

X = Andelen transporter skyltade med farligt gods (antal farligt godstransporter delat 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 2018 respektive år 2027.

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

Scenario	Olycka med fago-vagn [per år]		
	Andel	Idag	År 2027
klass 1	1,0%	3,3E-04	3,7E-04
Klass 2	18,2%	5,8E-03	6,5E-03
klass 3	49,6%	1,6E-02	1,8E-02
klass 4	1,9%	6,0E-04	6,6E-04
klass 5	3,8%	1,2E-03	1,3E-03
klass 6	6,5%	2,1E-03	2,3E-03
klass 7	0,0%	0,0E+00	0,0E+00
klass 8	13,9%	4,4E-03	4,9E-03
klass 9	5,2%	1,7E-03	1,9E-03
Totalt		3,2E-02	3,6E-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.

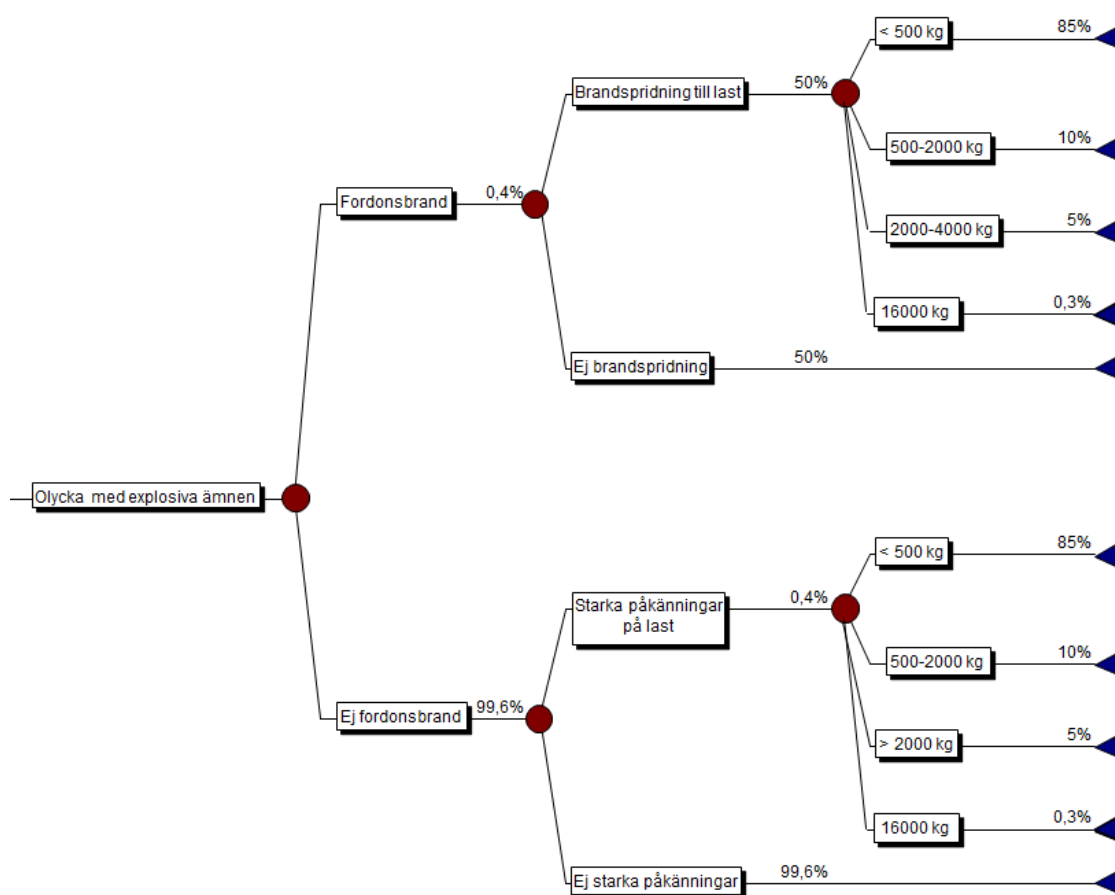
- Enligt uppgifter från MSB utgör enbart 0,5 % av transporterna med klass 1.1 i Stockholmsregionen s.k. transitttransporter (genomfart) medan resterande transporter till avnämare inom länet. Transitttransporterna rymmer troligtvis maximala transportmängder, d.v.s. 16 ton massexplosivämnen per transport. 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 1 200 transporter per år)
○ 500 – 2 000 kg /transport:	ca 10 % (ca 150 transporter per år)
○ > 2 000 kg / transport:	ca 5 % (ca 4 transporter per år)
○ 16 000 kg / transport:	ca 0,3 % (ca 4 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 händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av explosiva ämnen som redovisar de förutsättningar som krävs för att en massexplosion ska antas inträffa. Beräkningsresultaten redovisas i Tabell A.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	År 2027
Trafikolycka med explosivämne (klass 1)	3,3E-04	3,7E-04
Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)		
< 500 kg		
- P.g.a. fordonsbrand	5,7E-07	6,3E-07
- P.g.a. starka påkänningar	1,1E-06	1,3E-06
- Totalt	1,7E-06	1,9E-06
500-2000 kg		
- P.g.a. fordonsbrand	6,7E-08	7,4E-08
- P.g.a. starka påkänningar	1,3E-07	1,5E-07
- Totalt	2,0E-07	2,2E-07
2000-4000 kg		
- P.g.a. fordonsbrand	3,3E-08	3,7E-08
- P.g.a. starka påkänningar	6,7E-08	7,4E-08
- Totalt	1,0E-07	1,1E-07

16000 kg		
- P.g.a. fordonsbrand	2,0E-09	2,2E-09
- P.g.a. starka påkänningar	4,0E-09	4,4E-09
- Totalt	6,0E-09	6,7E-09

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

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

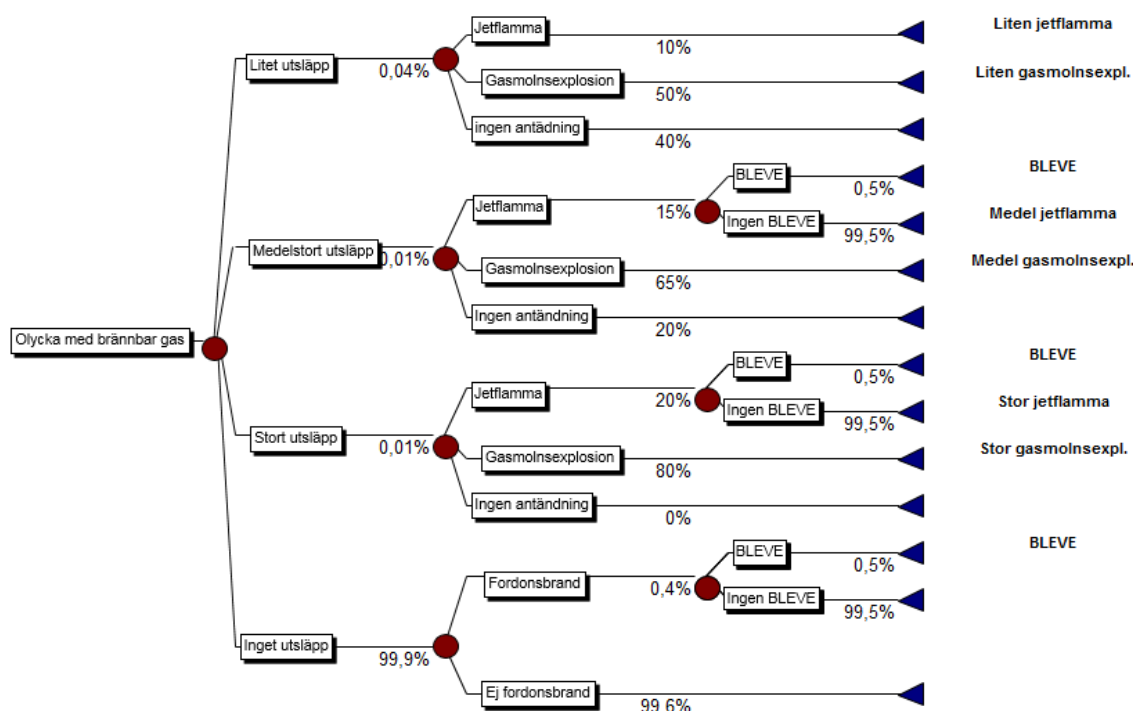
/7/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993

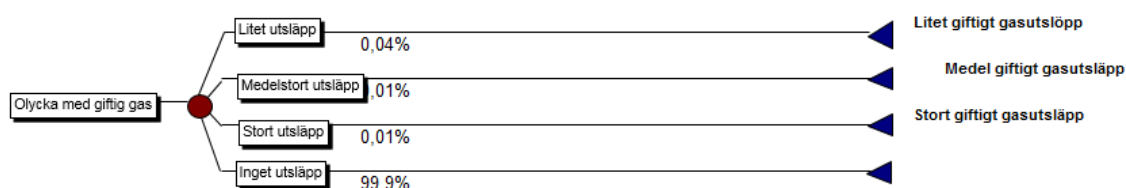
	Litet utsläpp	Medelstort utsläpp	Stort utsläpp
• omedelbar antändning (jetflamma):	10 %	15 %	20 %
• fördröjd antändning (gasmolnexplosion):	50 %	65 %	80 %
• ingen antändning:	40 %	20 %	0 %

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 trafikolycka leder till fordonsbrand som är så omfattande att större delar av den oskadade tanken påverkas under en längre tid. Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning. Sannolikheten för att förhållandena kring något av ovanstående scenarier är sådana att en BLEVE uppstår bedöms dock vara mycket låg, uppskattningsvis mindre än 0,5 % för respektive scenario.

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

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





Figur A. 2. 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	År 2027
Trafikolycka med gas	5,8E-03	6,5E-03
Utsläpp och antändning av brännbar gas	7,0E-04	7,8E-04
Liten jetflamma	2,9E-08	3,2E-08
Liten gasmolnexplosion	1,5E-07	1,6E-07
Medelstor jetflamma	1,4E-08	1,6E-08
Medelstor gasmolnexplosion	6,3E-08	7,0E-08
Stor jetflamma	1,6E-08	1,7E-08
Stor gasmolnexplosion	6,2E-08	6,9E-08
BLEVE		
- P.g.a. jetflamma riktad mot oskadad tank	1,5E-10	1,7E-10
- P.g.a. fordonsbrand under oskadad tank	1,4E-08	1,6E-08
- Totalt	1,4E-08	1,6E-08
Utsläpp av giftig gas	1,2E-05	1,3E-05
Litet utsläpp giftig gas	4,9E-09	5,4E-09
Medelstort utsläpp giftig gas	1,6E-09	1,8E-09
Stort utsläpp giftig gas	1,3E-09	1,4E-09

3.2.3 Klass 3. Brandfarliga vätskor

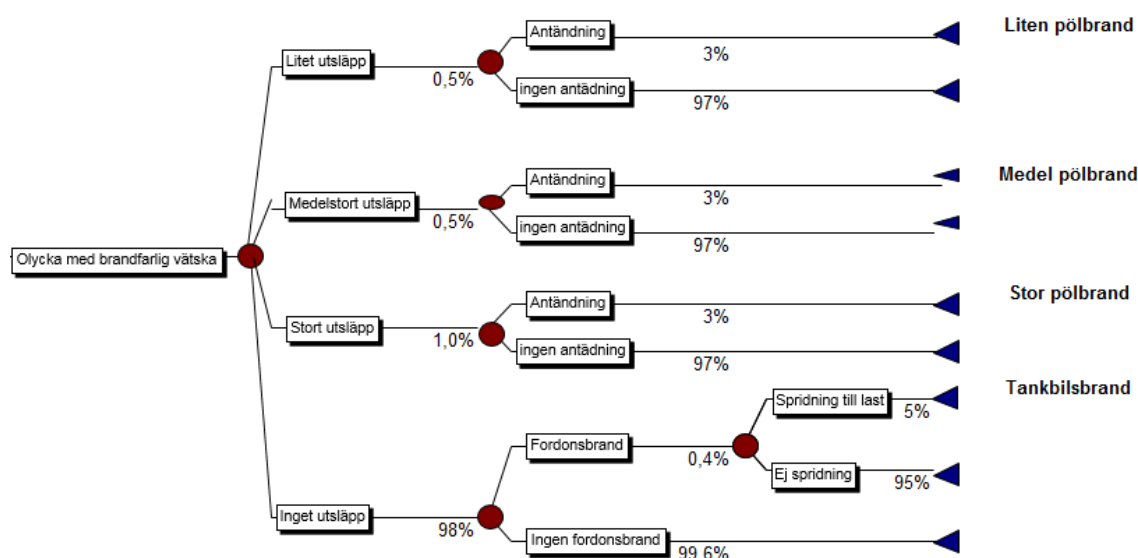
En mycket hög andel av de brandfarliga vätskor som transporteras uppskattas vara petroleumprodukter, d.v.s. transporter av bensin och diesel till bl.a. bensinstationer. I de fortsatta beräkningarna så antas det konservativt att samtliga vätsketransporter rymmer klass 1-vätskor, d.v.s. vätskorna har en 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 transportererna 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	År 2027
Trafikolycka med brandfarlig vätska (klass 3)	1,6E-02	1,8E-02
Liten pölbrand	2,4E-06	2,6E-06
Medelstor pölbrand	2,4E-06	2,6E-06
Stor pölbrand	4,8E-06	5,3E-06
Tankbilsbrand	3,1E-06	3,5E-06

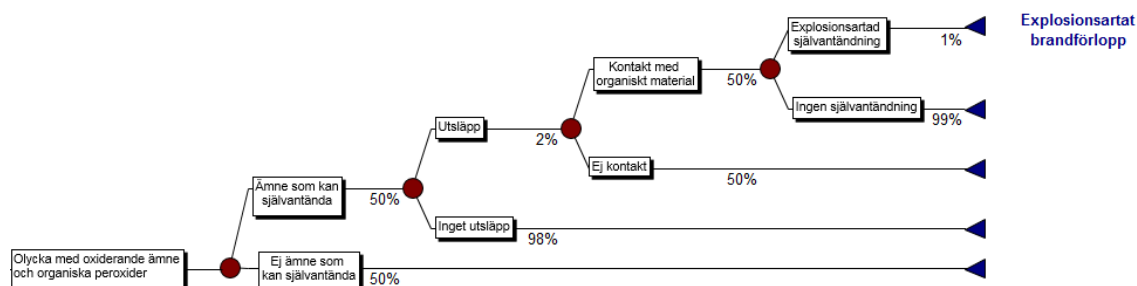
3.2.4 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

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 kolektivvalent), 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	År 2027
Trafikolycka med oxiderande ämne (klass 5)	1,2E-03	1,3E-03
Explosionsartat brandförlopp vid självantändning	6,0E-08	6,7E-08

4. Känslighetsanalys

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 2027, se Tabell A.8.

Tabell A. 8. Känslighetsanalys del 1. Beräknade frekvenser vid förändrat transportantal.

Klass	Andel	Uppskattat antal farligt godstransporter	
		År 2027 KA	År 2027
1. Explosiva ämnen och föremål	1,0%	235	261
2. Gaser	18,2%	4096	4553
3. Brandfarliga vätskor	49,6%	11146	12391
4. Brandfarliga fasta ämnen	1,9%	419	466
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	3,8%	845	940
6. Giftiga ämnen	6,5%	1452	1614
7. Radioaktiva ämnen	0,0%	0	0
8. Frätande ämnen	13,9%	3121	3469
9. Övriga farliga ämnen och föremål	5,2%	1177	1309
Totalt		22491	25003

Bilaga B - Konsekvensberäkningar

Uppdragsnamn

Storängen

Uppdragsgivare

JM m.fl.

Uppdragsnummer

111123

Datum

2018-10-18

Handläggare

Pierre Wahlqvist

Egenkontroll

PWT 2018-10-18

Internkontroll

RKL 2018-10-18

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

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

I riskanalysen används riskmåten **individerisk** 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 Föresättningar

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



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:

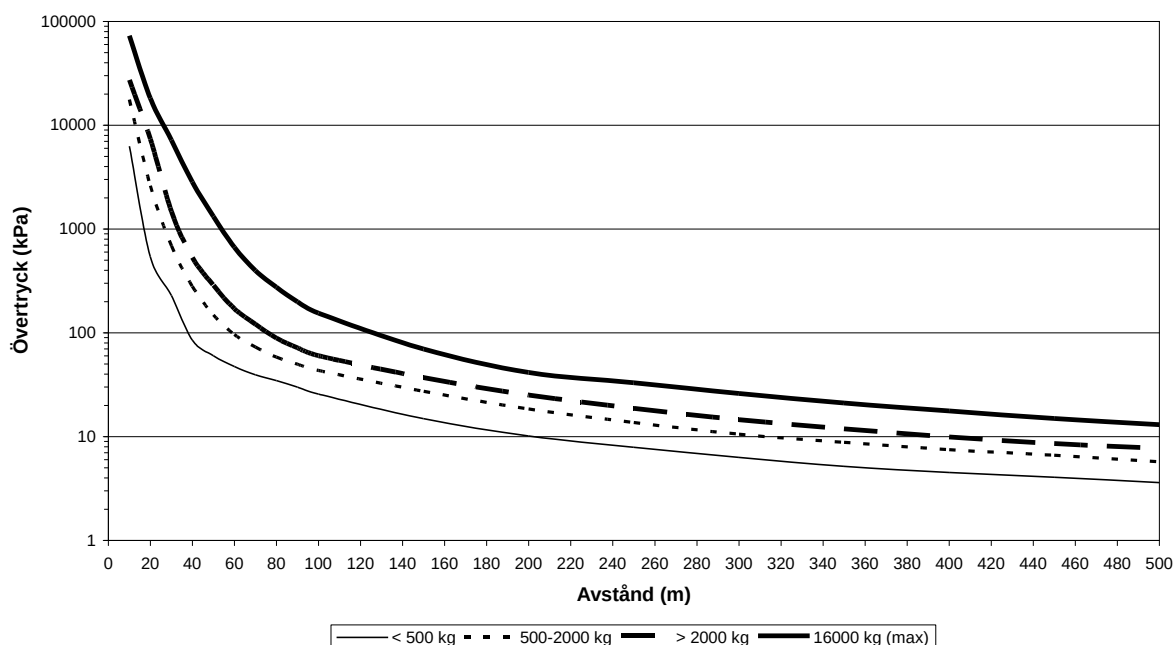
$$I_C / I_+ + P_C / P_+ \geq 1$$

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 $1,8 \cdot X$ 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°).

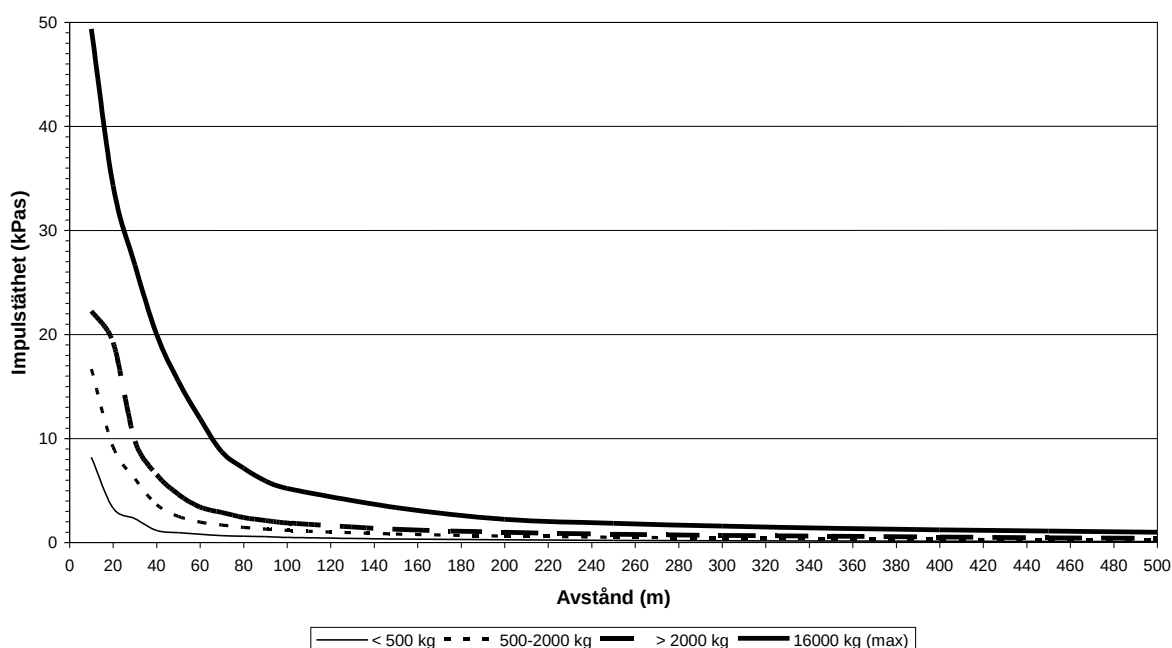
Explosionens varaktighet t_+ beräknas grovt enligt följande ekvation och blir samma oavsett infallande vinkel /1/:

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



/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_c) och impulstäthet (I_c) i förhållande till byggnadsdelarnas karaktäristiska tryck (P_c) och impuls (I_c), se ekvationen i avsnitt 2.8. I Tabell B.1. anges karaktäristiska tryck (P_c) respektive impulstäthet (I_c) för olika byggnadsdelar beroende på byggnadsstrategi och bärighet /1/.

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

Byggnadsdel	P_c (kPa)	I_c (kPas)
Bärande konstruktioner		
<i>Stomme i platsgjuten betong</i>		
- Bärande ytterväggar av 20 cm betong (och invändiga pelare)	200	2,5
- Bärande tvärväggar och utfackade längsgående ytterväggar	200	2,5
<i>Stomme i monterad betong</i>		
- Pelar/balk-stomme	200	3,1
- Bärande väggar i elementhus	200	3,1
Ikke 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 • 90 % omkomna 300 kPa
- 10 % omkomna 210 kPa • 99 % omkomna 350 kPa
- 50 % omkomna 260 kPa

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

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

2.1.3 Resultat

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

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

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
<i>Oskyddad bebyggelse</i>		
<500 kg massexplosion	80 % inomhus	20
	15 % inomhus	70
	10 % utomhus	20

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

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

För ovanstående skadescenarier har utsläppssimuleringar gjorts med simuleringsprogrammet **Gasol** för att avgöra storleken på de områden inom vilka personer kan förväntas omkomma. Utsläppssimuleringarna har utförts för tankbil med ca 25 ton tryckkondenserad gas. Det antas grovt att samtliga transporter innehåller tryckkondenserad gasol. I Tabell B.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.

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)
---------------	-------------------------	----------------------

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

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 transporterarna 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 ($\rho = 1,0$)	Tät skog/ stad ($\rho = 1,0$)
Lagringstemperatur	15°C	15°C
Väder	15°C, vår, dag och klart	15°C, vår, dag och klart

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

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

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

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

2.3.2 Bedömningskriterier

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

2.3.3 Resultat

I Tabell B.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 poolar med brandfarlig vätska bildas vilket leder till olika mängder värmestrålning. Konsekvensberäkningar utförs för följande poolbrandscenarier:

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

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

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

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

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

Utfallande strålning (I₀) – Den utfallande strålningen (kW/m²) är beroende av poolbrandens diameter. Upp till en viss poolstorlek ökar strålningen från flammen, men efter en viss nivå minskar effektiviteten i förbränningen med påföljd att rökutvecklingen tilltar och temperaturen i flamzonen sjunker. En del av värmestrålningen absorberas därmed i omgivande rök, vilket innebär att den utfallande strålningen sjunker med ökande värde på poolbrandens storlek. Den utfallande strålningen kan beräknas med följande ekvation /7/:

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

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

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

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

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

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.

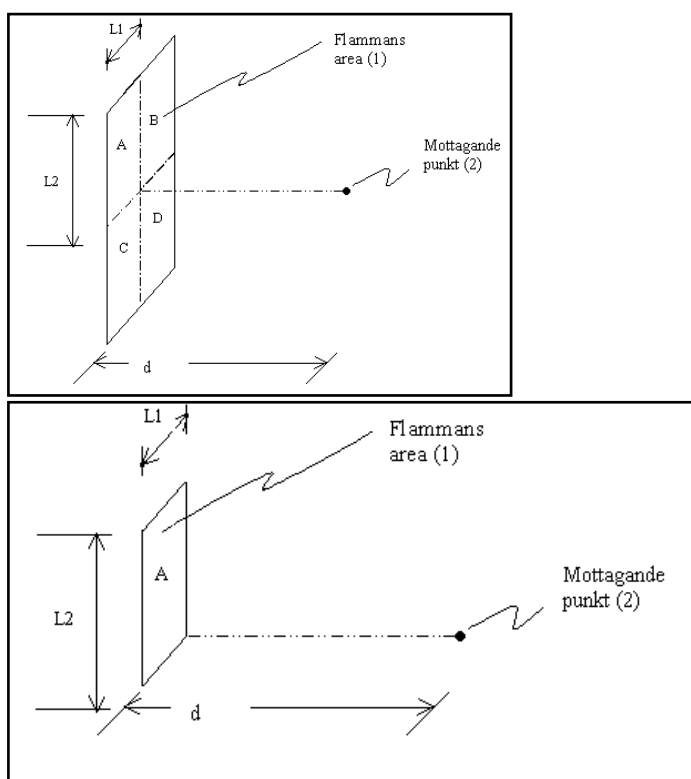
Synfaktorn $F_{1,2}$ mellan flaman och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion

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:

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

$\Theta_1 = \Theta_2 =$ infallande vinkel (d.v.s. 0) och $A_1 = L_1 \times L_2$ enligt /8/.



Figur B. 4. Synfaktor.

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

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

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

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

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

Infallande strålning (I) – Den från branden infallande värmestrålningen (kW/m²) 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 flammhöjden beräknats för de olika pölbrands scenarierna (se Tabell B.7.).

Tabell B. 7. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flammhöjd samt utfallande värmestrålning.

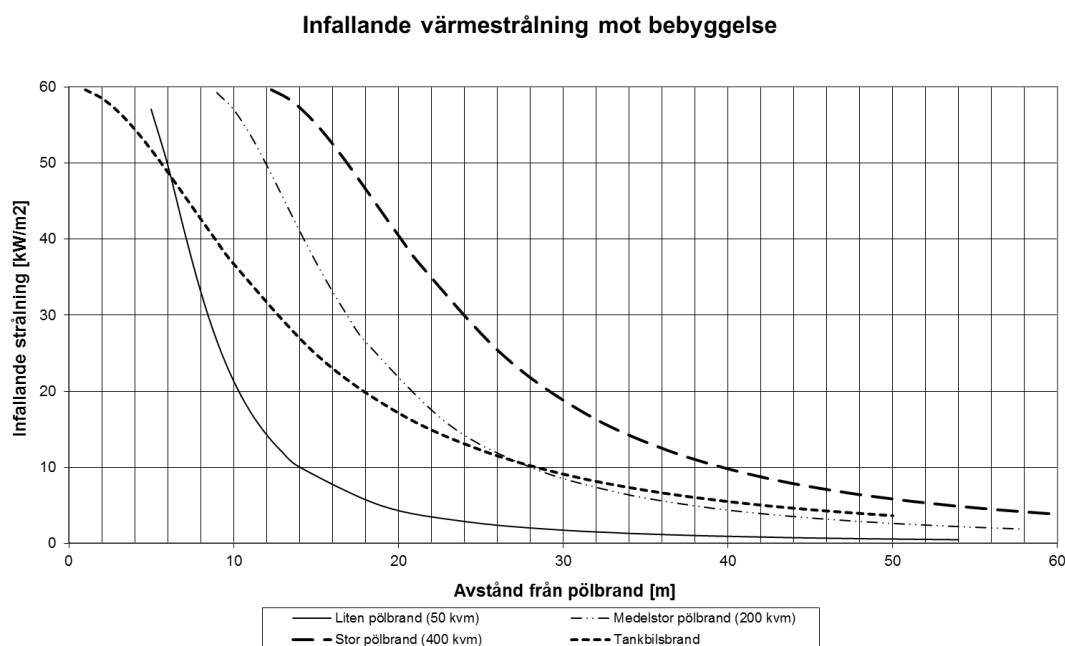
Scenario	Brinnande yta A_F (m ²)	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter D_f (m)	Flammhöjd H_f (m)	Utfallande strålning I_0 (kW/m ²)
Liten pölbrand	50	50 000	8,0	8,0	49,8
Medelstor pölbrand	200	200 000	16,0	16,0	42,8
Stor pölbrand / Tankbilsbrand	400	400 000	22,6	22,6	37,7

Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i Tabell B.8. Strålningen har beräknats på halva flammans höjd. I strålningsberäkningarna används konservativt ett värde på den utfallande strålningen på 60 kW/m² 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/m² 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/m² 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/m². 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 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

10 kW/m²: <5 % sannolikhet att omkomma
 15–20 kW/m²: 50 % sannolikhet att omkomma
 > 40 kW/m²: 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
	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.

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

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

^{/12/} Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Stadsbyggandskontoret i Göteborg, 1996

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 det planerade utförandealternativet (med planerad ny bebyggelse).

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 m² BTA (1 person per 20 m²).
- Genomsnittlig persontäthet för bostäder uppskattas grovt till ca 0,033 personer per m² BTA (1 person per 30 m²).
- Genomsnittlig persontäthet för handel uppskattas grovt till ca 0,5 personer per m² BTA (1 person per 2 m²).
- Genomsnittlig persontäthet för förskola uppskattas grovt till ca 0,1 personer per m² BTA (1 person per 10 m²).
- Genomsnittlig persontäthet utomhus uppskattas grovt till ca 0,005 personer per m² (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. Byggnaderna 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	
	105	2	107	
16 000 kg massexplosion (Max mängd)				

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 gasmolnexplosion och bleve vilket får stora konsekvenser.
Liten gasmolnexplosion	0	0	0	
Medelstor jetflamma	0	1	1	
Medelstor gasmolnexplosion	5	2	7	
Stor jetflamma	4	2	6	
Stor gasmolnexplosion	20	3	23	
	25	3	28	
BLEVE brännbar gas				
Klass 2.3. Giftiga gaser				
Litet läckage giftig gas	0	1	1	Små utsläpp av gas påverkar inte området i stort utan endast någon enskild 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	
	60	80	140	
Stort läckage giftig gas				
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 i byggnader. Då finns risk att enskilda 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				
	100	2	102	Olyckstyperna är kraftfulla med stora skadeområden som riskerar att påverka stora delar av de byggnader som är exponerade utan skyddande barriär framför.
Explosionsartad självantändning (motsvarar > 2 000 kg massexplosion)				

4. Känslighetsanalys

Känslighetsanalysen påverkar inte konsekvensberäkningarna.

Bilaga C - Riskberäkningar

Uppdragsnamn

Storängen

Uppdragsgivare

JM m.fl.

Uppdragsnummer

111123

Datum

2018-10-18

Handläggare

Pierre Wahlqvist

Egenkontroll

PWT 2018-10-18

Internkontroll

RKL 2018-10-18

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 riskmättet 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 ≥ 100 meter.

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

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

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

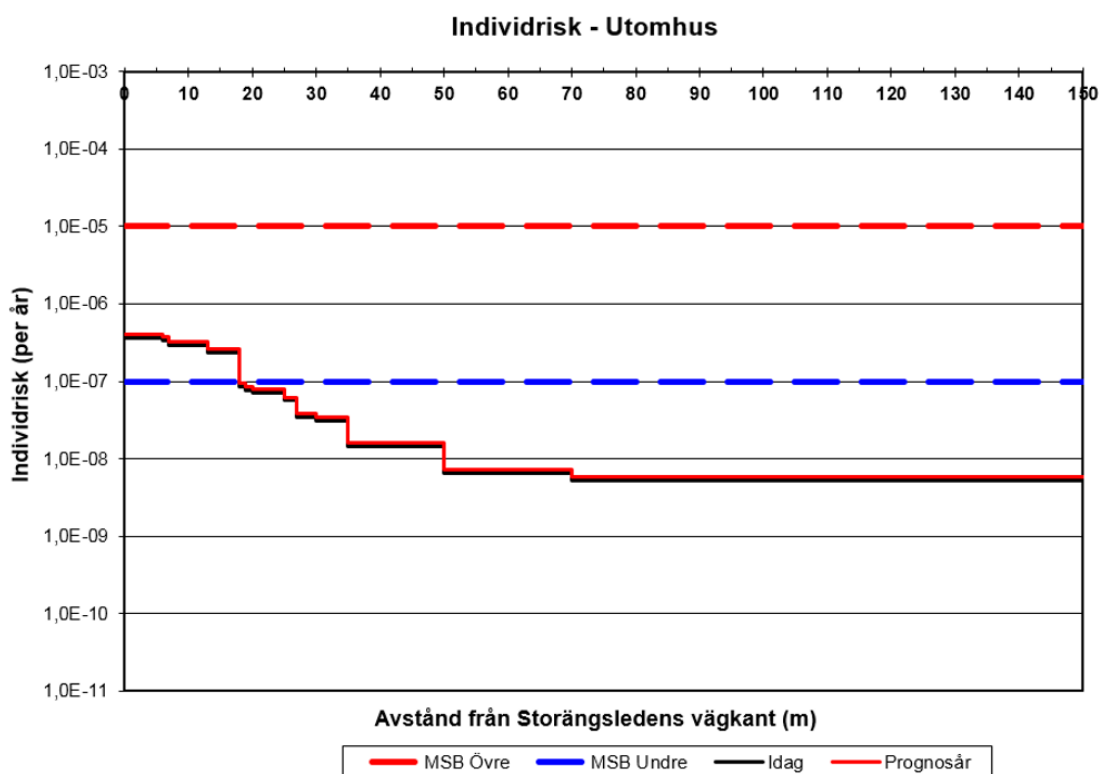
3. För vissa olycksscenarier förknippade med gaser (både brännbara och giftiga) blir skadeområdet inte cirkulärt. Detta innebär i sin tur att det inte är givet att en person som befinner sig inom det kritiska området omkommer. För dessa scenarier reduceras frekvensen ytterligare med avseende på gasplymens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

2.2 Bedömningskriterier

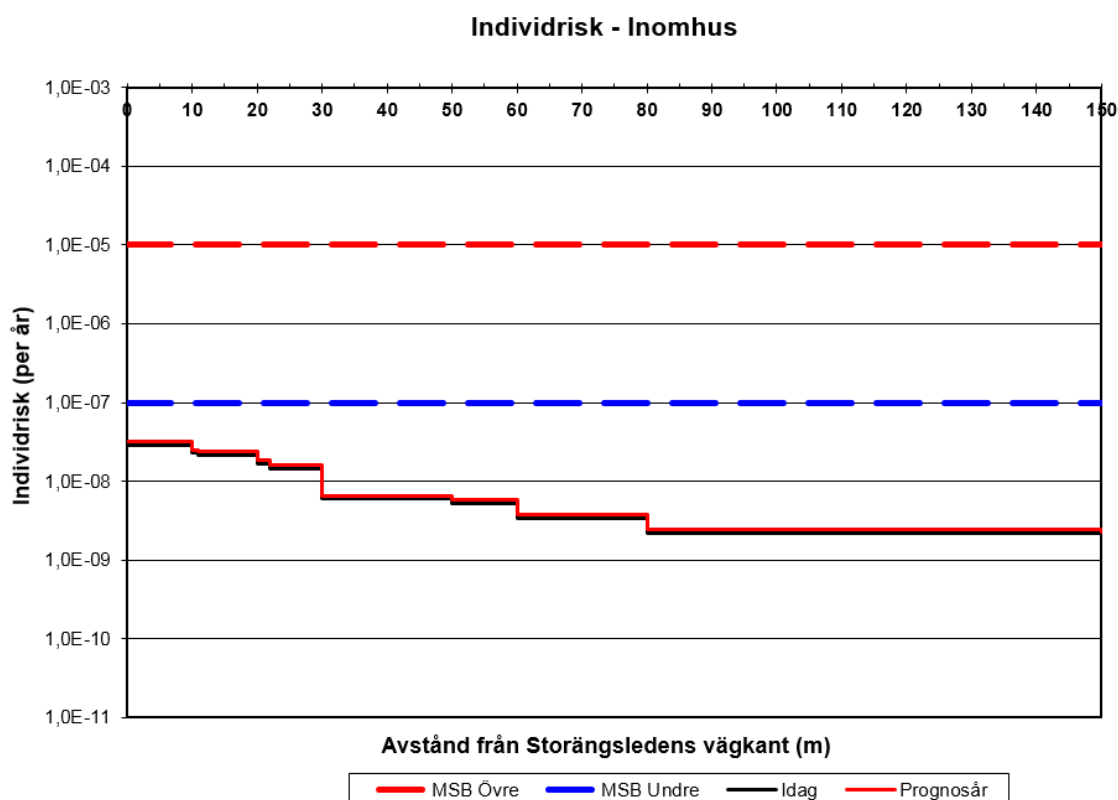
Den beräknade individrisken kommer att värderas utifrån de kriterier för acceptans av risk som redovisas i *Värdering av risk* /1/, se avsnitt 5.3 i huvudrapporten. Riskkriterierna redovisas även i *Figur C. 1*.

2.3 Resultat

I *Figur C. 1* redovisas individrisken utomhus respektive inomhus för planområdet som funktion av avståndet till Storängsleden. Avståndet utgår från närmaste väggkant. Individrisken redovisas för år 2018 respektive för prognosåret år 2027.



/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 vägssträckan 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 samhällsriskens antas dessa konsekvenser uppstå oavsett riktningen på utsläppet, vilket innebär en konservativ skattning av samhällsriskens med avseende på bidraget från planområdet.

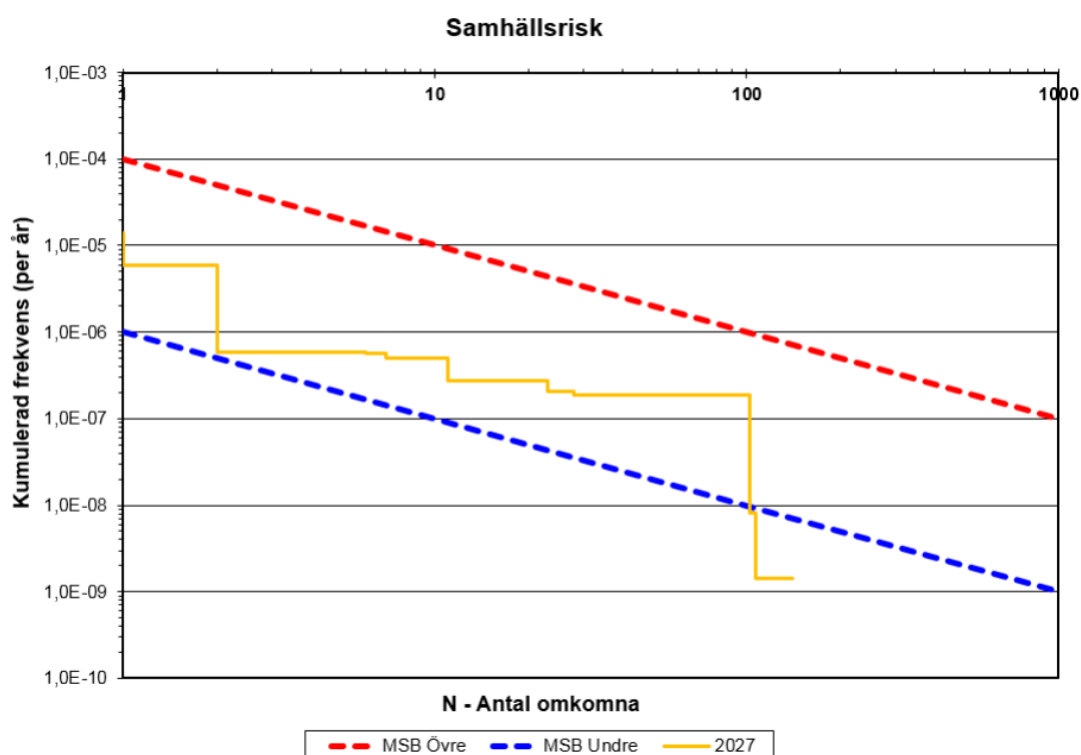
3.1 Bedömningskriterier

Den beräknade samhällsriskens 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 samhällsriskens inom det studerade området, vilket omfattar både aktuellt planområde samt omgivande bebyggelse.

I figuren redovisas samhällsriskens för det planerade utformningsalternativet år 2027.



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.

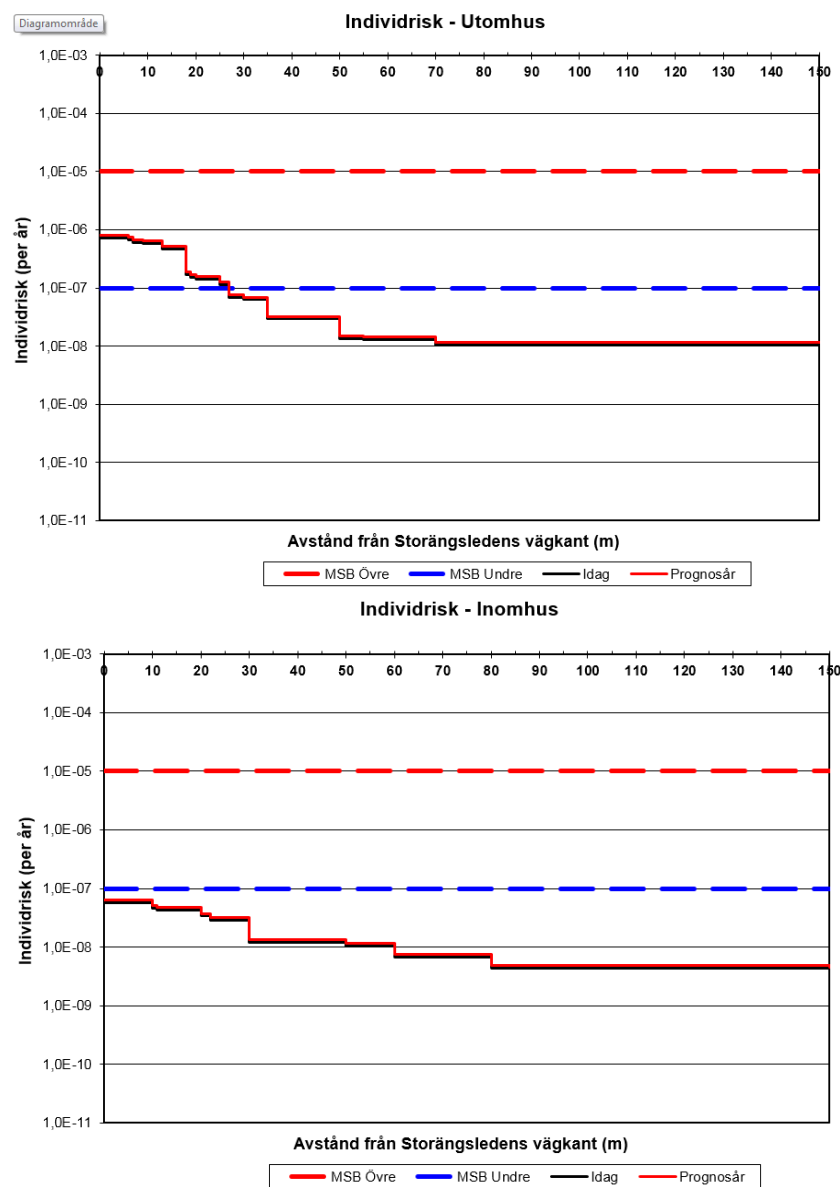
Underlaget som använts för beräkning av samhällsriskens redovisas i Bilaga A och B. Med hänsyn till ovanstående resonemang i inledningen på detta avsnitt genomförs inga reduktioner av den beräknade frekvensen för respektive skadescenario. Konsekvenserna av respektive skadescenario antas vara desamma 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 – individrisk

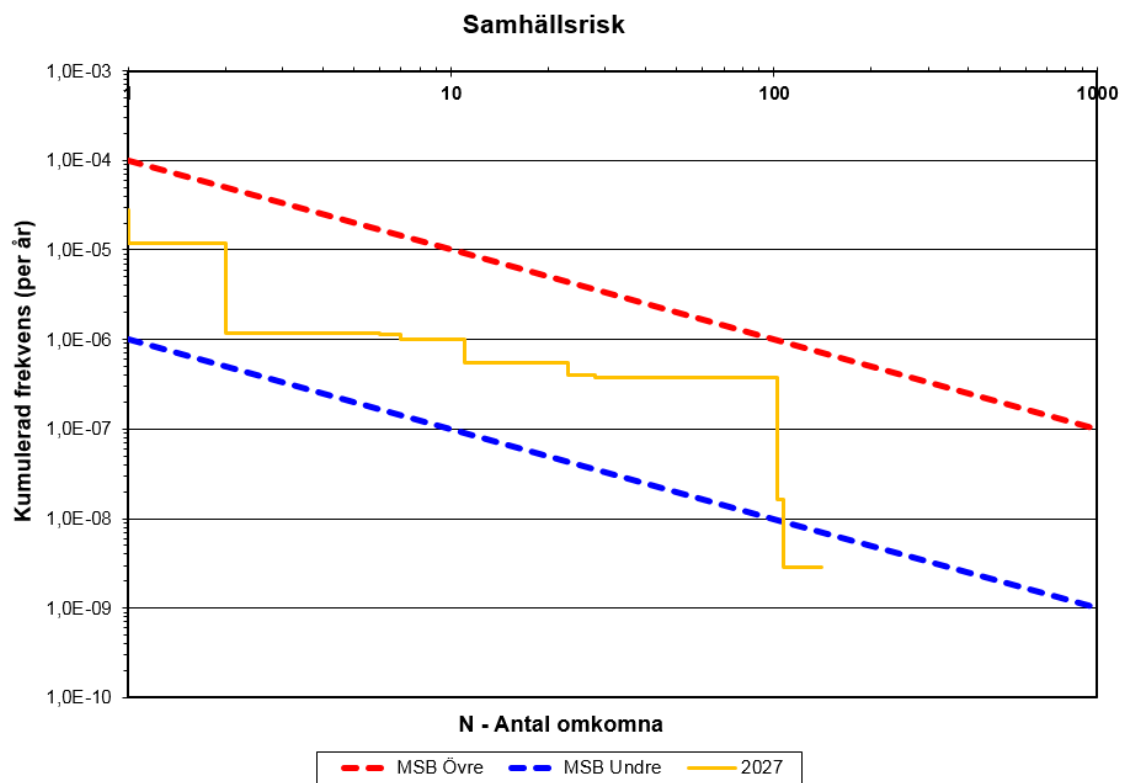
I Figur C.3. redovisas individrisken utomhus respektive inomhus för den känslighetsanalys som har utförts avseende förändringar i antalet farligt godstransporter enligt huvudrapporten.



Figur C. 3. Känslighetsanalys – individrisk
utomhus (överst)
inomhus (nederst)

4.2 Känslighetsanalys – samhällsrisk

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



Figur C. 4. Känslighetsanalys – samhällsrisk