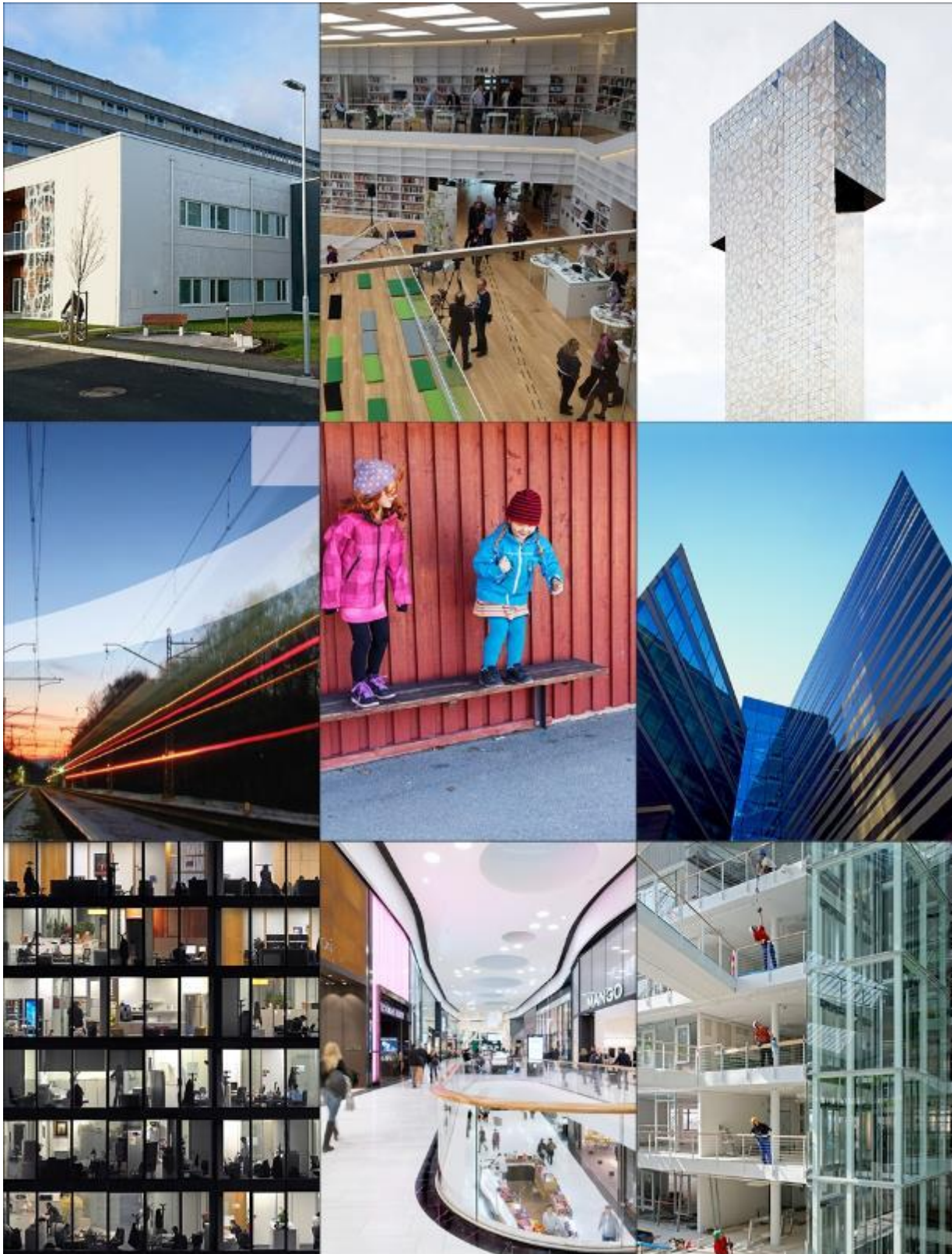


# Risکاناليس

Norrtälje sjukhus  
Underlag för detaljplanearbete

2026-05-04



**Dokumenttyp:** Riskanalys  
**Uppdragsnamn:** Norrtälje sjukhus  
**Uppdragsnummer:** 511602  
**Datum:** 2026-05-04  
**Status:** Underlag för detaljplanearbete  
**Uppdragsledare:** Rosie Kvål  
**Handläggare:** Rosie Kvål  
Tel: 08-588 188 84  
E-post: rosie.kval@bsl.se  
**Uppdragsgivare:** Locum AB/White arkitekter

Datum	Egenkontroll	Internkontroll	Version
2024-10-10	Rosie Kvål	Lisa Smas	Arbetshandling
2024-11-29	Rosie Kvål	-	Inledande analys, version 1
2025-10-24	Rosie Kvål	Lisa Smas	Fördjupad analys, version 1
2025-12-17	Rosie Kvål	-	Fördjupad analys, version 2
2026-01-30	Rosie Kvål	-	Fördjupad analys, version 3
2026-02-27	Rosie Kvål	-	Fördjupad analys, version 4
2026-05-04	Rosie Kvål	-	Fördjupad analys, version 5

## Sammanfattning

Locum AB har tagit fram en fastighetsutvecklingsplan som syftar till att säkerställa den långsiktiga planeringen inom Region Stockholms strategiska fastigheter. Fastighetsplanen redovisar det fortsatta nyttjandet av Norrtälje sjukhus och dess utemiljö samt vilka möjligheter som finns för en framtida expansion av vården. En ny detaljplan håller på att tas fram baserad på ett bebyggelseförslag över önskad fastighetsutveckling. Projektet är i ett tidigt skede och i nuläget studeras två olika alternativ för en framtida markanvändning.

Detaljplanen omfattar ett område som ligger i närheten till väg 76 som är klassad som en primär transportled för farligt gods. Mellan vägen och planområdet finns en kraftledning. Närheten till dessa riskkällor behöver beaktas i planarbetet när det gäller möjliga olycksrisker. Även sjukhusverksamheten i sig innebär vissa risker, bland annat hantering av bränsle till reservkraftsaggregat. Även de interna riskerna behöver utredas så att inte påverkan mot omgivningen eller den interna verksamheten blir oacceptabel. Med anledning av risker i närheten av samt inom planområdet görs denna riskanalys.

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

I genomförd analys har en inventering genomförts av möjliga riskkällor inom och utanför planområdet. En kartläggning har även gjorts av antalet transporter med farligt gods på väg 76. Utifrån genomförd inventering och kartläggning har sedan ett antal möjliga olycksscenarioer identifierats. En översiktlig (kvalitativ) värdering av dessa har gjorts. Resultatet visar att studerade olycksrisker kan ha påverkan på risknivån inom planområdet men att påverkan överlag bedöms vara liten. Det bebyggelseförslag som tagits fram visar dessutom på en markanvändning som innebär att de av Länsstyrelsen rekommenderade skyddsavstånden utmed väg 76 uppfylls med god marginal. De stora skyddsavstånden är mycket positiva med tanke på att sjukhuset är en samhällsviktig verksamhet. För att ytterligare belysa identifierade riskkällor har en fördjupad analys gjorts av risker kopplade till transporter av farligt gods samt lossning av diesel som underlag till bedömning av behovet av åtgärder för att hantera studerade risker.

När det gäller närheten till kraftledningen som finns väster om området innebär bebyggelseförslaget att tillräckligt skyddsavstånd hålls och att inga ytterligare åtgärder är nödvändiga.

Med syfte att hantera identifierade risker och sänka risknivån inom området har ett antal riskreducerande åtgärder studerats och då framförallt till de interna riskkällorna. Dessa omfattar både skyddsavstånd och byggnadstekniska åtgärder som bör användas för den fortsatta planeringen av området. Om dessa följs bedöms den planerade markanvändningen vara robust i sin utformning samt innebära att identifierade risker har mycket liten påverkan på risknivån inom planområdet. Bebyggelseförslaget bör därmed kunna accepteras.

Nedan görs en sammanställning av rekommenderade åtgärder utifrån genomförd analys. Vilka byggnadsdelar som omfattas av åtgärderna redovisas i figur 6.1.

- Utrymning ska vara möjligt mot en trygg sida från parkeringsgaraget i förhållande till väg 76 samt för byggnadsdelar inom 25 meter från lossningsplats för diesel.
- Friskluftsintag till ambulansstation och vårdlokaler placeras minst 100 meter från väg 76.
- Friskluftsintag till ambulansstation och vårdlokaler placeras minst 25 meter från lossningsplats för diesel samt oxygentank. Ventilationen bör utföras med möjlighet till nödavstängning inom detta avstånd.
- Till- och frånluft till transformatorstationen bör inte finnas i sida mot lossningsplatsen för diesel för att minska risken för antändning av dieselångor i händelse av ett läckage.
- Om transformatorstation placeras inom 8 meter från annan byggnad bör den utföras så att vidare brandspridning försvåras, exempelvis genom att utföra den i brandteknisk klass EI 60.

Observera att ovanstående åtgärder endast utgör förslag och det är upp till kommunen att ta beslut om åtgärder.

Om föreslagna åtgärder genomförs är bedömningen att identifierade risker har hanterats i tillräcklig omfattning. Ur risksynpunkt föreligger ingen påtaglig skillnad mellan de två studerade alternativen och föreslagna åtgärder samt slutsats gäller för båda alternativen.

## Innehållsförteckning

<b>SAMMANFATTNING</b> .....	<b>3</b>
<b>1. INLEDNING</b> .....	<b>6</b>
1.1 Bakgrund.....	6
1.2 Syfte .....	6
1.3 Omfattning och avgränsning .....	6
1.4 Internkontroll.....	6
1.5 Förutsättningar .....	7
<b>2. OMRÅDESBESKRIVNING</b> .....	<b>13</b>
2.1 Planerad exploatering.....	13
2.2 Omgivande planprojekt .....	16
<b>3. RISKINVENTERING</b> .....	<b>17</b>
3.1 Allmänt.....	17
3.2 Inventering av riskkällor .....	17
3.3 Väg 76/ Västra vägen.....	18
3.4 Kraftledning .....	20
3.5 Hantering av kemikalier inom NTS .....	20
3.6 Transformatorstation .....	22
<b>4. INLEDANDE RISKANALYS</b> .....	<b>23</b>
4.1 Metodik.....	23
4.2 Identifiering av olycksrisker .....	23
4.3 Kvalitativ uppskattning av risk .....	24
4.4 Slutsats inledande riskanalys.....	30
<b>5. FÖRDJUPAD ANALYS</b> .....	<b>31</b>
5.1 Allmänt.....	31
5.2 Olycka vid transport av farligt gods på väg 76 och Esplanaden .....	31
5.3 Läckage av diesel .....	36
<b>6. FÖRSLAG PÅ SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER</b> .....	<b>38</b>
6.1 Allmänt.....	38
6.2 Allmänna åtgärder .....	38
6.3 Byggnadstekniska åtgärder.....	40
6.4 Sammanställning .....	42
<b>7. SLUTSATS</b> .....	<b>43</b>
<b>8. BILAGOR</b> .....	<b>45</b>
<b>9. REFERENSER</b> .....	<b>45</b>

## 1. Inledning

### 1.1 Bakgrund

Norrtälje sjukhus kan erbjuda all basal akutsjukvård utom förlossning. Sommartid tredubblas befolkningen i kommunen, sjukhuset avlastar även övriga akutsjukhus i regionen. Locum AB har tagit fram en fastighetsutvecklingsplan som syftar till att säkerställa den långsiktiga planeringen inom Region Stockholms strategiska fastigheter. Fastighetsplanen redovisar det fortsatta nyttjandet av fastigheten och dess utemiljö samt vilka möjligheter som finns för en framtida expansion av vården. Ett bebyggelseförslag har tagits fram som visar möjligheten till fysisk utveckling och expansion och arbetet med en ny detaljplan pågår. Detaljplanen omfattar ett område som ligger i närheten till väg 76 som är klassad som en primär transportled för farligt gods. I den västra delen av planområdet finns även en kraftledning. Närheten till dessa riskkällor behöver beaktas i planarbetet. Sjukhusverksamheten i sig innebär vissa risker, bland annat hantering av diesel till ett reservkraftsaggregat och helikoptertrafik. Även dessa risker behöver utredas så att inte påverkan mot omgivningen blir oacceptabel. Med anledning av risker i närheten och inom planområdet görs denna riskanalys.

### 1.2 Syfte

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

Det förslag på hantering av risker som föreslås i riskanalysen utgör endast en rekommendation och det är upp till kommunen att med hjälp av riskanalysen, samt eventuella andra utredningar, besluta om vilka åtgärder som ska vidtas.

### 1.3 Omfattning och avgränsning

Analysen omfattar endast plötsliga, oväntade och oplanerade händelser med akuta konsekvenser för liv och hälsa för människor som vistas inom det studerade området. I analysen har hänsyn inte tagits till långsiktiga effekter av hälsofarliga ämnen, buller eller miljöfarliga utsläpp. Långvarig påverkan från elektromagnetisk strålning berörs dock på ett övergripande plan i analysen.

Risker kopplade till helikoptertrafiken till/från Norrtälje sjukhus har studerats i en separat utredning [1] och behandlas inte i denna analys.

Trafikanter på omgivande vägar omfattas inte av analysen.

### 1.4 Internkontroll

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

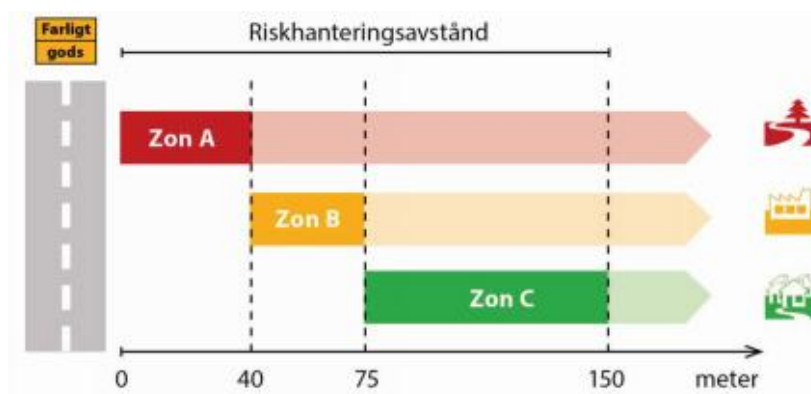
## 1.5 Förutsättningar

### 1.5.1 Riskhänsyn vid ny bebyggelse

Ett flertal olika lagar reglerar när riskanalyser skall utföras. Enligt Plan- och bygglagen (2010:900) skall bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet. Sammanhållnen 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 skyddsavstånd till olika verksamheter. Dessa rekommendationer avseende vägar med transport av farligt gods redovisas i figur 1.1.



Rekommenderad markanvändning inom respektive zon

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

Figur 1.1. Rekommenderade skyddsavstånd till olika typer av markanvändning [2].

Avstånden i figuren mäts från närmaste vägkant respektive närmaste spårmitt.

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 till markanvändning som omfattar stadigvarande vistelse inomhus eller utomhus. Åtgärder ska åtminstone vidtas inom 30 meter från vägen.

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

När det gäller vägar som inte är klassificerade som rekommenderade transportvägar är möjligheten till avsteg från riktlinjerna större och behovet av riskreducerande åtgärder generellt mindre. Enligt Länsstyrelsen är det dock inte direkt möjligt att bortse från riskbilden i ett område där man identifierat transporter eller målpunkter i närheten.

Länsstyrelsen berör inte verksamheter som är klassade som samhällsviktiga. Några specifika riktlinjer för dessa finns därför inte, men generellt bör en robusthet eftersträvas.

### 1.5.2 Hantering av brandfarlig vara

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) ha tagit fram en föreskrift för hantering av brandfarlig vätska [3]. I denna ges riktlinjer för hur sådana vätskor ska hanteras med avseende på utförande, skyddsavstånd, brandteknisk avskiljning etc. I föreskriften redovisas bland annat minsta avstånd i meter vid placering av lösa behållare eller cisterner ovan mark utomhus, se tabell 1.1.

Tabell 1.1. Minsta avstånd i meter vid placering av lösa behållare eller cisterner ovan mark utomhus (oavsett om det är inom egen verksamhet eller i förhållande till annan verksamhet). [3]

	Avstånd i meter mellan	Byggnad av obrännbart material, utan öppningar	Byggnad av brännbart material eller stor mängd brännbart material <sup>c</sup>	Brandfarlig verksamhet	Parkerade fordon (personbilar/tyngre fordon)	Utrymningsväg från svårutrymda lokaler
Stålcisterner	$V^{as} \leq 10 \text{ m}^3$ , $TTP^a < 300 \text{ °C}$	-- <sup>d</sup>	20 <sup>b</sup>	25 <sup>b</sup>	6/8 <sup>b</sup>	50 <sup>b</sup>
	$10 \text{ m}^3 < V^a \leq 100 \text{ m}^3$ , $TTP^a < 300 \text{ °C}$	-- <sup>d</sup>	18 <sup>b</sup>	25 <sup>b</sup>	6/8 <sup>b</sup>	100 <sup>b</sup>
	Påfyllningsanslutning för tankbil	5	25	25	6/8	50

a)  $V$  är cisternens volym,  $TTP$  är vätskans termiska tändtemperatur. Inom verksamheten hanteras diesel i större volymer till reservkraft, diesel har en termisk tändtemperatur på  $< 300 \text{ °C}$ .

b) Med brandteknisk avskiljning motsvarande EI 60 eller högre kan avståndet minskas till hälften.

c) Cistern ovan mark ingår inte.

d) Minimavstånd utifrån behovet av kontrollerbarhet (MSBFS 2018:3) och underhållsbehov samt säkerhetsaspekter utifrån utredning om risk

Locum har tagit fram en riskutredning för sin nuvarande hantering av brandfarliga vätskor [4]. Enligt denna uppfyller förvaringen av brännbara vätskor (diesel) samt utformningen av lossningsplatserna kraven i föreskrifterna. En liknande riskbedömning behöver göras även för nya cisterner när placering, storlek med mera är bestämt. En sådan bedömning görs av verksamheten och ingår som en del i tillståndsansökan för brandfarlig vara i enlighet med Lagen om brandfarliga och explosiva varor.

MSB har upprättat en *Handbok för hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer* [5] som mer tydligt redovisar hur bland annat riskkällor ska beaktas vid tankanläggningar.

I handboken redovisas minsta avstånd mellan olika verksamhetsdelar inom bensinstationen och omgivande bebyggelse. Redovisade avstånd utgår från att cisternen är placerad under mark. Minsta avstånd utifrån aktuella förutsättningar redovisas i tabell 1.2. Avstånden kan minskas om betryggande säkerhet kan uppnås på annat sätt.

Tabell 1.2. Minsta avstånd mot omgivningen från olika delar inom bensinstationens område [5].

Objekt	Lossningsplats för tankfordon	Mätarskåp	Pejl-förskruvning	Avluftningsrörs mynning till cistern
Plats där människor vanligen vistas (A-byggnad), gatukök, butik, servering och liknande	25	18	6	12
Stationsbyggnad och liknande	12	6	3	6
Utrymningsväg från stationsbyggnad	18	9	6	12
Starkt trafikerad väg eller gata	3	3	3	3
Parkeringsplatser	6	3	3	6
Båtplatser	25	25	-	18

### 1.5.3 Elsäkerhet

Elsäkerhet och krav som kan påverka samhällsplaneringen berörs i flera lagar, föreskrifter och rekommendationer. Relevanta delar redovisas i detta avsnitt.

Enligt Elsäkerhetsverkets föreskrift ELSÄK 2022:1 [6] finns ett antal krav som eventuellt kan påverka framtida utveckling av den aktuella fastigheten. Ett urval av dessa krav redovisas i tabell 1.3.

Tabell 1.3. Urval av krav i ELSÄK 2022:1.

	Föreskriftstext	Kommentar
6 kap 5 §	En luftledning för högspänning får inte vara framdragen över en byggnad. (vissa undantag gäller)	Utgör inget problem då luftledning för högspänning ligger utanför planområdet.
6 kap 6 §	En luftledning för högspänning ska vara anordnad så, att det horisontella avståndet mellan ledarna och en byggnad eller någon byggnadsdel uppgår till minst de värden som anges i tabell 2*. Undantag gäller för en luftledning utförd med metallmantlad eller skärmad kabel.	Ett område i anslutning till ledningen kommer inte kunna planeras för nya byggnader.

	Föreskriftstext	Kommentar
	<i>*Inom detaljplanelagt område: 10 meter</i>	
6 kap 11 §	<p>En luftledning för högspänning, som inte är en metallmantlad eller skärmad kabel, ska vara framdragen på betryggande avstånd från platser där många människor samlas utomhus.</p> <p><i>Allmänna råd:</i> <i>En spänningssatt ledares horisontella avstånd till platsen bör inte understiga 20 m.</i></p>	I anslutning till ledningen kommer det bli begränsningar av framtida utveckling av publika verksamheter, exempelvis utveckling av parkmark.
6 kap 12 §	<p>En luftledning för högspänning, som inte är en metallmantlad eller skärmad kabel, ska vara framdragen på betryggande vertikalt och horisontellt avstånd från parkeringsplatser.</p> <p>Vid bedömning av det avstånd som är nödvändigt för att ge betryggande säkerhet vid parkeringsplatser ska hänsyn tas till vilken typ av fordon parkeringsplatsen är avsedd för och om det är tillåtet att parkera fordon som är avsedda för transport av explosiva eller brandfarliga varor.</p> <p><i>Allmänna råd:</i> <i>Vid bedömning av hur stort horisontellt avstånd som behövs för att ge betryggande säkerhet vid parkeringsplatser kan vägledning hämtas från tabell 2 i fråga om avstånd till byggnader och från tabell 4 i fråga om avstånd till fordon med last av brandfarliga eller explosiva varor.</i></p>	<p>I tabell 2 anges avståndet 10 meter vilket utifrån det allmänna rådet bör tillämpas för avstånd mellan parkering och högspänningsledning.</p> <p>Avstånd till riskområde för brandfarlig vara (enligt tabell 4 i föreskriften) anges till 15 m för en ledning på upp till 72,5 kilovolt.</p>
6 kap 13 §	<p>En friledning ska vara framdragen på betryggande avstånd från upplag med brännbart material och områden med explosionsrisk.</p> <p><i>Allmänna råd: betryggande avstånd till riskområde med brandfarlig vara = 15-45 m, avstånd till förråd med explosiv vara = 50-100 m</i></p>	Hantering av drivmedel till reservkraftaggregat innebär att avstånd i enlighet med det allmänna rådet behöver hållas.

#### Gränsvärden magnetfält

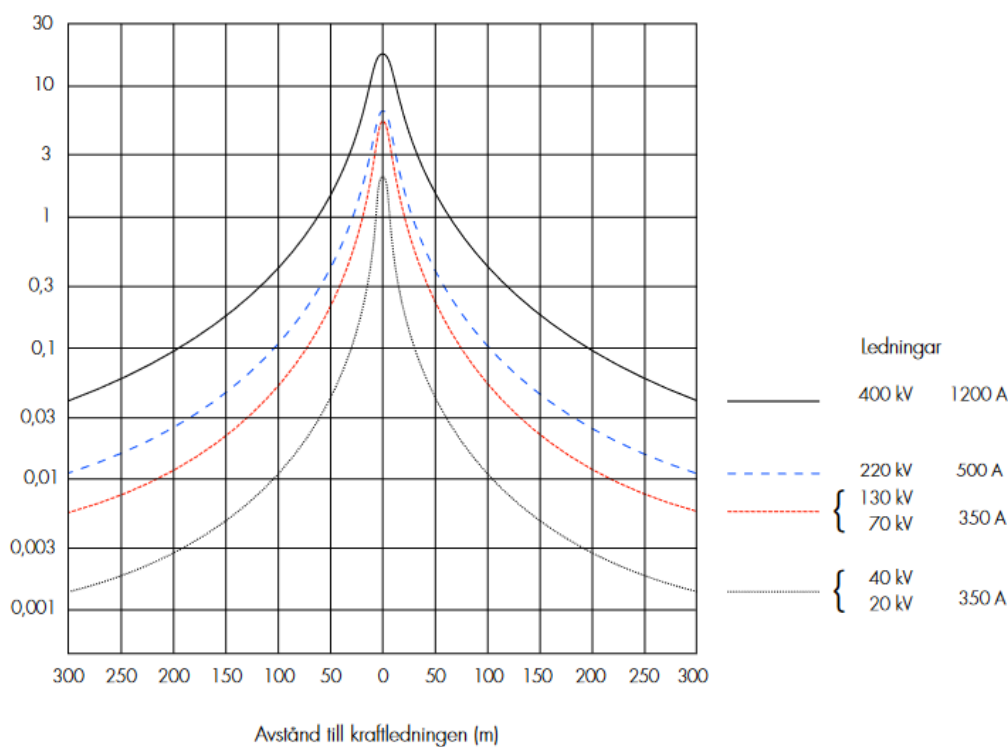
Det finns inget lagstadgat gränsvärde när det gäller magnetiska fält. Riktvärde för kortsiktig påverkan anges av Strålsäkerhetsmyndigheten till 100 mikrottesla ( $\mu\text{T}$ ). För långvarig exponering tillämpas den så kallade försiktighetsprincipen vilket innebär att åtgärder, begränsningar eller andra försiktighetsmått ska vidtas för att förebygga, hindra eller motverka att skada eller andra olägenheter för miljö eller hälsa uppstår. Det innebär bland annat att exponering för magnetfält bör begränsas i bostäder, grundskolor och förskolor, om det kan göras till rimliga kostnader och utan konsekvenser för elförsörjningen eller andra intressen.

Enligt en studie av Strålsäkerhetsmyndighetens [7] kan värden på magnetfält upp till 0,2 mikrottesla anses utgöra normala nivåer i svenska bostäder. Värden över denna nivå är att betrakta som förhöjda. Värdena utgår från mätningar genomförda i ca 200 svenska bostäder. I rapporten [7] anges att det i epidemiologiska studier har observerats en ökad risk för barnleukemi vid magnetfältsexponering som i årsmedelvärde har varit högre än cirka 0,4 mikrottesla. Det statistiska underlaget i dessa studier är dock begränsat och någon tydlig slutsats kan inte dras.

Strålsäkerhetsmyndigheten har gett ut en informationsbroschyr om magnetfält och hälsorisker [8]. I denna anges att genomsnittliga magnetfält i bostäder uppgår till ca 0,05-0,1 mikrottesla. Högre värden kan förekomma, exempelvis i anslutning till kraftledningar och transformatorstationer. I broschyren redovisas uppmätta magnetfält i anslutning till kraftledningar (se figur 1.2). Ur figuren kan utläsas att förväntat magnetfält på över 0,4 mikrottesla kring en 70 kilovolt (kV) ledning är ca 35 meter. Motsvarande avstånd för en 20 kilovolt ledning är ca 10-15 meter.

Några direkta krav på avstånd till vårdlokaler anges inte, men verksamheten kan ses som stadigvarande. Viktigt är också att beakta att det i vårdlokaler kan finnas utrustning som är känslig för externa magnetfält.

Magnetfält i mikrottesla ( $\mu\text{T}$ )



Figur 1.2. Magnetfält på olika avstånd från kraftledningar [8].

Svenska kraftnät anger [9] att vid ny bebyggelse där människor vistas varaktigt ska minst 80 meter hållas till en 220 kilovolt-ledning. Avstånden ska ses som en schablon. Detta gäller för nya växelströmsledningar där magnetfältsnivån inte ska överstiga 0,4 mikrottesla.

Enligt Norrtälje kommun [10] ska, utifrån försiktighetsprincipen, inte magnetfältsnivån överstiga 0,4 mikrottesla vid bostäder eller där människor vistas varaktigt, vilket skulle kunna tolkas in som att även omfatta vårdlokaler. Det innebär enligt kommunen ett minsta avstånd om 45 m från en 70 kilovolt ledning och 80 meter från en 200 kilovolt ledning till byggnader med stadigvarande vistelse.

#### 1.5.4 Hantering av osäkerheter

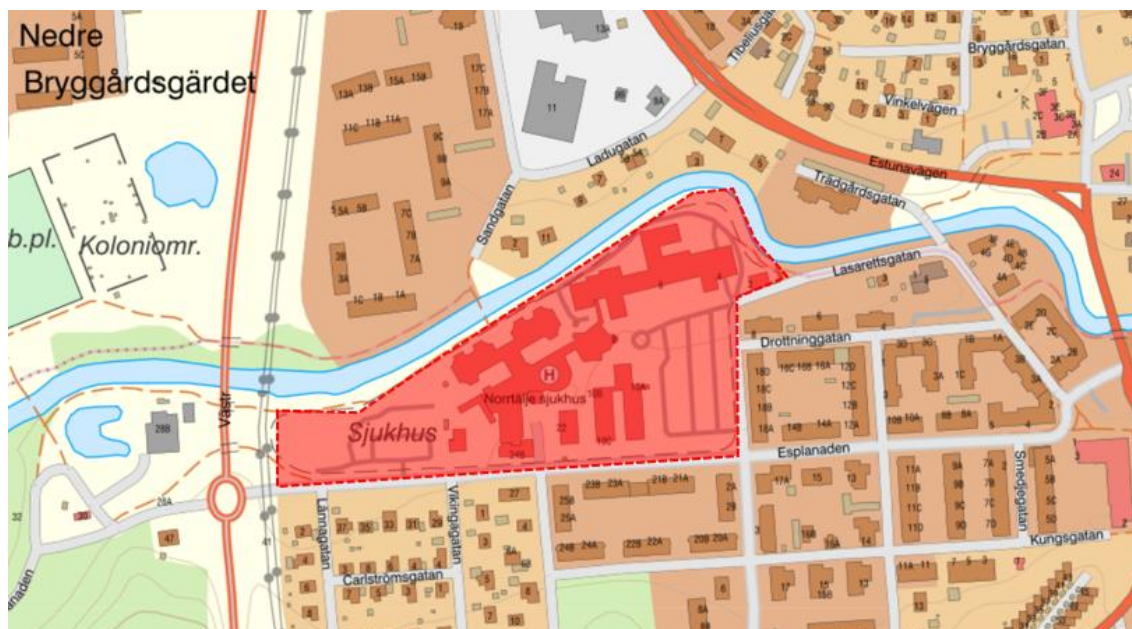
Riskanalyser utgår generellt från underlag och metoder som innefattar osäkerheter. Dessa kan bland annat beröra antalet transporter av farligt gods, fördelningen mellan olika farligt godsklasser, konsekvenser av olyckor samt persontätheter.

Överlag görs konservativa bedömningar för att hantera osäkerheter i underlag och metoder. Ytterligare hantering av osäkerheterna kan dock vara nödvändigt och då främst i en eventuell fördjupad analys. En osäkerhetsanalys kan exempelvis omfatta följande delar:

- Ändrat antal transporter med farligt gods
- Förändrad fördelning mellan olika farligt godsklasser
- Ökat personantal

## 2. Områdesbeskrivning

Det aktuella planområdet omfattar fastigheten Lasarettet 1, angränsande infrastruktur Götgatan och Esplanaden samt rekreationsstråket längs med ån i centrala Norrtälje. Planområdet omges av Norrtäljeån i norr, befintlig bebyggelse i öster och söder samt ett grönområde i väster (se figur 2.1).



Figur 2.1. Ungefärlig avgränsning av aktuellt planområde (rödmarkerat) inklusive den närmaste omgivningen (källa bakgrundskarta: Min Karta/Lantmäteriet, 2024-09-24).

Planområdet upptas idag av befintligt sjukhus, vårdcentral, markparkering, infrastruktur samt grönytor.

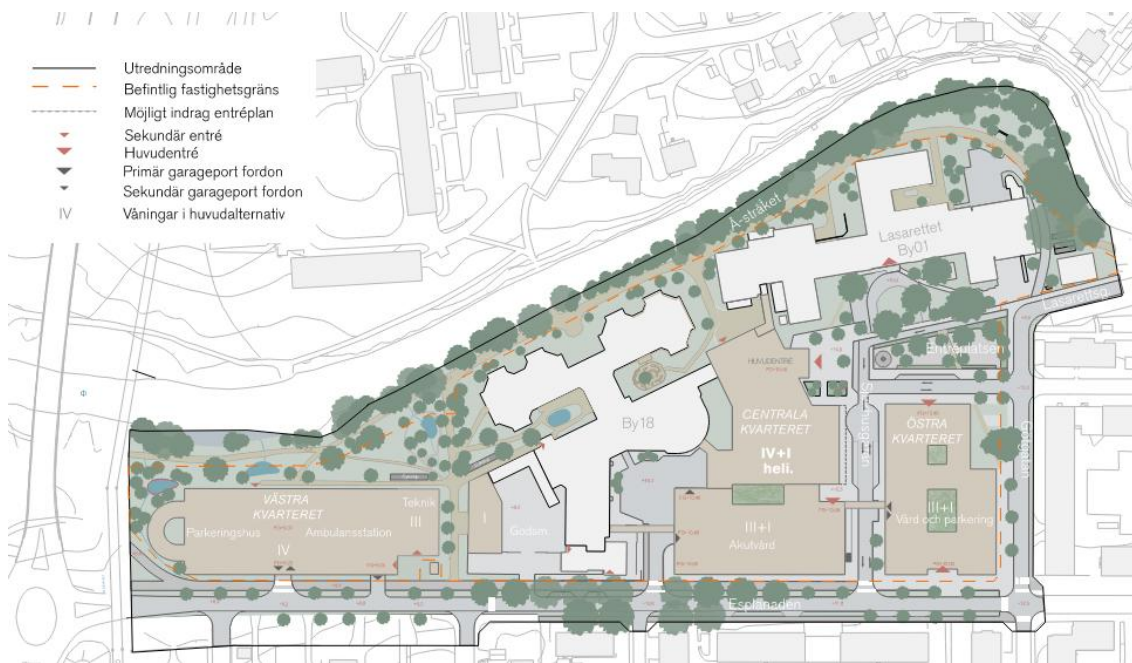
I närområdet består markanvändningen av en- och flerfamiljshus i söder, öster och norr om planområdet. Väster om planområdet finns framförallt grönytor och infrastruktur.

### 2.1 Planerad exploatering

I den fastighetsutvecklingsplan som tagits fram för utvecklingen av Norrtälje sjukhus [11] anges nedanstående principer för fastighetsutveckling:

- Tydlig kvartersstruktur för successiv framtida utbyggnad.
- Ökad möjlighet att utnyttja västra delen av fastigheten genom upphävande av ledningsrätt.
- Robust och resilient trafikstruktur med ny angöringsyta och centralt entrétorg.
- Nytt, högre läge för helikopterflygplats
- Nya årsringar av bebyggelse som kompletterar befintligt byggnadsbestånd.
- Utveckling av slutenvård längs ån, öppenvård mot staden och akutvård centralt på fastigheten
- Två tydliga huvudstråk och nytt vertikalt akutflöde.
- Bevarat parkrum längs Norrtäljeån och fler läkande yttre miljöer i anslutning till byggnaderna.
- Förbättrad integration med staden genom attraktiva offentliga rum och aktiva bottenvåningar.
- Smart nyttjande av mark- och takytor för energiproduktion och ekosystemtjänster.

Utifrån fastighetsutvecklingsplanen har ett huvudförslag på utveckling av området tagits fram samt några alternativa utföranden för delar av området. Huvudförslaget redovisas i figur 2.2. Förslaget innebär att nya vårdbyggnader planeras utmed Esplanaden och Götgatan samt att parkeringshus, teknik, godsmottagning och ambulansbyggnad planeras i planområdets västra del. Det kortaste avståndet mellan väg 76 och byggnad inom planområdet (parkeringshus) är ca 45 meter. Total BTA i huvudalternativet är 54 000 kvm.



Figur 2.2. Illustration av bebyggelseförslag "huvudalternativ" för utveckling av Norrtälje sjukhus (Locum, White 2026-04-30).

I figur 2.3 redovisas föreslagna volymer för huvudalternativet. Närmast väg 76 planeras ett parkeringshus i fyra våningar med infart från Esplanaden. Parkeringshuset kommer att ha en skyddande effekt för bakomliggande byggnader i händelse av en olycka på vägen.

I bottenvåningen i den östra delen av parkeringshuset planeras en ambulansstation med plats för ambulansfordon, personalutrymmen samt separerade in- och utfartsvägar mot Esplanaden.

Direkt öster om parkeringshuset i anslutning till detta planeras en tre våningar hög teknikbyggnad. Söder om teknikbyggnaden invid Esplanaden planeras en transformatorstation.

Nya vårdbyggnader planeras i två kvarter i planområdets östra del (se figur 2.2 och 2.3).

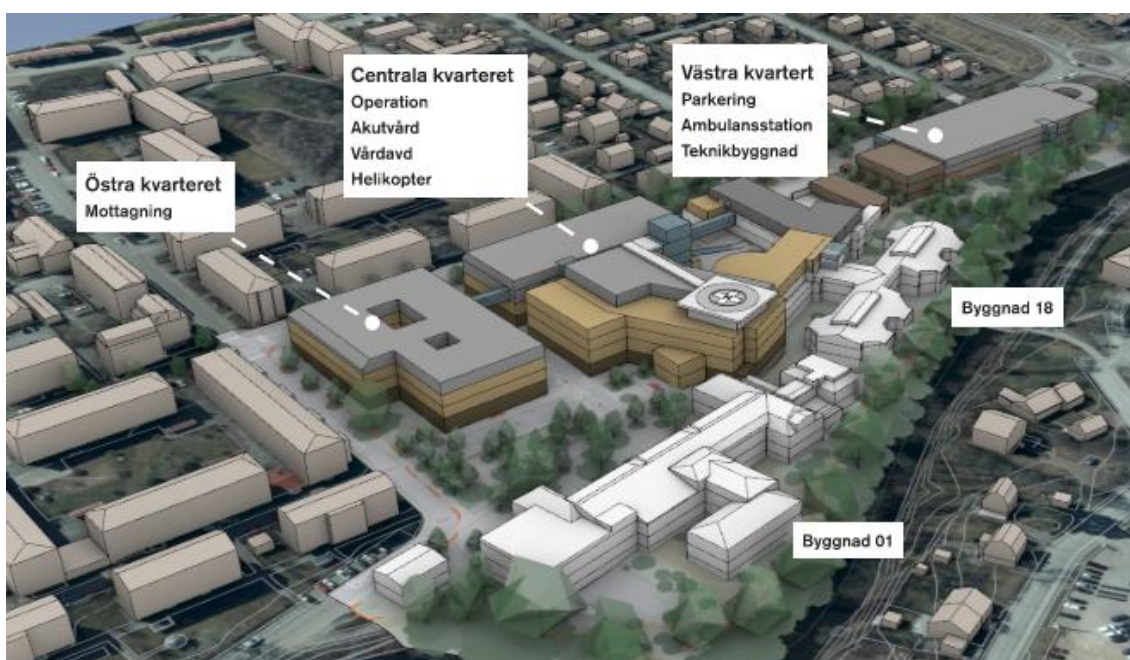
Planförslaget kommer bland annat att omfatta följande markanvändning:

- Vård (D)
- Parkering (P)
- Park (PARK)
- Naturmark (NATUR)
- Lokalgator (GATA)
- Gång- och cykelväg (GCVÄG)
- Helikopterflygplats (F<sub>1</sub>)



Figur 2.3. Volymer för "huvudalternativet". Vy från nordost.  
(Locum, White 2026-04-30)

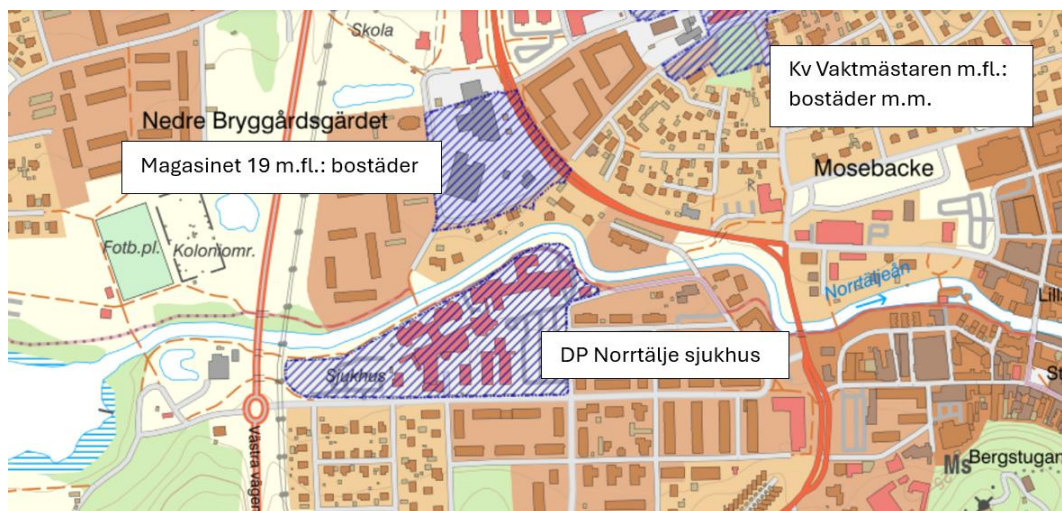
För de två vårdkvarteren finns enligt tidigare förslag på alternativt utförande. Utformningen av den västra delen med parkeringsgarage, ambulansstation etc. är densamma i samtliga alternativ. I figur 2.4 redovisas maximal utbyggnad som innebär en total BTA på 67 050 kvm.



Figur 2.4. Volymer för "maximal utbyggnad". Vy från nordost.  
(Locum, White 2026-04-30)

## 2.2 Omgivande planprojekt

I planområdets närhet pågår ett par andra planprojekt (se figur 2.5). Dessa omfattar ny markanvändning i form av bostäder, park, restaurang etc. De aktuella detaljplanerna innebär inte att ytterligare riskkällor tillförs närområdet. Persontätheten i närområdet kommer dock att öka till följd av de aktuella detaljplanerna samt andra framtida utbyggnadsprojekt som redovisas i den fördjupade översiktsplanen för Norrtälje [12].



Figur 2.5. Planområdet inklusive pågående planarbetet i närområdet (källa: norrtälje.se, besökt 2025-09-25).

Pågående planarbeten bedöms inte påverka risknivån inom studerat planområde eftersom inga nya riskkällor planeras i närområdet. Pågående planarbeten samt planerade framtida exploateringar kommer dock att medföra ett ökat antal personer i närområdet.

### 3. Riskinventering

#### 3.1 Allmänt

Inledningsvis görs en inventering av riskkällor i anslutning till det studerade området. Riskinventeringen omfattar de riskkällor (transportleder för farligt gods, järnvägar, verksamheter som hanterar farligt gods och liknande) som kan innebära plötsliga och oväntade olyckshändelser med konsekvens för det aktuella området.

Inventeringen fokuserar på de riskkällor som ligger på ett sådant avstånd att Länsstyrelsens riktlinjer anger att de ska beaktas eller om de utgör en farlig verksamhet som bedöms kunna påverka risknivån inom planområdet.

För de aktuella riskkällorna görs en beskrivning av verksamheten samt en inventering av hantering och/eller transport av farliga ämnen. Inventeringen utgör grunden för den fortsatta analysen.

#### 3.2 Inventering av riskkällor

Resultatet av riskinventeringen redovisas i tabell 3.1 samt figur 3.1.

Tabell 3.1. Inventering av riskkällor i planområdets närhet.

Riskkälla	Minsta avstånd till planområde (m)	Kommentar
<b>I OMGIVNINGEN</b>		
Väg 76/Västra vägen	35	Väg 76 är en primär transportled för farligt gods. Minsta avstånd mellan väg och gräns för planområdet är ca 35 meter. Avstånd till närmaste byggnad inom planområdet (parkeringshus) är ca 50 meter (40 m till ramp).
Kraftledning	<5	Kraftledningen går i direkt anslutning till planområdets västra gräns. Avståndet från kraftledning till närmaste byggnad (parkeringshus) inom planområdet är ca 20 meter. Övriga byggnader planeras längre från ledningen.
Bensinstation	160	Närmaste bensinstation ligger ca 160 meter norr om planområdet.
Bilverkstäder	100	Norr om Norrtäljeån utmed Ladugatan finns ett par bilanläggningar med försäljning av bilar samt verkstäder. Närmast verksamheterna finns bostadshus. Avståndet mellan närmaste verkstad och planområdet är ca 100 meter.
<b>INOM PLANOMRÅDET</b>		
Hantering av kemikalier etc. inom planområdet.	-	Hantering sker av bland annat brandfarlig vara och medicinska gaser på flertalet platser inom planområdet.

Riskkälla	Minsta avstånd till planområde (m)	Kommentar
Helikoptertrafik	-	Risker är framförallt kopplade till haveri under flygning, start- eller landning.
Transformatorstation	-	Risk för magnetfält och brand.



Figur 3.1. Riskkällor i planområdets närhet (källa grundkarta: Min Karta/Lantmäteriet).

Nedan görs en beskrivning av följande riskkällor:

- Väg 76/ Västra vägen
- Kraftledning
- Hantering av kemikalier
- Transformatorstation

Övriga riskkällor ligger på så stort avstånd att de inte bedöms påverka risknivån inom planområdet.

För helikoptertrafiken har en separat analys gjorts [1]. Någon ytterligare analys av helikoptertrafiken kommer inte göras. För risker kopplade till helikoptertrafiken hänvisas till genomförd analys.

### 3.3 Väg 76/ Västra vägen

#### 3.3.1 Allmänt

Väg 76 består av en fil i vardera riktningen. De båda filerna är inte åtskilda av någon mittbarriär. Den skyltade hastigheten på vägen är 80 km/tim. I höjd med planområdets sydvästra hörn ligger en rondell som ansluter vägen till Esplanaden. Vägen går på bro förbi planområdet.

Enligt trafikflödesmätningar från 2022 var trafikflödet lite längre söderut på vägen ca 13 000 fordon per dygn [13]. Den tunga trafiken utgjorde ca 4 % i den genomförda mätningen. En uppräknig av trafiken enligt Trafikverkets basprognos [14] som innebär en ökning med ca 1,5 % per år av både fordonstrafik och tung trafik visar ett trafikflöde på ca 18 100 fordon år 2045.

### 3.3.2 Farligt gods

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

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

Tabell 3.2. Farligt gods indelat i olika klasser enligt ADR-S [15].

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

I dagsläget finns det ingen samlad information om vilka ämnen som transporteras på väg 76 förbi planområdet, eller vilken mängd som transporteras. Trafikanalys som bland annat ansvarar för statistik inom området vägtrafik, upprättar årliga statistikrapporter över den totala lastbilstrafiken, inklusive farligt gods, på Sveriges vägar. Utifrån statistik över antalet transporter per farligt godsklass under femårsperioden 2019–2023 [16] uppskattas transporter av farligt gods i genomsnitt utgöra cirka 0,9 % av det totala antalet lastbilstransporter på svenska vägar (om man istället studerar transporterade *godsmängder* så utgör farligt gods cirka 2 % av de totala transporterade godsmängderna). För den aktuella sträckan skulle detta för prognosåret 2045 motsvara ungefär 2 450 transporter per år.

Även fördelningen mellan respektive farligt godsklass uppskattas från Trafikanalys nationella statistik. Detta antas gälla både idag och för prognosåret 2045. I tabell 3.3 redovisas det totala antalet farligt godstransporter på aktuell vägsträcka samt fördelningen mellan respektive farligt godsklass utifrån den nationella statistiken 2019–2023.

Tabell 3.3. Fördelning av farligt godsklasser samt uppskattat antal transporter per år på Västra vägen/väg 76 förbi aktuella planområden.

Klass	Andel	Antal transporter år 2045
1. Explosiva ämnen och föremål	0,8%	19
2. Gaser	27,2%	662
3. Brandfarliga vätskor	39,7%	966
4. Brandfarliga fasta ämnen	3,3%	81
5. Oxiderande ämnen, organiska peroxider	5,0%	122
6. Giftiga ämnen	4,4%	107
7. Radioaktiva ämnen	0,1%	1
8. Frätande ämnen	15,2%	369
9. Övriga farliga ämnen och föremål	4,3%	106
<b>Totalt</b>	<b>100,0%</b>	<b>2 433</b>

### 3.4 Kraftledning

Direkt väster om planområdet finns en av Vattenfall Eldistributions ledningar på 22 kilovolt [17]. Ledningen ligger mellan planområdet och väg 76.

Runt luftledning för växelström finns både ett elektriskt fält och ett magnetfält. Dessa uppkommer när el produceras, transporteras och förbrukas. Möjliga risker till följd av närheten till kraftledningar utgörs av exponering för elektriska fält samt magnetiska fält som eventuellt kan innebära hälsopåverkan. Förekomst av sådana fält kan eventuellt innebära att markområden i anslutning till ledningen inte kan nyttjas för vissa typer av verksamheter.

En kraftledning innebär också att ett visst skyddsavstånd mellan byggnader och ledningsanläggning behöver hållas med hänsyn till risk för bland annat brandpåverkan mot kraftledningen då den utgör en samhällsviktig infrastruktur.

Kraftledningar omfattas av föreskrifter för starkström vilket medför behov av hänsyn vid planering av markanvändning i en zon närmast kraftledningen.

### 3.5 Hantering av kemikalier inom NTS

Inom Norrtälje sjukhus sker hantering av kemikalier i form av exempelvis brandfarlig vara (desinfektionsmedel, drivmedel till reservkraftsaggregat eller liknande), medicinska gaser etc. Hanteringen av vissa ämnen, framförallt de som är brandfarliga eller giftiga, kan innebära risk för påverkan av omgivningen i händelse av olycka. Hanteringen regleras av lagar och föreskrifter vilket ställer krav på att verksamheten säkerställer säker hantering och utredning av riskerna.

Merparten av hanteringen sker inomhus och en eventuell olycka har då mycket liten påverkan mot omgivningen. Det förekommer även hantering utomhus.

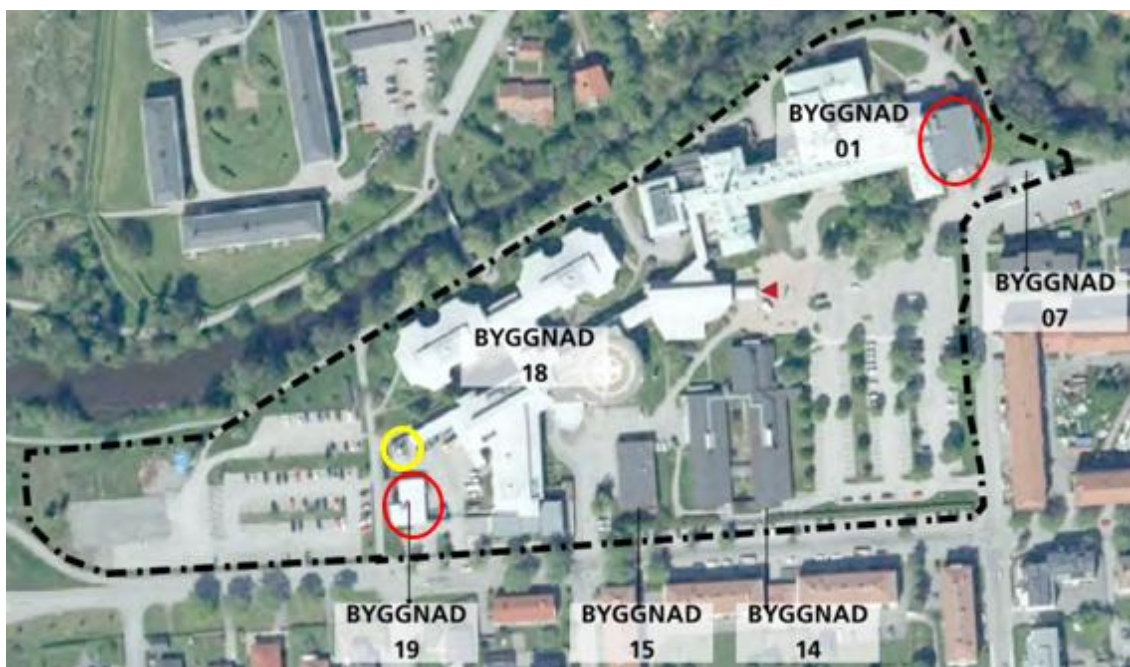
Transporter av ämnen sker på lokalgator, troligen från väg 76, till sjukhuset. Lossning av diesel till reservkraftsaggregat sker utomhus i direkt anslutning till cisterner.

I tabell 3.4 redovisas hanterade ämnen och mängder i större volymer. I figur 3.2 redovisas byggnader där förvaring av diesel förekommer.

Tabell 3.4. Sammanställning över större mängder hanterade ämnen inom NTS. Svart text utgör befintlig hantering, röd text visar ytterligare planerad hantering.

Ämne	Mängd	Förvaring	Kommentar
Diesel (brandfarlig vätska)	2 x 12,5 m <sup>3</sup> 1 x 12,5 m <sup>3</sup>	Två tankar förvaras i invallning i källarplan (inomhus) i byggnad 19 (teknikbyggnad). Ytterligare en tank planeras i källarplan på samma byggnad. Brandteknisk avskiljning i EI 60.	Fylls vid normal drift på 1 gång/år.
Diesel	1 m <sup>3</sup> 10 m <sup>3</sup>	Dubbelmantlad cistern inomhus. Byggnad 1. Ny tank planeras. Brandteknisk avskiljning i EI 60.	Fylls vid normal drift på ca 1 gång/år. Med den nya tanken kommer påfyllning ske mer sällan.
Oxygen	3-4 m <sup>3</sup>	Vid byggnad 19 (teknikbyggnad)	Fylls på från godsmottagningsgården.
Syrgas, lustgas		Flaskor, flaskpaket i byggnad 19 (teknikbyggnad)	Tömningscentral för syrgas och lustgas. Byts vid behov med hjälp av lastbil. Syrgasen är reserv för den flytande syrgasen.

Om ytterligare reservkraftsaggregat införs, vilket kan komma att bli aktuellt blir aktuellt, kommer sannolikt ytterligare dieseltankar uppföras. De kommer då att placeras och utföras i enlighet med gällande krav.



Figur 3.2. Byggnader med förvaring av diesel (inringande med rött) samt oxygentank (inringad med gult).

Det finns planer på att även bygga ut den befintliga reservkraftsbyggnaden för att få plats med tre reservkraftsaggregat. Denna utbyggnad behövs för att klara den första utbyggnadsetappen av sjukhuset och är inkluderad i tabell 3.4. Om (när) kommande utbyggnadsetapper sker kommer ytterligare reservkraft bli nödvändigt. För att få plats med ytterligare reservkraft finns två alternativ:

1. En ny byggnad för all reservkraft uppförs
2. En ny byggnad uppförs för den tillkommande reservkraften

### 3.6 Transformatorstation

I planområdet finns transformatorstationer. En transformatorstation används för att förändra spänningsnivåer, fördela flödet av elström samt vaka över elnätets funktion.

Risker kopplade till transformatorstationer utgörs framförallt av brand och elektromagnetisk strålning. Anläggningarna är också viktiga att skydda från påverkan vid utvändigt brand då det kan få stora konsekvenser för elförsörjningen om de skadas. De är av den anledningen klassade som skyddsobjekt.

## 4. Inledande riskanalys

### 4.1 Metodik

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

För identifierade olycksrisker görs en kvalitativ bedömning (inledande analys) av möjlig konsekvens av respektive händelse. En grov bedömning görs även av sannolikheten för att en olycka ska inträffa. Denna bedömning syftar i huvudsak till att avgöra om händelsen kan inträffa över huvudtaget, det vill säga 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 behöver en fördjupad (kvantitativ) riskanalys genomföras. 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 följande riskkällor som kan medföra olyckshändelser med möjlig konsekvens för det aktuella planområdet.

#### Väg 76/Västra vägen

1. Olycka vid transport av farligt gods

#### Kraftledning

2. Elektromagnetisk strålning
3. Elsäkerhet

#### Norrtälje sjukhus

4. Hantering av diesel
5. Hantering av oxygen i cistern utomhus

#### Transformatorstation

6. Elektromagnetisk strålning
7. Brand

## 4.3 Kvalitativ uppskattning av risk

### 4.3.1 Olycka med farligt gods på väg 76

Som tidigare nämnts delas farligt gods in i nio olika klasser utifrån ADR-S [15].

I tabell 4.1 nedan görs en övergripande beskrivning av vilka ämnen som tillhör respektive klass och vilka konsekvenser en olycka med respektive ämne kan leda till.

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

Klass	Konsekvensbeskrivning
1. Explosiva ämnen	Riskgrupp 1.1: Risk för massexplosion. Konsekvensområden kan vid stora mängder ( $\geq 2$ ton) överstiga 50-200 meter. Begränsade områden vid mängder under 1 ton. Riskgrupp 1.2-1.6: Ingen risk för massexplosion. Risk för splitter och kaststycken. Konsekvenserna normalt begränsade till närområdet.
2. Gaser	Klass 2.1: Brännbar gas: jetflamma, gasmolnexplosion, BLEVE. Konsekvensområden mellan ca 20-200 meter. Klass 2.2: Icke brännbar, icke giftig gas: Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan. Klass 2.3: Giftig gas: Giftigt gasmoln. Konsekvensområden över 100-tals meter.
3. Brandfarliga vätskor	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvensområden vanligtvis inte över 30-40 m.
4. Brandfarliga fasta ämnen med flera	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan.
5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Självantändning, explosionsartade brandförlopp om väteperoxidlösningar med konc. > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. Skadeområde ca 70 m radie.
6. Giftiga ämnen	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet.
7. Radioaktiva ämnen	Utsläpp av radioaktivt ämne, kroniska effekter mm. Konsekvenserna begränsas till närområdet.
8. Frätande ämnen	Utsläpp av frätande ämne. Konsekvenser begränsade till närområdet.
9. Övriga farliga ämnen	Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet.

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

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

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

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

### Klass 1.1 Massexplosiva ämnen

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

Sannolikheten för att en explosion ska inträffa på den aktuella vägen bedöms vara extremt låg. Enligt tabell 3.2 utgör antalet transporter med explosivämnen en mycket begränsad andel av det totala antalet farligt godstransporter. Det gällande regelverket ADR -S [15] anger dessutom detaljerade och omfattande regler för hur explosiva ämnen skall förpackas och hanteras vid transport för att reducera sannolikheten för explosion.

Olycka med explosivämnen bedöms kunna medföra påverkan på den sammanvägda risknivån inom planområdet. Olyckshändelser som leder till explosion kan medföra stora konsekvenser, dock är sannolikheten för olycka generellt mycket låg. Dessutom är avståndet till vårdbyggnader stor, minst 175 meter. Bedömningen är att scenariot inte innebär sådan påverkan på risknivån att åtgärder behöver vidtas för den planerade markanvändningen.

En fördjupad analys görs i avsnitt 5 som belyser påverkan på risknivån.

### Klass 2.1. Brännbara gaser

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

Brännbara gaser transporteras normalt trycksatta i tankvagnar eller i färdiga flaskpaket, vilket innebär att behållarna har högre hållfasthet än vanliga tankar för exempelvis bensintransporter. Antalet gastransporter på den aktuella vägen bedöms vara relativt omfattande. Sannolikheten för utsläpp till följd av en olycka bedöms dock vara låg med tanke på de säkerhetskrav som gäller för transportbehållare etc.

Med hänsyn till konsekvensområdena för större skadescenarier med brännbar gas så uppskattas påverkan på risknivån till följd av olyckor med brännbara gaser kunna bli stor i förhållande till andra olyckor med farligt gods. Med hänsyn till det stora avståndet till den planerade markanvändningen samt att Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd följs bedöms inte scenariot föranleda behov av åtgärder eller ytterligare anpassning. För att belysa påverkan på risknivån görs ändå en fördjupad analys, se vidare i avsnitt 5.

### Klass 2.3. Giftiga gaser

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

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

Andelen gastransporter som rymmer giftig gas är generellt mycket lågt.

Sannolikheten för ett utsläpp av giftig gas på aktuell väg bedöms vara extremt låg. Trots potentiella stora konsekvenser så bedöms olycksscenarioet innebära ett mycket litet bidrag till den sammanvägda risknivån och åtgärder för att minska en eventuell påverkan bedöms inte nödvändiga. En fördjupad analys görs i avsnitt 5 som belyser påverkan på risknivån.

### Klass 3. Brandfarliga vätskor

Brandfarliga vätskor utgör en stor andel av det totala antalet transporter av farligt gods på Sveriges vägar. På aktuell vägsträcka utgörs en mycket stor andel av transportererna med farligt gods av brännbara vätskor.

Ett stort utsläpp av exempelvis bensin kan, om det antänds, innebära att hög värmestrålning drabbar omgivningen och kan orsaka brännskador på oskyddade människor eller brandspridning in i byggnader. Allvarliga konsekvenser kan normalt uppkomma inom maximalt 40 meter från olycksplatsen. Skadeområdet kan påverkas, öka eller minska, om vägen ligger högre eller lägre än planområdet. I aktuellt fall ligger vägen högre än planområdet närmast vägen eftersom den går på bro över Norrtäljeån strax norr om planområdet. Det innebär att eventuell vätska som läcker ut kan spridas utanför vägområdet. Mellan planområdet och vägen utgörs marken av naturmark med gräs och buskar samt en cykelväg med lågpunkt under vägen. Markmaterialen är i huvudsak genomsläppliga och försvårar spridning av stora mängder vätska långt utanför vägområdet. Vid ett läckage på bron kommer den utrunna vätskan sannolikt rinna mot lågpunkten under bron. Esplanaden ansluter till väg 76 vid en rondell söder om bron. Rondellen ligger några meter högre än planområdets närmaste del. Sker ett läckage i rondellen kan det rinna österut mot planområdet. Utrunnen vätska kommer i sådant fall troligen bilda en rännil ner mot en lågpunkt där en mindre pöl kan bildas. Sannolikheten för att olycka sker precis på den plats i rondellen där ett läckage kan rinna ner för esplanaden bedöms dock vara låg.

Med hänsyn till topografin mellan vägbana och planområden bedöms ingen risk för ökade skadeområden föreligga.

Sannolikheten för olycka med transport av brandfarliga vätskor på aktuell vägsträcka uppskattas vara relativt hög. Avståndet mellan väg och planområde är så pass stort att olycksscenarioet får mycket begränsad påverkan på markanvändningen inom planområdet. Scenarioet bedöms inte föranleda behov av åtgärder men beaktas ändå i den fördjupade analysen, se vidare avsnitt 5.

### Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

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

Transporter av klass 5 utgör en relativt begränsad andel av det totala antalet farligt godstransporter på den aktuella vägsträckan. Vidare så är det en mycket begränsad andel av ämnen ur denna klass som kan leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp. Majoriteten av dessa ämnen är inte tillåtna att transportera på väg utan att man exempelvis stabiliserar ämnet för att minska reaktionsbenägenheten [15].

Olycka med oxiderande ämnen eller organiska peroxider bedöms utifrån ovanstående beskrivning innebära ett mycket litet bidrag till den sammanvägda risknivån utmed aktuell vägsträcka. Olyckshändelser som leder till olycka med klass 5 ämne kan dock medföra mycket stora konsekvenser. Den totala påverkan på risknivån bedöms dock vara liten. Scenariot bedöms inte föranleda behov av säkerhetshöjande åtgärder men det kommer att beaktas i den fördjupade analysen som redovisas i avsnitt 5.

#### 4.3.2 Kraftledning

Runt luftledning för växelström finns både ett elektriskt fält och ett magnetfält. Dessa uppkommer när el produceras, transporteras och förbrukas. Möjliga risker till följd av närheten till kraftledningar utgörs av exponering för elektriska fält samt magnetiska fält som eventuellt kan innebära hälsopåverkan. Förekomst av sådana fält kan eventuellt innebära att markområden i anslutning till ledningen inte kan nyttjas för vissa typer av verksamheter.

Krav på avstånd med mera finns också i föreskrifter.

Minsta avstånd mellan parkeringshus och kraftledning är 22 meter. Till byggnader där mer stadigvarande vistelse förekommer är det mer än 100 meter.

Möjliga risker och begränsningar redovisas nedan.

##### Elektriska fält

Elektriska fält uppstår till följd av spänningsskillnad mellan fasledare och mark. Fältet är starkast rakt under luftledningen och avtar när avståndet till ledningen ökar. Fältet avskärmas lätt av växter, byggnadsmaterial etc. och därför erhålls i princip inga elektriska fält inomhus till följd av elanläggningar utomhus [18]. Eventuellt kan elektrisk utrustning såsom sändningsutrustning, medicinsk utrustning etc. påverkas av elektriska fält.

Något behov av skyddsavstånd med hänsyn till elektriska fält bedöms inte nödvändiga. Möjligen bör känslig utrustning inte placeras i direkt närhet av kraftledningen av försiktighetsskäl.

##### Magnetfält

Magnetfält finns nästan överallt i vår miljö, både kring kraftledningar och elapparater som används dagligen i hemmet. Människan är anpassad till att leva med jordens magnetfält, vilket är ett statiskt fält, det vill säga det varierar inte över tiden. De magnetfält som skapas kring elektriska anläggningar avsedda för växelström alstrar däremot ett fält som varierar med samma frekvens som strömmen. Så vitt man vet påverkas inte människan av statiska fält i nivå med jordens. Däremot skapar ett varierande magnetfält svaga elektriska strömmar i kroppen.

Ett stort antal vetenskapliga studier har undersökt sambandet mellan magnetfält och hälsa, dock finns ännu inga säkra, entydiga resultat som visar om växlande magnetfält påverkar oss människor negativt. För hälsoeffekter som orsakas av magnetfält skiljer man på omedelbar påverkan och sådan påverkan som kan uppstå efter lång tids exponering. Enligt tidigare är Strålsäkerhetsmyndighetens referensvärde för allmänheten 100 mikrottesla samt att 0,4 mikrottesla av försiktighetsskäl bör användas där barn kan vistas under längre perioder, exempelvis vid skolor, förskolor och bostäder.

Enligt avsnitt 3.4 bör magnetfält på över 0,4 mikrotesla undvikas i bostäder och där människor vistas stadigvarande. Ett sjukhus kan ses som stadigvarande vistelse där personalen vistas långvarigt och patienter mer tillfälligt (jämfört med bostäder där en mer långvarig exponering av magnetfält kan förväntas). Av försiktighetsskäl rekommenderas därför att skyddsavstånd hålls mellan vårdavdelningar samt fasta kontorsplatser och kraftledningen. Detta utgör endast en grov rekommendation och utgör inte ett krav.

#### Brand

Kraftledningen utgör viktig infrastruktur och behöver skyddas från yttre påverkan. Det är därför viktigt att ta höjd för utvändig brand. Det innebär att byggnader, upplag av brännbara material, lossningsplats för diesel etc. ska placeras så att en brand i dessa inte påverkar ledningen.

Enligt Boverkets byggregler anses avståndet 8 meter vara tillräckligt för att minimera risken för brandspridning mellan byggnader.

I Elsäkerhetsverkets föreskrifter [6] anges att en ledning ska vara framdragen på betryggande avstånd från upplag med brännbart material och områden med explosionsrisk (se tabell 1.3). I föreskriften anges ett minsta horisontellt avstånd på 15 meter mellan ett riskområde för brandfarlig vara och ledningar med spänning upp till 72,5 kilovolt. Planförslaget uppfyller detta.

#### Elsäkerhet

För byggnader och arbeten med mera i närheten av en kraftledning gäller Elsäkerhetsverkets föreskrifter, ELSÄK 2022:1 [6]. Ett urval av säkerhetsföreskrifter redovisas i tabell 1.3. Vid arbeten i närheten av kraftledningen förutsätts att gällande elsäkerhetsföreskrifter följs.

#### Övriga risker

Övriga risker kopplade till kraftledningar är bland annat att snö och is kan ramla ner från ledningar och stolpar och träffa människor om passerar i anslutning till ledningen. Eftersom planområdet inte omfattar området under själva ledningen bedöms risken för påverkan inom planområdet vara försumbar.

#### 4.3.3 Hantering av kemikalier

Enligt tidigare så hanteras olika typer av kemikalier som kan påverka människor i omgivningen i händelse av olycka. Merparten av hanteringen sker inomhus samt med mindre förpackningar. Störst påverkan på risknivån bedöms hanteringen av diesel (transport på lokalgata, lossning samt förvaring) till reservkraft samt hantering av oxygen i cistern utomhus medföra. Dessa händelser beskrivs därför nedan.

#### Läckage av diesel vid transport på lokalgatan

Dieseltransporterna kommer sannolikt från väg 76 via Esplanaden. Läckage av diesel som sker på vägen kommer samlas till en pöl eller rännil. Läckage kan ske till följd av kollision med annat fordon, otäta ventiler etc. Eftersom diesel bildar brännbara ångor först vid 55°C måste den utläckta vätskan värmas upp för att bli antändningsbar. Om ett större läckage sker (några kubikmeter) kan värmestrålningen som bildas om utsläppet antänds bli hög upp till ca 20-30 meter från pölen.

Sannolikheten för att ett större läckage sker på en lokalgata bedöms vara låg till följd av låg hastighet på Esplanaden (50 km/tim). Sannolikheten är även mycket låg för att läckaget ska antändas till följd av att det krävs en temperatur över normal utomhustemperatur för att läckaget ska antändas.

Trafikflödet på Esplanaden med fullt utbyggt sjukhus prognostiseras till ca 7 600 fordon per dygn [19]. Enligt tabell 3.4 fylls diesel på ungefär 1-2 gånger per år vid normal drift vilket innebär 2-4 passager med tankbil per år.

Det totala riskbidraget från olycksscenarioet bedöms utifrån ovanstående vara mycket lågt men scenarioet kommer ändå studeras vidare i den fördjupade analysen, se vidare avsnitt 5.

#### Läckage vid lossning av diesel

Lossning av diesel sker i direkt anslutning till cisterner som förvaras inomhus. För befintlig och planerad utökning av dieselhanteringen inom sjukhusområdet (se tabell 3.4) har en riskutredning utifrån *Lagen om brandfarliga och explosiva varor* gjorts [4]. Enligt denna uppfyller utförandet den lagstiftningen med tillhörande föreskrifter. Vid planering av nya cisterner och eventuell ny lossningsplats är det viktigt att krav i lagar och föreskrifter följs (se avsnitt 1.5.2).

Lossning av diesel sker 1-2 gånger per år. Om ett läckage av diesel sker i samband med lossning kan en pöl bildas. Enligt tidigare är diesel relativt svårantändligt och sannolikheten för både läckage och antändning är låg. Om antändning ändå sker kan hög värmestrålning erhållas inom ca 20-30 meter. Olycksfrekvensen är mycket låg med hänsyn till det begränsade antalet lossningar per år samt ämnets egenskaper. Om läckage och antändning sker kan vidare brandspridning ske inom 20-30 meter från läckaget. Bidraget till risknivån är dock mycket lågt och bedöms inte föranleda behov av åtgärder. Scenarioet kommer ändå att studeras vidare, se avsnitt 5.

Det kan också föreligga behov av åtgärder vid själva lossningsplatsen. Det hanteras då i samband med tillståndshantering för brandfarlig vara där bland annat en riskutredning behöver göras. Riskutredning för befintliga lossningsplatser [4] anger att gällande lagar och föreskrifter uppfylls med dagens utformning.

#### Olycka med trycksatt gastank

Merparten av gaserna som hanteras förvaras inomhus och utgör då en mycket liten risk mot omgivningen. En större tank för oxygen förvaras dock utomhus. Tanken rymmer 3-4 m<sup>3</sup> och återfinns vid byggnad 19 (se figur 3.1). Oxygen (syrgas) är inte farligt i sig och är inte brännbar däremot kan en ökad syrehalt i omgivningen öka brännbarheten till följd av ökad syrehalt. Det kan då räcka med en gnista för att antändning ska ske. Oljor och fetter kan självantända och brinna explosivt i närvaro av oxygen.

Sannolikhet för läckage av oxygen bedöms vara låg och konsekvenserna är generellt små. Om samtidigt läckage av diesel sker kan dock konsekvenserna bli stora. Bidraget till risknivån bedöms vara litet men det är viktigt att beakta och försöka minimera riskerna, exempelvis genom att inte lossa oxygen och diesel samtidigt samt att ha rutiner för hur utvändig brand ska hanteras för att minimera skada på oxygentanken.

En annan risk är om en trycksatt tank utsätts för utvändig brand vilket kan leda till att den rämnar och kan orsaka stor skada i omgivningen. Det är därför viktigt att skydda tanken från utvändig brand genom skyddsavstånd till upplag av brännbart material, byggnader i brännbart material etc.

Någon fördjupad analys avseende scenarioet bedöms inte nödvändig. Säkerhetshöjande åtgärder bör dock vidtas för att minimera risken i rimlig utsträckning. I avsnitt 6 redovisas förslag på åtgärder för att hantera risken.

#### 4.3.4 Transformatorstation

Enligt Strålsäkerhetsmyndigheten [20] kan transformatorstationer ge starkt förhöjda magnetfält i sitt närområde. Exponeringen av magnetfält beror på hur starka magnetfälten är och hur lång tid exponeringen sker. Nivån på magnetfält i området är okänd. Norrtälje energis transformatorstation i södra delen av området är inkaplad med plåt. Plåt fungerar avskärmande och magnetfältet runt den transformatorstationen är därför litet.

När det gäller risken för brandspridning, både från transformatorstation samt från planerad bebyggelse, bedöms ett avstånd motsvarande det som gäller mellan byggnader, dvs. 8 meter, vara tillräckligt. En mycket uppskattning är att det avståndet är tillräckligt även avseende risken för elektromagnetiska fält.

Någon ytterligare risk kopplad till transformatorstationen har inte identifierats och någon ytterligare analys eller åtgärd bedöms inte nödvändigt att vidta.

#### 4.4 Slutsats inledande riskanalys

Utifrån den inledande analysen konstateras att olycka med vissa farligt godsklasser på väg 76 kan innebära konsekvenser för aktuellt planområde. Det gäller då framförallt olyckor med explosivämnen samt gaser. Planerad markanvändning innebär dock att Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd följs till samtlig markanvändning, se tabell 4.2.

Tabell 4.2. Avstånd mellan väg 76 och planerad markanvändning.

Markanvändning	Minsta avstånd till väg 76 (m)	Rekommenderat skyddsavstånd (m) <i>se figur 1.1</i>	
Parkering	50 (byggnad) 40 (ramp)	0 (ytparkering) 40 (garage)	Planerad parkering utgörs av ett parkeringshus i fyra våningsplan. Parkering räknas generellt som icke stadigvarande vistelse.
Teknik	135	40	Teknikutrymmen omfattar generellt icke stadigvarande vistelse.
Ambulans	100	40	Kan ses som kontor även om det kan förekomma sovande människor. De som vistas där känner till utrymningsvägar samt är inte påverkade av alkohol eller droger.
Godsmottagning	160	40	
Vårdlokaler	>175	75	Både nya och befintliga vårdlokaler ligger på mer än 175 meters avstånd från vägen.

Även de olyckor som kan innebära störst skadeavstånd (stor explosion och Bleve) kommer att få en liten påverkan på vårdlokaler inom planområdet eftersom avståndet mellan dessa och väg 76 är så pass stort samt att det finns mellanliggande byggnader. Sannolikheten för sådana olyckor är dessutom mycket låg. Parkeringsgaraget, som planeras närmast väg 76, innebär inte stadigvarande vistelse. Den typen av markanvändning omfattar generellt låg persontäthet. Påverkan på risknivån inom planområdet från olycka med farligt gods på väg 76 bedöms utifrån detta vara mycket låg. Olyckor med farligt gods på väg 76 och olycka vid transport av diesel på Esplanaden kommer trots detta att studeras vidare i en fördjupad analys för att få en bättre bild av risknivån.

Övriga riskkällor innebär behov av framförallt skyddsavstånd. Någon vidare analys av dessa risker är inte nödvändig men även för dessa kommer en bedömning av behovet av åtgärder att göras (se vidare avsnitt 6).

De olika utformningarna av vårdkvarteren som studeras är likvärdiga avseende risknivå. Detta eftersom de ligger på ett så stort avstånd från samtliga riskkällor.

I avsnitt 6 görs en genomgång av behovet av skyddsavstånd samt möjliga byggnadstekniska åtgärder.

## **5. Fördjupad analys**

### **5.1 Allmänt**

Med hänsyn till att den planerade markanvändningen uppfyller Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd görs endast beräkning av individrisken från transporter med farligt gods på väg 76 och Esplanaden samt beräkning av strålning från läckage av diesel i samband med lossning. Ett fördjupat resonemang kring samhällsrisk kommer också redovisas. Underlag för beräkningar redovisas i bilaga A och B.

### **5.2 Olycka vid transport av farligt gods på väg 76 och Esplanaden**

#### **5.2.1 Sammanvägning av risk**

Risker avseende personsäkerhet redovisas och värderas i form av individrisk och samhällsrisk.

##### **Individrisk**

Individrisk är den risk som en enskild person utsätts för genom att vistas i närheten av en riskkälla. Individrisken redovisas som platsspecifik individrisk. Detta görs i form av individriskkonturer som visar den kumulerade frekvensen (per år) för att en fiktiv person på ett visst avstånd omkommer till följd av en exponering från den studerade riskkällan. Detta innebär att på en punkt t.ex. 100 meter från riskkällan så är individrisken densamma som den sammanlagda frekvensen för alla skadescenarier med ett skadeområde  $\geq 100$  meter.

Individrisken beräknas inledningsvis för obebyggd mark där ingen hänsyn tas till eventuell konsekvensreducerande effekt av exempelvis framförbyggande bebyggelse (vare sig befintlig eller planerad) och andra avskärmande barriärer.

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

### Samhällsrisk

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

Med hänsyn till att rekommenderade skyddsavstånd uppfylls med god marginal görs ingen beräkning av samhällsrisken. En fördjupat kvalitativt resonemang görs dock. Detta redovisas i avsnitt 5.4.

### Värdering av risk

För att avgöra om de beräknade risknivåerna är acceptabla eller inte så jämförs de mot angivna acceptanskriterier. Vilken risknivå som kan betraktas som acceptabel är inte entydigt specificerat eller uttryckt i någon idag gällande lagstiftning.

För riskvärdering av bebyggelse intill farligt godsleder rekommenderar Länsstyrelsen i Stockholms län att riskkriterierna i publikationen *Värdering av risk* [21] används. I denna ges förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk, se *Tabell 5.1*.

*Tabell 5.1. Förslag på riskkriterier för individrisk och samhällsrisk.*

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

Acceptanskriterierna i tabell 5.1 omfattar en lägre och en övre gräns. Risker som hamnar under den lägre gränsen är acceptabla och innebär normalt inga krav på åtgärder. Risker som hamnar över den övre gränsen är oacceptabla och ska reduceras genom åtgärder eller restriktioner.

Området mellan den lägre och den övre gränsen benämns ALARP (As Low As Reasonably Practicable). Inom detta område anses riskerna vara så stora att de noga måste beaktas och rimliga åtgärder vidtas för att sänka riskerna. För att bedöma rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder behöver därför begreppet *tolerabel risk* beaktas:

1. Till att börja med är det viktigt att beakta att omfattningen av riskreducerande åtgärder normalt är beroende av den planerade verksamheten, d.v.s. acceptansnivån varierar något mellan olika verksamheter och markanvändning. Detta gäller framförallt avseende individrisk. Individrisken beräknas normalt under antagandet att en individ är kontinuerligt närvarande på en given plats. Enligt *Värdering av risk* [21] bör dock vissa korrigeringar göras av beräknade risknivåer avseende vissa individer i verkligheten inte är kontinuerligt närvarande. För arbetare kan t.ex. individrisken reduceras med en faktor 4. För personer i rekreationsområden kan individrisken reduceras med en faktor 10. För boende görs ingen korrigering.

Istället för att korrigera individrisken för olika individer enligt beskrivningen ovan så utgår riskanalysen från att risknivåer inom den nedre halvan av ALARP kan accepteras för t.ex. kontors- och vissa typer av restaurang- och butiksverksamheter utan behov av säkerhetshöjande åtgärder eftersom den faktiska individrisken för personer inom dessa verksamheter är betydligt lägre än den beräknade. För bebyggelse och utrymmen som inte innebär stadigvarande vistelse, t.ex. parkeringsplatser samt gång- och cykelstråk, kan accepteras en risknivå som hamnar över den övre gränsen i angivna riskkriterier.

2. Rimligheten i att vidta riskreducerande åtgärder beror även på inom vilken del av ALARP som risknivån ligger. Enligt Värdering av risk [21] så bör en rimlig utgångspunkt vara att risker som ligger inom den övre delen av ALARP-området, d.v.s. nära gränsen för "oacceptabla risker" endast tolereras om nyttan med verksamheten anses mycket stor och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av ALARP-området bör kraven på riskreduktion inte ställas lika hårda, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Underlåtenhet att genomföra ytterligare åtgärder skall då motiveras.

## 5.2.2 Individrisk

### Beräkning

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 respektive riskkälla. Detta innebär att på en punkt t.ex. 100 meter från riskkällan så är individrisken densamma som frekvensen för alla skadescenarier med ett skadeområde  $\geq 100$  meter.

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

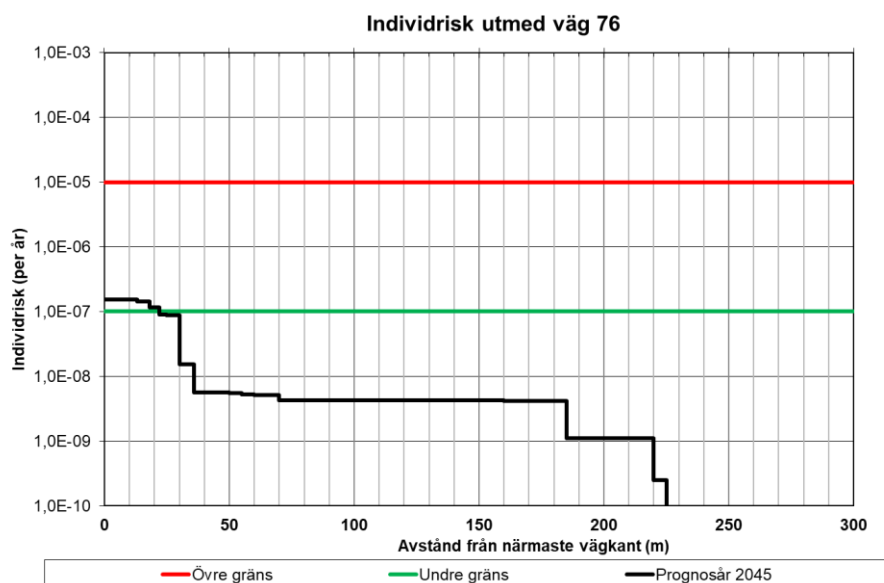
1. De konsekvensberäkningar som redovisas i bilaga B visar att andelen personer inom skadeområdet som bedöms omkomna minskar med avståndet från riskkällan. Detta innebär även att sannolikheten för att den fiktiva personen som studeras vid beräkning av individrisk omkommer också minskar med avståndet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

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

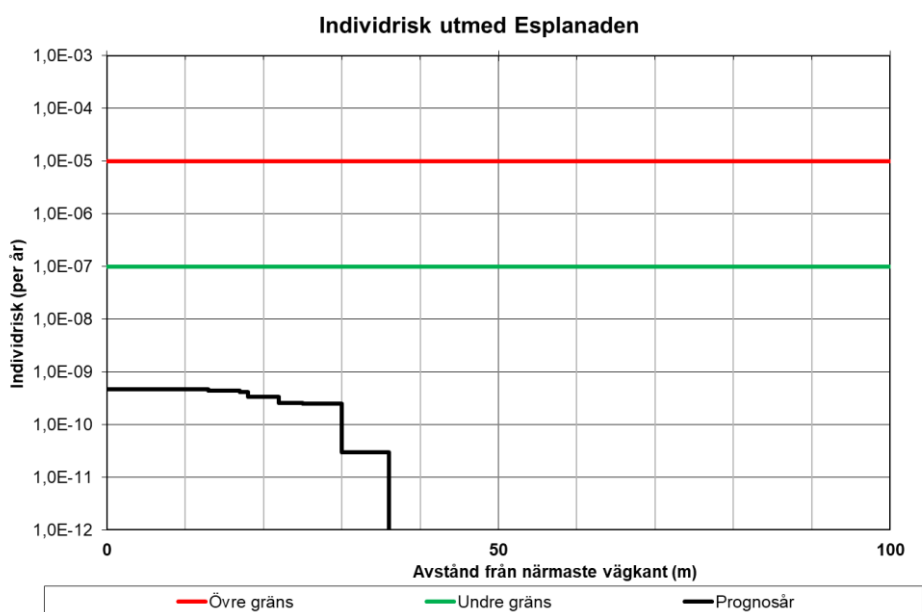
3. För vissa olycksscenarier förknippade med gaser (både brännbara och giftiga) blir skadeområdet inte cirkulärt. Detta innebär i sin tur att det inte är givet att en person som befinner sig inom det kritiska området omkommer. För dessa scenarier reduceras frekvensen ytterligare med avseende på gasplymens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

Resultat

Nedan redovisas den beräknade risknivån inom områden utmed väg 76 samt den del av Esplanaden där leveranser av diesel till sjukhuset sker. Avståndet i figurerna utgår från närmaste väggkant.



Figur 5.1. Individrisk utomhus utmed väg 76.  
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)



Figur 5.2. Individrisk utomhus utmed Esplanaden.  
(Observera att frekvensen redovisas med logaritmisk skala.)

### Värdering

Utifrån beräkningen av individrisk (se figur 5.1) framgår det att risknivån utmed väg 76 är acceptabel på avstånd över ca 22-23 meter. På kortare avstånd ligger risknivån i den nedre delen av ALARP. Avståndet mellan väg och planområdets gräns är ca 35 meter. Avståndet till parkeringsgaraget är 40 meter till ramp och 50 meter till själva parkeringsytorna.

Den beräknade individrisken för Esplanaden (se figur 5.2) visar en helt acceptabel risknivån på samtliga avstånd från vägen. Det beror uteslutande på det låga antalet transporter med diesel på vägen.

Utifrån beräknad individrisk är slutsatsen att individrisknivån utmed väg 76 och Esplanaden är acceptabel inom planområdet och att det inte föreligger något behov av ökat skyddsavstånd eller byggnadstekniska åtgärder.

### 5.2.3 Samhällsrisk

Någon beräkning av samhällsrisken har inte genomförts med anledning av att rekommenderade skyddsavstånd följs samt att individrisknivån är acceptabel. Ett fördjupat kvalitativt resonemang redovisas dock nedan.

Avståndet till den största riskkällan i närområdet, väg 76, är stor, minst ca 50 meter till icke stadigvarande vistelse (parkering), 100 meter till stadigvarande vistelse (ambulansstation) och 180 meter till vårdlokaler (befintliga). Det innebär att det endast är ett fåtal olyckor som kan påverka de delar som omfattar stadigvarande vistelse. Dessa redovisas i tabell 5.2. Samtliga av dessa olyckor inträffar med mycket låg sannolikhet med hänsyn till de krav som transportererna omfattar, ämnens egenskaper samt platsens förutsättningar.

Tabell 5.2. Olycksscenarier med möjlig påverkan inom planområdet vid olycka på väg 76 i anslutning till planområdet.

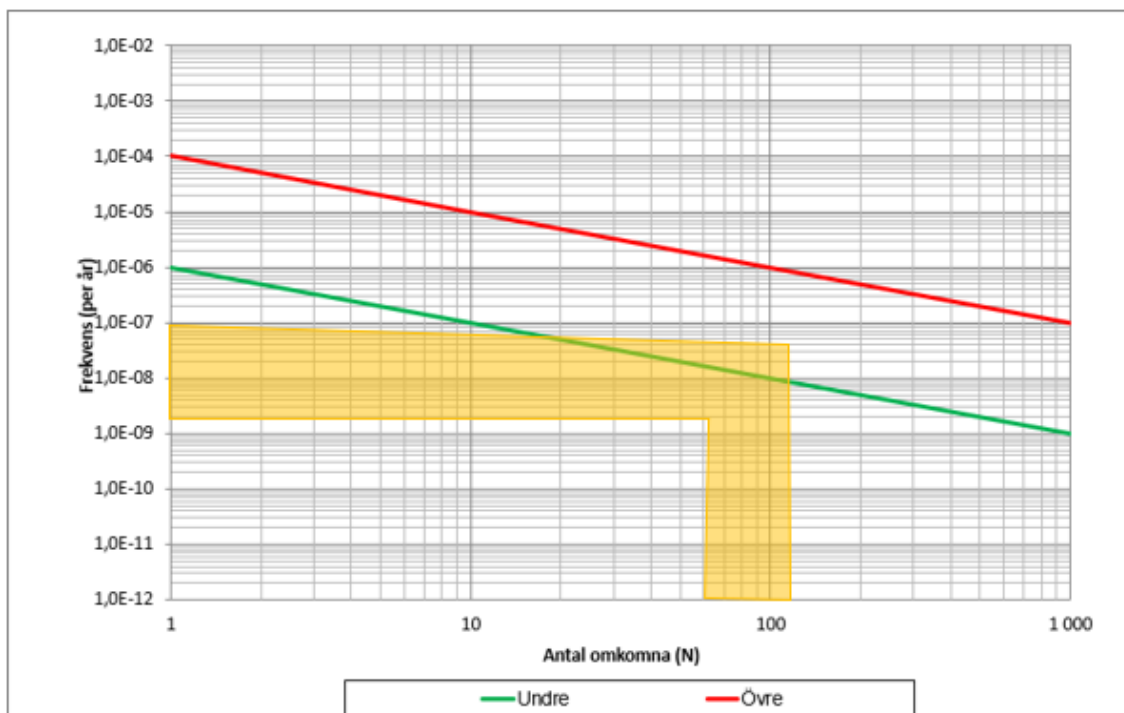
Scenario	Avstånd (meter)	Frekvens (olyckor/år)
	Skyddad/oskyddad bebyggelse	
Klass 1 - Explosion, 16 ton	175/350	4,3E-11
Klass 2.1 - Stor gasmolns-explosion	185/185	8,8E-08
Klass 2.1 - BLEVE	220/220	3,9E-09
Klass 5 - Explosionsartat brandförlopp	80/200	5,7E-10

Inom planområdet är det framförallt ytor utomhus samt det planerade parkeringshuset som kan komma att påverkas om någon av ovanstående händelser inträffar. Parkeringsgaraget planeras med fyra våningar med infart mot väg 76 och utgång/entré österut, dvs. bort från väg 76 samt på ett avstånd av 140 meter. Persontätheten är generellt låg i garage men kan under vissa tider vara relativt hög. Människor vistas dock inte stadigvarande i garaget.

Den planerade ambulansstationen ligger i den östra delen av parkeringsgaraget och skyddas på så sätt av garagets konstruktion. Nya vårdlokaler planeras som minst 260 meter från väg 76.

I omgivningen finns i huvudsak naturmark samt bostadshus.

En bedömning av samhällsrisknivån utifrån ovanstående är att samhällsrisknivån till stor del ligger på acceptabel nivå men för många omkomna (ca 100) ligger den sannolikt i den nedre delen av ALARP (området mellan nedre och övre acceptansgräns, se figur 5.3). Risknivån bedöms inte vara oacceptabel i någon del. I figur 5.3 redovisas en grov uppskattning av var samhällsrisknivån bedöms ligga om en olycka inträffar mitt för planområdet på väg 76.



Figur 5.3. Grov uppskattning av samhällsrisknivån utifrån platsens förutsättningar, planförslaget samt erfarenheter från tidigare liknande uppdrag.

#### Värdering

Utifrån den grova uppskattningen av samhällsrisk görs bedömningen att risknivån delvis kan ligga inom ALARP och att åtgärder därför ska övervägas. Förslag på åtgärder redovisas i avsnitt 6.

### 5.3 Läckage av diesel

Lossning av diesel sker idag vid två lossningsplatser (se figur 5.5). Dessa är utförda enligt gällande regelverk. Vid lossning dras en slang dras från tankbilen till påfyllningsanslutningen som ansluter rörledning med lagringscisternerna. Vid lossning överförs som mest ca 600 liter/minut. Det tar ca 8 minuter att tömma ett fack (4-5 m<sup>3</sup>). Tankbilen är indelad i flera fack.

Händelser som leder till läckage kan vara att slangen lossnar, otäta kopplingar eller att cisternen överfylls. Lossningsanslutningen är i normalläget låst och låses upp av personal från sjukhuset i samband med lossning. Det innebär att både lokal personal samt chauffören närvarar vid lossning och kan uppmärksamma ett eventuellt läckage.

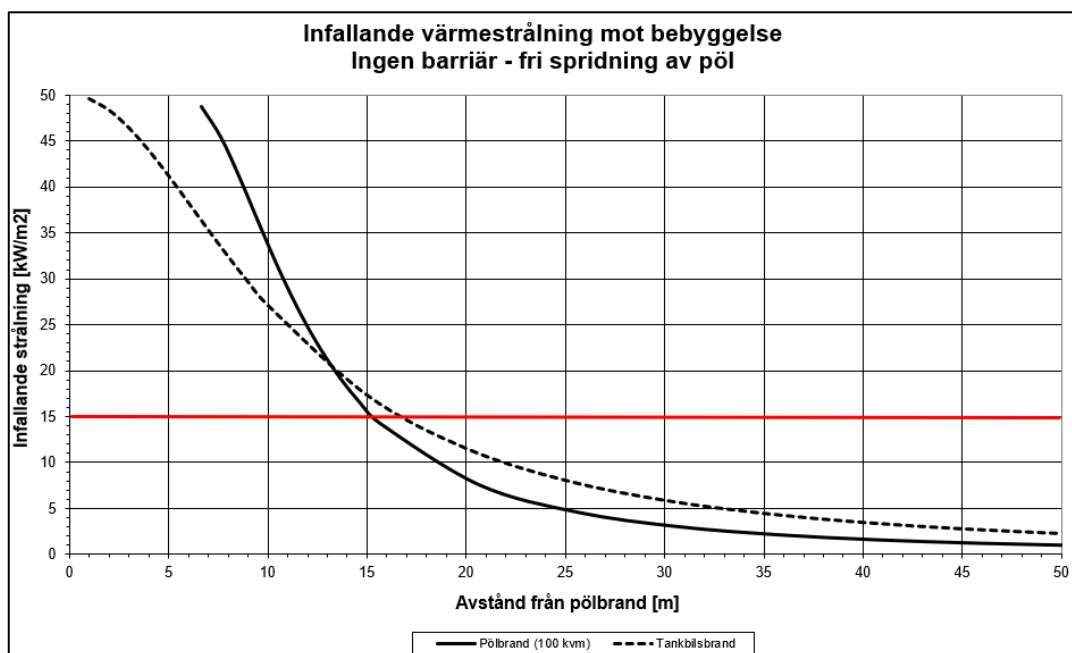
Ett stort läckage innebär att ett helt fack töms innan den felaktiga tömningen avbryts. Händelsen skulle kunna inträffa om lossning påbörjats och exempelvis anslutningen är otät samtidigt som ingen ansvarig övervakar lossningen. Utifrån att personal kommer att närvara under lossning bedöms sannolikheten för att ett stort läckage ska kunna ske vara mycket låg.

Ett stort läckage bedöms kunna innebära att en pöl på ca 100 m<sup>2</sup> bildas som om den antänds kan innebära skadliga strålningsnivåer (> 15 kW/m<sup>2</sup>) på ca 15 meters avstånd (se figur 5.4).

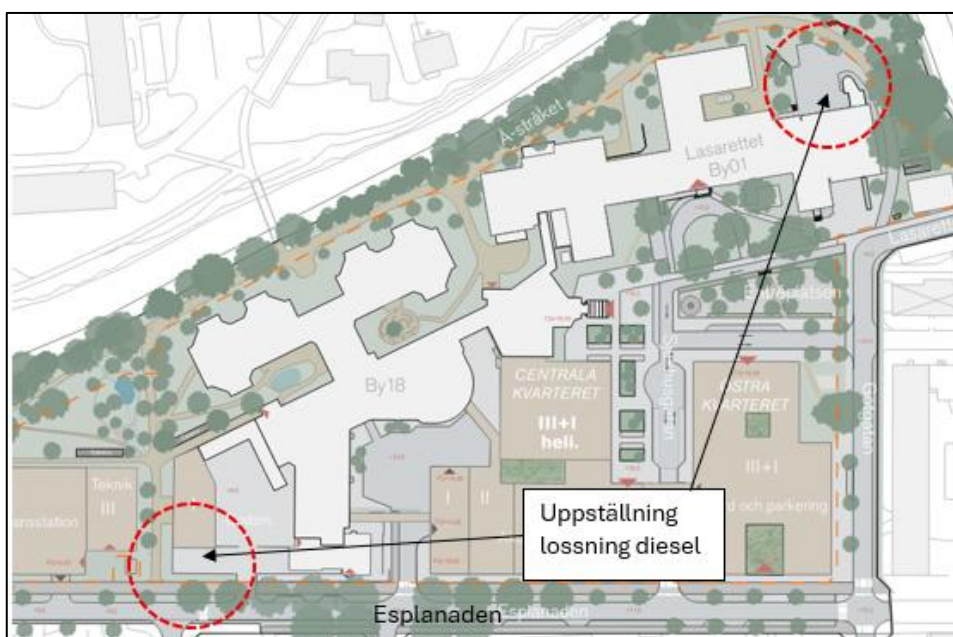
Om branden sprider sig till själva tankbilen kan en tankbilsbrand uppstå. Strålningsnivån från en sådan redovisas också i figur 5.4 och kan innebära hög strålning upp till ca 17 meter från läckaget.

Sannolikheten för läckage samt antändning bedöms enligt tidigare som mycket låg med hänsyn till att lossning sker 1-2 gånger per år samt att diesel bildar brännbara ångor först vid temperaturer över 55°C. Påverkan på risknivån bedöms utifrån ovanstående vara försumbar. Inget behov av åtgärder med hänsyn till risker i samband med lossning bedöms därmed föreligga. Enklare åtgärder för att ytterligare höja säkerheten kan eventuellt ändå vara motiverade, se vidare avsnitt 6.

Behov av anpassning och åtgärder kan eventuellt föreligga utifrån tillståndshandlingen av brandfarlig vara i enlighet med *Lagen om skydd mot brandfarliga och explosiva varor* (LBE). Detta hanteras i sådant fall inom ramen för tillståndet.



Figur 5.4. Beräknade strålningsnivåer. Kritisk strålningsnivå (15 kW/m<sup>2</sup>) är markerad med en röd linje.



Figur 5.5. Placering av lossningsplats för diesel. Ungefärligt område inom vilket kritisk strålningsnivå kan uppstå vid ett stort läckage eller tankbrand visas med röd streckad cirkel.

## 6. Förslag på säkerhetshöjande åtgärder

### 6.1 Allmänt

I nedanstående avsnitt redovisas bedömningar av rimligheten i att vidta åtgärder med avseende på de olycksrisker som studerats.

### 6.2 Allmänna åtgärder

#### 6.2.1 Skyddsavstånd

##### Riktlinjer

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 figur 1.1) bör användas som riktvärden för placering av verksamheter, vilket innebär 75 meter mellan transportled för farligt gods och vårdanläggning samt 40 meter till tekniska anläggningar och parkeringsgarage. Markparkering kan tillåtas inom 40 meter från transportled.

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, se vidare avsnitt 6.3.

Hänsyn behöver enligt tidigare även tas till lagar och föreskrifter som omfattar elsäkerhet och hantering av bland annat brandfarlig vara.

Med hänsyn till att sjukhus utgör en samhällsviktig verksamhet är det extra viktigt att se till att tillräckliga skyddsavstånd, eventuellt i kombination med byggnadstekniska åtgärder, vidtas.

Rekommendationer för aktuell detaljplan

*Utifrån aktuellt planförslag framgår det att de av Länsstyrelsen rekommenderade skyddsavstånden följs för samtlig markanvändning i studerat förslag med hänsyn till väg 76. Minsta skyddsavstånd mellan väg 76 och vårdlokaler rekommenderas till 75 meter. Lokaler för vård och ambulans planeras på betydligt större avstånd än så. Inga nya ytor för vård planeras dessutom närmare väg 76 än befintlig vårdbyggnad som ligger ca 200 meter från vägen.*

*Bedömningen är att vård kan placeras så nära väg 76 som 75 meter utan krav på byggnadstekniska åtgärder men att ett större avstånd är positivt med hänsyn till risk, särskilt om sängliggande och/eller sövda patienter förekommer.*

*Viss riskhänsyn behöver även vidtas i förhållande till riskkällor inom verksamheten samt övriga riskkällor i omgivningen. I tabell 6.1 redovisas ett förslag på skyddsavstånd mellan de övriga riskkällorna (ej väg 76) och planerad markanvändning. Inom rekommenderat skyddsavstånd bör ingen stadigvarande vistelse, varken inomhus eller utomhus, finnas. Med stadigvarande vistelse menas att människor lockas att vistas där en längre tid som exempelvis arbetsplatser, restauranger, uteserveringar och liknande.*

*Kompletterande byggnadstekniska åtgärderna kan behöva vidtas även om de rekommenderade avstånden följs, se vidare avsnitt 6.3.*

*Tabell 6.1. Bedömning utifrån studerat förslag i förhållande till identifierade riskkällor med undantag av väg 76. För väg 76 hänvisas till Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd (se avsnitt 1.5.1).*

Riskkälla	Rekommenderat skyddsavstånd (meter)	Markanvändning	Kommentar
Kraftledning	10	Parkering	Uppfylls
	15	Vård/ambulans	Uppfylls
Lossningsplats diesel	Inget krav på skyddsavstånd utifrån genomförd analys*		
Oxygencistern	Enligt gasleverantörs anvisning		
Transformatorstation	0	Markparkering	Uppfylls
	8	Parkeringsgarage	Uppfylls
	8	Vård/ambulans	Uppfylls
	8	Lossningsplats diesel	Uppfylls
	8	Kontor/teknik/exp.	Uppfylls inte Byggnadstekniska åtgärder behövs, se avsnitt 6.3.2

*\* När det gäller skyddsavstånd mellan lossningsplats för diesel så hanteras det i samband med tillståndet för brandfarlig vara och eventuella åtgärder utreds i samband med detta. Utifrån planperspektivet (PBL) utgör lossningen enligt tidigare ingen risk som medför behov av åtgärder. Enligt tidigare riskutredning [22] är befintliga lossningsplatser utförda i enlighet med gällande lagstiftning.*

*Ovanstående skyddsavstånd kan enligt bedömning behöva kompletteras med byggnadstekniska åtgärder. Se vidare avsnitt 6.3 för förslag på byggnadstekniska åtgärder.*

*Något behov av skyddsavstånd till Esplanaden med hänsyn till transporter med diesel på vägen föreligger inte utifrån den beräknat låga risknivån. Inte heller bedöms det vara nödvändigt med byggnadstekniska åtgärder utmed vägen.*

### 6.3 Byggnadstekniska åtgärder

I detta avsnitt redovisas förslag på byggnadstekniska åtgärder för att komplettera redovisade skyddsavstånd alternativt att avstånden kan minskas. Behovet av åtgärder med hänsyn till väg 76 är begränsad med tanke på att samtlig markanvändning uppfyller Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd. Med hänsyn till att verksamheten är samhällsviktig samt att den genomförda bedömningen av samhällsrisk visar att risknivån troligen ligger i den nedre delen av ALARP görs dock en genomgång av rimligheten i att vidta åtgärder. Något behov av ökat skyddsavstånd bedöms inte nödvändigt.

#### 6.3.1 Utrymning

##### Riktlinjer

Utrymningsstrategin för bebyggelse i anslutning till en riskkälla kan behöva beakta möjliga olyckor. Detta innebär att utrymningsvägar behöver dimensioneras och utformas så att utrymning kan ske tillfredställande även vid en olycka på angränsande riskkällor.

##### Bedömning för aktuell detaljplan

*Ovanstående innebär att ny bebyggelse inom planområdet som vetter direkt mot någon av de aktuella riskkällorna ska utformas med åtminstone en utrymningsväg som mynnar bort från riskkällan. Detta gäller även vid lossningsplatser eftersom det bedöms vara en åtgärd som är relativt enkel att genomföra. Vilka byggnadsdelar som omfattas redovisas i figur 6.1.*

*Det rekommenderas även att utforma parkeringshuset så att utrymning mot en sida som inte vetter mot väg 76 är möjlig även om avståndet till vägen är stort. Detta uppfylls med studerat förslag.*

#### 6.3.2 Skydd mot brandspridning

##### Riktlinjer

För att minska sannolikheten att en brand sprider sig in i byggnader nära lossningsplats för diesel innan människor i intilliggande byggnader har hunnit utrymma kan fasader som vetter mot lossningsplats utföras i material som förhindrar brandspridning in i byggnaden under den tid det tar att utrymma. Som ett riktvärde bör brandspridning begränsas i åtminstone 30 minuter för att säkerställa utrymningen. För vårdavdelningar där sovande människor förekommer kan ett högre skydd vara nödvändigt. Hur omfattande kraven behöver vara för att erhålla skydd mot brandspridning är beroende av avståndet mellan byggnad och riskkälla. Nivåskillnader och framförhållande bebyggelse och barriärer behöver också beaktas.

Exempelvis kan fasader utföras i obrännbart material med isolering alternativt med konstruktioner som motsvarar lägst brandteknisk klass EI 30. Fönster i dessa fasader bör utföras i lägst brandteknisk klass EW 30 för obrännbart fasadmateriell och EI 30 om materialet är brännbart. Om den yttre delen av fasaden utförs i brännbart material kan glaspartier behöva utföras i högre brandteknisk klass med hänsyn till risken för flampåverkan.

##### Bedömning för aktuell detaljplan

*Utifrån genomförd analys är bedömningen att skydd mot brandspridning i fasad och fönster inte är nödvändigt med hänsyn varken till transporter med farligt gods på väg 76 eller hanteringen av diesel. Detta eftersom påverkan på risknivån är mycket liten.*

*Eventuellt kan föreskrifter utifrån Lagen om brandfarlig och explosiv vara innebära krav på skyddsavstånd eller byggnadstekniska åtgärder. Detta utreds dock i samband med tillståndshandlingen för brandfarlig vara. Enligt genomförd riskutredning för befintliga lossningsplatser är dessa utförda i enlighet med gällande regelverk [22].*

*Om transformatorstationen placeras inom 8 meter från annan byggnad ska den utföras så att vidare brandspridning förhindras, exempelvis genom att utföra konstruktionen mot den intilliggande byggnaden i EI 60 eller liknande.*

### 6.3.3 Skydd mot spridning av gaser

#### Riktlinjer

Beroende på gastyp går det att reducera konsekvenserna inomhus genom att vidta ventilationstekniska åtgärder för att begränsa risken för spridning av brandgaser eller dieselångor in i byggnader. De åtgärder som ofta föreslås innebär att friskluftintag placeras mot sidor med bra luftkvalitet eller på tak och dit det är mindre sannolikt att gasen sprids vid en eventuell olycka. Om ventilationssystemet utförs mekaniskt så kan det dessutom utformas så att det på ett enkelt sätt kan stängas av, genom exempelvis central nödavstängning.

Andra möjliga åtgärder för att försvåra inläckage av hälsofarlig gas i byggnaderna kan vara att inte göra fönster mot vägen öppningsbara samt att placera gasdetektorer i fasaden mot vägen. Gasdetektorer som placeras i fasaden kan kopplas till ventilationen så att den stängs av vid detektion av gas. Problemet är vilka gaser som ska detekteras. Vissa gaser är tunga och vissa lätta, placeringen av gasdetektorer är därför inte självklar. Gasdetektorer kräver regelbundet underhåll, vilket innebär ytterligare en funktion som ska ingå i byggnadernas drift- och underhållsarbete. Effekten på risknivån av att placera gasdetektorer i fasad är mycket begränsad. Detta i kombination med den kostnad och de osäkerheter i utförande som åtgärden medför innebär att den inte bedöms vara lämplig eller rimlig att genomföra.

#### Bedömning för aktuell detaljplan

*Utifrån genomförd analys av identifierade riskkällor görs bedömningen att ventilationstekniska åtgärder (placering av luftintag och nödavstängning) är lämpliga att införa i alla typer av lokaler där vård- eller ambulansverksamhet bedrivs och som ligger i direkt närhet till lossningsplats för diesel och oxygencistern. Detta för att ytterligare höja säkerheten. Något krav på att ha icke öppningsbara fönster bedöms inte nödvändigt.*

*Till- och frånluft till transformatorstationen bör inte finnas i sida mot lossningsplatsen för diesel för att minska risken för antändning av dieselångor i händelse av ett läckage.*

*Tilluft till ambulansstation och vårdlokaler rekommenderas att placeras minst 100 meter från väg 76 och minst 25 meter från lossningsplats för diesel.*

*Vilka byggnadsdelar som omfattas redovisas i figur 6.1.*

### 6.3.4 Skydd mot explosion

#### Riktlinjer

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 säkerhetskajande 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.

Bedömning för aktuell detaljplan

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

*Det är framförallt olycka med klass 1 eller 5 på väg 76 som kan leda till mer omfattande explosioner. Sannolikheten för dessa händelser är extremt låg. Explosioner kan enligt tidigare också uppstå om exempelvis oxygencisternen utsätts för utvändig värme. Scenariot förebyggs genom bland annat skyddsavstånd. Det tar också en viss tid innan cisternen värms upp vilket innebär att utrymningen i utsatta byggnader bör hinna påbörjas innan trycket i cisternen blir för stort.*

*Bedömningen utifrån genomförd analys är att inga åtgärder avseende explosion är nödvändiga att vidta för den planerade bebyggelsen oberoende av avstånd från studerade riskällor.*

### 6.3.5 Utformning av lossningsplats

Hantering av brandfarlig vätska (diesel) omfattas av lagar och regler<sup>1</sup> som redovisar hur hanteringen ska ske för att riskerna ska minimeras. Det finns bland annat rekommendationer kring avstånd, utformning av lossningsplats, säkert utförande av cisterner, rörledningar etc.

Lagar och regler måste följas och verksamheten behöver göra en riskutredning och klassningsplan för hanteringen. Det kommer innebära krav på utformningen av lossningsplatsen.

## 6.4 Sammanställning

Nedan görs en sammanställning över behovet av åtgärder utifrån genomförd analys. Vilka byggnadsdelar som omfattas av åtgärderna redovisas i figur 6.1.

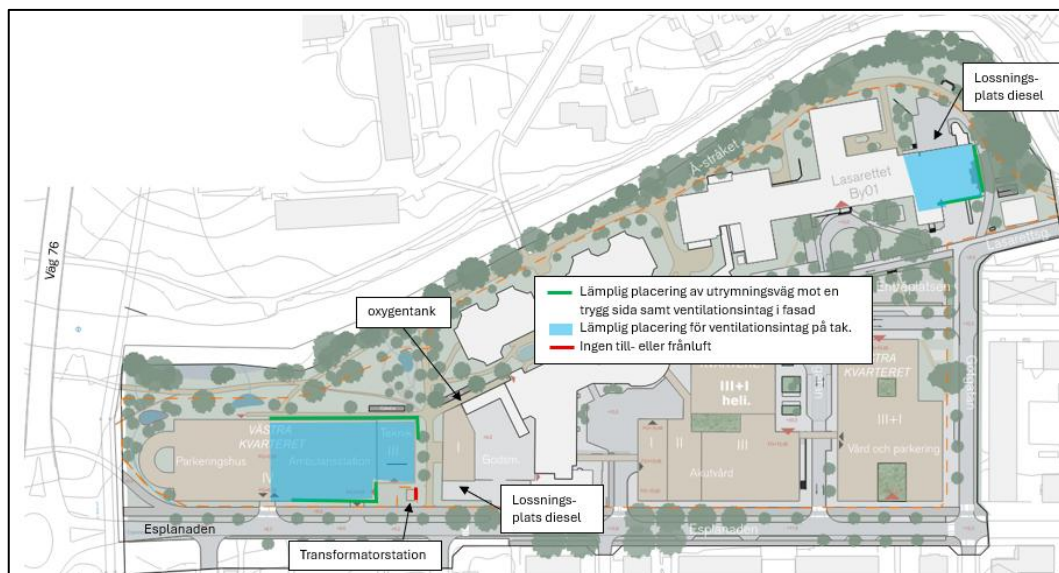
- Utrymning ska vara möjligt mot en trygg sida från parkeringsgaraget i förhållande till väg 76 samt för byggnadsdelar inom 25 meter från lossningsplats för diesel.
- Friskluftsintag till ambulansstation och vårdlokaler placeras minst 100 meter från väg 76.
- Friskluftsintag till ambulansstation och vårdlokaler placeras minst 25 meter från lossningsplats för diesel samt oxygentank. Ventilationen bör utföras med möjlighet till nödavstängning inom detta avstånd.
- Till- och frånluft till transformatorstationen bör inte finnas i sida mot lossningsplatsen för diesel för att minska risken för antändning av dieselångor i händelse av ett läckage.
- Om transformatorstation placeras inom 8 meter från annan byggnad bör den utföras så att vidare brandspridning försvåras, exempelvis genom att utföra den i brandteknisk klass EI 60.

---

<sup>1</sup> Bl.a. Lag (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor, Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om hantering av brandfarliga vätskor (MSBFS 2023:2) m.fl.

Eventuell ny lossningsplats för diesel ska utföras i enlighet med gällande regelverk<sup>1</sup> vilket bland annat omfattar nedanstående. Utformning, skyddsavstånd samt behov av byggnadstekniska åtgärder hanteras inom arbetet med tillstånd för hantering av brandfarlig vara.

- Spill och läckage ska förhindras att spridas vidare (spillzon)
- Rörledningar etc. ska vara skyddade från påkörning
- Påkörningsskydd



Figur 6.1. Byggnadsdelar i studerat förslag som omfattas av föreslagna åtgärder. Avstånden/utbredningen är ungefärlig. Områden som ej är utmärkta omfattas inte av några restriktioner med hänsyn till risk.

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

## 7. Slutsats

Av de externa riskkällorna, väg 76 och Esplanaden, innebär de studerade riskerna endast en begränsad påverkan mot planområdet. Dessutom följs Länsstyrelsens rekommenderade skyddsavstånd med god marginal till väg 76. Esplanaden är inte klassad som en transportled för farligt gods och inga rekommendationer finns därför. Andelen transporter med farligt gods på vägen är få och risknivån utmed vägen är låg. Externa riskkällor är tillräckligt hanterade i och med de planerade avstånden till markanvändningen inom planområdet. Åtgärder rekommenderas ändå för att ytterligare höja säkerheten i området.

När det gäller de interna riskkällorna har de beaktats så långt som möjligt avseende skyddsavstånd. Där skyddsavståndet inte bedömts vara tillräckligt föreslås byggnadstekniska åtgärder.

De olika utformningarna av vårdkvarteren som studeras är likvärdiga avseende risknivå. Detta eftersom de volymer som skiljer de olika förslagen ligger på ett så stort avstånd från samtliga riskkällor.

Med föreslagen markanvändning i kombination med rekommenderade byggnadstekniska åtgärder bedöms risknivån inom planområdet kunna accepteras och riskerna bedöms vara tillräckligt hanterade.

## 8. Bilagor

Bilaga A – Frekvensberäkningar

Bilaga B – Beräkning av skadeområden

## 9. Referenser

- [1] Sweco, "Riskutredning helikopterverksamhet Norrtälje sjukhus, ver 1," 2024-11-27.
- [2] Länsstyrelsen i Stockholms län, "Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods, Fakta 2016:4," Länsstyrelsen i Stockholms län, Stockholm, 2016.
- [3] Myndigheten för samhällskydd och beredskap, "Myndigheten för samhällskydd och beredskaps föreskrifter om hantering av brandfarliga vätskor, MSBFS 2023:2," Karlstad, 2023.
- [4] Säkerhetspartner, "Hantering av brandfarlig vätska - reservkraftsanläggningar," 2023-06-28.
- [5] MSB, "Handbok - Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer," Myndigheten för samhällskydd och beredskap, Karlstad, 2015.
- [6] Elsäkerhetsverket, *Elsäkerhetsverkets föreskrifter och allmänna råd om hur starkströmsanläggningar ska vara utförda*, 2022.
- [7] Strålsäkerhetsmyndigheten, "Magnetfält i bostäder, 2012:69," 2012.
- [8] Strålsäkerhetsmyndigheten, "Magnetfält och hälsorisker".
- [9] Svenska kraftnät, "Byggnation - elsäkerhet invid kraftledning och kabel," 21 04 2023. [Online]. Available: <https://www.svk.se/sakerhet-och-beredskap/elsakerhet/byggnation--elsakerhet-vid-kabel-och-kraftledning/>. [Använd 13 02 2024].
- [10] Norrtälje kommun, "Översiktsplan 2050," 10 04 2024. [Online]. Available: <https://www.norrtalje.se/info/bygga-bo-miljo/norrtalje-vaxer/samhallsplanering/oversiktsplanering/oversiktsplan2050/allmanna-intressen/teknisk-forsorjning/energiforsorjning/>. [Använd 25 09 2024].
- [11] Locum, "Fastighetsutvecklingsplan Norrtälje sjukhus," 2023.
- [12] Norrtälje stad, "Fördjupning av översiktsplanen för Norrtälje stad - granskningsförslag," [Online]. Available: <https://www.norrtalje.se/info/bygga-bo-miljo/norrtalje-vaxer/samhallsplanering/oversiktsplanering/fordjupning-av-oversiktsplanen-for-norrtalje-stad/>. [Använd 15 11 2024].
- [13] Trafikverket, "Vägtrafikflödeskartan," 01 01 2022. [Online]. Available: Available: <https://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation>. [Använd 25 09 2025].
- [14] Trafikverket, "Trafikverkets, basprognoser 2045," 2024-04-02.

- [15] MSB, "ADR-S 2023– Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2022:3," Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Karlstad, 2022.
- [16] Trafikanalys, "Statistikrapporter från Trafikanalys: Lastbilstrafik, Lastbilstrafik 2019 (Rapportnr 2020:14), Lastbilstrafik 2020 (Rapportnr 2021:14), Lastbilstrafik 2021 (Rapportnr 2022:16), Lastbilstrafik 2022 (Rapportnr 2023:15), Lastbilstrafik 2023(Rapportnr 2024:14)," Trafikanalys, Stockholm, 2019-2023.
- [17] Vattenfall Eldistribution, *Information i e-post*, 2024-10-08.
- [18] Vattenfall, "Underlag fortsatt samråd - avseende ny 130 kV kraftledning mellan Överby och Kungsängen i Sollentuna, Upplands Väsby, Järfälla och Upplands-Bro kommuner, Stockholms län," 2023-08-28.
- [19] Iterio, "Norrtälje sjukhus - Trafik- och parkeringsutredning, granskningshandling," 2024-10-03.
- [20] Strålsäkerhetsmyndigheten, "Magnetfält runt nätstationer, 2012:12," 2221.
- [21] Statens Räddningsverk, Det Norske Veritas, "Värdering av risk," 1997.

## BILAGA A - Frekvensberäkningar

Uppdragsnamn

Norrtälje sjukhus

Uppdragsgivare

Locum

Handläggare

Rosie Kvål

Uppdragsnummer

511602

Datum

2026-05-04

Egenkontroll

RKL 2026-05-04

Internkontroll

LSS 2025-10-24

## 1. Inledning

I denna bilaga beräknas frekvensen av olycka med farligt gods på väg 76 respektive frekvensen för olycka med transport av diesel på Esplanaden. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker:

- **Olycka med farligt gods på väg 76**
  - Klass 1.1. Massexplosiva ämnen
  - Klass 2.1. Brännbara gaser
  - Klass 2.3. Giftiga gaser
  - Klass 3. Brännbara vätskor
  - Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider
- **Olycka vid transport av diesel på Esplanaden**

## 2. Frekvensberäkningar

Tabell A.1. Förutsättningar för väg 76 – Indata till frekvensberäkningar.

Faktor	2045
Vägsträcka (km):	1
Bebyggelsemiljö:	Tätort
Hastighetsbegränsning (km/h):	80
Gatu-/Vägtyp:	Motorväg
Årsmedeldygnstrafik (per dygn):	18 092
ÅDT tung trafik (per dygn)	758
Andel tung trafik (%):	4%
Farligt godsled:	Primär
Antal farligt godstransporter (per år):	2 424
Antal farligt godstransporter (per dygn):	7
Andel av tung trafik som rymmer farligt gods (%):	0,9%
Andel farligt godstransporter av totalt antal fordon (%):	0,1%
O = Olyckskvot (trafikolycka per 10 <sup>6</sup> fkm):	0,60
P <sub>u, tunn</sub> = Sannolikhet för utsläpp givet olycka för tunnväggig tankbil (%):	13%
P <sub>u, tjock</sub> = Sannolikhet för utsläpp givet olycka för tjockväggig tankbil (%)	0,19%
Antal fordon per olycka (F) (tätort)	1,8

Tabell A.2. Förutsättningar för Esplanaden – Indata till frekvensberäkningar.

Faktor	2045
Vägsträcka (km):	1
Bebyggelsemiljö:	Tätort
Hastighetsbegränsning (km/h):	50
Gatu-/Vägtyp:	Vanlig väg
Årsmedeldygnstrafik (per dygn):	7 600
ÅDT tung trafik (per dygn)	562
Andel tung trafik (%):	7,4%
Farligt godsled:	Ej klassad
Antal farligt godstransporter (per år):	10*
Antal farligt godstransporter (per dygn):	7
Andel av tung trafik som rymmer farligt gods (%):	0,9%
Andel farligt godstransporter av totalt antal fordon (%):	0,1%
O = Olyckskvot (trafikolycka per 10 <sup>6</sup> fkm):	0,60
P <sub>u, tunn</sub> = Sannolikhet för utsläpp givet olycka för tunnväggig tankbil (%):	13%
P <sub>u, tjock</sub> = Sannolikhet för utsläpp givet olycka för tjockväggig tankbil (%)	0,19%
Antal fordon per olycka (F) (tätort)	1,8

\* Enligt uppgift sker leveranser av diesel ungefär 1 gång per år. För att ta höjd för en framtida förändring förutsätts 5 leveranser per år. Fordonet förutsätts dock passera delen av Esplanaden fram till lossningsplatsen både på vägen till lossning och på vägen därifrån, därför blir antalet passager dubbelt så många.

### 3. Beräkningar

I detta avsnitt beräknas frekvensen för trafikolycka på väg 76 i höjd med det studerade området samt på Esplanaden mellan väg 76 och lossningsplats för diesel. 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 Vägverkets (numera Trafikverket) rapport "Fördjupning – Riskanalys vald vägsträcka" /1/.

Först beräknas den totala förväntade frekvensen för en trafikolycka där farligt godstransport är inblandad utifrån följande ekvation (vilket utgår från ekvationen som redovisas i /1/):

$$O_{FaGo} = N \times L \times Q \times F \times 365 \times 10^{-6}$$

där

O<sub>fago</sub> = Olycksfrekvens för trafikolycka med farligt godstransport inblandad per år

N = Antal transporter skyltade med farligt gods per dygn

L = Aktuell vägsträcka (1 km)

Q = Olyckskvot (antal trafikolyckor per 10<sup>6</sup> fordonskm)

F = Antal fordon inblandade per olycka

Beräkningarna kommer att utgå från indata som redovisas i avsnitt 2.

---

/1/ Fördjupning – Riskanalys vald vägsträcka. Vägverket publikation 2005:55, datum 2005-05

### 3.1 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.

I en fördjupad analys om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5 som FOI utförde i samband med intunnlingen av Norra stationsområdet i Stockholm /2/ redovisas en sammanställning av orsaker till fordonsbränder och olyckskvoter för fordonsbrand p.g.a. trafikolycka utifrån en kartläggning av olika utredningar.

Kartläggningen visar på att ca 1,5-2 % av bränder i fordon sker på grund av trafikolycka (uppgifter hämtade från Räddningsverkets sammanställningar av svensk statistik över räddningsinsatser).

Vidare kan det utläsas att ur kartläggningen att antal bränder av betydelse för lastbilar med farligt gods (uppgifter hämtade från Räddningsverkets rapport "Räddningsinsatser i vägtunnlar") är 0,2 bränder per 10 miljoner fordonskm. Olyckskvoten för bränder där farligt gods varit involverat är 0,03 bränder per 10 miljoner fordonskm, d.v.s. ca 15 % av fallen.

Enligt tabell A.1 och A.2 är olyckskvoten för trafikolycka för aktuella vägsträckor 0,6 olyckor per miljon fordonskm för väg 76 och 1,2 olyckor per miljon fordonskm för Esplanaden.

Utifrån ovanstående värden så uppskattas sannolikheten för brand i fordon p.g.a. kollision givet en trafikolycka med farligt gods till:

#### Väg 76

$$\frac{2,0 \% \times 0,2 \times 10^{-7}}{0,6 \times 10^{-6}} = 0,00067 = 0,07 \%$$

#### Esplanaden

$$\frac{2,0 \% \times 0,2 \times 10^{-7}}{1,2 \times 10^{-6}} = 0,00005 = 0,005 \%$$

### 3.2 Resultat frekvensberäkningar

#### 3.2.1 Trafikolycka

Frekvensen för trafikolycka på aktuell vägsträcka beräknas utifrån schablon-olyckskvoter enligt /1/ med hänsyn till aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning (se tabell A.1 och A.2).

Beräkning av antal förväntade fordonsolyckor görs enligt ekvationen ovan, vilket kan användas både för total trafik och för t.ex. tung trafik eller enstaka farligt godsklasser.

Frekvensen för trafikolycka beräknas utifrån trafiksiffror på aktuella vägsträckor utifrån trafiksiffror för prognosår 2045 (se tabell A.1 och A.2). Frekvensen beräknas för total trafik på en **1 km vägsträcka**:

<b>O (Antal förväntade olyckor)</b>	<b>Väg 76</b>	<b>Esplanaden</b>
- O <sub>totalt</sub>	7,13 per år	5,99 per år
- O <sub>tung trafik</sub>	0,30 per år	0,44 per år
- O <sub>fago</sub>	2,6 x 10 <sup>-3</sup> per år	2,2 x 10 <sup>-5</sup> per år

/2/ FOI Memo 2774 – Om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5, FOI, 2009-04-20

### 3.2.2 Trafikolycka med farligt gods

Den förväntade frekvensen för en trafikolycka där farligt godstransport redovisas ovan.

Vid vidare frekvensberäkningar 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 i en olycka är direkt kopplad till hur stor andel av det totala antalet transporter som rymmer farligt gods. Fördelningen av olyckor mellan de olika klasserna antas därmed vara densamma som andelen av respektive klass (se huvudrapport).

I tabell A.3 redovisas den beräknade frekvensen för trafikolycka med farligt gods för prognosår 2045 för väg 76 samt när sjukhuset är fullt utbyggt för Esplanaden.

Tabell A.3. Beräknad olycksfrekvens per farligt godsklass för prognosår.

Scenario	Olycka med farligt godstransport (per år)			
	Väg 76		Esplanaden	
	Andel	Frekvens	Andel	Frekvens
Klass 1	0,8%	2,0E-05	0,0%	0,0E+00
Klass 2	27,2%	7,1E-04	0,0%	0,0E+00
klass 3	39,7%	1,0E-03	100,0%	2,2E-05
klass 4	3,3%	8,8E-05	0,0%	0,0E+00
Klass 5	5,0%	1,3E-04	0,0%	0,0E+00
Klass 6	4,4%	1,2E-04	0,0%	0,0E+00
Klass 7	0,1%	1,4E-06	0,0%	0,0E+00
klass 8	15,2%	4,0E-04	0,0%	0,0E+00
klass 9	4,3%	1,1E-04	0,0%	0,0E+00
<b>Totalt</b>		<b>2,6E-03</b>		<b>2,2E-05</b>

Klass 1. Explosiva ämnen

*Gäller endast väg 76.*

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 /3/. 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. I de fortsatta beräkningarna antas det att riskgrupp 1.1 utgör 100 % av alla vägtransporter med explosiva ämnen.

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 /3/.

---

/3/ ADR-S 2025 – Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng, MSBFS 2024:10, Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, 2022

Hur stor andel av transporter med explosivämnen som rymmer stora mängder är oklart. Det saknas underlag för en tydlig bedömning av fördelningen mellan olika transportmängder med explosivämnen. Frekvensberäkningarna kommer att utgå från ett mycket grovt antagande att 1 % av alla godsfordon med explosivämnen rymmer upp till 16 ton medan övriga är lastade med maximalt 1 ton.

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.

I Bilaga 102 till Trafikverkets "TRVINFRA-00233 – Krav med Rådtext" /4/ redovisas ingångsvärden som kan användas för frekvensberäkning av bl.a. massexplosion i vägtransport med RID-klass 1.

Olyckskvoten utgår från de mängder explosivämnen som transporteras på väg inom EU under perioden 1995-2010 utan att det har dokumenterats någon stor explosion i olyckor med klass 1-transporter. Mellan 1995 och 2010 har det inom EU transporterats i genomsnitt 400 miljoner tonkm klass 1 per år, vilket motsvarar ca  $6 \times 10^9$  tonkm ( $15 \text{ år} \times 400 \times 10^6 \text{ tonkm/år}$ ) utan stor explosion. Detta innebär att sannolikheten för att en olycka ska inträffa kan sägas understiga  $1 / 6 \times 10^9 = 1,67 \times 10^{-10}$  per tonkm. Olyckskvoten avrundas i /4/ till  $2 \times 10^{-10}$  per tonkm.

Prognostiserade antal farligt godstransporter och andel explosivämnen på aktuell farligt godsled år 2045 enligt tabell i huvudrapport samt antagna fördelningar mellan mängder per transport enligt ovan skulle innebära följande totala transportmängd ADR-klass 1:

$$19 \text{ farligt godstransport klass 1} \times (1 \text{ ton} \times 99\% + 16 \text{ ton} \times 1\%) = 21,6 \text{ ton per år}$$

För en studerad sträcka på 1,0 km ger detta följande transportarbete ADR-klass 1:

$$21,6 \text{ ton per år} \times 1,0 \text{ km} = 21,6 \text{ tonkm per år}$$

Den sammanlagda olycksfrekvensen för stor massexplosion (> 100 kg) blir då:

$$21,6 \text{ tonkm/år} \times 2 \times 10^{-10} \text{ olyckor/tonkm} = 4,3 \times 10^{-9} \text{ per år}$$

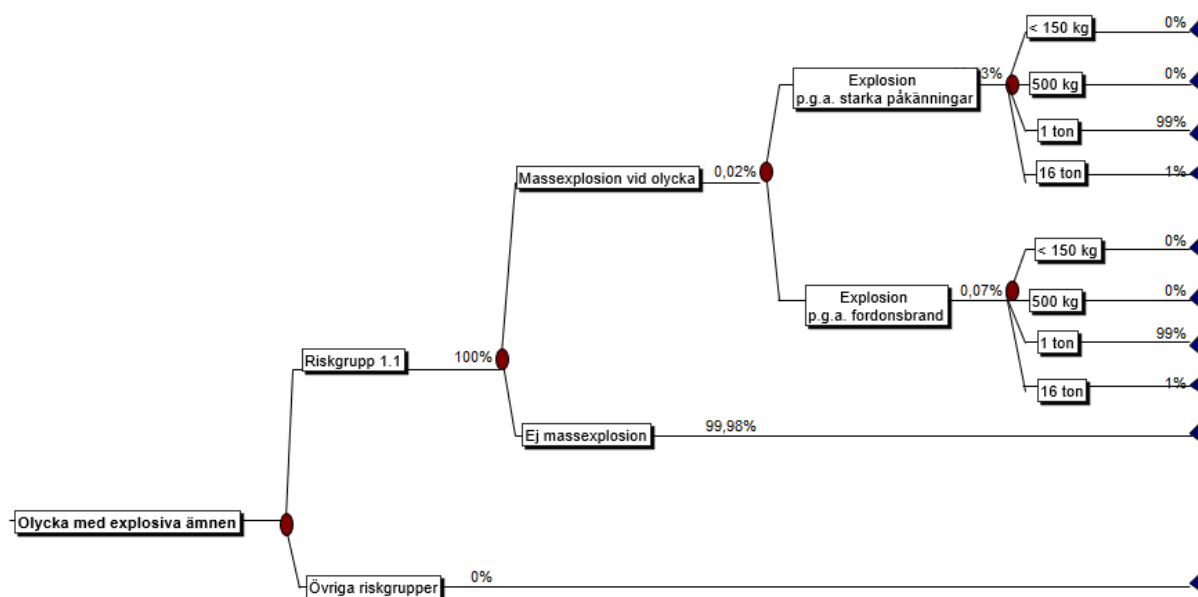
Enligt tabell A.2 är frekvensen för trafikolycka med klass 1 på sträckan (1 km)  $2,0 \times 10^{-5}$  per år.

Sannolikheten för en stor massexplosion givet trafikolycka med transport av ADR-klass 1.1 beräknas då utifrån förutsättningarna till:

$$\frac{4,3 \times 10^{-9}}{2,0 \times 10^{-5}} = 0,00021 = 0,021 \%$$

Det antas att sannolikheten för stor massexplosion är jämnt fördelad över de två orsakerna stora påkänningar vid trafikolycka respektive fordonsbrand som sprids till lasten. Det som skiljer dessa händelseförlopp är tidsintervallet. En massexplosion p.g.a. starka påkänningar uppskattas ske momentant eller mycket kort efter själva händelsen. En massexplosion p.g.a. fordonsbrand antas däremot vara fördröjd eftersom det kommer att krävas en omfattande brand för att påverka lasten så den exploderar. Tidsintervallet innebär att konsekvenserna av olycksscenarioet bedöms kunna variera.

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



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

Tabell A.4. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av explosiva ämnen för prognosår 2045.

Scenario	Frekvens (per år)
<b>Olycka med explosivämne (klass 1)</b>	<b>2,0E-05</b>
Explosion med massexplosiva ämnen (klass 1.1)	
1 ton	<b>4,3E-09</b>
- P.g.a. starka påkänningar	4,3E-09
- P.g.a. tågbrand	2,9E-12
16 ton	<b>4,3E-11</b>
- P.g.a. starka påkänningar	4,3E-11
- P.g.a. tågbrand	2,9E-14

Klass 2. Gaser

Gäller endast väg 76.

Gaser (klass 2) delas in i följande undergrupper:

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

Studerad statistik från Trafikanalys /5/ redovisar ej fördelningen mellan undergrupperna. I MSB:s kartläggning från september månad 2006 redovisas däremot klass 2 uppdelad i de tre undergrupperna /6/. Kartläggningen visar att transporter med ämne ur klass 2 utgjordes av ca 29 % brännbara gaser (2.1) och 71 % inerta gaser (2.2). Inga giftiga gaser registrerades på den aktuella sträckan under mätperioden. Som underlag till beräkningarna förutsätts dock en mindre mängd giftiga gaser (2 %), andel av övriga klasser sätts i beräkningarna till 29 % (klass 2.1) samt 69 % (klass 2.2).

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 beräkningarna.

Sannolikheten för läckage av farligt gods till följd av trafikolycka varierar beroende på om godset transporteras i en tunn- eller tjockväggig tank. Gaser transporteras vanligtvis tryckkondenserade i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. Sannolikheten för utsläpp är då mycket låg. Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för medelstort eller stort utsläpp till följd av en trafikolycka med farligt godstransport vid tjockväggig behållare är 0,19 %, se tabell A.1 /1/.

I MSB:s rapport "Farligt gods – riskbedömning vid transport" /7/ anges en fördelning mellan olika läckagestorlekar enligt nedan:

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

Givet ovanstående fördelning så blir den totala sannolikheten för utsläpp från tjockväggig tank givet olycka:

- $0,0019 / (0,208+0,167) = 0,0051$

Skadeområdet vid litet utsläpp (oavsett antändning) begränsas till närområdet runt olycksplatsen och har därmed ingen påverkan på risknivån inom det studerade området. Litet utsläpp omfattas därför inte av frekvensberäkningarna. Fördelningen mellan medelstort och stort läckage antas utifrån ovanstående siffror:

- Medelstort läckage:  $20,8 \% / (20,8\%+16,7\%) = 55,5 \%$
- Stort läckage:  $16,7 \% / (20,8\%+16,7\%) = 44,5 \%$

För **brännbara gaser** i bulktransport kan följande scenarier antas uppstå beroende på typen av antändning:

- Omedelbar antändning av läckande gas (jetflamma/pölbrand)
- Fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck (gasmolnexplosion/gasmolnsbrand)

---

/5/ Statistikrapporter från Trafikanalys: Lastbilstrafik, Lastbilstrafik 2019 (Rapportnr 2020:14), Lastbilstrafik 2020 (Rapportnr 2021:14), Lastbilstrafik 2021 (Rapportnr 2022:16), Lastbilstrafik 2022 (Rapportnr 2023:15), Lastbilstrafik 2023 (Rapportnr 2024:14)

/6/ Statens Räddningsverket, "Kartläggning av farligt godstransporter september 2006," 2007.

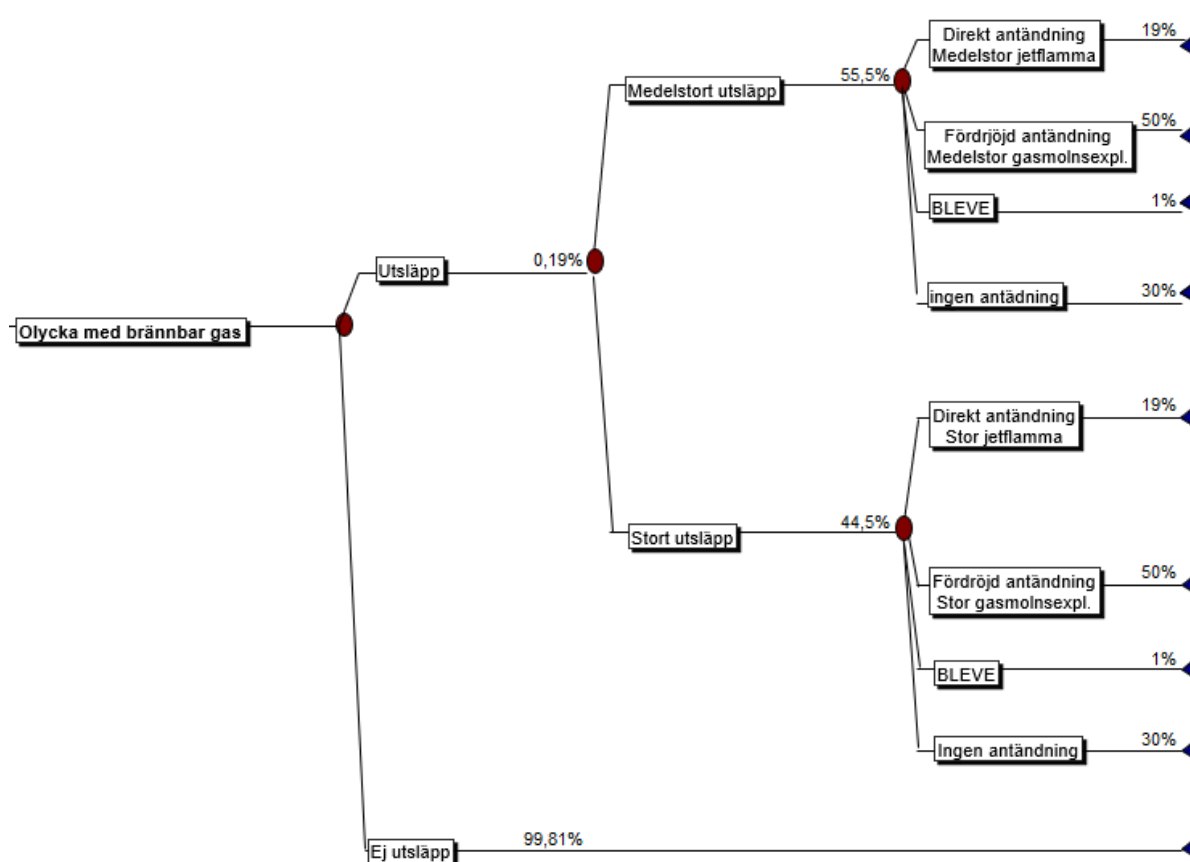
/7/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

- Tank utsätts för en utbredd brand under en längre tid (BLEVE = Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion)

Fördelningen mellan antändningstyper och följdscenarier enligt ovan är beroende av utsläppsstorleken. Fördelningen varierar mellan olika riskkällor. För utsläpp vid trafikolycka används följande fördelningar som utgör en sammanvägning av olika riskkällor som redovisas i /8/:

- ingen antändning: 31 %
- omedelbar antändning: 19 %
- fördröjd antändning: 50 %
- BLEVE: 1 %

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



Figur A.2. Händelsetråd över olycka med transport av brännbar gas (klass 2.1).

Tabell A.5. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av brännbar gas för prognosår 2045.

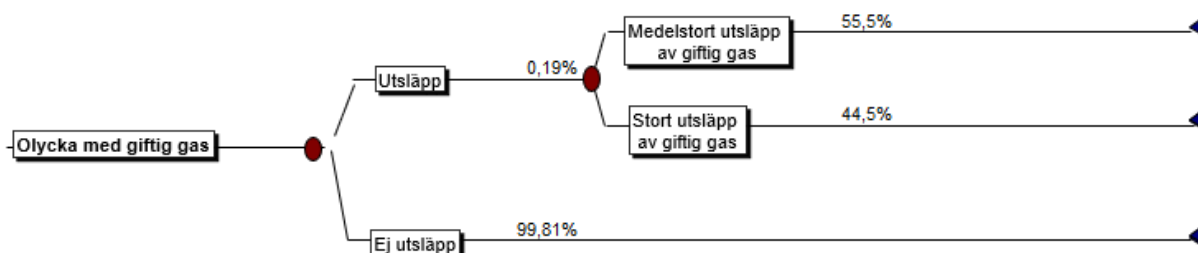
Scenario	Frekvens (per år)
<b>Olycka med gas (klass 2)</b>	<b>7,1E-04</b>
<b>Olycka med brännbar gas (28,9 % av gaser)</b>	<b>2,1E-04</b>
Medelstor jetflamma	4,2E-08
Medelstor gasmolnsexplosion	1,1E-07
Stor jetflamma	3,3E-08
Stor gasmolnsexplosion	8,8E-08
BLEVE	3,9E-09

För **giftiga gaser** studeras följande scenarier beroende av läckagestorlek:

- medelstort läckage
- stort läckage

Skadeområdet vid litet utsläpp begränsas till närområdet runt olycksplatsen och har därmed ingen påverkan på risknivån inom planområdet. Litet utsläpp omfattas därför inte av frekvensberäkningarna.

Sannolikhet för utsläpp och fördelning mellan utsläppsstorlek motsvarar förutsättningarna som redovisas ovan. Figur A.3 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av giftiga gaser. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.6.



Figur A.3. Händelsetråd olycka med transport av giftig gas (klass 2.3).

Tabell A.6. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av giftig gas för prognosår 2045.

Scenario	Frekvens (per år)
<b>Olycka med gas</b>	<b>7,1E-04</b>
<b>Olycka med giftig gas (0,4 % av gaser)</b>	<b>1,4E-05</b>
Medelstort utsläpp giftig gas	1,5E-08
Stort utsläpp giftig gas	1,2E-08

### Klass 3. Brandfarliga vätskor

En mycket hög andel av de brandfarliga vätskor som transporteras på väg 76 uppskattas vara petroleumprodukter, d.v.s. transporter av bensin och diesel till bl.a. bensinstationer. I de fortsatta beräkningarna så antas det mycket konservativt att samtliga väsketransporter rymmer klass 1-vätskor, d.v.s. vätskorna har en låg flampunkt som innebär en hög sannolikhet för antändning. Väldigt konservativt antas att även transportererna på Esplanaden omfattar klass 1 -vätskor som är mer lättantändliga än diesel.

Brandfarliga vätskor transporteras i regel i tunnväggiga tankbilar. Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för medelstort eller stort utsläpp till följd av en trafikolycka med farligt godstransport vid tunnväggig behållare är 13 %, se tabell A.1 och A.2 /9/.

I "Farligt gods – riskbedömning vid transport" /7/ anges en fördelning mellan olika läckagestorlekar enligt nedan för tankbilar med släp:

- Litet läckage: 25 %
- Medelstort läckage: 25 %
- Stort läckage: 50 %

Skadeområdet vid ett litet utsläpp begränsas normalt till närområdet runt olycksplatsen och har därmed ingen påverkan på risknivån inom planområdet. Litet utsläpp omfattas därför inte av frekvensberäkningarna. Fördelningen mellan medelstort och stort läckage antas utifrån ovanstående siffror:

- Medelstort läckage:  $25 \% / (25 \% + 50 \%) = 33,3 \%$
- Stort läckage:  $50 \% / (25 \% + 50 \%) = 66,7 \%$

Sannolikheten klass 1-vätskor antänds vid utsläpp till följd av en trafikolycka antas vara ca 3 % /4, 10/ oberoende av utsläppsstorleken.

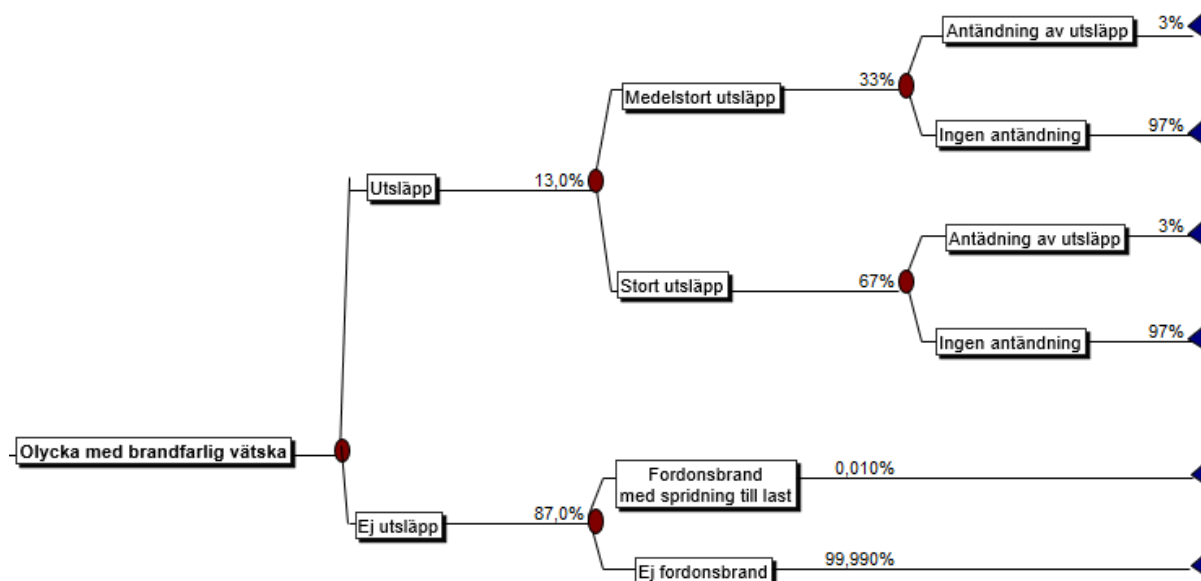
Omfattande brand kan även uppstå om t.ex. en motorbrand sprider sig till lasten vid en olycka med brandfarliga vätskor. Enligt avsnitt 3.1 uppskattas sannolikheten för brand i fordon p.g.a. kollision givet en trafikolycka med farligt godstransport till 0,15 %. Vidare så är andelen av fordonsbränder i fordon med farligt gods där farligt gods varit involverat ca 15 % (se avsnitt 3.1). Detta ger en sannolikhet för fordonsbrand där farligt gods varit involverad på  $0,15 \% \times 15 \% = 0,023 \%$ .

Figur A.4 och A.5 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av brandfarliga vätskor. Beräkningsresultaten redovisas i tabell A.7.

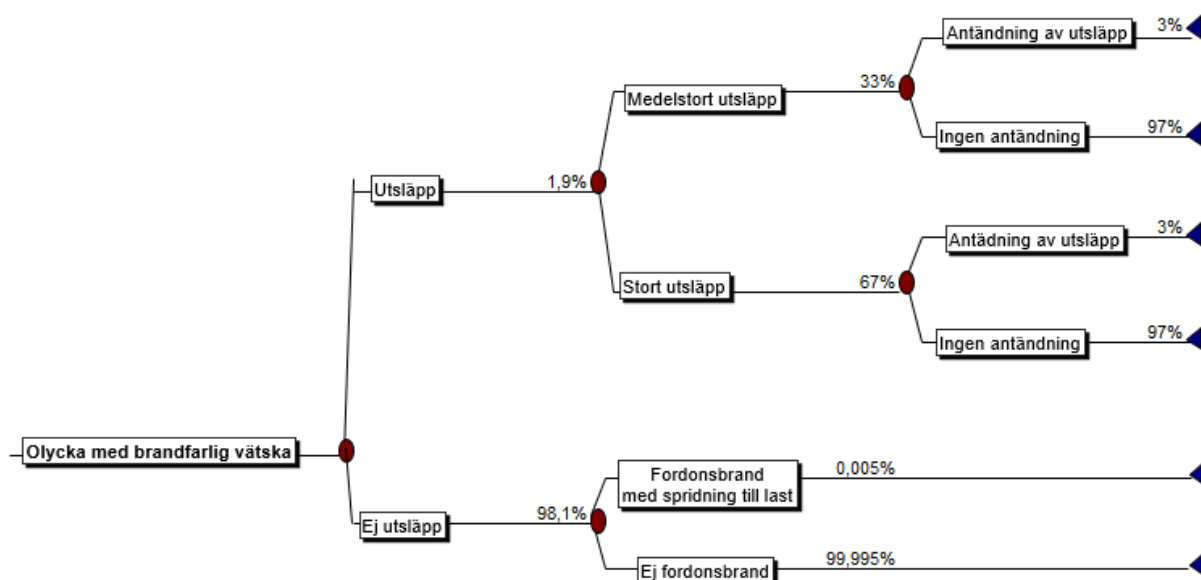
---

/9/ Fördjupning – Riskanalys vald vägsträcka. Vägverket publikation 2005:55, datum 2005-05

/10/ Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail, Purdy, Grant, Journal of Hazardous materials, 33 1993



Figur A.4. Händelsetråd olycka med transport av brandfarlig vätska (klass 3). Väg 76.



Figur A.5. Händelsetråd olycka med transport av brandfarlig vätska (klass 3). Esplanaden.

Tabell A.7. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av brandfarlig vätska för prognosår 2040.

Scenario	Frekvens (per år)	
	Väg 76	Esplanaden
Trafikolycka med brandfarlig vätska (klass 3)	1,0E-03	2,2E-05
Medelstor pölbrand	1,4E-06	4,1E-09
Stor pölbrand	2,7E-06	8,2E-09
Tankbilsbrand	9,1E-08	1,1E-09

Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider  
*Gäller endast väg 76.*

Olyckor med oxiderande ämnen (klass 5.1) och organiska peroxider (klass 5.2) brukar vanligtvis inte leda till personskador. Om det blir involverat i en brand kommer dock brandens intensitet att öka. Vissa oxiderande ämnen kan även ge explosionsartade brandförlopp eller våldsamma reaktioner tillsammans med något bränsle, eller själva sönderfalla våldsamt om de hettas upp.

Ämnen ur klass 5 som i ren form kan sönderfalla explosivt utan blandning med något bränsle utgörs enligt /2/ av ammoniumdikromat, ammoniumnitrat, ammoniumperklorat samt väteperoxider eller vattenlösningar med över 60 % väteperoxid. Dessa ämnen och föreningar är termiskt stabila upp till relativt höga temperaturer, vilket innebär att ett explosivt sönderfall vid en transportolycka med dessa ämnen främst kan inträffa som följd av en brand. Ett explosionsscenario med dessa ämnen utan blandning av bränsle har en explosionslast som är ca 20-30 % av massexplosion med motsvarande mängd trotyl.

Vidare finns det ett flertal ämnen ur klass 5 (bl.a. ammoniumnitrat, väteperoxider och vattenlösningar med över 60 % väteperoxid) som om de blandas med bränsle räknas som massexplosiva ämnen. Ett explosionsscenario med dessa ämnen med blandning av bränsle har en explosionslast som är 70-100 % av massexplosion med motsvarande mängd trotyl.

Enligt regelverket ADR-S /3/ 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). Andelen av de organiska peroxiderna som bedöms kunna självantända explosionsartat vid brand eller vid kontakt med organiskt material antas därför vara mycket begränsad.

En stor del av den transporterade mängden klass 5-varor som är förknippade med explosionspotential efter förorening är ammoniumnitrat, som utgör ett fast oxiderande ämne (nyttjas vid framställning av sprängämne/emulsionsmatris samt konstgödsel). I utredningen ansätts samtliga klass 5-varor utgöras av ammoniumnitrat.

Händelseträdsanalysen för olycka med klass 5 kommer att följa den metodik som redovisas i den analys om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5 som FOI utförde i samband med intunnlingen av Norra stationsområdet i Stockholm /2/.

I avsnitt 3.1 anges att sannolikheten för brand i fordon p.g.a. kollision givet en trafikolycka med farligt godstransport är 0,15 %. Vidare så är andelen av fordonsbränder i fordon med farligt gods där farligt gods varit involverat i genomsnitt ca 15 %.

Oxiderande ämnen transporteras i regel i tunnväggiga tankbilar. Aktuell vägstandard och hastighetsbegränsning innebär att sannolikheten för medelstort eller stort utsläpp till följd av en trafikolycka med farligt godstransport vid tunnväggig behållare är 13 %, se tabell A.1 /1/. Detta värde ansätts som sannolikheten för utsläpp av klass 5 och/eller brandspridning till lasten.

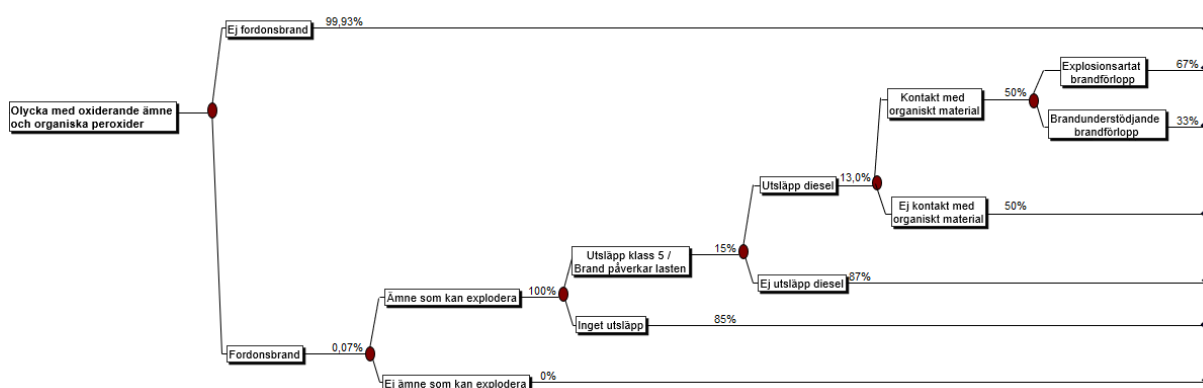
För att en stor mängd explosiv blandning ska uppstå krävs dock blandning med relativt omfattande mängd brännbart material, vilket exempelvis kan uppstå p.g.a. utsläpp av diesel. Det finns inga tillgängliga data för hur ofta bränsletankar går sönder vid en trafikolycka. Sannolikheten för ett betydande utsläpp diesel p.g.a. trafikolyckan uppskattas utifrån sannolikheten för utsläpp från tunnväggig behållare till 13 % utifrån ovanstående uppgifter.

Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska förorenas med brännbart material så att det bildas en omfattande blandning antas konservativt till 50 % givet att det skett utsläpp av diesel.

Förbränningen antas kunna leda till explosionsartade brandförlopp alternativt till en kraftig brand där det utläckta godset fungerar brandunderstödjande. Sannolikheten för att förbränningen leder till explosionsartat brandförlopp uppskattas till högst 2/3 och i övriga fall antas det utläckta godset fungera brandunderstödjande så att brandförloppet motsvarar en mycket stor brand.

Skadeområdet vid en fordonsbrand begränsas normalt till närområdet runt olycksplatsen och har därmed ingen påverkan på risknivån inom planområdet. En olycka med klass 5 som leder till en mycket stor brand omfattas därför inte av frekvensberäkningarna.

Figur A.6 redovisar ett händelsetråd över följdscenarier vid en olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider. Frekvensen för olika utsläppsscenarier har beräknats för respektive indata och redovisas i tabell A.8.



Figur A.6. Händelsetråd olycka med transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5).

Tabell A.8. Beräknade frekvenser för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider för prognosår 2045.

Scenario	Frekvens (per år)
<b>Trafikolycka med oxiderande ämne (klass 5)</b>	<b>1,3E-04</b>
Explosionsartat brandförlopp vid självantändning	5,7E-10
Brandunderstödjande brandförlopp (motsvarande stor lastbilsbrand)	2,9E-10

**Bilaga B – Beräkning av skadeområden**

Uppdragsnamn

Norrtälje sjukhus

Uppdragsgivare

Locum/White

Uppdragsnummer

511602

Datum

2026-05-04

Handläggare

Rosie Kvål

Egenkontroll

RKL 2026-05-04

Internkontroll

LSS 2025-10-24

## 1. Inledning

I denna bilaga beräknas konsekvenserna av de olycksrisker (skadescenarier) som bedömts kunna påverka risknivån för ny bebyggelse inom det studerade området. Beräkningarna beaktar följande olycksrisker:

- **Olycka med farligt gods på väg 76**
  - Klass 1.1. Massexplosiva ämnen
  - Klass 2.1. Brännbara gaser
  - Klass 2.3. Giftiga gaser
  - Klass 3. Brännbara vätskor
  - Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider
- **Olycka med diesel på Esplanaden samt på lossningsplats**

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

I riskanalysen används riskmåttet *individrisk*. Med hänsyn till detta består konsekvensberäkningarna av beräkning av skadeavstånd/-område (avsnitt 3 och 4).

## 2. Olycka med farligt gods på väg 76

### 2.1 Klass 1. Explosiva ämnen

#### 2.1.1 Metodik

Enligt tidigare 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 kringliggande områden utmed respektive riskkälla.

Konsekvensberäkningarna för olycka på väg omfattar två explosionsscenarier utifrån den uppdelning som redovisas i bilaga A:

- 1 000 kg (inkluderar ca 99 % av transportererna)
- 16 000 kg (max transport på väg, uppskattas till 1 % av transportererna)

Konsekvensberäkningarna följer den metodik som anges i MSB:s rapport *Luftstötstång /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:

---

/1/ Luftstötstång, Morgan Johansson (Reinertsen Sverige AB), MSB, senast reviderad 2012

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

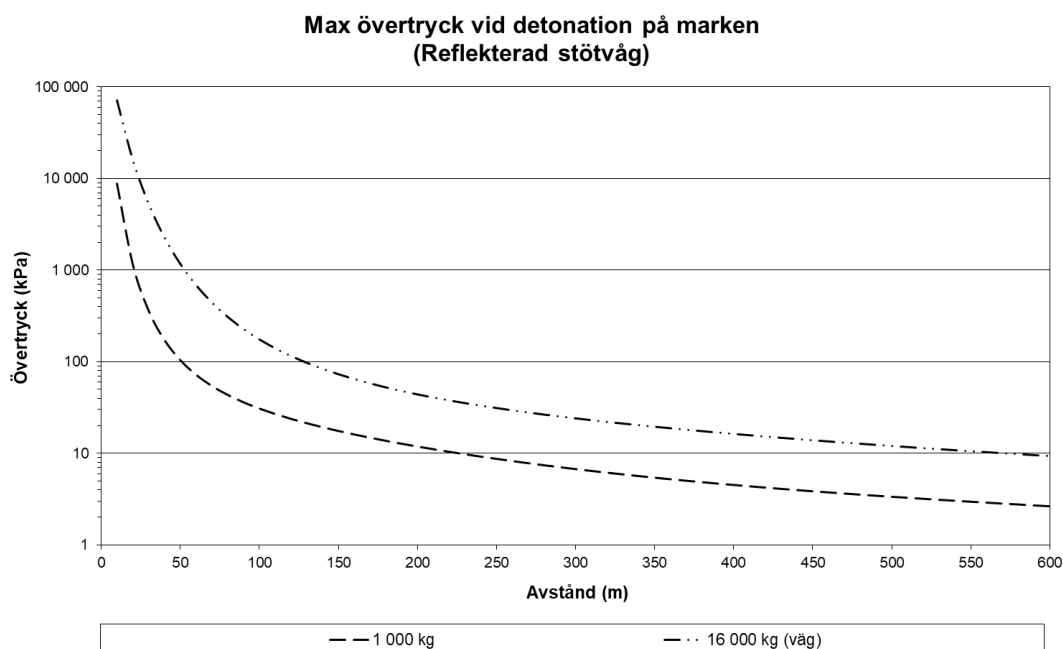
Konsekvensberäkningarna utgår från beräkningar av maximalt övertryck ( $P_+$ ), impulstäthet ( $I_+$ ) samt varaktighet ( $t_+$ ) för de studerade explosionsscenarierna. I figur B.1 och figur B.2 redovisas beräkningar avseende tryck respektive impulstäthet som en funktion av avståndet från explosionen. 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.

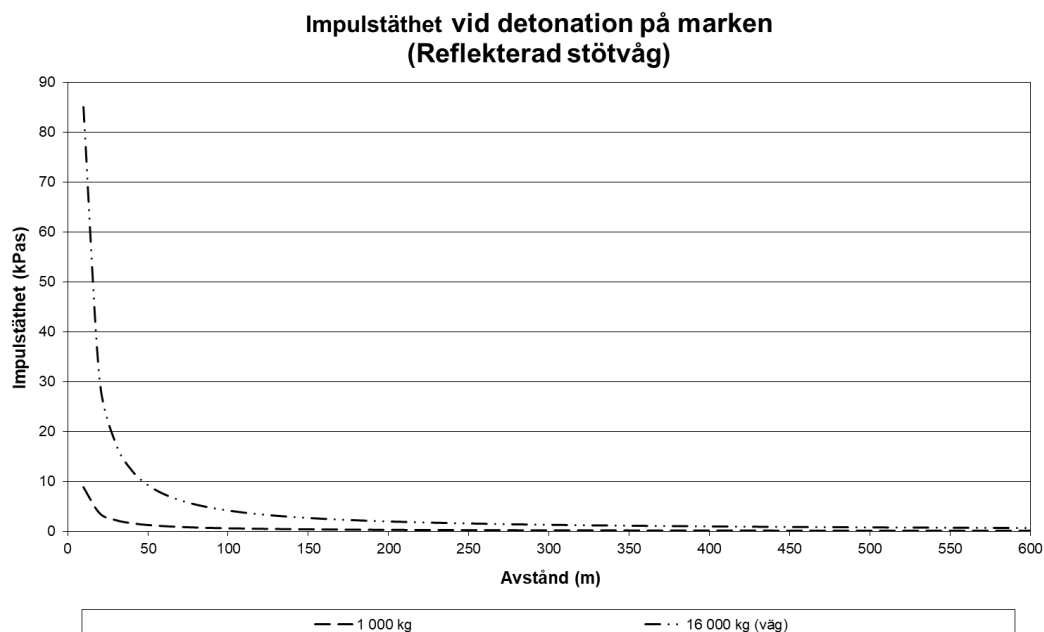
Då människor är relativt små bedöms inget reflekterande tryck uppstå vilket innebär att man vid bedömning av skadeområdet för konsekvenser utomhus studerar strykande tryck ( $180^\circ$ ).

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

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



Figur B.1. Max övertryck som funktion av avståndet från explosion vid detonation av trotyl på eller nära mark vid vinkelrätt infall.



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

### 2.1.2 Bedömningskriterier

**Inomhus:** Enligt ovan beror konsekvenserna inomhus på explosionens maximala övertryck ( $P_+$ ) och impulstäthet ( $I_+$ ) i förhållande till byggnadsdelarnas karaktäristiska tryck ( $P_c$ ) och impuls ( $I_c$ ), se ekvationen i avsnitt Metodik. I tabell B.1 anges karaktäristiska tryck ( $P_c$ ) respektive impulstäthet ( $I_c$ ) för olika byggnadsdelar beroende på byggnadsstrategi och bärighet /2/.

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

Byggnadsdel	$P_c$ (kPa)	$I_c$ (kPas)
<b>Bärande konstruktioner</b>		
<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
<b>Icke bärande konstruktioner</b>		
- Lätta utfackningsväggar (plåtkassetter) i pelarhus	5	0,5
- Medeltunga utfackningsväggar (regelstomme & fasadtegelskal)	5	1,0

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 100 % av personer som vistas inom totalkollapsade byggnadsdelar omkommer. Inom byggnadsdelar som endast rasar lokalt antas ca 15 % omkomma.

/2/ Konsekvenser vid explosioner – kompendium framtaget i samband med FOAs kurs explosivämneskunskap, FOA, Rickard Forsén 1999-09-03 (Bearbetat av Stefan Olsson 2001-09-16)

**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 /3/:

- 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 ovan uppskattas innebära följande sannolikhet för att omkomma:

- 1 000 kg:                    25 %
- 16 000 kg:                 50 %

### 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.1 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario.

De infallande tryck som redovisas i figur B.2 gäller för en punkt (byggnad eller människa) som är helt oskyddad mot riskkällan. Den första raden av bebyggelse reducerar med stor sannolikhet det infallande trycket mot bakomliggande byggnader relativt mycket. Det uppskattas grovt att de första byggnaderna medför att trycket och impulstätheten mot nästföljande byggnader och obebyggda ytor reduceras med upp till ca 50 % i förhållande till vad som anges i figur B.2 respektive figur B.2.

Beräkning/bedömning av skadeavstånden avseende skyddad bebyggelse utgår från det aktuella planområdet inklusive omgivning med hänsyn till avstånd mellan riskkälla och närmaste bebyggelse. För skadescenarier där skadeavståndet för oskyddad bebyggelse understiger avståndet mellan riskkälla och bebyggelse görs exempelvis ingen reduktion av skadeavstånden för skyddad bebyggelse.

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

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	
		Oskyddad bebyggelse	Skyddad bebyggelse
<b>1 000 kg massexplosion</b> (inkluderar ca 99 % av transporter)	100 % <i>inomhus</i>	30	30
	15 % <i>inomhus</i>	80	40
	25 % <i>utomhus</i>	25	25
<b>16 000 kg massexplosion</b> (max vikt vägtransport, 1 % av transporter)	100 % <i>inomhus</i>	70	50
	15 % <i>inomhus</i>	350	175
	50 % <i>utomhus</i>	50	40

/3/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – metoder för bedömning av risker, FOA, september 1997

## 2.2 Klass 2.1 Brännbara Gaser

### 2.2.1 Metodik

För brännbara gaser kan följande 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.

Avseende olycka på väg har utsläppssimuleringarna utförts för en tankbil med total mängd ca 25 ton tryckkondenserad gas.

Nedan redovisas den indata som anges i **Gasol** med avseende på tankutformning, väder etc.:

- Lagringstemperatur: 15°C
- Lagringstryck: 7 bar övertryck vid 15°C
- Lufttryck: 760 mmHg
- Väder: 15°C, 50 % relativ fuktighet, dag och klart
- Omgivning: Många träd, häckar och enstaka hus (tätortsförhållanden)
- Tankdiameter: 2,5 m
- Tanklängd: 19 m
- Tankfyllnadsgrad: 80 %
- Tankens tomma vikt: 50 000 kg
- Designtryck: 15 bar övertryck
- Bristningstryck: 4 x designtrycket

Avseende olycka har skadescenarierna jetflamma respektive gasmolnexplosion simulerats för följande utsläppsstorlekar /4/:

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

Skadeområdena för jetflamma och gasmolnexplosion 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 gasmolnexplosion 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.

BLEVE simuleras utifrån förutsättningen att hela tanken inkluderas i explosionen, d.v.s. 25 ton brännbar gas.

---

/4/ Farligt gods – riskbedömning vid transport, Räddningsverket Karlstad, 1996

### 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.3 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 %. I riskberäkningarna uppskattas det grovt att ca 50 % av de människor som vistas inom aktuellt skadeområde riskerar att omkomma.

**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. För jetflamma uppskattas det 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-3:e 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 omkommer.

För gasmolnexplosion och BLEVE bedöms sannolikheten för brandspridning vara låg med hänsyn till kortvariga brandförlopp. Konsekvenser inomhus kan dock uppstå p.g.a. tryckpåverkan. Utifrån detta uppskattas grovt att 5 % av personer som befinner sig inomhus inom belyst skadezon enligt tabell B.3 förväntas omkomma.

### 2.2.3 Resultat

I tabell B.3 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat, varför dess bredder även presenteras.

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

Vid tät bebyggelsestruktur så reducerar byggnaderna skadeavståndet och påverkan på bakomliggande byggnader relativt mycket. I detta fall saknas en bestämd bebyggelsestruktur och ingen hänsyn tas därför till eventuellt skydd av bakomliggande byggnader.

I tabell B.3 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario. Enligt ovan blir inte skadeområdet cirkulärt runt olycksplatsen utan mer plymformat för scenarierna jetflamma och brinnande gasmoln.

Tabell B.3. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brännbara gaser.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	
		Oskyddad bebyggelse	
		bredd	längd
<b>Medelstor jetflamma</b> 0,9 kg/s gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	15	15
<b>Medelstor gasmolnexplosion</b> 0,9 kg/s gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	50	70
<b>Stor jetflamma</b> 17,8 kg/s gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	60	55
<b>Stor gasmolnexplosion</b> 17,8 kg/s gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	215	185
<b>BLEVE</b> 25 ton gasol	5 % inomhus 50 % utomhus	440	220

## 2.3 Klass 2.3 Giftiga Gaser

### 2.3.1 Metodik

Simuleringarna utförs för tryckkondenserad ammoniak, vilket är en av de giftigaste gaserna som transporteras i större tankar på vägar i Sverige. Giftigare gaser, som t.ex. klor transporteras normalt i begränsade mängder på väg, medan de större transporterarna går på järnväg. Utsläppssimuleringarna har utförts för tankbil rymmandes ca 24 ton ammoniak.

Med simuleringsprogrammet **Spridning i Luft 1.2** beräknas storleken på det område där koncentrationen ammoniak antas vara dödlig (inomhus och utomhus). Nedan redovisas den indata som anges i **Spridning i Luft 1.2** med avseende på tankutformning, omgivningsstruktur och väder etc.

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

Enligt händelseträdet i bilaga A så delas utsläpp med giftig gas vid olycka i medelstort respektive stort utsläpp.

Följande utsläppsstorlekar simulerats, vilka är fördefinierade i **Spridning i Luft 1.2**:

- Medelstort utsläpp (brott på rör): 10 kg/s
- Stort utsläpp (stor punktering): 85 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 konservativt att ventilationsintagen för samtlig bebyggelse är placerade högst 3 meter över marken.

### 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.4 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario.

Enligt metodbeskrivningen ovan utgår beräkningarna i **Spridning i Luft 1.2** från bebyggelse med avseende på ytråheten (d.v.s. möjligheten för gasmolnet att spridas). Beräkningarna avser relativt fri spridning av gas som inte tar någon hänsyn till framförliggande objekt och avskärmningar som kan reducera spridningen av gasmoln vilket i sin tur reducerar skadeavstånden.

Föreslagen bebyggelsestruktur med en förtätning av bebyggelsen i direkt anslutning till riskkällorna bedöms ha en avskärmande effekt som reducerar skadeavståndet (längden) för respektive scenario, med upp till ca 25-50 % i förhållande till vad som redovisas i **Spridning i Luft 1.2**. Detta kommer att beaktas vid beräkning av antal omkomna.

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

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)			
		Inomhus		Utomhus	
		bredd	längd	bredd	längd
Litet utsläpp 10 kg/s ammoniak	100%	0	0	20	30
	50%	10	20	30	60
	5%	20	35	50	90
Stort utsläpp 85 kg/s ammoniak	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 vilket är mycket konservativt då en stor mängd av transporter med klass 3 på väg 76 innehåller ämnen, exempelvis diesel, med högre flampunkt och som därmed är mer svårantändliga.

Beroende på utsläppstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas vilket leder till olika mängder värmestrålning.

Enligt händelsetråd i bilaga A så delas utsläpp med brandfarlig vätska vid olycka upp i medelstort respektive stort utsläpp.

Med avseende på pölbrand antas det grovt att pölen har cirkulär utbredning, vilket ger en högre strålningsnivå. Scenariot tankbilsbrand kommer att studeras utifrån motsvarande metodik, men i detta fall tas ingen hänsyn till pölens utbredning.

Följande brandscenarier har beräknats:

- Medelstor pölbrand: 200 m<sup>2</sup>
- Stor pölbrand: 400 m<sup>2</sup>
- Tankbilsbrand Max brandeffekt ca 300 MW /5/

Konsekvensberäkningarna utgår generellt från cirkulära pölbränder, d.v.s. en jämn utbredning av utsläppet runt olycksplatsen. Detta innebär att utsläppet förväntas spridas obehindrat i alla riktningar kring olycksplatsen, även mot det studerade planområdet, vilket ger en hög strålningsnivå. I försök har det påvisats att pölens utbredning är kraftigt beroende av vägens utformning och lutningar /6/. Det krävs relativt små lutningar och nivåskillnader för att vätskan ska forma rännilar eller ansamlingar i lågpunkter m.m.

/5/ Fire and Smoke Control in Road Tunnels, PIARC Committee of Road Tunnels, 1999

/6/ Konsekvenser vid tankbilsolycka med bensin i Stockholms innerstad, Stockholms brandförsvär, 1998

Det studerade området är relativt kuperat och där vägen ligger lägre än omgivningen kommer höjdskillnaden inverka positivt på spridningsområdet och medföra att skador erhålls på kortare avstånd. Eftersom höjdskillnaden varierar tas ingen hänsyn till denna utan väg och omgivning förutsätts ligga i nivå vid beräkning av skadeområden.

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

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

**Brandeffekt (Q)** – Brandeffekten beräknas utifrån pölarean och ansätts till att 1 MW genereras per kvadratmeter pölarea /7/.

**Flamhöjd (H<sub>F</sub>)** – Flamhöjden (m) kan beräknas som funktion av brandeffekten och pöldiametern (D) enligt följande ekvation /8/:  $H_f = 0.23 \cdot \dot{Q}^{2/5} - 1,02D$

Ovanstående förhållande mellan brandeffekt och pölarea innebär att flamhöjden grovt kan uppskattas till  $H_f = D/9$ .

**Utfallande strålning (I<sub>0</sub>)** – Den utfallande strålningen (kW/m<sup>2</sup>) är beroende av pölbrandens diameter. Upp till en viss pölstorlek ökar strålningen från flamman, men efter en viss nivå minskar effektiviteten i förbränningen med påföljd att rökutvecklingen tilltar och temperaturen i flamzonen sjunker. En del av värmestrålningen absorberas därmed i omgivande rök, vilket innebär att den utfallande strålningen sjunker med ökande värde på pölbrandens storlek. Den utfallande strålningen kan beräknas med följande ekvation /10/:  $I_0 = 58 \cdot 10^{-0,00823 \cdot D}$

**Synfaktor (F)** – Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se Figur B.5). Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill.

Synfaktorn  $F_{1,2}$  mellan flamman och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt /11/:  $F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$

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 Figur B.3

---

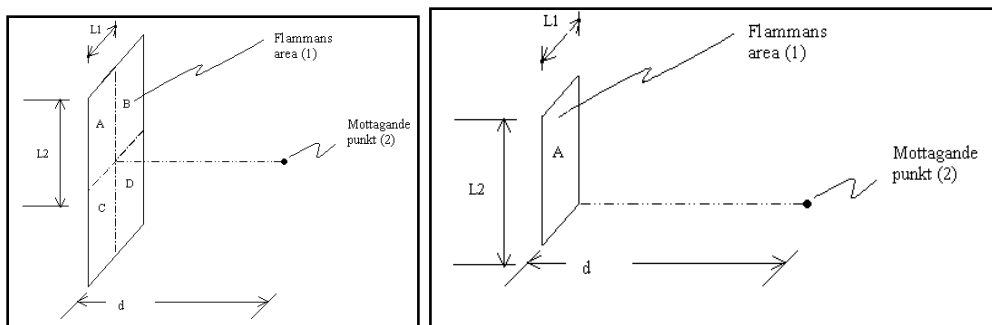
/7/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005

/8/ Enclosure Fire Dynamics, Karlsson & Quintiere, 2000

/9/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005

/10/ Radiation from large pool fires, Journal of Fire Protection Engineering, 1 (4), pp 141-150, Shokri & Beyler, 1989

/11/ An Introduction to Fire Dynamics – second edition, Drysdale, University of Edinburgh, UK 1999



Figur B.3. Synfaktor.

Ovanstående ekvation kan omvandlas till följande ekvation för beräkning av respektive ytas (A, B, C och D) synfaktor /12/:

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

$$X = \frac{L_1}{d} \text{ och } Y = \frac{L_2}{d} \text{ enligt Figur B.1.}$$

För synfaktorn gäller den så kallade additionssatsen vilket innebär att enstaka synfaktorer kan adderas eller subtraheras. Om barriären i figur B.6 projiceras på branden kan således synfaktorn  $F_{1,2B}$  mellan flammen och den mottagande arean beräknas som:

$$F_{1,2B} = F_{1,2} - F_{\text{barriär}}$$

Denna ekvation kan omvandlas så att den istället utförs som tidigare ekvationer där  $F_{C1,2}$  och  $F_{D1,2}$  beräknas utifrån att:

$$X_C = X_D = \frac{L_1}{d} \text{ och } Y_C = Y_D = \frac{L_2 - L_{\text{barriär}}}{d}$$

enligt figur B.2, då barriären placeras precis framför flammen, d.v.s. avståndet från flamma till mottagande punkt är detsamma som avståndet från barriär till mottagande punkt kan synfaktorn beräknas genom att subtrahera den av barriären täckande flamytan.

Om ytorna A, B, C och D är lika stora betyder det att den mest kritiska punkten på avståndet  $d$  från branden studeras.

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

Med hjälp av ovanstående samband och förutsättningar har brandeffekten, brandens diameter och flamhöjden beräknats för de olika pölbrandscenarierna (se Tabell B.5).

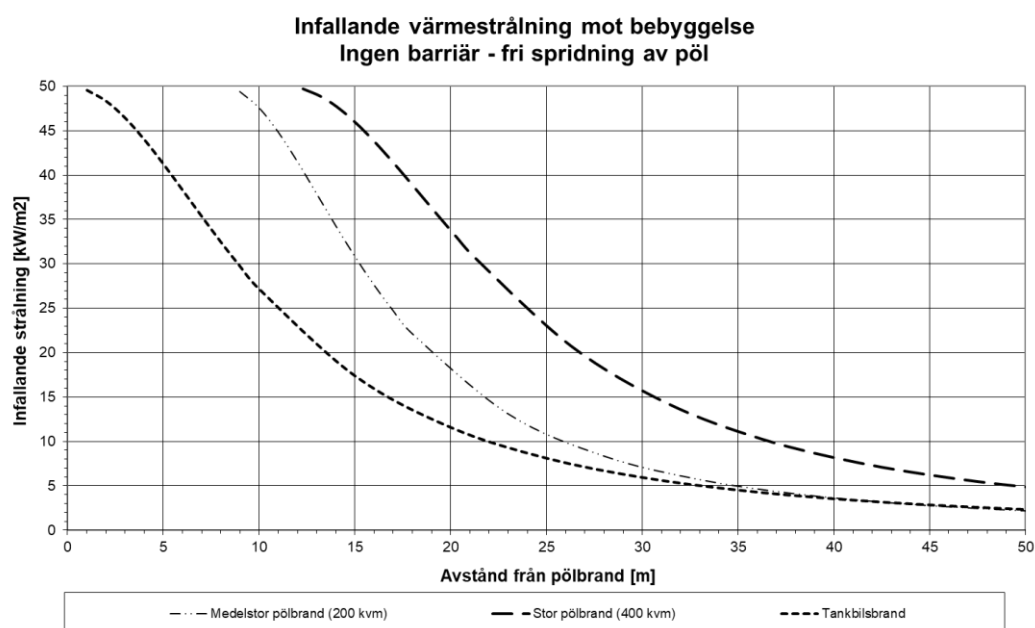
Tabell B.5. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flamhöjd samt utfallande värmestrålning.

Scenario	Brinnande yta $A_F$ ( $\text{m}^2$ )	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter $D_f$ (m)	Flamhöjd $H_f$ (m)	Utfallande strålning $I_0$ ( $\text{kW}/\text{m}^2$ )
Medelstor pölbrand	200	200 000	16,0	16,0	42,8
Stor pölbrand	400	400 000	22,6	22,6	37,7
Tankbilsbrand	300	300 000	19,5	19,5	40,0

Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i figur B.4. Strålningen har beräknats på halva flammans höjd.

Enligt tabell B.5 sjunker den utfallande strålningen med pölbrandens storlek. Detta beror på att ekvationen beaktar att sotproduktionen ökar vid större pölbränder. Soten och röken döljer själva flaman och absorberar en avsevärd del av strålningen, vilket i sin tur minskar den utfallande värmeinstrålningen. För att inte underskatta den infallande värmeinstrålningen så kommer de fortsatta strålningsberäkningarna att utgå från ett konservativt värde på den utfallande strålningen på 50 kW/m<sup>2</sup> för samtliga brandscenarier.

I figur B.4 beaktas även pölarnas radie (ej för scenariot tankbilsbrand), vilket beror på att pölen kan spridas mot det studerade området. För scenarierna med en avskärmande barriär beaktas dock inte pölarnas radie eftersom barriären begränsar pölens spridning mot området.



Figur B.4. Infallande strålning som funktion av avståndet från pölbrand respektive tankbilsbrand på väg 76.

#### 2.4.2 Bedömningskriterier

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

I tabell B.6 redovisas exempel på strålningsnivåer och vilka skador dessa kan medföra avseende personskada respektive brandspridning.

Tabell B.6. Effekter av olika strålningsnivåer /3, 9/.

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

Sannolikheten för att personer som befinner sig **inomhus** omkommer bedöms utifrån den strålningsnivå som uppskattas vara kritisk med avseende på brandspridning in i byggnaden. Den kritiska värmestrålningen ansätts till 15 kW/m<sup>2</sup> om inga byggnadstekniska åtgärder beaktas, vilket motsvarar det kriterium som anges i BBRAD 3 /13/ 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 utvändigt brand sprids in i byggnaden. Mycket grovt uppskattas det att 5 % av de personer som befinner sig inomhus inom det område kring pölbranden där strålningsnivån överstiger 15 kW/m<sup>2</sup> 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 tabell B.3. Nedan redovisas uppskattad andel omkomna beroende på strålningsnivå för personer som befinner sig utomhus:

- 10 kW/m<sup>2</sup>: < 5 % sannolikhet att omkomma
- 15-20 kW/m<sup>2</sup>: 50 % sannolikhet att omkomma
- > 40 kW/m<sup>2</sup>: 100 % sannolikhet att omkomma

---

/13/ BBRAD 3 – Boverkets ändring av verkets allmänna råd (2011:27) om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd, BFS 2013:12; Boverket 2013

### 2.4.3 Resultat

I tabell B.7 redovisas beräknade skadeavstånd för respektive skadescenario.

Tabell B.7. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
		Oskyddad bebyggelse, fri spridning
<b>Medelstor pölbrand</b> 200 m <sup>2</sup>	5% inomhus	22
	100% utomhus	13
	50% utomhus	22
	5% utomhus	25
<b>Stor pölbrand</b> 400 m <sup>2</sup>	5% inomhus	30
	100% utomhus	18
	50% utomhus	30
	5% utomhus	36
<b>Tankbilsbrand</b> 300 MW	5% inomhus	20
	100% utomhus	7
	50% utomhus	20
	5% utomhus	25

## 2.5 Klass 5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider

### 2.5.1 Metodik

Vid transport på väg kan ett utsläpp innebära att det oxiderande ämnet blandas med fordonets smörj- och drivmedel (organiskt material). Enligt den analys om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5 som FOI utförde i samband med intunnlingen av Norra stationsområdet i Stockholm /14/ kan en optimal blandning motsvara en massexplosion på upp till ca 4 ton trotyl.

Konsekvensberäkningarna för dessa skadescenarier följer den metodik som redovisas i avsnitt 2.1.1.

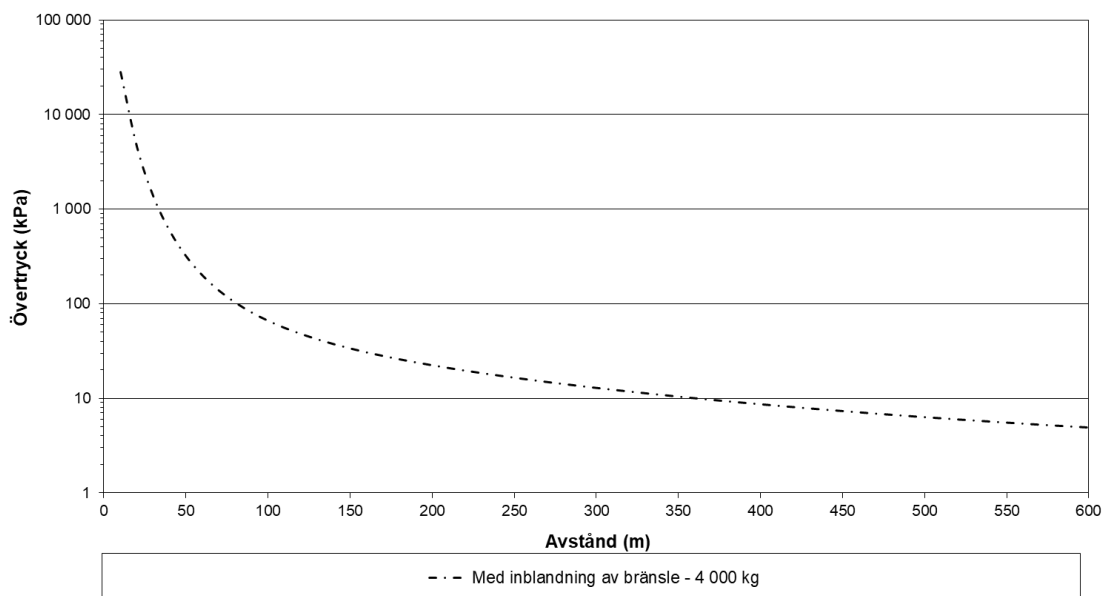
För de olycksscenarioer där explosion inte inträffar kan klass 5-ämnet ändå vara brandunderstödjande och innebära ett mycket kraftigt brandförlopp. Ett brandunderstödjande brandförlopp vid olycka med klass 5 antas motsvara en tankbilsbrand med brandfarlig vätska, se avsnitt 2.4.

I figur B.5 och B.6 redovisas beräkningar avseende tryck respektive impulstäthet som en funktion av avståndet från explosionen. Respektive explosionsscenario förutsätts inträffa på eller nära marken, vilket för en detonation av X kg motsvarar en detonation av 1,8·X kg i fri luft. För byggnader beaktas tryck och impulstäthet som har beräknats med avseende på ett vinkelrätt tryckinfall. Det reflekterande trycket innebär högre infallande tryck och impulstäthet.

---

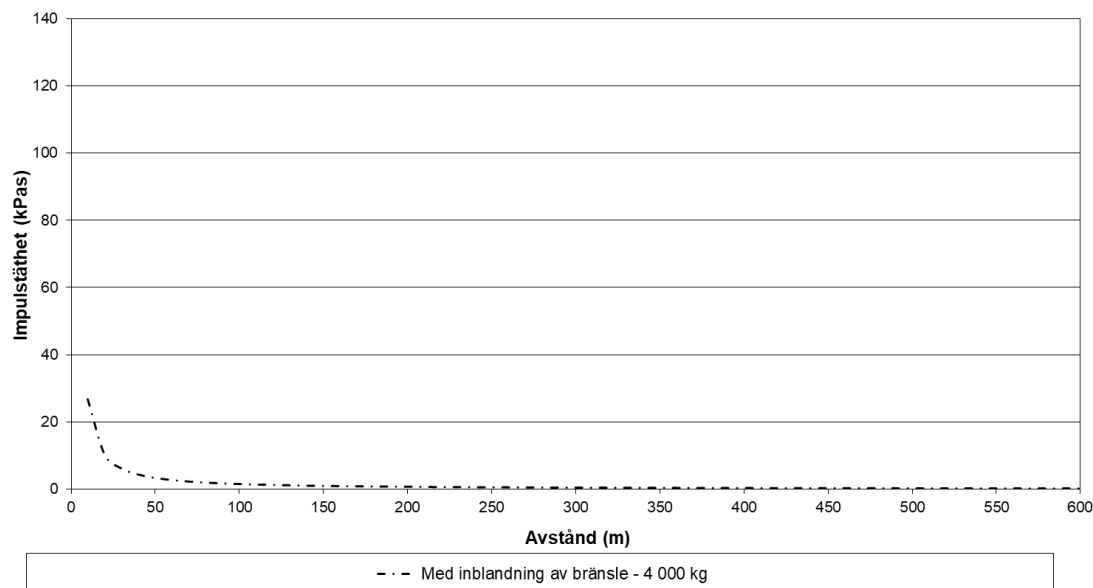
/14/ FOI Memo 2774 – Om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5, FOI, 2009-04-20

**Max övertryck vid explosionsartat brandförlopp klass 5 på marken (Reflekerad stötvåg)**



Figur B.5. Max övertryck som funktion av avståndet från explosionsartat brandförlopp med klass 5 på eller nära mark vid vinkelrätt infall.

**Impulstäthet vid explosionsartat brandförlopp klass 5 på marken (Reflekerad stötvåg)**



Figur B.6. Impulstäthet som funktion av avståndet från explosionsartat brandförlopp med klass 5 på eller nära mark vid vinkelrätt infall.

Konsekvensberäkningarna för brandunderstödjande brandförlopp följer den metodik som redovisas i avsnitt 2.4. Aktuellt scenario med brandunderstödjande brandförlopp antas motsvara en tankbilsbrand med brandfarlig vätska.

2.5.2 Bedömningskriterier

Se avsnitt 2.1.2 (explosionsartat brandförlopp) respektive avsnitt 2.4.2 (brand).

### 2.5.3 Resultat

I tabell B.8 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario med ämne ur klass 5.

Tabell B.8. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)	
		Oskyddad bebyggelse	Skyddad bebyggelse
Explosionsartat brandförlopp med blandning av bränsle (motsvarande 4 000 kg ekvivalent trotyl)	100 % inomhus	50	30
	15 % inomhus	200	80
	100 % utomhus	50	40
Brandunderstödjande brandförlopp (motsvarande tankbilsbrand med klass 3)	5% inomhus	17	17
	100% utomhus	7	7
	50% utomhus	17	17
	5% utomhus	22	22

## 3. Olycka med diesel på Esplanaden

### 3.1 Metodik

De olycksscenarioer som studeras omfattar brand i en pöl på 100 m<sup>2</sup> samt tankbilsbrand. I övrigt används samma beräkningsmetodik som i avsnitt 2.4.1. Även i detta fall förutsätts konservativt att det är bensin som fraktas eftersom diesel har en så hög flampunkt att det måste värmas upp för att antändas.

I tabell B.9 redovisas beräknad effekt, utfallande strålning m.m. för de studerade scenarierna.

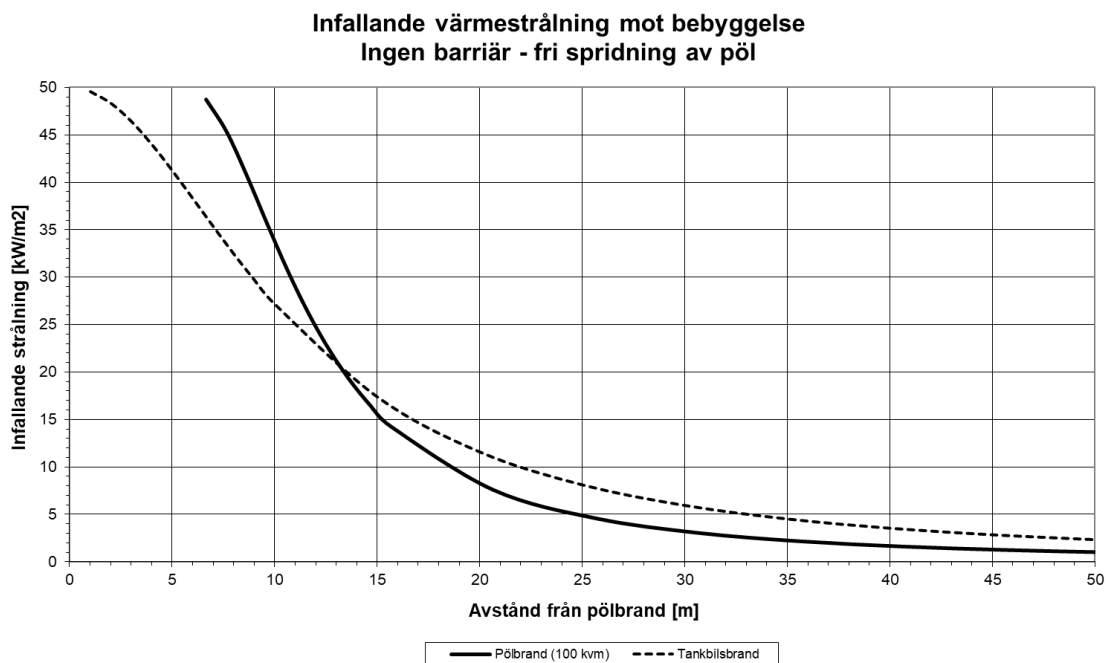
Tabell B.9. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flammhöjd samt utfallande värmestrålning.

Scenario	Brinnande yta A <sub>F</sub> (m <sup>2</sup> )	Utvecklad effekt Q (kW)	Brandens diameter D <sub>f</sub> (m)	Flammhöjd H <sub>f</sub> (m)	Utfallande strålning I <sub>0</sub> (kW/m <sup>2</sup> )
Medelstor pölbrand	100	100 000	11,3	11,3	47,0
Tankbilsbrand	300	300 000	19,5	19,5	40,0

Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i figur B.7. Strålningen har beräknats på halva flammans höjd.

Enligt tidigare utgår beräkningarna från en utfallande strålning på 50 kW/m<sup>2</sup> för samtliga brandscenarier.

I figur B.7 beaktas även pölarnas radie (ej för scenariot tankbilsbrand), vilket beror på att pölen kan spridas mot det studerade området.



Figur B.7. Infallande strålning som funktion av avståndet från pölbrand respektive tankbilsbrand.

### 3.2 Bedömningskriterier

Samma bedömningskriterier som i avsnitt 2.4.2 används.

### 3.3 Resultat

I tabell B.10 redovisas beräknade skadeavstånd för respektive skadescenario.

Tabell B.10. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid transport av brandfarliga vätskor.

Skadescenario	Sannolikhet att omkomma	Skadeavstånd (meter)
		Oskyddad bebyggelse, fri spridning
<b>Pölbrand</b> 100 m <sup>2</sup>	5% inomhus	18
	100% utomhus	8
	50% utomhus	18
	5% utomhus	20
<b>Tankbilsbrand</b> 300 MW	5% inomhus	20
	100% utomhus	7
	50% utomhus	20
	5% utomhus	25