



Riskutredning för farligt gods

Detaljplan för del av Haga 4:17 m.fl. – DP 1 i Norra Hagastaden

Datum: 2024-03-08

Beställare: Locum

Konsult: AFRY

Uppdragsledare Maria Håkansson

Lars Martinsson, teknikansvarig risk och brand

Mario Rubil, utredare

Jennifer Wolsing/Tove Raquette, kvalitetsansvarig

Bilder AFRY, där inget annat anges

Bild framsida Karin Hallman Sernelius, AFRY

Version: Samrådshandling 2.0

Frösundaleden 2A
SE-169 99 Stockholm

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning.....	3
Sammanfattning.....	5
1 Inledning.....	7
1.1 Bakgrund.....	7
1.2 Syfte.....	8
1.3 Norra Hagastaden Etappindelning och detaljplan.....	8
1.4 Avgränsningar.....	9
2 Styrande lagstiftning och riktlinjer.....	10
2.1 Riktlinjer från Länsstyrelsen i Stockholms län.....	10
3 Metod.....	12
3.1 Programvara.....	12
3.2 Kvantitativa riskmått.....	13
3.2.1 Individrisk.....	13
3.2.2 Samhällsrisk.....	13
3.3 Riskvärdering.....	13
3.3.1 Det Norske Veritas.....	14
4 Beskrivning av planområde.....	16
4.1 Skyddsvärda objekt.....	18
4.1.1 Personbelastning.....	19
5 Riskobjekt.....	22
5.1 E4/Uppsalavägen i det fria inklusive påfart och avfart.....	23
5.1.1 Trafikuppgifter.....	23
5.1.2 Fördelning av farligt gods vägtransporter.....	24
5.2 E4/Uppsalavägen i tunnel.....	25
5.2.1 Explosion i tunnel.....	25
5.3 Värtabanan i det fria.....	27
5.3.1 Trafikuppgifter.....	27
5.3.2 Fördelning av farligt gods på järnväg.....	28
5.4 Värtabanan i tunnel.....	28
5.5 Avluftningstorn tillhörande tunnelsystemet för E4/Uppsalavägen och E20.....	29
6 Riskinventering.....	30
6.1 Olycka med farligt gods.....	30
6.1.1 Olycksscenarier vid olycka med farligt gods i det fria.....	30
6.1.2 Olycksscenarier vid olycka med farligt gods i tunnel.....	34
6.2 Sammanfattning av aktuella olycksscenarier.....	34
7 Riskanalys.....	35
7.1 Individrisk.....	35

7.2	Samhällsrisik	37
7.3	Sammanfattande riskvärdering	38
8	Kvalitativ känslighets- och osäkerhetsanalys	39
8.1	Känslighetsanalys	39
8.1.1	Antal transporter av farligt gods	39
8.1.2	Personbelastning	39
8.1.3	Konsekvenser för studerade olycksscenarier	41
8.2	Osäkerhetsanalys	41
8.2.1	Antal transporter av farligt gods	42
8.2.2	Sannolikhet för olyckor	42
8.2.3	Personbelastning	42
8.2.4	Konsekvenser för studerade olycksscenarier	42
9	Riskreducerande åtgärder	43
9.1	Glas i lägst brandteknisk klass EW30	43
9.2	Fasader i obrännbart material eller lägst brandteknisk klass EI30	44
9.3	Friskluftsintag placeras bort från transportled för farligt gods	44
9.4	Möjlighet till säker utrymning	44
9.5	Balkonger och terrasser placeras bort från transportled för farligt gods	45
9.6	Utomhusområden som inte ska uppmuntra till stadigvarande vistelse	45
10	Slutsatser	46
11	Referenser	48

Bilagor

Bilaga 1: Beräkningsbilaga till riskutredning för farligt gods

Sammanfattning

Under 2021 kom Region Stockholm, som är huvudsaklig fastighetsägare, genom en principöverenskommelse överens med Solna stad om att påbörja detaljplanearbete för den första etappen av Norra Hagastaden. Regionen och Solna stad kom också överens om att kommande etapper inom planprogramområdet som blir föremål för liknande överenskommelser och detaljplanearbete, ska ta avstamp i principöverenskommelsen. Detta innebär att frågor som avser t.ex. parkering och infrastruktur ska samordnas för kommande etapper och programområdet som helhet. I principöverenskommelsen framgår att den första detaljplanen ska möjliggöra för minst 99 000 kvm ljus BTA bostäder, 25 000 kvm ljus BTA kommersiella lokaler, och 67 000–87 000 kvm ljus BTA verksamhet för vård, utbildning, forskning och laborativ verksamhet.

Riskutredningen omfattar såväl DP 1 som kommande detaljplaneområden i Norra Hagastaden. Syftet med utredningen är att säkerställa att planerad markanvändning inom aktuellt område inte är olämplig samt att människor inom området inte utsätts för oacceptabla risker kopplade till olyckor på närliggande transportleder för farligt gods

Individrisknivån är inom det övre ALARP-området inom 10 meter från väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen i det fria och inom 10 meter från tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen, dvs. i anslutning till de norra delarna av det aktuella området. Inom detta område planeras ingen bebyggelse.

Individrisknivån är inom det nedre ALARP-området på avstånd mellan 10 meter och 55 meter från väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen i det fria och på avstånd mellan 10 meter och 55 meter från tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen, dvs. i anslutning till de norra delarna av det aktuella området. Inom detta område planeras främst bebyggelse med markanvändning i form av kontor/verksamhet. Mindre delar av områden med bebyggelse med markanvändning i form av bostad finns inom detta område men utgör inte första radens bebyggelse mot E4/Uppsalavägen i det fria eller mot tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen.

Bortanför 55 meter från väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen i det fria och tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen är individrisken acceptabel.

Vidare konstateras att individrisken i anslutning till påfart/avfart till E4/Uppsalavägen och Värtabanan är acceptabel samt att individrisken vid tunnelmynningarna inte är förhöjd jämfört med de delar av E4/Uppsalavägen och Värtabanan som är placerade i det fria.

Samhällsrisken ligger i stor utsträckning antingen inom det övre ALARP-området eller det nedre ALARP-området. Den höga personbelastningen på förhållandevis korta avstånd från de beaktade riskobjekten bidrar till en förhöjd samhällsrisk.

Risken har bedömts som försumbar att en explosion i någon av tunnlarne under det aktuella planområdet medför en tunnelkollaps och fortskridande ras som i sin tur medför kollaps av bebyggelse inom planområdet.

Risken med avseende på utsläpp av gaser till omgivningen via avluftningstornet har värderats kvalitativt. Bedömningen är att olyckor som innebär utsläpp av brandfarlig eller giftig gas i tunnlarne, där gasen sedan sprids till omgivningen via avluftningstornet, inte har potential att medföra konsekvenser med avseende på liv och hälsa i form av dödsfall för människor inom det aktuella området. Därmed beaktas inte spridning av gaser från avluftningstornet i de beräkningarna som har genomförts som en del av den här riskutredningen.

Följande riskreducerande åtgärder ska införas som planbestämmelser i detaljplanen för delar av första radens bebyggelse som helt eller delvis vetter mot E4/Uppsalavägen i det fria där bebyggelsen är placerad inom 55 meter från väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen i det fria eller 55 meter från tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen:

- Glas i lägst brandteknisk klass EW30. Enligt riktlinjerna från Länsstyrelsens i Stockholms län kan brandklassade fönster, som införas som en riskreducerande åtgärd i syfte att skydda mot olyckor med transporter av farligt gods, vara öppningsbara såvida byggnadens brandtekniska utformning i övrigt medger detta.
- Fasader i obrännbart material eller lägst brandteknisk klass EI30.

Följande riskreducerande åtgärder ska införas som planbestämmelser i detaljplanen för samtliga delar av första radens bebyggelse från E4/Uppsalavägen i det fria där bebyggelsen är placerad

inom 55 meter från vägkant tillhörande E4/Uppsalavägen i det fria eller 55 meter från tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen:

- Friskluftsintag placeras bort från E4/Uppsalavägen.
- Utrymningsvägar och huvudsakliga entréer placeras bort från E4/Uppsalavägen.
- Balkonger och terrasser placeras bort från E4/Uppsalavägen.

Följande riskreducerande åtgärder ska införas som planbestämmelser i detaljplanen för samtliga utomhusområden som är placerade inom 55 meter från vägkant tillhörande E4/Uppsalavägen i det fria eller 55 meter från tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen, där det dessutom saknas bebyggelse mellan aktuella utomhusområden och E4/Uppsalavägen i det fria eller tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen:

- Utomhusområden ska inte uppmuntra till stadigvarande vistelse.

Följande riskreducerande åtgärder ska införas som planbestämmelser i detaljplanen för delar av första radens bebyggelse som i betydande utsträckning vetter mot påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen förutsatt att markanvändningen i aktuell bebyggelse omfattas av Zon C i riktlinjerna från Länsstyrelsen i Stockholms län:

- Glas i lägst brandteknisk klass EW30. Enligt riktlinjerna från Länsstyrelsens i Stockholms län kan brandklassade fönster, som införs som en riskreducerande åtgärd i syfte att skydda mot olyckor med transporter av farligt gods, vara öppningsbara såvida byggnadens brandtekniska utformning i övrigt medger detta.
- Fasader i obrännbart material eller lägst brandteknisk klass EI30.

Följande riskreducerande åtgärder ska införas som planbestämmelser i detaljplanen för samtliga delar av första radens bebyggelse från påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen förutsatt att markanvändningen i aktuell bebyggelse omfattas av Zon C i riktlinjerna från Länsstyrelsen i Stockholms län:

- Friskluftsintag placeras bort från påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen.
- Balkonger och terrasser placeras inte mot påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen.

Följande riskreducerande åtgärder ska införas som planbestämmelser i detaljplanen för samtliga delar av första radens bebyggelse från påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen oavsett markanvändning i aktuell bebyggelse:

- Utrymningsvägar och huvudsakliga entréer placeras inte mot påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen.

Följande riskreducerande åtgärder ska införas som planbestämmelser i detaljplanen för samtliga utomhusområden som är placerade mellan påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen och första radens bebyggelse mot påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen förutsatt att markanvändningen i aktuell bebyggelse omfattas av Zon C i riktlinjerna från Länsstyrelsens i Stockholms län:

- Utomhusområden ska inte uppmuntra till stadigvarande vistelse.

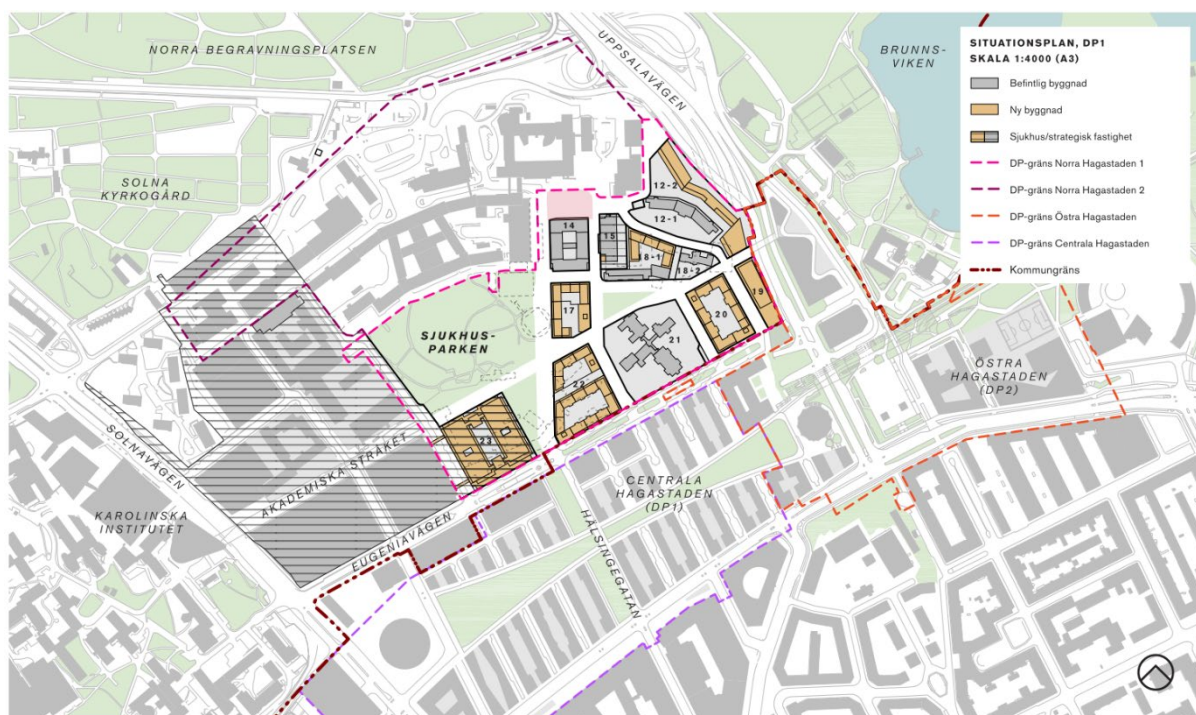
Givet att ovanstående riskreducerande åtgärder införs som planbestämmelser i detaljplanen så bedöms risken som acceptabel.

1 Inledning

Målsättningen med stadsutvecklingen i Norra Hagastaden är att länka samman Solna och Stockholm med en ny stadsdel med blandad funktion. Ambitionen är att andelen bostäder skall maximeras med beaktande av stadsmässiga kvaliteter och miljömässiga begränsningar. Bebyggelsen skall utformas med höga krav avseende hållbarhet, arkitektonisk utformning och stadskvaliteter såsom levande bottenvåningar mot omgivande gator. Omvandlingen av området innebär en rad förändringar som i sig kommer att främja en mer hållbar livsstil och stadsmiljö.

1.1 Bakgrund

Vision 2025 för Karolinska/Norra station formulerades år 2007 av de olika intressenterna i området. Visionen innebär att nuvarande verksamheter inom planområdet successivt ska omvandlas till en integrerad stadsdel med bostäder, arbetsplatser och närservice. Det ska också ges goda möjligheter för verksamheter inom Life Science att etablera sig i det omvandlade området, se Figur 1 nedan.



Figur 1. Preliminär planområdesgräns för Detaljplan för del av Haga 4:17 m.fl. – DP 1 i Norra Hagastaden, visas med streckad linje i cerise färg.

Utvecklingen av Norra Hagastaden knöts 2015 till utbyggnaden av den nya tunnelbanan genom ett avtal mellan Solna stad och regionen, ett avtal som i sin tur är kopplat till Sverige- och Stockholmsförhandlingen. Överenskommelsen anger att cirka 3 000 bostäder samt verksamhetsyta ska tillskapas inom området vid tunnelbanans station Hagastaden, längs tunnelbanans Gröna linje mot Arenastaden.

Vision 2025 för Karolinska/Norra station (numera Hagastaden) utvecklades och under år 2015 och 2016 togs ett planprogram för Norra Hagastaden fram. Det godkändes av byggnadsnämnden i Solna i oktober 2016. Planprogrammet beskriver och anger riktlinjer för hur det gamla sjukhusområdet vid Karolinska i Solna (norra delen av Hagastaden) ska utvecklas. För att uppnå den stadsdel som beskrivs i planprogrammet finns många olika funktioner som behöver tillkomma.

Under 2021 kom Region Stockholm, som är huvudsaklig fastighetsägare, genom en principöverenskommelse överens med Solna stad om att påbörja detaljplanearbete för den första etappen av Norra Hagastaden. Regionen och Solna stad kom också överens om att kommande etapper inom planprogramområdet som blir föremål för liknande överenskommelser och detaljplanearbete, ska ta avstamp i principöverenskommelsen. Detta innebär att frågor som avser t.ex. parkering och infrastruktur ska samordnas för kommande etapper och programområdet som

helhet. I principöverenskommelsen framgår att den första detaljplanen ska möjliggöra för minst 99 000 kvm ljus BTA bostäder, 25 000 kvm ljus BTA kommersiella lokaler, och 67 000–87 000 kvm ljus BTA verksamhet för vård, utbildning, forskning och laborativ verksamhet.

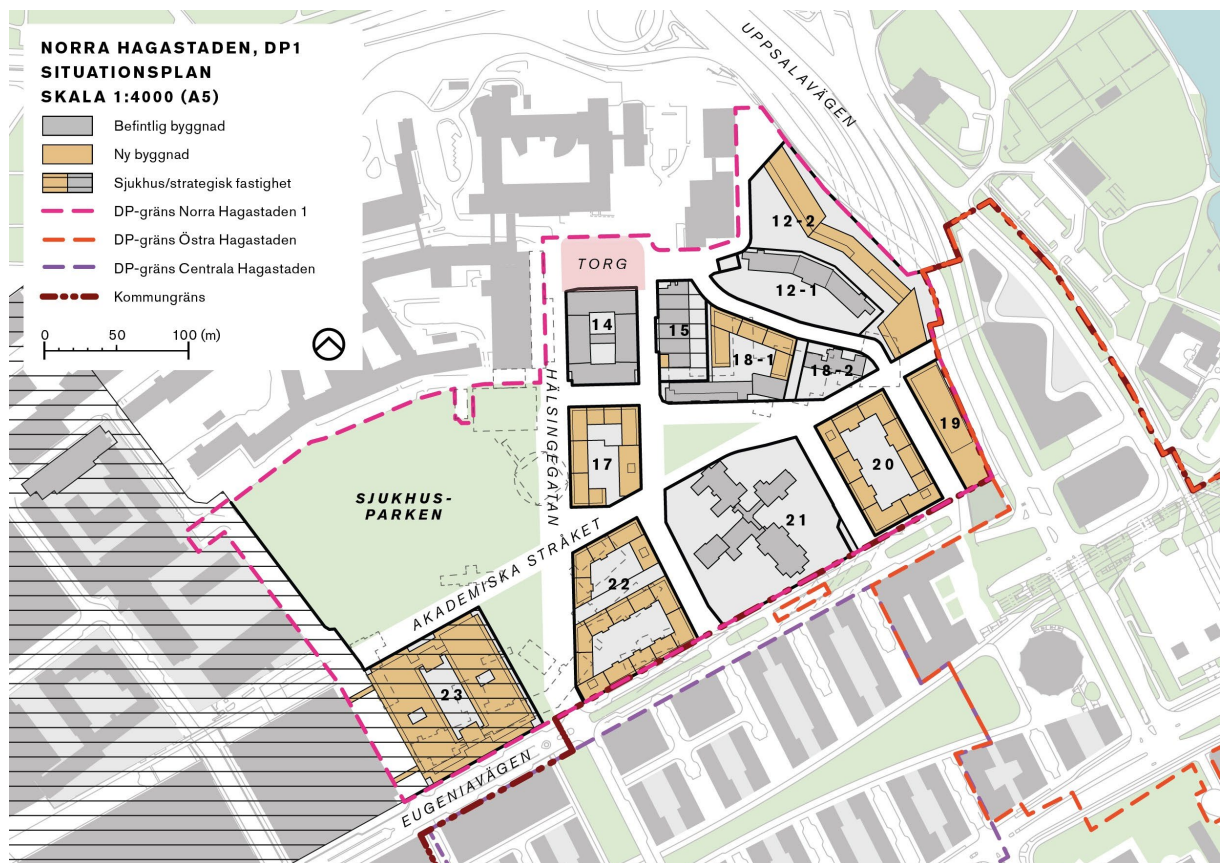
1.2 Syfte

Syftet med utredningen är att säkerställa att planerad markanvändning inom aktuellt område inte är olämplig samt att människor inom området inte utsätts för oacceptabla risker kopplade till olyckor på närliggande transportleder för farligt gods.

Målet är att ta fram en riskutredning där aktuella risker är kvantifierade och värderade mot befintliga riskkriterier. Om förekommande risker inte bedöms acceptabla ska nödvändiga åtgärder utredas och presenteras.

1.3 Norra Hagastaden Etappindelning och detaljplan

Utbyggnaden av stadsdelen Norra Hagastaden kommer att ske etappvis och i olika detaljplaner. Detaljplan för del av Haga 4:17 m.fl. – DP 1 i Norra Hagastaden, som påbörjas först är markerad med streckad cerise linje i Figur 2 nedan.



Figur 2. Preliminär planområdesgräns för Detaljplan för del av Haga 4:17 m.fl. – DP 1 i Norra Hagastaden, visas med streckad linje i cerise färg. Siffrorna anger arbetsnummer för respektive kvarter.

Detaljplanerna kommer innehålla bostäder, kontorsverksamheter, mindre serviceverksamheter, vårdverksamheter, forskningsfaciliteter och skola. Vissa byggnader kommer helt att rivas och nya byggnader kommer att uppföras, vissa byggas om och andra kommer bevaras på grund av höga kulturvärden. Ett fåtal kvarter, till exempel 10 och 15, kvarstår med sin befintliga verksamhet i nuvarande byggnader.

1.4 Avgränsningar

Riskutredningen omfattar såväl DP 1 som kommande detaljplaneområden i Norra Hagastaden. Vid beräkning av samhällsrisk beaktas även förväntad personbelastning i området utanför området. I detta fall inventeras personbelastningen för ett område på 1 km².

Riskutredningen avgränsas till att enbart beakta oavsiktliga olyckor på rekommenderade transportleder för farligt gods i anslutning till aktuellt område samt påfarter till och avfarter från dessa. Transportleder för farligt gods som beaktas är:

- E4/Uppsalavägen
- Norrgående påfart till E4/Uppsalavägen
- Södergående avfart från E4/Uppsalavägen
- Värtabanan

Norrgående påfart till E4/Uppsalavägen och södergående avfart från E4/Uppsalavägen är inte rekommenderade transportleder för farligt gods men beaktas trots detta eftersom transporter av farligt gods normalt förekommer även på påfarter till och avfarter från vägar som är rekommenderade transportleder för farligt gods.

Med olyckor avses händelser där ingen avsikt har funnits från någon ingående aktör att åsamka skada. Händelseförlopp där avsikten är att medvetet skada människor, så kallade antagonistiska händelser, omfattas ej av föreliggande utredning.

Olyckor som omfattas är sådana som medför påverkan på människor så att dessa förväntas omkomma. Skador som inte leder till dödsfall utreds ej. Vidare tas ingen hänsyn till exempelvis skador på miljön, skador orsakade av långvarig exponering eller materiella skador inom området.

För att den planerade bebyggelsen även ska vara hållbar ur ett riskperspektiv och för att resultatet ska vara aktuellt för en framtida förändring av transporterna på transportlederna förbi aktuellt område utgår analysen från prognosår 2040. Därmed har förväntad trafikering av transportled och förväntad personbelastning för 2040 tillämpats.

Projektering av skyddsåtgärder omfattas ej av riskutredningen.

2 Styrande lagstiftning och riktlinjer

Plan- och bygglagen (2010:900) samt Miljöbalken (1998:808) är lagstiftning på nationell nivå som föreskriver att riskanalys ska genomföras. I plan- och bygglagen framgår det att bebyggelse och byggnadsverk ska utformas och placeras på den avsedda marken på ett lämpligt sätt med hänsyn till skydd mot uppkomst och spridning av brand samt mot trafikolyckor och andra olyckshändelser. I miljöbalken anges att val av plats för en verksamhet ska göras med hänsyn till olägenheter för människors hälsa och miljön.

I lagtext anges det inte i detalj hur riskanalyser ska genomföras och vad de ska innehålla. På senare tid har därför riktlinjer, kriterier och rekommendationer givits ut av länsstyrelser och myndigheter gällande vilka typer av riskanalyser som bör utföras och vilka krav som ställs på dessa. Riktlinjer beskriver skyddsavstånd för olika markanvändning som kan användas vid planering.

2.1 Riktlinjer från Länsstyrelsen i Stockholms län

I denna utredning används Länsstyrelsen i Stockholms läns dokument *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods* [1].

I enlighet med riktlinjerna gäller att risker förknippade med transport av farligt gods ska beaktas vid framtagande av detaljplaner inom 150 meters avstånd från en led för farligt gods. Närmare detaljeringsgrad eller på det sätt som riskerna ska beaktas anges inte utan beror på planförslagets riskbild.

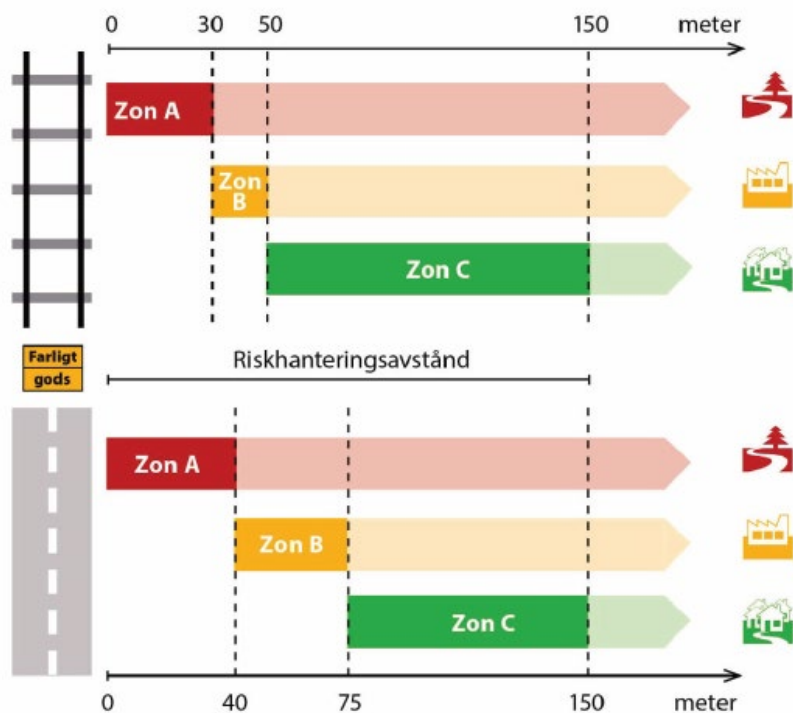
Figur 3 presenterar rekommenderade skyddsavstånd mellan transportled för farligt gods och tre zoner (A-C) för olika markanvändning. Zonerna beskrivs i Tabell 1. Riktlinjerna från Länsstyrelsen i Stockholms län redogör för olika typer av markanvändning för de tre zonerna. Om aktuellt område är beläget mellan 75 och 150 meter från transportleden krävs det oftast ingen riskutredning. Det finns ingen allmän rekommendation kring när en riskutredning behöver vara detaljerad, men generellt gäller att ju kortare skyddsavstånden är, desto större är kraven på en utförlig riskutredning.

För järnväg och rekommenderade vägar anser dock Länsstyrelsen i Stockholms län att det ska finnas ett bebyggelsefritt avstånd och särskilda skyddsåtgärder oavsett vad riskutredningen kommer fram till, varför riskutredningen handlar om att utreda om planförslaget är lämpligt och vilka åtgärder som krävs för att uppnå en acceptabel risknivå utöver fördefinierade skyddsavstånd och åtgärder.

Länsstyrelsen i Stockholms län menar att det för bebyggelse intill alla primära och de flesta sekundära rekommenderade transportleder för farligt gods på väg ska finnas ett bebyggelsefritt avstånd på minst 25 meter, mätt från väggkant, mellan väg och studerat markområde. Under vissa omständigheter kan avståndet till en sekundär led vara kortare, men tillåts sannolikt inte kortare än 15-20 meter. Intill primära transportleder för farligt gods gäller dessutom att vissa skyddsåtgärder krävs för bebyggelse placerad inom 30 meter.

Intill järnväg ska det finnas ett bebyggelsefritt avstånd på minst 25 meter, mätt från närmsta spårmittpunkt. För bebyggelse inom 30 meter gäller dessutom att vissa skyddsåtgärder krävs.

Beskrivning av kriterier för riskvärdering, för de situationer då det bedöms att en detaljerad riskutredning krävs, presenteras i avsnitt 3.3.



Figur 3. Zonindelning för skyddsavstånd [1].

Tabell 1. Rekommenderad markanvändning för zonerna A, B och C [1].

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

3 Metod

Att genomföra en riskutredning innebär i sig flera olika delmoment. Inledningsvis bestäms de mål och avgränsningar som gäller för den aktuella riskutredningen. Även principer för hur risken värderas ska fastställas.

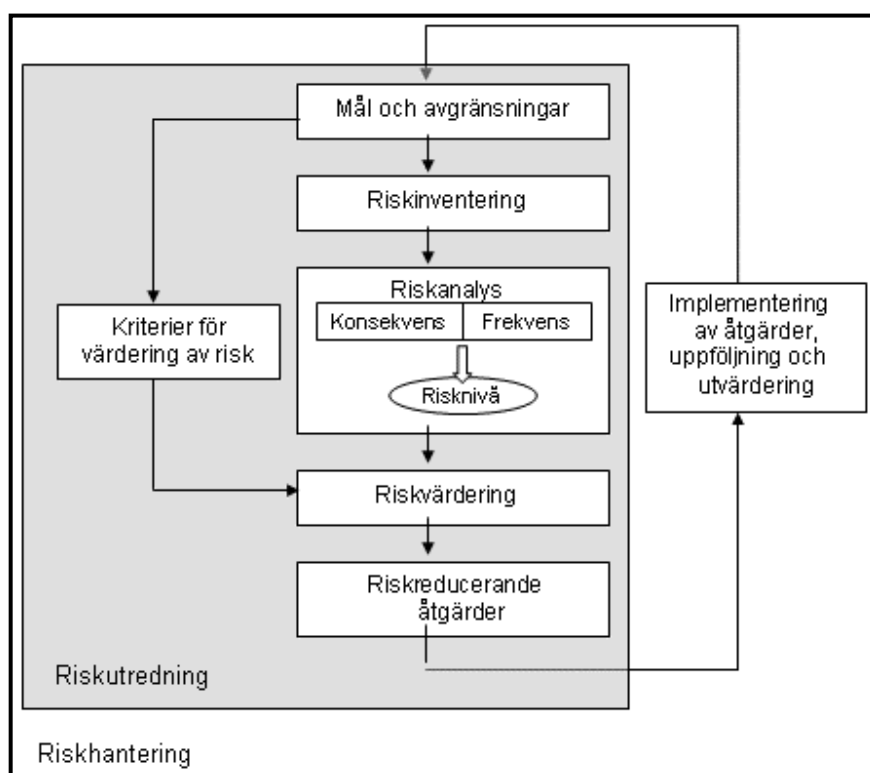
Därefter tar riskinventeringen vid, som syftar till att förstå vilka risker som påverkar riskbilden för det aktuella objektet. I riskinventeringen identifieras således aktuella olycksscenarioer.

I riskanalysen analyseras sedan de identifierade olycksscenarioerna avseende deras konsekvenser och sannolikhet. Riskanalysen kan göras kvalitativt eller kvantitativt beroende på omfattningen av riskutredningen. För den här riskutredningen används en kvantitativ analysmetod.

I riskvärderingen jämförs resultatet från riskanalysen med principer för värdering av risk för att avgöra om risken är acceptabel eller ej. Utifrån resultatet av riskvärderingen undersöks behovet av riskreducerande åtgärder.

Riskutredningen är en regelbundet återkommande del av den totala riskhanteringsprocessen där en kontinuerlig implementering av riskreducerande åtgärder, uppföljning av processen och utvärdering av resultatet är utmärkande.

Riskhanteringsprocessen åskådliggörs i **Figur 4** nedan.



Figur 4. Riskhanteringsprocessen.

3.1 Programvara

I denna riskutredning görs konsekvens- och frekvensberäkningar med programvaran Riskcurves [2]. Programmet har tagits fram av The Netherlands Organisation for applied scientific research (TNO) som är ett oberoende forskningsinstitut. Frekvensberäkningar i föreliggande utredning baseras till stor del på de källor som används i Riskcurves [3]. Där dessa frångås nämns detta uttryckligen. Beräkningarnas konsekvensmodelleringar är förankrade i empiri och forskningsdata med en gedigen referenslista. Verktøjets fördelar är att olika modeller kan byggas upp och beräknas relativt snabbt. Det är också enkelt att plocka ut relevanta och tydliga resultat i tabeller, grafer och kartbilder.

3.2 Kvantitativa riskmått

En kvantitativ riskanalys brukar innebära att två olika riskmått beräknas och sedan jämförs med vedertagna kriterier. Riskmått benämns individrisk och samhällsrisk. Individrisk syftar till att säkerställa att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla risker medan samhällsrisk syftar till att säkerställa att ett definierat område som helhet inte utsätts för oacceptabla risker.

3.2.1 Individrisk

Med individrisk avses sannolikheten (frekvensen) att en hypotetisk och oskyddad individ ska omkomma, givet att individen kontinuerligt befinner sig på en och samma plats på ett visst avstånd från ett riskobjekt, ofta utomhus [4]. Individrisken är rättighetsbaserad och tar ingen hänsyn till hur många individer som kan påverkas av skadehändelsen. Med rättighetsbaserad menas att alla individer har den personliga rättigheten att inte behöva utsättas för orimlig risk att omkomma.

Individrisken (IR) i en given koordinat (x,y) beräknas enligt formeln nedan:

$$IR_{(x,y)} = \sum_{i=1}^n IR_{(x,y),i}$$

$$IR_{(x,y),i} = f_i * p_i$$

Där f_i är frekvensen för sluhändelsen i . Sannolikheten för studerad konsekvens, vilket är dödsfall i den här utredningen och antas till 1 eller 0 beroende på om individen befinner sig inom eller utanför effektzonen, representeras av p_i . Genom att summera individrisken för de olika sluhändelserna på olika avstånd från riskobjektet, kan individrisken för området presenteras.

3.2.2 Samhällsrisk

För samhällsrisk beaktas, förutom frekvenserna, även hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet individer som omkommer vid olika skadescenarier. Då beaktas personbelastningen inom det aktuella området. Beräkningar för samhällsrisk tar även hänsyn till eventuella tidsvariationer, som t.ex. att många personer kan befinna sig i ett område under en begränsad tid på dygnet eller året. I motsats till individrisk beräknas samhällsrisk således med avseende på de personer som faktiskt utsätts för risken. Samhällsrisk är ej rättighetsbaserad, utan utgår i stället ifrån hur mycket sammanlagd risk ett samhälle kan tolerera.

Samhällsrisk beräknas enligt formeln nedan:

$$N_i = \sum_{(x,y)} P_{(x,y)} * p_i$$

N_i står för antalet människor som utsätts för den studerade sluhändelsen i . $P_{(x,y)}$ är antalet individer i koordinaten (x,y) och p_i definieras enligt individrisken ovan.

Samhällsrisk redovisas normalt i F/N-kurvor som visar den ackumulerade frekvensen för att ett visst antal, eller fler, personer omkommer till följd av de händelser som studeras:

$$F_N = \sum_i F_i \text{ för alla sluhändelser för vilka } N_i \geq N$$

F_N står för frekvensen av sluhändelser som påverkar N eller fler människor. F_i är frekvensen för sluhändelse i . N_i definieras enligt ovan.

3.3 Riskvärdering

Som allmän utgångspunkt för värdering av risk är följande fyra principer vägledande:

Rimlighetsprincipen: Om det med rimliga tekniska och ekonomiska medel är möjligt att reducera eller eliminera en risk ska detta göras.

Proportionalitetsprincipen: En verksamhets totala risknivå bör stå i proportion till den nytta, i form av exempelvis produkter och tjänster, verksamheten medför.

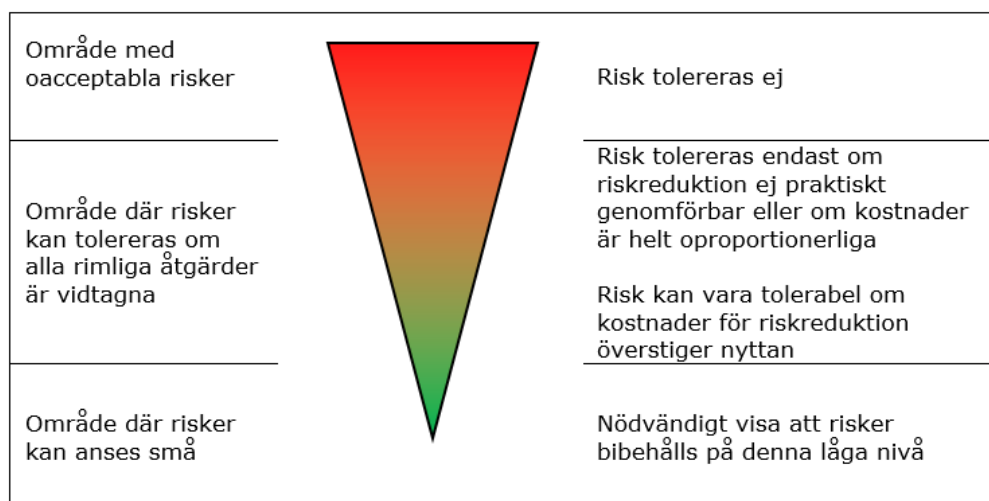
Fördelningsprincipen: Risker bör, i relation till den nytta verksamheten medför, vara skäligt fördelade inom samhället.

Principen om undvikande av katastrofer: Om risker realiserar bör detta hellre ske i form av händelser som kan hanteras av befintliga resurser än i form av katastrofer.

För att begreppen individ- och samhällsrisk ska få någon betydelse måste dessa ställas i relation till kriterier för acceptabel risk. I Sverige finns inget nationellt beslut om vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planprocessen. Varje länsstyrelse beslutar i stället om vilka riskkriterier som ska användas inom det geografiska ansvarsområdet.

3.3.1 Det Norske Veritas

I enlighet med riktlinjerna från Länsstyrelsen i Stockholms län används kriterier framtagna av Det Norske Veritas (DNV) på uppdrag av Räddningsverket gällande såväl individrisk som samhällsrisk [4]. Riskkriterierna berör liv, och uttrycks vanligen som frekvensen med vilken en olycka med given konsekvens ska inträffa. Risker kan kategoriskt indelas i tre grupper; tolerabla, tolerabla med åtgärd eller ej tolerabla, se Figur 5.



Figur 5. Princip för värdering av risk [4].

Följande förslag till tolkning föreslås:

- Risker som klassificeras som oacceptabla värderas som oacceptabelt stora och tolereras ej. För dessa risker behöver mer detaljerade analyser genomföras och/eller riskreducerande åtgärder vidtas där den riskreducerande effekten verifieras.
- De risker som bedöms tillhöra den andra kategorin värderas som tolerabla om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Risker i denna kategori ska behandlas med ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, tolereras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området bör kraven på riskreduktion inte ställas lika hårda, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Ett kvantitativt mått på vad som är rimliga åtgärder kan erhållas genom kostnads-/nyttoanalys (CBA).
- De risker som kategoriseras som små kan värderas som acceptabla. Det är dock viktigt att visa att riskerna kommer fortsätta att vara acceptabla, att riskhanteringen framöver fortlöper och att åtgärder som kan införas utan kostnad också införs.

Dessa förslag till kriterier för värdering av risk för industrier och transportleder har med tiden blivit vedertagna vid riskutredningar i Sverige. De liknar de kriterier som finns i flera andra länder i

Europa. Kriterierna utformas som ett intervall med en övre gräns över vilken risker ej accepteras och en undre gräns under vilken risker är acceptabla. Mellan dessa gränser finns ett intervall som benämns ALARP enligt ovan. Gränserna ska dock inte uppfattas som ett svar på vad samhället faktiskt accepterar utan endast ett exempel på en metod att kvantifiera kriterierna.

För individrisk föreslås följande kriterier [4]:

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

Kriterierna för individrisk avser en hypotetisk oskyddad person utomhus.

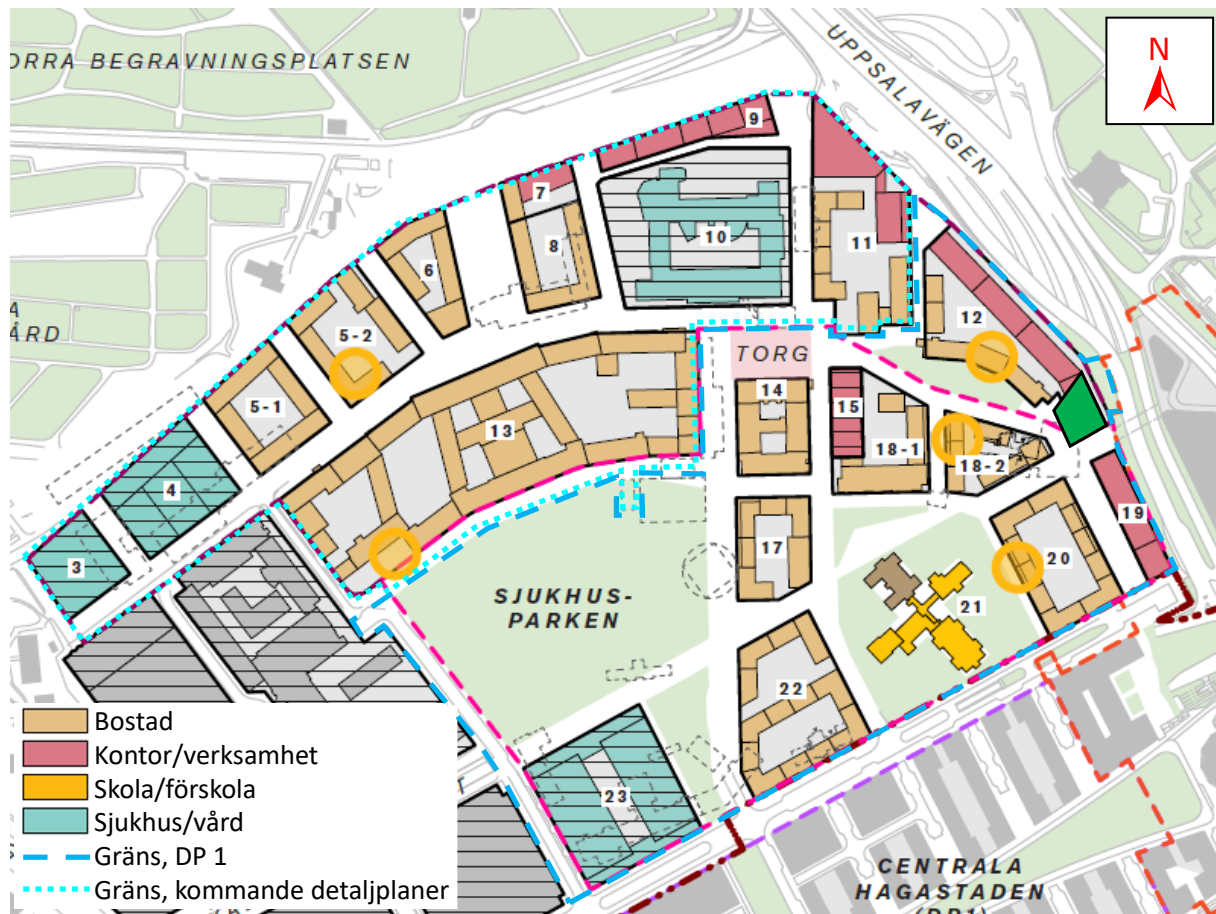
För samhällsrisk föreslås följande kriterier [4]:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras: $F=10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutning på F/N-kurva: -1
- Övre gräns för område där risker kan anses vara små: $F=10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutning på F/N-kurva: -1

För transportleder föreslås kriterierna av Räddningsverket [4] gälla för en sträcka av 1 km. Kriterier för samhällsrisk tillämpas generellt på ett kvadratisk område med arean 1 km^2 i anslutning till transportleden.

4 Beskrivning av planområde

Det föreslås att Karolinska sjukhusområdet ska omvandlas för att bli en del av den nya stadsdelen Hagastaden. Förslaget till detaljplan innebär att delar av det gamla sjukhusområdet ska omvandlas till blandad tät stadsbebyggelse med markanvändning i form av kontor/verksamhet, bostad, skola/förskola samt sjukhus/vård. Riskutredningen beaktar såväl DP 1 som kommande detaljplaneområden i Norra Hagastaden. Det aktuella området med planerad markanvändning för varje kvarter visas i Figur 6.



Figur 6. Planområde för DP 1 och kommande detaljplaner i Norra Hagastaden med markanvändning.

Kvarter 12 samt kvarter med nummer 14 och högre nummer ingår i DP 1 för Norra Hagastaden. Kvarter 13 samt kvarter med nummer 11 och lägre nummer ingår i kommande detaljplaner för Norra Hagastaden.

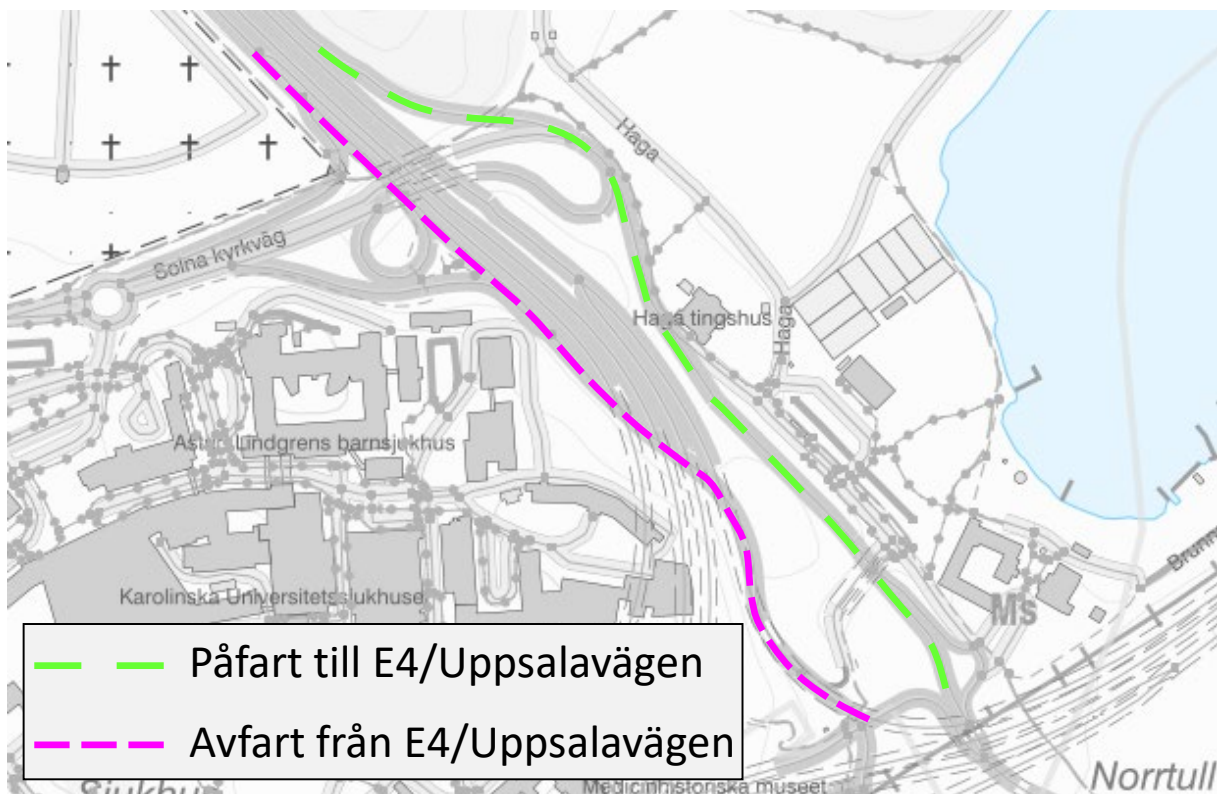
Utöver markerade kvarter för kontor/verksamhet i Figur 6 så kommer även delar av kvarter 13 och 14 att inrymma kontor/verksamhet. Kvarter 19 är markerat som kontor/verksamhet i Figur 6. Kvarter 19 kommer dock inte att inrymma kontor utan kommer enbart att inrymma centrumverksamhet. De södra delarna av kvarter 12, se grön markering i Figur 6, kommer att inrymma centrumverksamhet i markplan och kontor i övriga plan. Markanvändningen centrumverksamhet avser blandad centrumverksamhet som bland annat omfattar lättare vård och vuxenutbildning. I kvarter 19 omfattar centrumverksamhet dessutom hotellverksamhet. I markplan på de södra delarna av kvarter 12 omfattar centrumverksamhet däremot inte hotellverksamhet.

Det är för närvarande oklart hur stor del av kvarter 19 och markplan i de södra delarna av kvarter 12 som kommer att utgöras av centrumverksamhet. Det är dessutom oklart vilken typ av centrumverksamhet som kommer att bli aktuell. För att skapa flexibilitet för det kommande arbetet med detaljplanen har konservativa antaganden gjorts med avseende på centrumverksamhet i de nämnda delarna av planområdet. För detaljerad information om antaganden gällande personbelastningen för kvarter med centrumverksamhet hänvisas till beräkningsbilagan till riskutredningen. I beräkningsbilagan framgår bland annat att det antas att hela kvarter 19 kommer

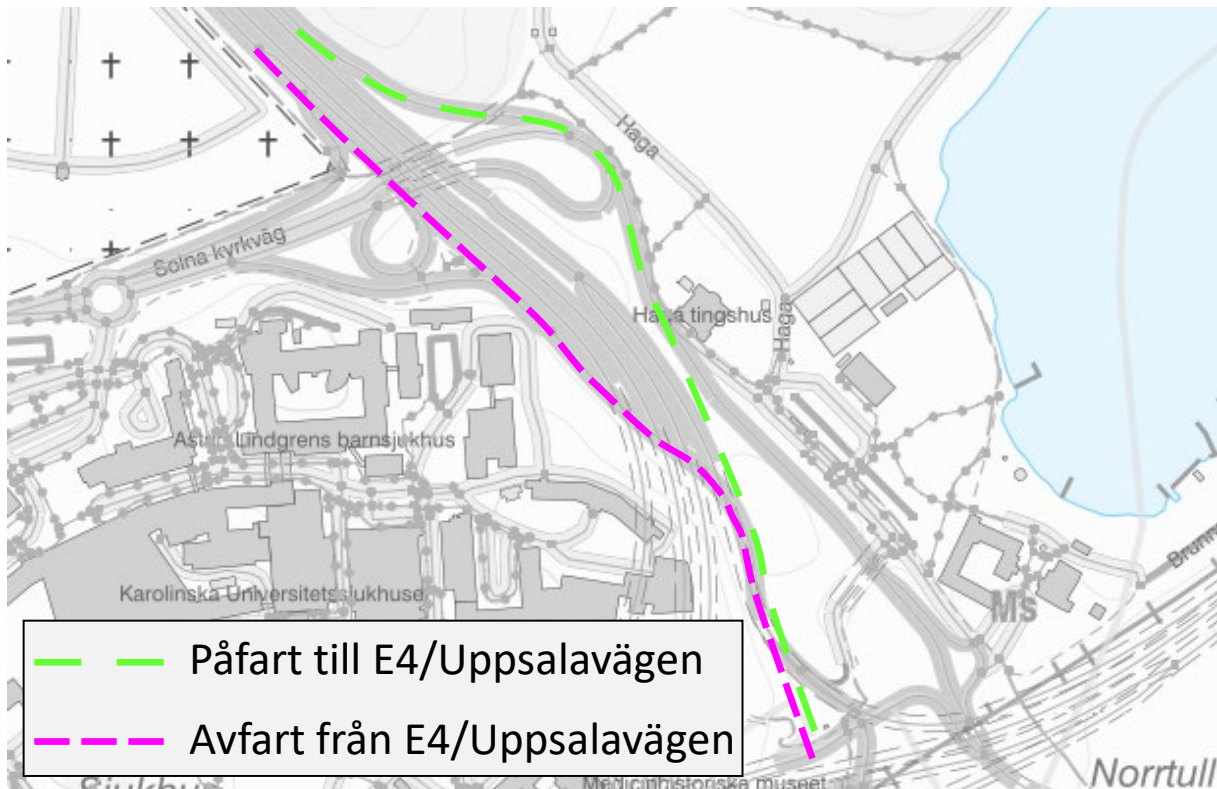
att utgöras av hotellverksamhet och personbelastningen har justerats därefter. Eftersom konservativa antaganden har gjorts så bedöms riskutredningen vara gällande även om hela kvarter 19 inte utgörs av hotellverksamhet eller om hela markplan på de södra delarna av kvarter 12 inte utgörs av centrumverksamhet.

Möjliga lägen för skolor/förskolor är i kvarter 5-2, 12, 13, 18-2, 20 och 21. För kvarter 5-2, 12, 13, 18-2 och 20 visas möjliga lägen med en gul cirkel i Figur 6. Det antas att totalt fyra skolor/förskolor kommer att bli aktuella och att dessa placeras i kvarter 12, 18-2, 20 och 21.

E4/Uppsalavägen, norrgående påfart till E4/Uppsalavägen samt södergående avfart från E4/Uppsalavägen passerar i det fria öster om det aktuella området. En förutsättning för utvecklingen av Norra Hagastaden är att den nuvarande placeringen av påfarten till och avfarten från E4/Uppsalavägen justeras. Befintlig och framtida placering av påfarten till och avfarten från E4/Uppsalavägen framgår av Figur 7 respektive Figur 8.



Figur 7. Befintlig placering av påfart till och avfart från E4/Uppsalavägen.



Figur 8. Framtida placering av påfart till och avfart från E4/Uppsalavägen.

Av Figur 7 och Figur 8 framgår att de södra delarna av påfarten till E4/Uppsalavägen kommer att förskjutas västerut, dvs. närmare det aktuella planområdet. Söder om tunnelmynningarna kommer påfarten vara placerad i anslutning till avfarten. Det kortaste avståndet mellan väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen där vägen är placerad i det fria och planerad bebyggelse är 25 meter. Även det kortaste avståndet mellan vägtunnelns mynning och planerad bebyggelse är 25 meter. Framtida placering av väggkant tillhörande avfart från E4/Uppsalavägen är som närmast placerad cirka 7 meter från planerad bebyggelse. Framtida placering av väggkant tillhörande påfart till E4/Uppsalavägen är som närmast placerad drygt 20 meter från planerad bebyggelse.

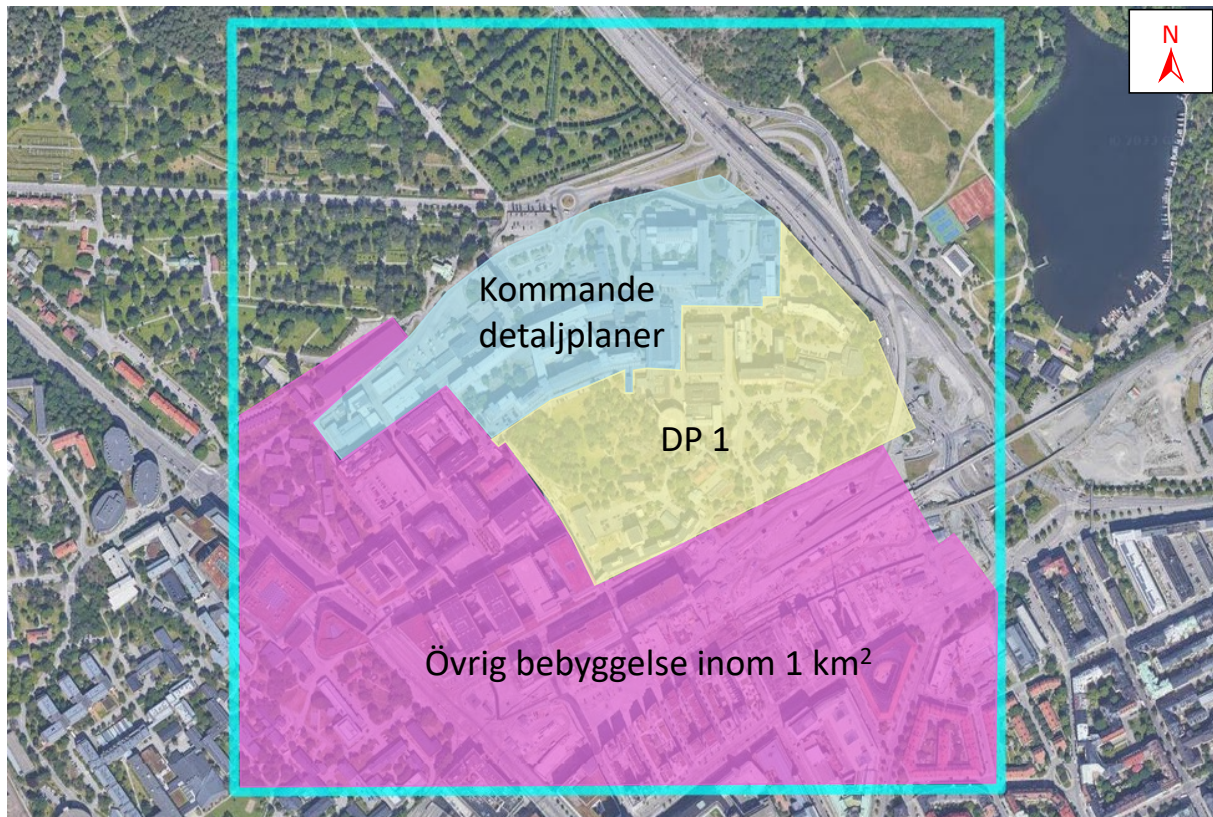
Värtabanan är placerad söder om planområdets sydöstra del. Det kortaste avståndet mellan Värtabanan där järnvägen är placerad i det fria och planerad bebyggelse är 75 meter. Även det kortaste avståndet mellan järnvägstunnelns mynning och planerad bebyggelse är 75 meter.

Platsspecifika förutsättningar såsom topografi och placering av byggnader kan delvis avskärma ett område från konsekvenserna vid olyckor med farligt gods och därmed utgöra skydd mot olyckor med farligt gods. Det finns en bergsskäring mellan planområdet och E4/Uppsalavägen (inklusive avfart från och påfart till E4/Uppsalavägen) som är placerad i nära anslutning till planområdets östra gräns. Marknivån för planområdet är generellt cirka 5 meter högre än marknivån för E4/Uppsalavägen. Värtabanan är placerad på bro sydost om planområdet. Marknivån nedanför bron är cirka 5 meter lägre än marknivån inom planområdets sydöstra delar. De topografiska förutsättningarna utgör ett skydd mot olyckor med farligt gods för all bebyggelse inom planområdet och motverkar bland annat utbredning av brandfarliga vätskor och tunga gaser från såväl E4/Uppsalavägen (inklusive avfart från och påfart till E4/Uppsalavägen) som Värtabanan mot planområdet.

4.1 Skyddsvärda objekt

Den här riskutredningen fokuserar på oavsiktliga olycksrisker som medför påverkan på människor så att dessa förväntas omkomma. Skyddsvärda objekt med avseende på individrisken är personer som vistas i och utanför byggnader inom det aktuella planområdet. Skyddsvärda objekt med avseende på samhällsrisken är personer som vistas i och utanför byggnader inom ett kvadratisk område med arean 1 km² i anslutning till det aktuella planområdet och de beaktade transportlederna för farligt gods. Det kvadratiske området med arean 1 km² har valts så att DP 1

och kommande detaljplaner är centralt placerade inom området. Det kvadratiske området med arean 1 km² framgår av Figur 9.



Figur 9. Kvadratiskt område med arean 1 km² där personbelastning beaktas.

4.1.1 Personbelastning

Personbelastningen är relevant för beräkningar med avseende på samhällsrisk. Personbelastningen tas fram för ett kvadratiskt område med arean 1 km² i anslutning till beaktade transportleder för farligt gods. De platsspecifika förutsättningarna som nämns ovan och som utgör ett skydd mot olyckor med farligt gods har beaktats vid härledning av personbelastningen för utredningsalternativet. Anledningen till att de platsspecifika förutsättningarna har beaktats vid härledning av personbelastningen i stället för vid frekvensberäkningar för aktuella olycksscenario är att förutsättningar i programvaran för beräkningarna [2] möjliggör att det valda tillvägagångssättet kan genomföras på ett betydligt mindre komplext sätt i programvaran. För detaljerad information om antaganden gällande personbelastningen för utredningsalternativet hänvisas till beräkningsbilagan till riskutredningen.

Tabell 2 sammanfattar personbelastningen för kvarter inom DP 1 och kommande detaljplaner i Norra Hagastaden för utredningsalternativet.

Tabell 2. Sammanfattning av personbelastning för DP 1 och kommande detaljplaner, utredningsalternativ.

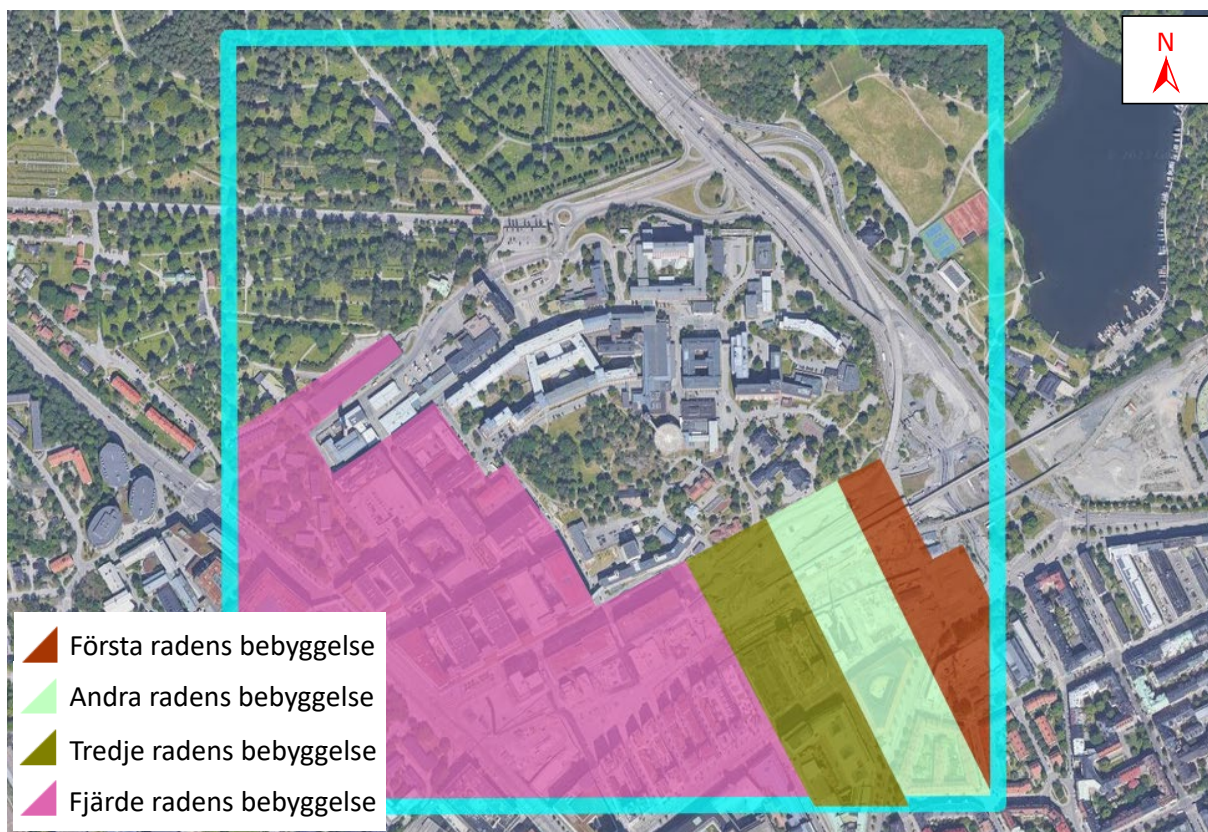
Kvarter	Antal personer		Andel personer inomhus		Nyttjandegrad
	Dag	Natt	Dag	Natt	
3	383	153	1	1	1
4	383	153	1	1	1
5-1	85	121	0,93	0,99	1
5-2	72	103	0,93	0,99	1
6	61	88	0,93	0,99	1

Kvarter	Antal personer		Andel personer inomhus		Nyttjandegrad
	Dag	Natt	Dag	Natt	
7 (bostad)	40	57	0,93	0,99	1
7 (kontor)	325	0	0,93	-	0,71
8	115	165	0,93	0,99	1
9	638	0	0,93	0,99	1
10	1 163	465	1	1	1
11 (bostad)	99	142	0,93	0,99	1
11 (kontor)	843	0	0,93	-	0,71
12 (bostad)	60	85	0,93	0,99	1
12 (kontor)	932	0	0,93	-	0,71
12 (centrum)	207	0	0,93	-	1
12 (skola)	86	0	0,6	-	0,71
13 (bostad)	266	380	0,93	0,99	1
13 (kontor)	333	0	0,93	-	0,71
14 (bostad)	50	71	0,93	0,99	1
14 (kontor)	17	0	0,93	-	0,71
15	690	0	0,93	-	0,71
17	53	76	0,93	0,99	1
18-1	94	135	0,93	0,99	1
18-2 (bostad)	94	135	0,93	0,99	1
18-2 (skola)	49	0	0,6	-	0,71
19	1 300	1 300	0,93	0,99	1
20 (bostad)	160	228	0,93	0,99	1
20 (skola)	49	0	0,6	-	0,71
21	16	0	0,6	-	0,71
22	93	132	0,93	0,99	1
23	769	308	1	1	1

Tabell 3 sammanfattar personbelastningen för övriga områden utöver DP 1 och kommande detaljplaner inom det kvadratiska området för utredningsalternativet. Första, andra, tredje och fjärde radens bebyggelse som nämns i Tabell 3 framgår av Figur 10.

Tabell 3. Sammanfattning av personbelastning för övriga områden inom det kvadratiska området.

Kvarter	Antal personer per km ²		Andel personer inomhus		Nyttjandegrad
	Dag	Natt	Dag	Natt	
Hela området med arean 1 km ²	100	100	0	0	1
Första radens bebyggelse	25 000	25 000	0,93	0,99	1
Andra radens bebyggelse	18 750	18 750	0,93	0,99	1
Tredje radens bebyggelse	12 500	12 500	0,93	0,99	1
Fjärde radens bebyggelse	6 250	6 250	0,93	0,99	1



Figur 10. Första, andra, tredje och fjärde radens bebyggelse med avseende på övrig bebyggelse inom 1 km².

5 Riskobjekt

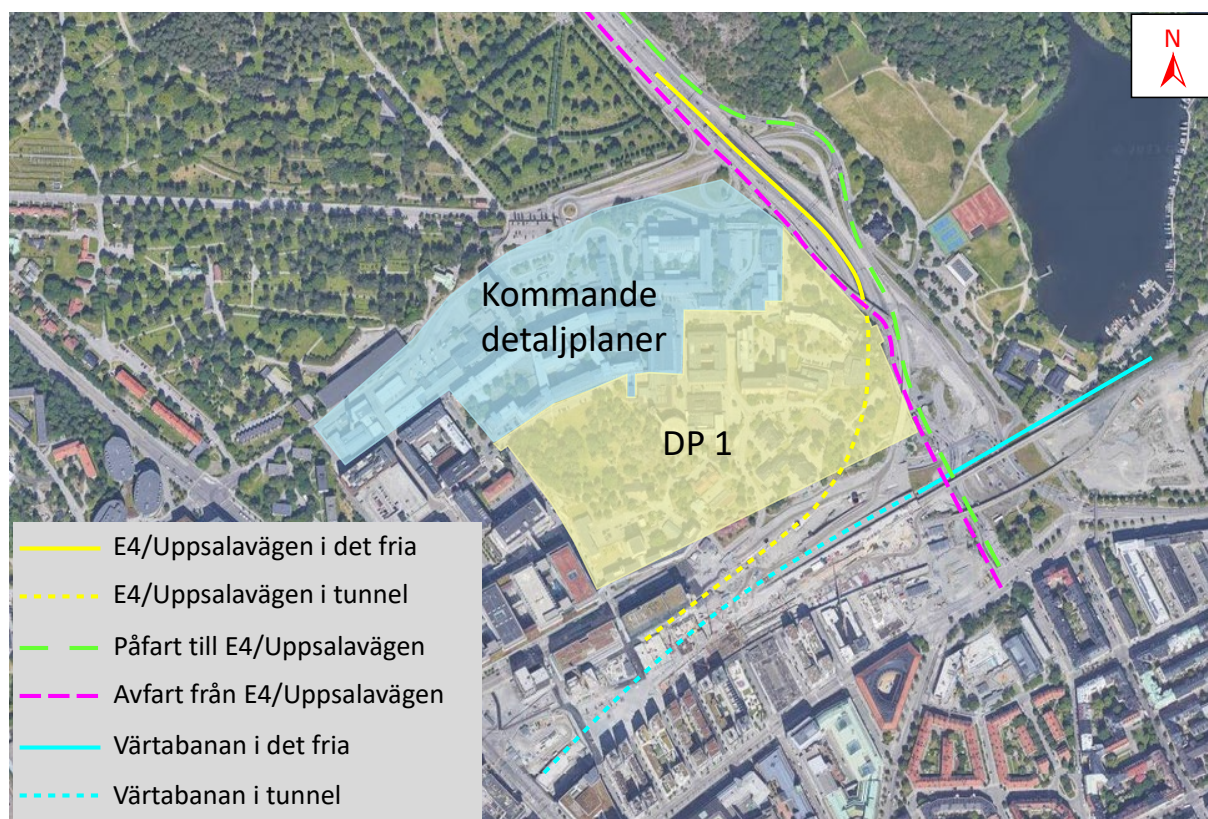
Intill det aktuella området passerar vägen E4/Uppsalavägen samt järnvägen Värtabanan. E4/Uppsalavägen är rekommenderad transportled för farligt gods. På järnvägar finns generellt inga begränsningar gällande transporter av farligt gods. Transporter av farligt gods förväntas således på såväl E4/Uppsalavägen som Värtabanan.

Norrgående påfart till E4/Uppsalavägen och södergående avfart från E4/Uppsalavägen är inte rekommenderade transportleder för farligt gods men beaktas trots detta eftersom transporter av farligt gods normalt förekommer även på påfarter till och avfarter från vägar som är rekommenderade transportleder för farligt gods.

Transportleder för farligt gods som beaktas är således:

- E4/Uppsalavägen
- Norrgående påfart till E4/Uppsalavägen
- Södergående avfart från E4/Uppsalavägen
- Värtabanan

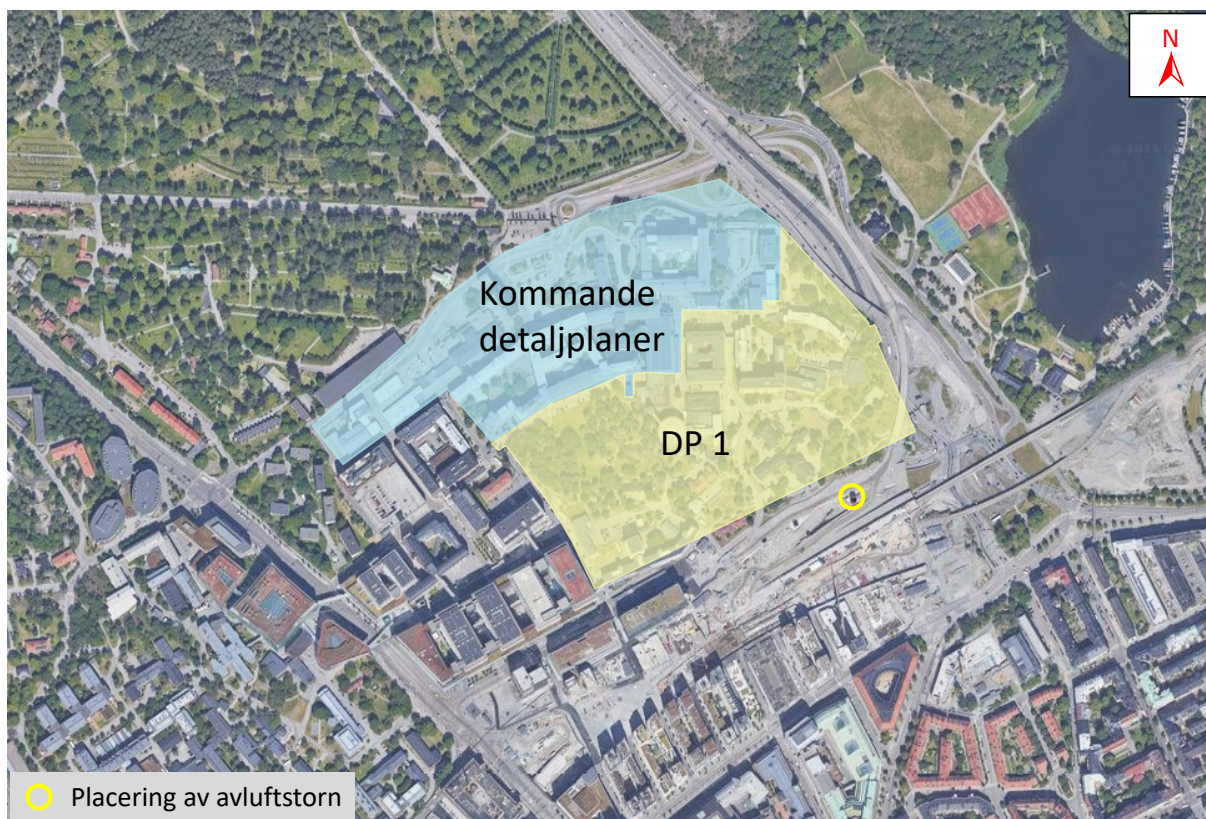
Figur 11 visar placering av de identifierade transportlederna för farligt gods i anslutning till det aktuella området. En sträcka som har längden 1 km och som är centrerad runt det aktuella området har beaktats i beräkningarna för samtliga transportleder.



Figur 11. Identifierade transportleder för farligt gods i anslutning till det aktuella området.

Av Figur 11 framgår att såväl E4/Uppsalavägen som Värtabanan är placerade delvis i det fria och delvis i tunnel i anslutning till det aktuella området. E4/Uppsalavägen i tunnel ansluter till ett större tunnelsystem som ligger söder om planområdet och som även omfattar tunnlar för E20.

Söder om de sydöstra delarna av det aktuella området planeras ett avluftningstorn tillhörande tunnelsystemet som omfattar E4/Uppsalavägen och E20. Avluftningstornets placering framgår av Figur 12.



Figur 12. Placering av avluftningstorn tillhörande tunnelsystemet som omfattar E4/Uppsalavägen och E20.

5.1 E4/Uppsalavägen i det fria inklusive påfart och avfart

E4/Uppsalavägen är en rekommenderad transportled för farligt gods. Vägen passerar i det fria öster om de norra delarna av det aktuella området. Det kortaste avståndet mellan vägkant tillhörande E4/Uppsalavägen och planerad bebyggelse är 25 meter. I höjd med de centrala delarna av planområdet övergår vägen till att vara placerad i tunnel och böjer av mot väster. Tunneln korsar delvis det aktuella området och är delvis placerad söder om det aktuella området. Det kortaste avståndet mellan vägtunnelns mynning och planerad bebyggelse är 25 meter.

I de norra delarna av planområdet är norrgående påfart till E4/Uppsalavägen placerad öster om E4/Uppsalavägen medan södergående avfart från E4/Uppsalavägen är placerad väster om E4/Uppsalavägen, dvs. mellan E4/Uppsalavägen och aktuellt område. Där E4/Uppsalavägen övergår till att vara placerad i tunnel och längre söderut är påfarten placerad i anslutning till avfarten. Såväl påfart som avfart är placerade i det fria. Vägkant tillhörande södergående avfart från E4/Uppsalavägen är som närmast placerad cirka 7 meter från planerad bebyggelse. Vägkant tillhörande norrgående påfart från E4/Uppsalavägen är som närmast placerad drygt 20 meter från planerad bebyggelse. I den här riskutredningen betraktas påfarten och avfarten inte som separata vägar utan som en väg med placering som motsvarar placeringen av avfarten. Det antas således att samtliga transporter sker på avfarten från E4/Uppsalavägen, vilket är ett konservativt antagande eftersom avfarten är placerad närmare planområdet än påfarten.

5.1.1 Trafikuppgifter

För mer detaljerad information om trafikuppgifter för E4/Uppsalavägen inklusive påfart och avfart hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen. En trafikprognos med prognosår 2040 för E4/Uppsalavägen genomförs som en del av projektet för Norra Hagastaden. Trafikprognosen förutsätter att förbifart Stockholm har färdigställts och tagits i bruk.

Beräkningarna för E4/Uppsalavägen utgår från att andelen ÅDT för farligt gods utgör 4% av ÅDT för tung trafik. Eftersom påfarten/avfarten tillhörande E4/Uppsalavägen inte är rekommenderad transportled för farligt gods förväntas inte samma mängd farligt gods på påfarten/avfarten som på

E4/Uppsalavägen. Påfarten/avfarten ansluter dessutom till vägnätet innanför tullarna i Stockholm där det finns begränsningar för transporter av farligt gods.

Målpunkter för transporter av farligt gods har identifierats i riskutredningen för Östra Hagastaden [5] som angränsar till det aktuella planområdet. Circle K Roslagstull på Birger Jarlsgatan är den enda identifierade målpunkten för transporter av större mängder farligt gods i riskutredningen för Östra Hagastaden. Ytterligare information från riskutredningen för Östra Hagastaden är att det enbart förekommer försäljning av bensin och diesel på Circle K Roslagstull samt att antalet transporter av drivmedel till Circle K Roslagstull antas vara en transport per dag. Ovanstående information från riskutredningen i Östra Hagastaden tillämpas även i den här riskutredningen. Det är oklart längs vilka vägar som transporter av drivmedel till Circle K sker. Därför antas konservativt att samtliga transporter sker på avfarten från E4/Uppsalavägen förbi det aktuella planområdet och därefter vidare mot Circle K Roslagstull.

Samtliga trafikuppgifter sammanfattas i Tabell 4.

Tabell 4. Trafikuppgifter för 2040.

Transportled	ÅDT total	ÅDT tung trafik	ÅDT farligt gods
E4/Uppsalavägen	83 700	6 696	268
Påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen	46 300	5 093	1

5.1.2 Fördelning av farligt gods vägtransporter

I samband med transport på väg används benämningen ADR-klasser för de olika klasserna av farligt gods. Fördelningen av transporter av olika klasser av farligt gods på E4/Uppsalavägen uppskattas utifrån nationell statistik. Fördelningen av transporter av olika klasser av farligt gods på påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen baseras på riskutredningen för Östra Hagastaden [5] som angränsar till det aktuella planområdet. Circle K Roslagstull på Birger Jarlsgatan är den enda identifierade målpunkten för transporter av större mängder farligt gods i riskutredningen för Östra Hagastaden. Ytterligare information från riskutredningen för Östra Hagastaden är att det enbart förekommer försäljning av bensin och diesel, dvs. brandfarliga vätskor, på Circle K Roslagstull. Därmed förväntas enbart transporter av brandfarliga vätskor på påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen.

Fördelningen av farligt gods på väg som används i beräkningarna i den här riskutredningen redovisas i Tabell 5. För mer ingående beskrivning av framtagen fördelning av farligt gods hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen.

Tabell 5. Fördelning av farligt gods på väg som används i beräkningar.

Klass	Beskrivning	E4/Uppsala- vägen [%]	Påfart/avfart tillhörande E4/Uppsala- vägen
1	Explosiva ämnen och föremål	0,97	0,00
2.1	Brandfarliga gaser	4,58	0,00
2.2	Icke brandfarlig och icke giftiga gaser	14,69	0,00
2.3	Giftiga gaser	0,10	0,00
3	Brandfarliga vätskor	50,82	100,00
4	Brandfarliga fasta ämnen	3,16	0,00
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	2,55	0,00
6	Giftiga och smittförande ämnen	4,99	0,00
7	Radioaktiva ämnen	0,04	0,00
8	Frätande ämnen	13,52	0,00
9	Övriga farliga ämnen och föremål	4,60	0,00
Totalt	-	100	100

5.2 E4/Uppsalavägen i tunnel

De delar av E4/Uppsalavägen som är placerade i tunnel är transportleder för farligt gods, liksom de delar som är placerade i det fria. Tunneln utgör ett skydd för omgivningen mot de flesta olyckor med farligt gods som inträffar i tunneln. Olyckor med transporter av giftiga gaser bedöms däremot kunna medföra påverkan på människor utanför aktuell tunnel via tunnelmyningar. För mer detaljerad information om gällande olyckor med farligt gods i tunnel hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen. Avsnitt 5.2.1 redogör för risken för tunnelkollaps och fortskridande ras vid explosion i någon av tunneln.

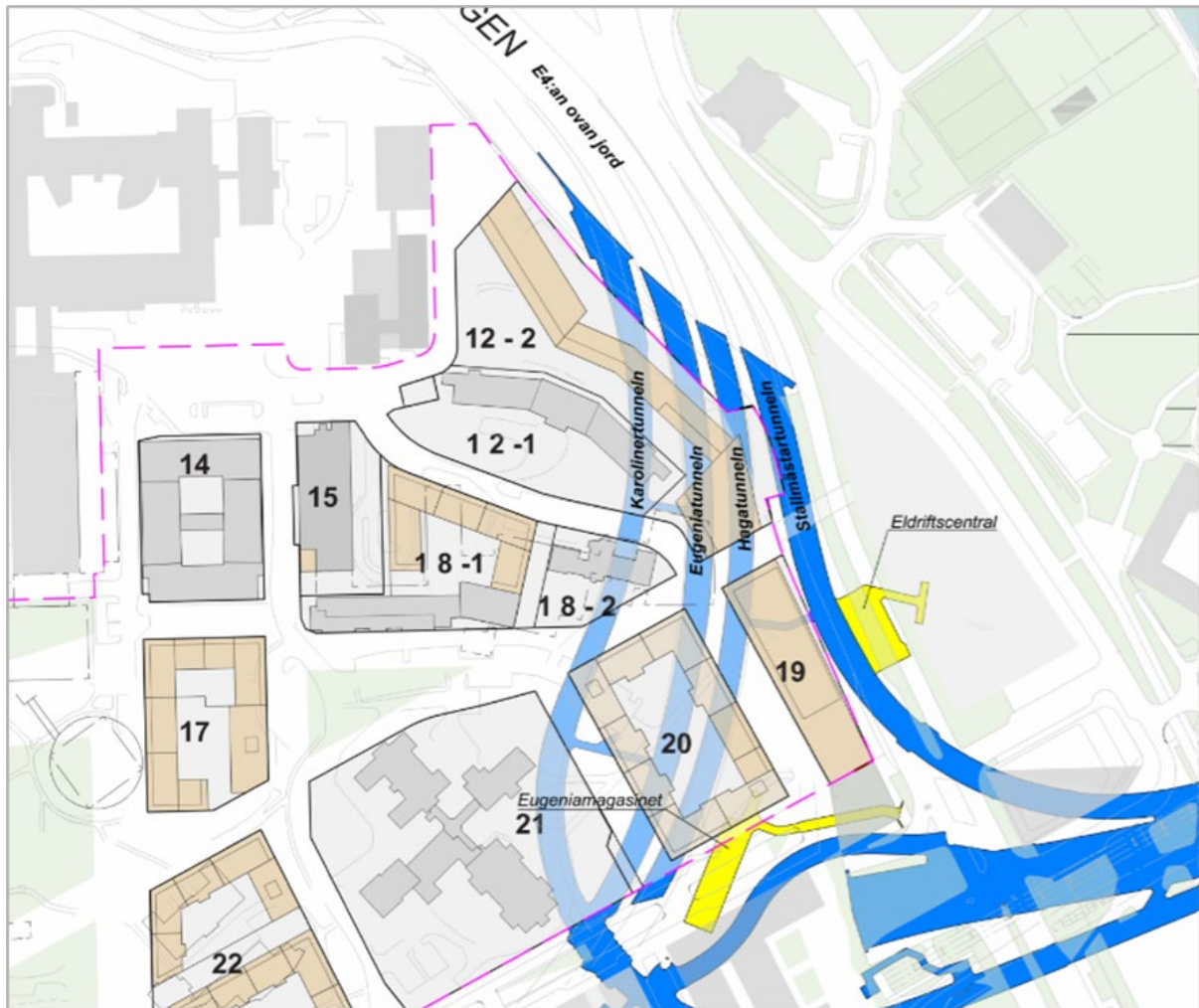
För olycka med transport av giftig gas i tunnel tillämpas samma trafikuppgifter och fördelning av farligt gods som för olycka på delar av E4/Uppsalavägen i det fria. Avsnitt 5.1 redogör för trafikuppgifter och fördelning av farligt gods på E4/Uppsalavägen i det fria.

Den totala längden av vägtunneln mellan de två myningarna är drygt 900 meter. För enkelhetens skull antas konservativt att tunnelns längd uppgår till 1 km.

Hälften av samtliga olyckor med transporter av giftiga gaser i vägtunneln antas ske vid den östra tunnelmyningen som ligger inom 150 meter från aktuellt område. Det innebär att konsekvenserna för dessa olyckor utgår från tunnelmyningarna. Ovanstående är ett konservativt antagande eftersom konsekvenserna på omgivningen från olyckor som sker längre in i en tunnel kommer att vara mildare än konsekvenserna från olyckor som sker vid tunnelmyningen. Det beror på att utsläpp av giftig gas som sker längre in i en tunnel kommer att spädas ut i viss utsträckning innan gasen lämnar tunneln via tunnelmyningen.

5.2.1 Explosion i tunnel

Det aktuella planområdet är placerat ovanpå Karolinertunneln, Eugeniattunneln och Hagatunneln. Dessutom ligger Stallmästartunneln mycket nära plangränsen för planområdet. Figur 13 visar placering av bebyggelse i relation till tunnelnans placering.



Figur 13. Placering av bebyggelse inom planområdet i relation till tunnelnas placering.

Bebyggelse inom kvarter 12 och kvarter 20 är placerad ovanpå Karolinertunneln, Eugeniattunneln och Hagatunneln. Bebyggelse inom kvarter 19 är placerad ovanpå Hagatunneln medan befintlig bebyggelse inom kvarter 18-2 och kvarter 21 är placerad ovanpå Karolinertunneln. Bebyggelse inom kvarter 12 och kvarter 19 är placerad mycket nära Stallmästartunneln. Samtliga tunnelsegment där bebyggelse är placerad över tunnelarna är bergtunnlar och bergtäckningen uppgår som minst till 6,5 meter.

En tunnelkollaps skulle kunna medföra ett fortskridande ras som i sin tur medför kollaps av bebyggelse inom planområdet och dödsfall bland personer som befinner sig inom bebyggelsen. En orsak till en tunnelkollaps skulle kunna vara en kraftig explosion i någon av tunnelarna. En kraftig explosion kan inträffa vid olyckor med transporter av farligt gods om olyckan involverar farligt gods i klass 1, dvs. explosiva ämnen och föremål. En kraftig explosion kan även inträffa om olyckan involverar farligt gods i klass 2.1, dvs. brandfarliga gaser förutsatt att olycksförloppet leder till en så kallad BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion).

Ett antal möten har genomförts för att bedöma risken för att en explosion i någon av tunnelarna under det aktuella planområdet medför en tunnelkollaps. Personer som har deltagit på dessa möten redovisas i Tabell 6.

Tabell 6. Personer som har deltagit på möten gällande explosion i tunnelsystemet under detaljplanen.

Namn	Företag	Roll
Angelica Pettersson	AFRY	Projektledare inom omgivningspåverkan
Hans-Åke Mattsson	AFRY	Tekn Dr, bergsingenjör och byggnadsingenjör
Jonatan Larsson	AFRY	Projektingenjör
Karin Sernelius Hallman	AFRY	Planeringsarkitekt
Lars Martinsson	AFRY	Teknikansvarig risk och brand
Maria Håkansson	Guidance to Zero	Uppdragsledare
Mario Rubil	AFRY	Handläggare risk
Narcisa Lindh	AFRY	Teknikansvarig konstruktion
Niclas Blomqvist	AFRY	Geolog

Bedömningen är att risken är försumbar för att en explosion i någon av tunnarna under det aktuella planområdet medför en tunnelkollaps och fortskridande ras som i sin tur medför kollaps av bebyggelse inom planområdet. Därmed förväntas inga dödsfall bland personer som befinner sig inom bebyggelsen. Bedömningen baseras på följande:

- Eugeniattunneln och Hagatunneln utgör tunnelkategori B, vilket innebär att samtliga transporter, utöver transporter av brandfarlig gas, som vid olycka kan generera en mycket stor explosion är förbjudna genom dessa tunnlar.
- Transporter av farligt gods, inklusive ämnen som kan generera kraftiga explosioner, i Karolinetunneln och Stallmästartunneln är mycket begränsade enligt riskutredningen för Östra Hagastaden eftersom inga målpunkter som ger upphov till transporter med farligt gods har identifierats i området vid Norra Djurgårdstaden/Lidingö [5].
- Enligt riskutredningen för Östra Hagastaden har bergtunnlar med en bergtäckning på 5-10 meter tillräcklig bärförmåga för att klara lasten av en explosion i tunnel med 1 ton TNT [5]. Kraftigare explosioner än så förväntas inte i tunnarna med anledning av de två ovanstående punkterna. Bergtäckningen mellan tunnarna och bebyggelse ovanpå tunnarna uppgår som minst till 6,5 meter. Bergtäckningen understiger således inte 5 meter och därmed förväntas samtliga tunnlar under planområdet ha tillräcklig bärförmåga för att klara lasten av en explosion i tunnel med 1 ton TNT i enlighet med riskutredningen för Östra Hagastaden.

5.3 Värtabanan i det fria

Värtabanan är en enkelspårig järnväg mellan Karlberg station och Värtans bangård i Stockholm. Värtabanan är placerad söder om det aktuella området. Längs stora delar av det aktuella området är Värtabanan placerad i tunnel. Värtabanan är placerad i det fria söder om planområdets sydöstra del och lägre österut. Det kortaste avståndet mellan Värtabanan i det fria och planerad bebyggelse är 75 meter. Även det kortaste avståndet mellan järnvägstunnelns mynning och planerad bebyggelse är 75 meter.

5.3.1 Trafikuppgifter

Det här avsnittet sammanfattar trafikuppgifter för Värtabanan. Trafikuppgifter för 2040 för den aktuella delen av Värtabanan presenteras i Tabell 7. För mer detaljerad information om dessa uppgifter hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen.

Tabell 7. Trafikuppgifter för den aktuella delen av Värtabanan, prognosår 2040 [6].

Trafiktyp	Antal tåg per dygn
Persontåg	0
Godståg	1,6

Beräkningarna utgår från att andelen vagnar med farligt gods är 6% för godstransporter på järnväg. Tidigare riskutredningar för den aktuella delen av Värtabanan har antagit att enbart

1,25% av vagnarna på ett godståg innehåller farligt gods [7, 8]. På bakgrund av ovanstående bedöms andelen vagnar med farligt gods som tillämpas i den här riskutredningen vara konservativ.

5.3.2 Fördelning av farligt gods på järnväg

I samband med transport på järnväg används benämningen RID-klasser för de olika klasserna av farligt gods. Fördelningen av transporter av olika klasser av farligt gods på den aktuella järnvägssträckan uppskattas utifrån nationell statistik. Fördelningen av farligt gods på järnväg som används i beräkningarna i den här riskutredningen redovisas i Tabell 8. För mer ingående beskrivning av framtagna fördelning av farligt gods hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen.

Tabell 8. Fördelning av farligt gods på järnväg som används i beräkningar.

Klass	Beskrivning	Fördelning [%]
1	Explosiva ämnen och föremål	0,00034
2.1	Brandfarliga gaser	19,24
2.2	Icke brandfarlig och icke giftiga gaser	0,68
2.3	Giftiga gaser	6,43
3	Brandfarliga vätskor	26,47
4	Brandfarliga fasta ämnen	3,72
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	22,83
6	Giftiga och smittförande ämnen	2,03
7	Radioaktiva ämnen	0,01
8	Frätande ämnen	18,02
9	Övriga farliga ämnen och föremål	0,58
Totalt	-	100

Fördelningen av farligt gods på Värtabanan från tidigare riskutredningar utgår från att oxiderande ämnen och organiska peroxider utgör merparten av samtliga transporter av farligt gods [7, 8]. Eftersom dessa ämnen har förhållandevis korta konsekvensavstånd så bedöms fördelningen av farligt gods på Värtabanan som tillämpas i den här riskutredningen vara konservativ.

5.4 Värtabanan i tunnel

De delar av Värtabanan som är placerade i tunnel är transportleder för farligt gods, likt de delar som är placerade i det fria. Tunnlarna utgör ett skydd för omgivningen mot de flesta olyckor med farligt gods som inträffar i tunnlarna. Olyckor med transporter av giftiga gaser bedöms däremot kunna medföra påverkan på människor utanför aktuell tunnel via tunnelmyningar. För mer detaljerad information om gällande olyckor med farligt gods i tunnel hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen.

För olycka med transport av giftig gas i tunnel tillämpas samma trafikuppgifter och fördelning av farligt gods som för olycka på delar av Värtabanan i det fria. Avsnitt 5.3 redogör för trafikuppgifter och fördelning av farligt gods på Värtabanan i det fria.

Den totala längden av järnvägstunneln mellan de två myningarna är drygt 700 meter. För enkelhetens skull antas konservativt att tunnelns längd uppgår till 1 km.

Hälften av samtliga olyckor med transporter av giftiga gaser i järnvägstunneln antas ske vid den östra tunnelmyningen som ligger inom 150 meter från aktuellt område. Det innebär att konsekvenserna för dessa olyckor utgår från tunnelmyningarna. Ovanstående är ett konservativt antagande eftersom konsekvenserna på omgivningen från olyckor som sker längre in i en tunnel kommer att vara mildare än konsekvenserna från olyckor som sker vid tunnelmyningen. Det beror på att utsläpp av giftig gas som sker längre in i en tunnel kommer att spädas ut i viss utsträckning innan gasen lämnar tunneln via tunnelmyningen.

5.5 Avluftningstorn tillhörande tunnelsystemet för E4/Uppsalavägen och E20

Ett avluftningstorn tillhörande tunnelsystemet som omfattar E4/Uppsalavägen och E20 finns söder om de sydöstra delarna av det aktuella området. Syftet med avluftningstornet är att ventilera ut föroreningar som genereras av trafiken i tunnlarna.

Avluftningstornet planeras att byggas in i framtida bebyggelse inom den detaljplan som angränsar till DP 1. Det horisontella avståndet till närmaste bebyggelse inom DP 1 från avluftningstornet är drygt 35 meter. När avluftningstornets har byggts in i framtida bebyggelse så kommer dess mynning att placeras på en höjd som motsvarar drygt 60 meter över havet. Närmaste bebyggelse inom DP 1 planeras ha en höjd som motsvarar drygt 50 meter över havet. Det innebär att avluftningstornets mynning förväntas vara placerat cirka 10 meter högre än närmaste bebyggelse inom DP 1.

I samband med en olycka som innebär utsläpp av brandfarlig eller giftig gas i en av tunnlarna så kommer den utsläppta gasen att släppas ut till omgivningen via avluftningstornet. Såväl brandfarliga som giftiga gaser kan vara antingen lätta eller tunga. Lätta gaser har en densitet som är lättare än luftens medan tunga gaser har en densitet som är högre än luftens. Tungas gaser som släpps ut i luft kommer att spridas längs marken medan lätta gaser kommer att stiga. Lätta gaser har således en större potential än tunga gaser att spridas till omgivningen via avluftningstornet. Baserat på ovanstående är bedömningen att spridningen av lätta gaser till omgivningen via avluftningstornet kommer att vara möjlig medan spridningen av tunga gaser till omgivningen via avluftningstornet kommer att vara begränsad.

När det gäller lätta gaser så kommer uppvärmning och en viss utspädning av gaserna äga rum i tunneln och i avluftningstornet innan gaserna avges från avluftningstornets mynning. Lätta gaser som avges från avluftningstornets mynning kommer att fortsätta stiga uppåt samtidigt som de transporteras i sidled med eventuell vind. Lätta gaser, oavsett om de är brandfarliga eller giftiga, bedöms således inte ha potential att medföra konsekvenser med avseende på liv och hälsa i form av dödsfall för människor inom det aktuella området.

De tunga gaserna kommer att spridas längs marken inne i tunneln där en betydande utspädning kommer att äga rum vilket innebär att mängden tung gas som letar sig in i avluftningstornet kommer att vara begränsad. Dessa gaser bedöms således inte ha potential att medföra konsekvenser med avseende på liv och hälsa i form av dödsfall för människor inom det aktuella området. För den begränsade mängden tung gas som ändå tar sig in i avluftningstornet kommer en uppvärmning att ske. För vissa gaser som transporteras nedkylda kan en uppvärmning innebära att gasen övergår till en lätt gas. I ett sådant fall görs samma bedömning som för lätta gaser.

Baserat på ovanstående så bedöms olyckor som innebär utsläpp av brandfarlig eller giftig gas i tunnlarna, där gasen sedan sprids till omgivningen via avluftningstornet, inte ha potential att medföra konsekvenser med avseende på liv och hälsa i form av dödsfall för människor inom det aktuella området. Därmed beaktas inte spridning av gaser från avluftningstornet i de beräkningarna som har genomförts som en del av den här riskutredningen.

6 Riskinventering

Nedan presenteras aktuella olyckstyper som kan komma att påverka planområdet.

6.1 Olycka med farligt gods

Produkter som har potential att skada människor, egendom eller miljö vid felaktig hantering eller olycka går under begreppet farligt gods. Transporterat farligt gods på väg och järnväg delas in i ett antal så kallade ADR-klasser respektive RID-klasser beroende på ämnets art samt vilken risk som ämnet förknippas med:

- Klass 1: Explosiva ämnen och föremål
- Klass 2: Gaser
- Klass 3: Brandfarliga vätskor
- Klass 4.1: Brandfarliga fasta ämnen
- Klass 4.2: Självantändande ämnen
- Klass 4.3: Ämnen som vid kontakt med vatten utvecklar brandfarliga gaser
- Klass 5.1: Oxiderande ämnen
- Klass 5.2: Organiska ämnen
- Klass 6.1: Giftiga ämnen
- Klass 6.2: Smittsamma ämnen
- Klass 7: Radioaktiva ämnen
- Klass 8: Frätande ämnen
- Klass 9: Övriga farliga ämnen och föremål

Klasserna ovan utgör en god indelningsgrund vid en riskinventering och tillämpas i beräkningarna med följande undantag:

- Klass 2 delas in i följande underklasser eftersom respektive underklass ger upphov till olikartade olycksförlopp:
 - Klass 2.1: Brandfarliga gaser
 - Klass 2.2: Icke brandfarliga och icke giftiga gaser
 - Klass 2.3: Giftiga gaser
- Klass 4.1, klass 4.2 och klass 4.3 behandlas gemensamt eftersom konsekvenserna är likartade
- Klass 5.1 och klass 5.2 behandlas gemensamt eftersom konsekvenserna är likartade
- Klass 6.1 och klass 6.2 behandlas gemensamt eftersom konsekvenserna är likartade

Riskerna längs med en transportled för farligt gods beror i stor utsträckning på fördelningen av klasser av farligt gods som transporteras på den aktuella transportleden. Fördelningen av farligt gods på aktuella transportleder, som används i beräkningarna, presenteras i avsnitt 5. För ytterligare information om framtagandet av fördelningen av farligt gods hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen.

6.1.1 Olycksscenarier vid olycka med farligt gods i det fria

Händelseförloppet vid en olycka med farligt gods beror på vilken klass av farligt gods som är inblandat i den aktuella olyckan. Det här avsnittet presenterar vilka klasser av farligt gods som kan förväntas påverka det aktuella planområdet vid en eventuell olycka i det fria. Olycksscenarier som förväntas påverka planområdet beaktas i beräkningarna.

6.1.1.1 Klass 1 – Explosiva ämnen och föremål

Explosiva ämnen och föremål delas in i 6 underklasser som benämns 1.1 till 1.6. Av dessa underklasser är det primärt underklass 1.1 (ämnen och föremål som har en risk för massexplosion)

som har ett skadeområde som är så pass utbrett att det bedöms kunna medföra påverkan på människor som befinner utanför olycksplatsens närområde.

Exempel på varor som tillhör underklass 1.1 är sprängämnen och krut. Risken för explosion föreligger vid en brand i närheten av dessa varor samt vid en kraftfull sammanstötning där varorna kastas omkull. Skadorna vid en explosion med ämnen i underklass 1.1 härrör från direkta tryckskador men även från värmestrålning. Dessutom är indirekta skador till följd av sammanstörtade byggnader troliga. En olycka med ämnen i underklasserna 1.2 till 1.6 medför inte samma typ av konsekvenser och skador som en olycka med ämnen i underklass 1.1. Dessa konsekvenser handlar snarare om splitter eller dylikt som flyger iväg från olycksplatsen [9].

Bedömning klass 1: Regelverket kring transport av explosiva ämnen och föremål är mycket strikt och därmed bedöms sannolikheten för en olycka med explosiva ämnen och föremål som mycket låg. Transporter med explosiva ämnen och föremål förekommer dock och en olycka kan medföra konsekvenser på betydande avstånd från olycksplatsen. Olyckor med explosiva ämnen och föremål beaktas därför i beräkningarna.

6.1.1.2 Klass 2.1 – Brandfarliga gaser

Samtliga gaser i klass 2.1 kan transporteras i följande fysikaliska former [10]:

- Komprimerad (lagrad under tryck så att den är fullständig gasformig vid temperaturen -50°C)
- Kondenserad (lagrad under tryck så att minst hälften av ämnet är flytande vid temperaturer över -50°C)
- Kyld och kondenserad (delvis flytande vid transport på grund av sin låga temperatur)
- Löst (i vätskefas i ett lösningsmedel)

Ibland kan samma ämne transporteras i olika fysikaliska former beroende på transportkärl och mängd.

Gasol (propan) är det vanligaste exemplet på en brandfarlig gas. Gasol transporteras oftast som kondenserad gas. En olycka som leder till utsläpp av kondenserad brandfarlig gas kan leda till någon av följande händelser:

- Jetbrand
- Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion
- BLEVE

Jetbrand

En jetbrand uppstår då gas strömmar ut genom ett hål i en tank och direkt antänds. Därmed bildas en jetflamma. Flammans längd beror av storleken på hålet i tanken [11].

Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion

Om gasen vid ovanstående scenario inte antänds omedelbart uppstår ett brännbart gasmoln. Antändning av det brännbara gasmolnet kan leda till två principiellt olika förlopp, gasmolnsbrand respektive gasmolnsexplosion. Gasmolnsbrand är det vanligaste utfallet och kännetecknas av en lägre förbränningshastighet som ej genererar en tryckvåg. En gasmolnsbrand kan medföra skador på människa och egendom till följd av, i första hand, värmestrålning [11].

Vid en gasmolnsexplosion är förbränningshastigheten högre och en tryckvåg genereras. Explosionen blir i de allra flesta fallen av typen deflagration, d.v.s. flamfronten rör sig betydligt långsammare än ljudets hastighet och har en svagare tryckvåg än om explosionen är av typen detonation. För att en gasmolnsexplosion ska kunna uppstå krävs rätt blandningsförhållande mellan den brännbara gasen och luft och, i de flesta fall, att antändning sker i en miljö med många hinder, eller i ett delvis slutet utrymme, som resulterar i en mer turbulent förbränning. Fria gasmolnsexplosioner är ovanliga. En gasmolnsexplosion kan medföra skador på människa och egendom både till följd av värmestrålning och direkta samt indirekta skador av tryckvågen.

BLEVE

BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) är en händelse som kan inträffa om en tank med kondenserad brandfarlig gas utsätts för yttre brand. Trycket i tanken stiger och på grund av den inneslutna mängdens expansion kan tanken rämna. Innehållet övergår i gasfas på grund av den höga temperaturen och det lägre trycket utanför och antänds. Vid antändning bildas ett eldklot med stor diameter under avgivande av intensiv värmestrålning. För att en sådan händelse ska

kunna inträffa krävs att tanken hettas upp kraftigt. Detta kan exempelvis ske vid händelse av en antänd läcka i en annan närstående tank med brandfarlig gas eller vätska.

Bedömning klass 2.1: Transporter av brandfarliga gaser är generellt vanligt förekommande och en olycka kan medföra konsekvenser på betydande avstånd från olycksplatsen. Olyckor med brandfarliga gaser beaktas därför i beräkningarna. Vid en eventuell olycka bedöms jetbrand, gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion och BLEVE kunna inträffa.

6.1.1.3 Klass 2.2 – Icke brandfarliga och icke giftiga gaser

Ämnen i klass 2.2 är varken brandfarliga eller giftiga.

Bedömning klass 2.2: Dessa ämnen utgör ingen fara för personer som vistas i närheten av transportleder för farligt gods. Olyckor med icke brandfarliga och icke giftiga gaser beaktas därmed inte i beräkningarna.

6.1.1.4 Klass 2.3 – Giftiga gaser

Samtliga gaser i klass 2.3 kan transporteras i följande fysikaliska former [10]:

- Komprimerad (lagrad under tryck så att den är fullständig gasformig vid temperaturen -50°C)
- Kondenserad (lagrad under tryck så att minst hälften av ämnet är flytande vid temperaturer över -50°C)
- Kyld och kondenserad (delvis flytande vid transport på grund av sin låga temperatur)
- Löst (i vätskefas i ett lösningsmedel)

Ibland kan samma ämne transporteras i olika fysikaliska former beroende på transportkärl och mängd.

Läckage av giftig gas kan medföra att ett moln av giftig gas sprider sig från olycksplatsen, vilket kan orsaka allvarliga skador eller dödsfall. Spridningen är beroende av vindriktning och vindstyrka och kan påverka områden hundratals meter från källan. De två gaser som vanligtvis brukar involveras i riskutredningar är ammoniak och klorgas.

Ammoniak

I samband med utsläpp av tryckkondenserad ammoniak sker en kraftig förångning av gasen. Små droppar eller aerosoler av vätskeformig ammoniak finns dock kvar i gasmolnet vilket medför att gasmolnet inledningsvis beter sig som en tung gas. Spridning av gasen sker därför initialt i sidled längs marken. Efter inblandning av luft i gasmolnet samt förångning av aerosolerna sjunker gasmolnets densitet vilket medför att ammoniak även sprids i höjdlid. Vattenfri ammoniak transporteras tryckkondenserad och kan ha ett riskområde på hundra meter upp till många kilometer beroende på mängden gas. Gasen är giftig vid inandning och kan innebära livsfara vid höga koncentrationer.

Klor

Klor utgör den giftigaste gasen som här ges som exempel på gaser som kan drabba skyddsområdet. Klor är en tung gas och sprids därmed främst i sidled längs marken men kan även spridas i höjdlid efter inblandning av luft i gasmolnet. Den kan sprida sig långt likt ammoniak.

Bedömning klass 2.3: Transporter av giftiga gaser är generellt vanligt förekommande och en olycka kan medföra konsekvenser på betydande avstånd från olycksplatsen. Olyckor med giftiga gaser beaktas därför i beräkningarna.

6.1.1.5 Klass 3 – Brandfarliga vätskor

Om brandfarlig vätska läcker och antänds innan den har avdunstat uppstår en pölbrand. En pölbrand kan påverka människor genom strålning direkt på kroppen, strålning som orsakar brand i byggnad där människor befinner sig och inandning av giftiga brandgaser. Påverkan genom värmestrålning förväntas inom avstånd med storleksordningen tiotals meter från olycksplatsen beroende på typ av vätska och mängd som är involverad i olyckan.

Bedömning klass 3: Transporter av brandfarliga vätskor är generellt vanligt förekommande och en olycka kan medföra konsekvenser på betydande avstånd från olycksplatsen. Olyckor med brandfarliga vätskor beaktas därför i beräkningarna.

6.1.1.6 Klass 4 – Brandfarliga fasta ämnen

Exempel på ämnen inom klass 4 är metallpulver (t.ex. kisel-, magnesium- och aluminiumpulver), tändstickor, aktivt kol och fiskmjöl. Konsekvenserna av en olycka med dessa ämnen är brand med påföljande strålning och giftig rök.

Eftersom dessa ämnen transporteras i fast form sker ingen eller endast mycket begränsad spridning i samband med en olycka. För att brandfarliga fasta ämnen såsom ferrokisel, vit fosfor m.fl. ska leda till brandrisk krävs t.ex. att de vid olyckstillfället kommer i kontakt med vatten varvid brandfarlig gas kan bildas. Mängden brandfarlig gas som bildas står i proportion till mängden tillgängligt vatten.

Bedömning klass 4: Konsekvenserna vid en olycka med ämnen i klass 4 begränsas till närområdet på olycksplatsen och värmestrålningsnivåerna är endast farliga för människor i den absoluta närheten av branden. Olyckor med ämnen i klass 4 beaktas därmed inte i beräkningarna.

6.1.1.7 Klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Flertalet oxiderande ämnen (väteperoxid, natriumklorat m.fl.) kan vid kontakt med vissa organiska ämnen (t.ex. diesel) genomgå en exoterm reaktion och orsaka en häftig explosiv brand. Vid kontakt med vissa metaller kan de sönderdelas snabbt och frigöra stora mängder syre som kan underhålla en eventuell brand. Det finns även risk för kraftiga explosioner där människor kan komma till skada. Syrgas kan förvärra en brand i organiskt material och ska därför hållas åtskilt från sådana material.

Organiska peroxider innehåller förutom oxidationsmedel även ett bränsle, vilket adderar ett extra riskelement till denna delklass. Ämnena kan reagera med flertalet metaller, syror, baser och andra kemiska föreningar.

Det finns också vissa organiska peroxider som kräver att en så kallad kontrolltemperatur ska säkerställas under transporten. Den så kallade kontrolltemperaturen är cirka 10 – 20 grader under ämnets självaccelererade sönderfallstemperatur SADT (Self-Accelerating Decomposition Temperature). Transport av dessa organiska peroxider måste därför ske under kyllda förhållanden, i form av kylcontainrar eller av kylbilar där kylningen ska fungera oberoende av lastbilens motor. Vid överstigande av SADT kan ett sönderfall av ämnet ske med en sådan hög frigjord energi att sönderfallsförloppet blir som en kedjereaktion. Kraftiga och svårstoppade brand- och explosionsförlopp kan då bli följden. För dessa ämnen finns därför också en så kallad nödtemperatur på cirka 5 – 10 grader under SADT som innebär att nödåtgärder då måste sättas in under transporten [12, 13, 14, 15].

Bedömning klass 5: Transporter av ämnen i klass 5 är generellt vanligt förekommande och en olycka kan medföra konsekvenser på betydande avstånd från olycksplatsen. Olyckor med dessa ämnen beaktas därför i beräkningarna.

6.1.1.8 Klass 6 – Giftiga ämnen och smittsamma ämnen

Arsenik, bly, kadmium, sjukhusavfall etc. är exempel på ämnen som tillhör klass 6. För att människor ska utsättas för risk i samband med dessa ämnen krävs fysisk kontakt med eller förtäring av dem. Ämnena skulle kunna förgifta och göra en vattentäkt otjänlig.

Bedömning klass 6: Det krävs fysisk kontakt med eller förtäring av ämnena för att människor ska utsättas för risk. Olyckor med giftiga ämnen och smittsamma ämnen beaktas därför inte i beräkningarna.

6.1.1.9 Klass 7 – Radioaktiva ämnen

Ämnen som räknas till klass 7 kan vara medicinska preparat, mätinstrument, pacemakers och kärnavfall. Konsekvenserna är oftast väldigt begränsade till närområdet, men om stora mängder transporteras, t.ex. kärnavfall, kan konsekvenserna bli större.

Bedömning klass 7: Mängden radioaktiva ämnen som transporteras i Sverige är minimalt och transporterarna är behäftade med stor säkerhet och ett antal försiktighetsåtgärder, varför sannolikheten för en olycka bedöms som mycket låg. Dessutom är konsekvenserna normalt begränsade till olycksplatsens närområden. Olyckor med radioaktiva ämnen beaktas därmed inte i beräkningarna.

6.1.1.10 Klass 8 – Frätande ämnen

Olyckor med läckage av frätande ämnen (saltsyra, svavelsyra m.fl.) ger endast påverkan kring olycksplatsens närområden. Skador uppkommer endast om individer får ämnet på huden.

Bedömning klass 8: Konsekvenserna är begränsade till olycksplatsens närområden och det krävs att människor kommer i kontakt med de frätande ämnena för att skadas. Olyckor med frätande ämnen beaktas därmed inte i beräkningarna. Vissa ämnen i klass 8 kan bilda giftiga gaser (exempelvis fluorvätesyra). Det finns inget som tyder på att sådana ämnen skulle utgöra en större del av transporter av klass 8 utmed aktuell sträcka, därför antas att dessa ämnen omfattas av olycksscenario med klass 2.3.

6.1.1.11 Klass 9 – Övriga farliga ämnen och föremål

Transporter med farligt gods inom denna kategori utgörs av exempelvis magnetiska material, batterier, fordon eller asbest. I samband med en olycka förväntas ingen spridning av dessa ämnen och föremål.

Bedömning klass 9: Konsekvenserna är begränsade kring olycksplatsens närområden. Olyckor med övriga farliga ämnen och föremål beaktas därmed inte i beräkningarna.

6.1.2 Olycksscenarier vid olycka med farligt gods i tunnel

Händelseförloppet vid en olycka med farligt gods beror på vilken klass av farligt gods som är inblandat i den aktuella olyckan. Det här avsnittet presenterar vilka klasser av farligt gods som kan förväntas påverka det aktuella planområdet vid en eventuell olycka i tunnel. Olycksscenarier som förväntas påverka planområdet beaktas i beräkningarna.

De delar av E4/Uppsalavägen och Värtabanan som är placerade i tunnel är transportleder för farligt gods. Tunnlarna utgör ett skydd för omgivningen mot de flesta olycksscenarier vid olycka med farligt gods i tunnel. Olyckor med transporter av giftiga gaser bedöms däremot kunna medföra påverkan på människor utanför aktuell tunnel via tunnelmyningar.

6.2 Sammanfattning av aktuella olycksscenarier

Utifrån riskinventeringen bedöms att följande olycksscenario bör beaktas i riskanalysen:

- Olycka med farligt gods i det fria:
 - Olycka med explosiva ämnen och föremål: explosion
 - Olycka med brandfarlig gas: jetbrand, gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion och BLEVE
 - Olycka med giftig gas: utsläpp av ammoniak och klor
 - Olycka med brandfarlig vätska: pölbrand
 - Olycka med oxiderande ämnen och organiska peroxider: explosion och brand
- Olycka med farligt gods i tunnel
 - Olycka med giftig gas: utsläpp av ammoniak och klor via tunnelmyning

I beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen redogörs för frekvens- och konsekvensberäkningar för ovanstående scenarion.

7 Riskanalys

I det här avsnittet presenteras de resultat som erhållits vid riskanalysen. Resultaten gäller för prognosår 2040 och jämförs med aktuella riskkriterier. För detaljer med avseende på beräkningsmetodik hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen.

7.1 Individrisk

Nedan presenteras resultaten med avseende på individrisken som är oberoende av personbelastningen i området. Figur 14 visar den kumulativa individrisken med avseende på olyckor med farligt gods från samtliga aktuella transportleder för farligt gods.



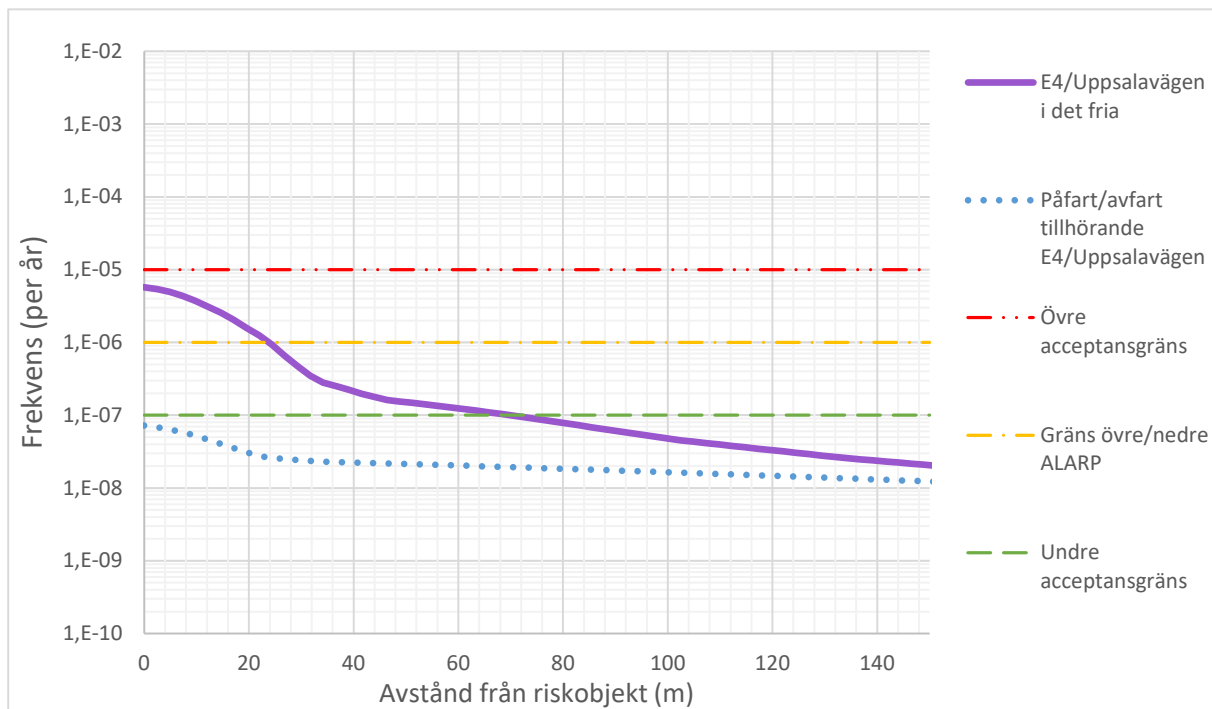
Figur 14. Individrisk med avseende på olyckor med farligt gods.

Avstånd till diverse risknivåer är beroende av parametrar avseende väderförhållanden och skiljer sig därmed mellan olika sidor av transportlederna. Figur 14 visar att individrisken är påtaglig i anslutning till E4/Uppsalavägen i det fria samt att individrisken i anslutning till påfart/avfart till E4/Uppsalavägen och Värtabanan inte är förhöjd.

Figur 14 visar dessutom att individrisken vid tunnelmyningarna inte är förhöjd jämfört med de delar av E4/Uppsalavägen och Värtabanan som är placerade i det fria. För tunnelarna har enbart olyckor med giftig gas beaktats i beräkningarna. Olyckor med giftig gas har långa konsekvensavstånd och påverkar därför inte enbart områden i direkt anslutning till tunnelmyningarna. Transporter av giftig gas sker dessutom i begränsad utsträckning jämfört med

klasser av farligt gods som har beaktats i beräkningarna. Ovanstående förklarar att individrisken vid tunnelmynningarna inte är förhöjd.

I Figur 15 presenteras individrisknivåer mot planområdet för olika avstånd från mitten av E4/Uppsalavägen där vägen är placerad i det fria, dvs. i anslutning till de norra delarna av det aktuella området, samt från mitten av påfart/avfart från E4/Uppsalavägen i anslutning till de södra delarna av det aktuella området. Vägkant tillhörande E4/Uppsalavägen är placerad 15 meter från mitten av vägen. För påfarten/avfarten tillhörande E4/Uppsalavägen antas att samtliga transporter sker på avfarten. Vägkant tillhörande avfarten från E4/Uppsalavägen är placerad 5 meter från mitten av vägen. Individrisken som visas i Figur 15 är den kumulativa risken från samtliga aktuella transportleder för farligt gods som har beaktats i beräkningarna.



Figur 15. Individrisk på olika avstånd från riskobjekt.

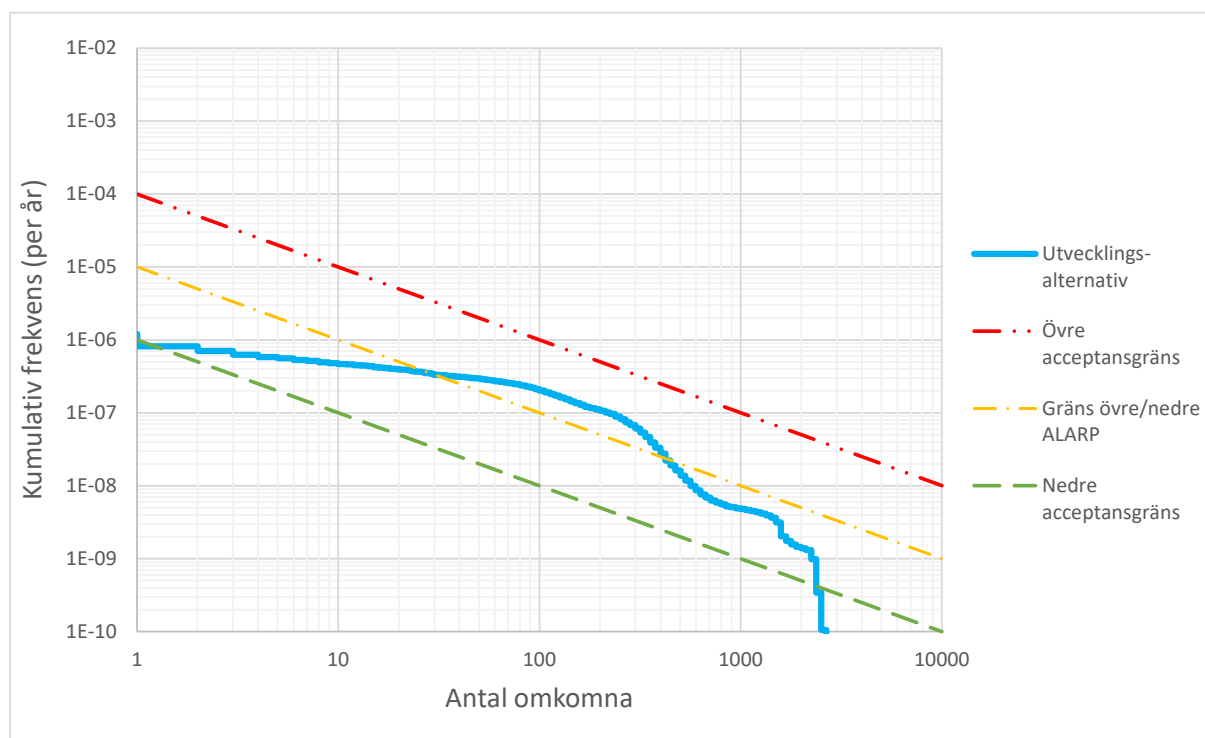
Följande resultat för individrisken för olycka med farlig gods kan utläsas ur Figur 15:

- För E4/Uppsalavägen i det fria längs norra delen av området:
 - Oacceptabel risk förekommer inte på något avstånd.
 - Risk inom övre ALARP-området förekommer på avstånd kortare än 25 meter från mitten av E4/Uppsalavägen, dvs. på avstånd kortare än 10 meter från vägkant tillhörande E4/Uppsalavägen.
 - Risk inom nedre ALARP-området förekommer på avstånd mellan 25 meter och 70 meter från mitten av E4/Uppsalavägen, dvs. på avstånd mellan 10 meter och 55 meter från vägkant tillhörande E4/Uppsalavägen.
 - Risken är acceptabel på avstånd längre än 70 meter från mitten av E4/Uppsalavägen, dvs. på avstånd längre än 55 meter från vägkant tillhörande E4/Uppsalavägen.
- För påfarten/avfarten tillhörande E4/Uppsalavägen längs södra delen av området:
 - Oacceptabel risk och risk inom ALARP-området förekommer inte på något avstånd från påfarten/avfarten, vilket innebär att risken är acceptabel på samtliga avstånd från påfarten/avfarten.

Som tidigare nämnt är individrisken vid tunnelmynningarna tillhörande E4/Uppsalavägen inte förhöjd jämfört med de delar av E4/Uppsalavägen som är placerade i det fria. Därmed gäller samma slutsatser med avseende på risknivåer och avstånd för tunnelmynningarna tillhörande E4/Uppsalavägen som för vägkant tillhörande E4/Uppsalavägen.

7.2 Samhällsrisk

Figur 16 visar samhällsriskerna från olyckor med farligt gods för utvecklingsalternativet.



Figur 16. Samhällsrisk för olyckor med farligt gods.

Följande resultat för samhällsriskerna för utvecklingsalternativet kan utläsas ur Figur 16.

- Oacceptabel risk förekommer inte.
- Risken är inom det övre ALARP-området för händelser där mellan cirka 30 och cirka 450 personer förväntas omkomma.
- Risken är inom det nedre ALARP-området för händelser där mellan 0 och cirka 30 personer samt mellan cirka 450 och cirka 2 500 personer förväntas omkomma.
- Risken är acceptabel för händelser där fler än cirka 2 500 personer förväntas omkomma.

Samhällsriskerna ligger således inom det nedre ALARP-området och det övre ALARP-området i stor utsträckning. Den höga personbelastningen i på förhållandevis korta avstånd från de beaktade riskobjekten bidrar till en förhöjd samhällsrisk.

Tabell 9 redovisar respektive transportleds bidrag till den totala samhällsriskerna.

Tabell 9. Bidrag till samhällsriskerna från aktuella transportleder.

Transportled	Bidrag till samhällsriskerna [%]
E4/Uppsalavägen	94,3
Påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen	2,0
Värtabanan	3,7

Enligt Tabell 9 utgör olyckor på E4/Uppsalavägen det i särklass största bidraget till den totala samhällsriskerna medan olyckor på påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen samt Värtabanan bidrar i begränsad utsträckning till den totala samhällsriskerna.

Att olyckor på E4/Uppsalavägen bidrar i betydande utsträckning till den totala samhällsriskerna beror på att det förhållandevis stora antalet transporter av farligt gods på vägen i kombination med det korta avståndet mellan vägen och det aktuella området. Att olyckor på påfart/avfart tillhörande

E4/Uppsalavägen bidrar i begränsad utsträckning till den totala samhällsriskens beror på det förhållandevis låga antalet transporter av farligt gods på vägen samt att samtliga transporter utgörs av brandfarliga vätskor som har förhållandevis korta konsekvensavstånd. Att olyckor på Värtabanan bidrar i begränsad utsträckning till den totala samhällsriskens beror på det förhållandevis låga antalet transporter av farligt gods på järnvägen i kombination med det långa avståndet mellan järnvägen och det aktuella området.

Vid analys av respektive olycksscenarios bidrag till den totala samhällsriskens konstateras att olyckor med brandfarliga gaser utgör cirka 69% av den totala samhällsriskens. Olyckor med giftiga gaser samt explosiva ämnen och föremål utgör cirka 20% respektive cirka 9% av den totala samhällsriskens. Olyckor med brandfarliga vätskor samt oxiderande ämnen och organiska peroxider utgör cirka 2% och bidrar således i en begränsad utsträckning till den totala samhällsriskens. Att olyckor med brandfarliga gaser bidrar i betydande utsträckning till den totala samhällsriskens beror på att transporter av dessa ämnen utgör en majoritet av transporter på väg av ämnen som har förhållandevis långa konsekvensområden. Trots att brandfarliga vätskor utgör drygt hälften av alla transporter av farligt gods på väg så utgör olyckor med brandfarliga vätskor cirka 2% av den totala samhällsriskens, vilket förklaras med att konsekvensområdet för olyckor med brandfarliga vätskor är begränsat till storleksordningen tiotals meter och att personbelastningen är begränsad inom detta område.

7.3 Sammanfattande riskvärdering

Individrisknivån är inom det övre ALARP-området inom 10 meter från väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen där vägen är placerad i det fria, dvs. i anslutning till de norra delarna av det aktuella området. Inom detta område planeras ingen bebyggelse. Individrisknivån är inom det nedre ALARP-området på avstånd mellan 10 meter och 55 meter från väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen där vägen är placerad i det fria. Inom detta område planeras främst bebyggelse med markanvändning i form av kontor/verksamhet. Mindre delar av områdena med bebyggelse med markanvändning i form av bostad finns dock från cirka 50 meter från väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen där vägen är placerad i det fria. Bortanför 55 meter från väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen där vägen är placerad i det fria är individrisken acceptabel.

Vidare konstateras att individrisken i anslutning till påfart/avfart till E4/Uppsalavägen och Värtabanan är acceptabel samt att individrisken vid tunnelmynningarna inte är förhöjd jämfört med de delar av E4/Uppsalavägen och Värtabanan som är placerade i det fria.

Eftersom individrisken vid tunnelmynningarna tillhörande E4/Uppsalavägen inte är förhöjd jämfört med de delar av E4/Uppsalavägen som är placerade i det fria så gäller samma slutsatser med avseende på risknivåer och avstånd för tunnelmynningarna tillhörande E4/Uppsalavägen som för väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen

Samhällsriskens ligger i stor utsträckning antingen inom det övre ALARP-området eller det nedre ALARP-området. Den höga personbelastningen på förhållandevis korta avstånd från framför allt E4/Uppsalavägen bidrar till en förhöjd samhällsrisk.

8 Kvalitativ känslighets- och osäkerhetsanalys

I känslighetsanalysen beskrivs hur känsligt analysresultatet är för antaganden och indata för vissa särskilt viktiga parametrar. I osäkerhetsanalysen beskrivs osäkerheterna i indataparametrar och hur detta har hanterats i analysen.

8.1 Känslighetsanalys

Syftet med känslighetsanalysen är att visa hur känsligt resultatet är för variationer i indata. Variationer studeras här avseende följande parametrar:

- Antal transporter av farligt gods
- Personbelastning
- Konsekvenser för studerade olycksscenarier

8.1.1 Antal transporter av farligt gods

Utifrån använda modeller kan det konstateras ett linjärt samband mellan resultatet och förändringar i antalet transporter. Detta innebär att en procentuell förändring av antalet transporter ger motsvarande variation av resultatet. Exempelvis medför en ökning av antalet transporter av farligt gods med 10% att olycksfrekvensen, och därmed individrisken och samhällsrisken, ökar med 10%.

8.1.2 Personbelastning

Det kan konstateras att förändring i personbelastning inom det studerade området har en påverkan på samhällsrisken men inte på individrisken. En känslighetsanalys med avseende på personbelastningen har genomförts för att undersöka effekten på samhällsrisken från antaganden gällande de platsspecifika förutsättningarna som delvis utgör skydd mot olyckor med farligt gods.

Tabell 10 sammanfattar personbelastningen för kvarter inom DP 1 och kommande detaljplaner i Norra Hagastaden för känslighetsanalysen.

Tabell 10. Sammanfattning av personbelastning för DP 1 och kommande detaljplaner, känslighetsanalys.

Kvarter	Antal personer		Andel personer inomhus		Nyttjandegrad
	Dag	Natt	Dag	Natt	
3	1 533	613	1	1	1
4	1 533	613	1	1	1
5-1	339	485	0,93	0,99	1
5-2	289	412	0,93	0,99	1
6	246	351	0,93	0,99	1
7 (bostad)	53	76	0,93	0,99	1
7 (kontor)	433	0	0,93	-	0,71
8	231	330	0,93	0,99	1
9	851	0	0,93	0,99	1
10	2 326	931	1	1	1
11 (bostad)	198	283	0,93	0,99	1
11 (kontor)	1 124	0	0,93	-	0,71
12 (bostad)	119	170	0,93	0,99	1
12 (kontor)	1 242	0	0,93	-	0,71
12 (centrum)	276	0	0,93	-	1
12 (skola)	173	0	0,6	-	0,71
13 (bostad)	1 064	1 520	0,93	0,99	1

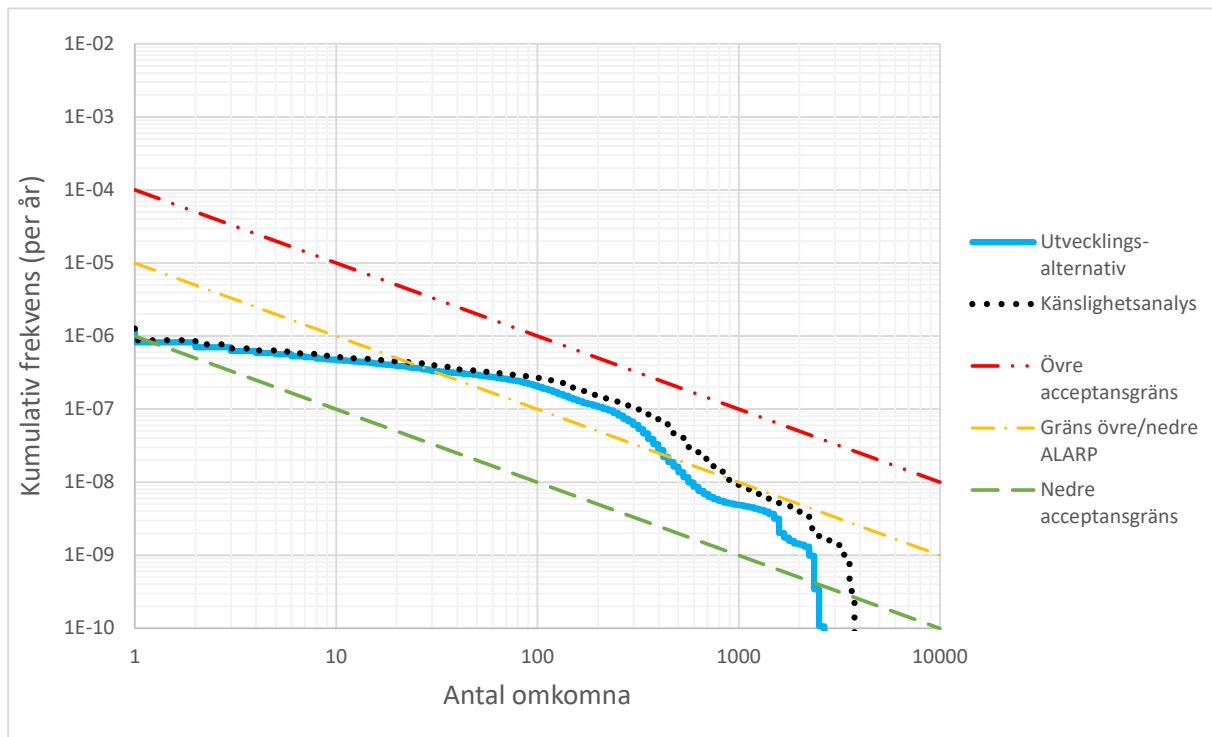
Kvarter	Antal personer		Andel personer inomhus		Nyttjandegrad
	Dag	Natt	Dag	Natt	
13 (kontor)	1 333	0	0,93	-	0,71
14 (bostad)	200	285	0,93	0,99	1
14 (kontor)	67	0	0,93	-	0,71
15	1 381	0	0,93	-	0,71
17	211	302	0,93	0,99	1
18-1	188	269	0,93	0,99	1
18-2 (bostad)	188	269	0,93	0,99	1
18-2 (skola)	97	0	0,6	-	0,71
19	1 733	1 733	0,93	0,99	1
20 (bostad)	320	457	0,93	0,99	1
20 (skola)	97	0	0,6	-	0,71
21	65	0	0,6	-	0,71
22	370	529	0,93	0,99	1
23	3 078	1 231	1	1	1

Tabell 11 sammanfattar personbelastningen för övriga områden utöver DP 1 och kommande detaljplaner inom det kvadratiska området för känslighetsanalysen.

Tabell 11. Sammanfattning av personbelastning för övriga områden inom det kvadratiska området, känslighetsanalys.

Kvarter	Antal personer per km ²		Andel personer inomhus		Nyttjandegrad
	Dag	Natt	Dag	Natt	
Hela området med arean 1 km ²	100	100	0	0	1
Första radens bebyggelse	25 000	25 000	0,93	0,99	1
Andra radens bebyggelse	25 000	25 000	0,93	0,99	1
Tredje radens bebyggelse	25 000	25 000	0,93	0,99	1
Fjärde radens bebyggelse	25 000	25 000	0,93	0,99	1

Personbelastningen i Tabell 10 och Tabell 11 tar inte hänsyn till de platsspecifika förutsättningarna som delvis utgör skydd mot olyckor med farligt gods. Figur 17 visar samhällsrisken från olyckor med farligt för känslighetsanalysen. I Figur 17 finns även samhällsrisken för utvecklingsalternativet.



Figur 17. Samhällsrisik för olyckor med farligt gods, utredningsalternativ och känslighetsanalys.

Samhällsrisiken för känslighetsanalysen är förskjutet uppåt och åt höger i Figur 17 jämfört med samhällsrisiken för utvecklingsalternativet, vilket innebär att samhällsrisiken är högre för känslighetsanalysen än för utvecklingsalternativet. Ökningen av samhällsrisiken beror på att känslighetsanalysen innebär en högre personbelastning än utvecklingsalternativet. Därmed förväntas fler personer omkomma för ett olycksscenario i känslighetsanalysen jämfört med samma olycksscenario i utvecklingsalternativet.

Ökningen bedöms däremot inte vara betydande eftersom ökningen inte innebär att en oacceptabel samhällsrisik erhålls. Samhällsrisiken för känslighetsanalysen ligger, likt samhällsrisiken för utvecklingsalternativet, inom det nedre ALARP-området och det övre ALARP-området i stor utsträckning.

8.1.3 Konsekvenser för studerade olycksscenarioer

Resultatets känslighet för variationer avseende konsekvenser för studerade olycksscenarioer bedöms som relativt stor. Konsekvensberäkningar av olyckor till följd av bränder och utsläpp av gaser är beroende av en rad olika parametrar såsom hålstorlek för utsläpp och diverse väderparametrar. Varierande väderparametrar såsom vindhastighet, vindriktning och stabilitetsklass samt varierande hålstorlekar för utsläpp har hanterats i analysen. Av erfarenhet är det känt att just dessa parametrar kan ha stor inverkan på beräknade konsekvensavstånd särskilt för spridning av gaser.

En annan parameter som kan ha stor inverkan på beräknade konsekvensavstånd för spridning av gaser benämns ytråhet och beskriver topografin i området. Ytråhet som motsvarar skogsmark eller stadsmiljö bidrar till ökad mekanisk turbulens och således snabbare utspädning av ett gasmoln. Ett konservativt val av ytråhet har tillämpats i analysen för att hantera denna osäkerhet.

Av erfarenhet är det känt att parametrar såsom yttertemperatur, solinstrålning och luftfuktighet har mindre påverkan på konsekvensavstånd och hanteras därför inte.

8.2 Osäkerhetsanalys

Generellt delas osäkerhet upp i två typer av osäkerhet, epistemisk osäkerhet (kunskapsosäkerhet) och stokastisk osäkerhet (variabilitet). Den epistemiska osäkerheten handlar om att det saknas information om exempelvis antal transporter av farligt gods. Denna osäkerhet kan i teorin elimineras med ytterligare insamling av information. Stokastisk osäkerhet går däremot inte att eliminera och handlar om naturlig variabilitet i exempelvis vindhastigheter och vindriktningar. En

riskutredning som denna innehåller betydande osäkerheter av båda sorter men framförallt epistemisk osäkerhet.

Syftet med osäkerhetsanalysen är att visa graden av osäkerhet i det underlag som slutsatser är grundade på. Osäkerheten analyseras med avseende på följande parametrar:

- Antal transporter av farligt gods
- Sannolikhet för olyckor
- Personbelastning
- Konsekvenser för studerade olycksscenarier

Det tillvägagångssätt som genomgående används för att möta effekten av osäkerheten i indata är tillämpande av konservativa bedömningar som ger resultat med säkerhetsmarginal. Därmed konstateras att det presenterade resultatet troligen visar en högre risk än vad som faktiskt gäller.

8.2.1 Antal transporter av farligt gods

Antalet transporter av farligt gods och sannolikheten för olyckor är baserat på diverse historiska data som utgör grund för uppskattning av såväl typ som mängd av farligt gods samt frekvens för olycka med farligt gods. Att använda historiska data i beräkningar för ett framtidsscenario innebär alltid osäkerheter med begränsade möjligheter att analysera och utreda dessa.

8.2.2 Sannolikhet för olyckor

Det finns osäkerheter som kan innebära att sannolikheten för olycka är högre än vad statistiken anger. Exempelvis kan lokala förhållanden innebära en ökad olycksrisk, både vad gäller risk för olycka samt förekomst av farligt gods. Generellt finns dock anledning att anta att sannolikheten för olycka kommer minska till följd av utveckling av säkrare fordon och teknik. Sådan minskning av sannolikhet för olycka tas inte hänsyn till, vilket innebär att framräknade olycksfrekvenser inte bedöms medföra en underskattad risk.

8.2.3 Personbelastning

Personbelastningen inom aktuellt område som används i beräkningarna är baserad på ett antal antaganden. Ett flertal av dessa utgår från schablonvärden för olika typer av verksamheter, vilket innebär att de kan avvika från lokala förutsättningar. Generellt är bedömningen att antagandena är konservativa och inte behöver utredas vidare. Känslighetsanalysen i avsnitt 8.1.2 visar dessutom att en betydande ökning av personbelastningen inte innebär att en oacceptabel samhällsrisik erhålls.

8.2.4 Konsekvenser för studerade olycksscenarier

Osäkerheten avseende konsekvenser för studerade olycksscenarier bedöms vara beroende av scenariobeskrivningarna. Här bedöms osäkerheten avseende representativa scenarier vara relativt liten. Det finns vissa osäkerheter kring förekomsten av olika ämnen inom de olika klasserna. Bedömningen är dock att de ämnen som i beräkningarna representerar de olika klasserna innebär allvarligare konsekvenser än majoriteten av de ämnen som transporteras inom respektive klass. Antagandena bedöms alltså vara konservativa och medför troligen en ökning av risken som är större än vad som faktiskt gäller. Vidare finns en betydande osäkerhet inför så kallade extremhändelser såsom transporter av farligt gods utanför gällande regelverk eller uppsåtliga händelser. Det kan emellertid konstateras att övergripande metodik för en riskutredning av detta slag inte rymmer en analys av sådana konsekvenser.

9 Riskreducerande åtgärder

Riktlinjerna från Länsstyrelsen i Stockholms län gällande planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods [1] anger att skyddsavstånd generellt är att föredra framför andra skyddsåtgärder. Riktlinjerna ställer krav på bebyggelsefritt avstånd på 25 meter till transportleder för farligt gods på såväl väg som järnväg. Rekommenderade transportleder för farligt gods utgörs av E4/Uppsalavägen och Värtabanan. Påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen är däremot inte rekommenderade transportleder för farligt gods. Det kortaste avståndet mellan väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen där vägen är placerad i det fria och planerad bebyggelse är 25 meter. Det kortaste avståndet mellan Värtabanan där järnvägen är placerad i det fria och planerad bebyggelse är 75 meter. Ovanstående innebär att krav i riktlinjerna från Länsstyrelsen i Stockholms län gällande bebyggelsefritt avstånd uppfylls av det aktuella planförslaget.

Riktlinjerna från Länsstyrelsen i Stockholms län anger dessutom krav på riskreducerande åtgärder inom 30 meter från rekommenderade transportleder för farligt gods för markanvändning i form av bland annat bostad och kontor:

- Glas ska utföras i lägst brandteknisk klass EW30.
- Fasader ska utföras i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass EI30.
- Friskluftsintag ska riktas bort från transportled för farligt gods.
- Det ska vara möjligt att utrymma bort från vägen på ett säkert sätt.

Det kortaste avståndet mellan väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen i det fria och planerad bebyggelse är 25 meter. Eftersom bebyggelse planeras inom 30 meter från väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen i det fria så gäller de åtgärder som nämns i riktlinjerna från Länsstyrelsen i Stockholms län inom det aktuella avståndet från E4/Uppsalavägen i det fria.

Baserat på resultaten i den här riskutredningen så görs bedömningen att åtgärderna inte enbart ska gälla inom 30 meter från väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen i det fria. Att åtgärder ska gälla för andra områden än de som ligger inom 30 meter från väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen motiveras främst av att individrisken är inom ALARP-området i anslutning till E4/Uppsalavägen i det fria samt att samhällsrisken i stor utsträckning ligger inom ALARP-området. Individrisken är inom ALARP-området på avstånd kortare än 55 meter från väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen i det fria och tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen.

Kommande avsnitt beskriver åtgärderna som nämns i riktlinjerna från Länsstyrelsen i Stockholms län. Utöver åtgärderna i riktlinjerna från Länsstyrelsen i Stockholms län finns ytterligare två åtgärder i kommande avsnitt. Dessa åtgärder avser placering av balkonger och terrasser samt utomhusområden som inte ska uppmuntra till stadigvarande vistelse.

9.1 Glas i lägst brandteknisk klass EW30

Brandklassen EW30 innebär dels integritet mot brand, dels begränsning av strålning under 30 minuter. Integritet mot brand är ett täthetskrav som innebär att brand i form av sticklågor och liknande inte tar sig igenom materialet. Begränsning av strålning innebär att värmestrålningen ska vara begränsad på den icke brandutsatta sidan.

Vid analys av respektive olycksscenario bidrag till den totala samhällsrisken konstateras att olyckor med brandfarliga gaser utgör cirka 69% av den totala samhällsrisken. Baserat på ovanstående ska planbestämmelser säkerställa att glas i lägst brandteknisk klass EW30 tillämpas för:

- Delar av första radens bebyggelse som helt eller delvis vetter mot E4/Uppsalavägen i det fria där bebyggelsen är placerad inom 55 meter från väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen i det fria eller 55 meter från tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen.

Planbestämmelser ska dessutom säkerställa att glas i lägst brandteknisk klass EW30 tillämpas för:

- Delar av första radens bebyggelse som i betydande utsträckning vetter mot påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen förutsatt att markanvändningen i aktuell bebyggelse omfattas av Zon C i riktlinjerna från Länsstyrelsens i Stockholms län.

Enligt riktlinjerna från Länsstyrelsens i Stockholms län kan brandklassade fönster, som införs som en riskreducerande åtgärd i syfte att skydda mot olyckor med transporter av farligt gods, vara öppningsbara såvida byggnadens brandtekniska utformning i övrigt medger detta.

9.2 Fasader i obrännbart material eller lägst brandteknisk klass EI30

Brandklassen EI30 innebär dels integritet mot brand, dels isolering under 30 minuter. Integritet mot brand är ett täthetskrav som innebär att brand i form av sticklågor och liknande inte tar sig igenom materialet. Isolering är ett krav på maximal temperaturhöjning på den icke brandutsatta sidan.

Vid analys av respektive olycksscenario bidrag till den totala samhällsrisken konstateras att olyckor med brandfarliga gaser utgör cirka 75% av den totala samhällsrisken. Baserat på ovanstående ska planbestämmelser säkerställa att fasader i obrännbart material eller lägst brandteknisk klass EI30 tillämpas för:

- Delar av första radens bebyggelse som helt eller delvis vetter mot E4/Uppsalavägen i det fria där bebyggelsen är placerad inom 55 meter från väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen i det fria eller 55 meter från tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen.

Planbestämmelser ska dessutom säkerställa att fasader i obrännbart material eller lägst brandteknisk klass EI30 tillämpas för:

- Delar av första radens bebyggelse som i betydande utsträckning vetter mot påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen förutsatt att markanvändningen i aktuell bebyggelse omfattas av Zon C i riktlinjerna från Länsstyrelsens i Stockholms län.

9.3 Friskluftsintag placeras bort från transportled för farligt gods

Ett sätt att reducera risken för människor som befinner sig inomhus vid en eventuell olyckshändelse är att planera ventilationssystem strategiskt. Ventilationssystemet ska planeras på ett sätt så att det vid spridning av gas kan förhindras att gasen tränger in i byggnader via ventilationssystem. Detta kan göras genom att dels placera luftintag antingen på tak eller så högt upp som möjligt på fasad, dels placera luftintag så att de vetter bort från transportleden. Ett förlängt avstånd mellan luftintag och läckagepunkten ger en lägre koncentration av giftiga ämnen i den luft som tränger in i byggnaderna. Som tidigare nämnt kan olyckor med giftiga gaser medföra långa konsekvensavstånd. De topografiska förutsättningarna för det aktuella området motverkar dock utbredning av tunga gaser mot området.

Strategisk planering av ventilationssystem bedöms vara en kostnadseffektiv åtgärd, i alla fall för nybyggnation. Baserat på ovanstående ska planbestämmelser säkerställa att friskluftsintag är placerade bort från E4/Uppsalavägen för:

- Första radens bebyggelse från E4/Uppsalavägen i det fria där bebyggelsen är placerad inom 55 meter från väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen i det fria eller 55 meter från tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen.

Planbestämmelser ska dessutom säkerställa att friskluftsintag är placerade bort från påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen för:

- Första radens bebyggelse mot påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen förutsatt att markanvändningen i aktuell bebyggelse omfattas av Zon C i riktlinjerna från Länsstyrelsens i Stockholms län.

9.4 Möjlighet till säker utrymning

Vid en olyckshändelse är det av vikt att det finns utrymningsvägar som möjliggör för en säker utrymning. Detta innebär att det i byggnader i anslutning till transportleder för farligt gods ska finnas utrymningsvägar som möjliggör utrymning bort från transportleden. Dessutom ska huvudsakliga entréer om möjligt placeras bort från transportleden eftersom personer tenderar att utrymma den väg som de använde för att ta sig in i byggnaden.

Placering av utrymningsvägar och entréer bedöms vara en kostnadseffektiv åtgärd, i alla fall för nybyggnation. Baserat på ovanstående ska planbestämmelser säkerställa att utrymningsvägar och huvudsakliga entréer är placerade bort från E4/Uppsalavägen för:

- Första radens bebyggelse från E4/Uppsalavägen i det fria där bebyggelsen är placerad inom 55 meter från väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen i det fria eller 55 meter från tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen.

Planbestämmelser ska dessutom säkerställa att utrymningsvägar och huvudsakliga entréer inte är placerade mot påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen för:

- Första radens bebyggelse från påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen.

9.5 Balkonger och terrasser placeras bort från transportled för farligt gods

Balkonger och terrasser är platser där stadigvarande vistelse förväntas förekomma. Människor som befinner sig på dessa platser är mindre skyddade mot olyckor med farligt gods än människor som befinner sig inomhus. Baserat på ovanstående ska planbestämmelser säkerställa att balkonger och terrasser är placerade bort från E4/Uppsalavägen för:

- Första radens bebyggelse från E4/Uppsalavägen i det fria där bebyggelsen är placerad inom 55 meter från vägkant tillhörande E4/Uppsalavägen i det fria eller 55 meter från tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen.

Planbestämmelser ska dessutom säkerställa att balkonger och terrasser inte är placerade mot påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen för:

- Första radens bebyggelse mot påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen förutsatt att markanvändningen i aktuell bebyggelse omfattas av Zon C i riktlinjerna från Länsstyrelsens i Stockholms län.

9.6 Utomhusområden som inte ska uppmuntra till stadigvarande vistelse

Åtgärderna i avsnitt 9.1 till avsnitt 9.5 avser bebyggelse inom planområdet och skyddar därmed människor som befinner sig inomhus. Människor som befinner sig utomhus är generellt mindre skyddade mot olyckor med farligt gods än människor som befinner sig inomhus. Med avseende på utomhusområden inom planområdet ska planbestämmelser säkerställa att utomhusområden inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse för:

- Utomhusområden som är placerade inom 55 meter från vägkant tillhörande E4/Uppsalavägen i det fria eller 55 meter från tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen, där det dessutom saknas bebyggelse mellan aktuella utomhusområden och E4/Uppsalavägen i det fria eller tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen.

Planbestämmelser ska dessutom säkerställa att utomhusområden inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse för:

- Utomhusområden som är placerade mellan påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen och första radens bebyggelse mot påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen förutsatt att markanvändningen i aktuell bebyggelse omfattas av Zon C i riktlinjerna från Länsstyrelsens i Stockholms län.

10 Slutsatser

Individrisknivån är inom det övre ALARP-området inom 10 meter från väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen i det fria och inom 10 meter från tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen, dvs. i anslutning till de norra delarna av det aktuella området. Inom detta område planeras ingen bebyggelse.

Individrisknivån är inom det nedre ALARP-området på avstånd mellan 10 meter och 55 meter från väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen i det fria och på avstånd mellan 10 meter och 55 meter från tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen, dvs. i anslutning till de norra delarna av det aktuella området. Inom detta område planeras främst bebyggelse med markanvändning i form av kontor/verksamhet. Mindre delar av områden med bebyggelse med markanvändning i form av bostad finns inom detta område men utgör inte första radens bebyggelse mot E4/Uppsalavägen i det fria eller mot tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen.

Bortanför 55 meter från väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen i det fria och tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen är individrisken acceptabel.

Vidare konstateras att individrisken i anslutning till påfart/avfart till E4/Uppsalavägen och Värtabanan är acceptabel samt att individrisken vid tunnelmynningarna inte är förhöjd jämfört med de delar av E4/Uppsalavägen och Värtabanan som är placerade i det fria.

Samhällsriskerna ligger i stor utsträckning antingen inom det övre ALARP-området eller det nedre ALARP-området. Den höga personbelastningen på förhållandevis korta avstånd från de beaktade riskobjekten bidrar till en förhöjd samhällsrisk.

Risken har bedömts som försumbar att en explosion i någon av tunnarna under det aktuella planområdet medför en tunnelkollaps och fortskridande ras som i sin tur medför kollaps av bebyggelse inom planområdet.

Risken med avseende på utsläpp av gaser till omgivningen via avluftningstornet har värderats kvalitativt. Bedömningen är att olyckor som innebär utsläpp av brandfarlig eller giftig gas i tunnarna, där gasen sedan sprids till omgivningen via avluftningstornet, inte har potential att medföra konsekvenser med avseende på liv och hälsa i form av dödsfall för människor inom det aktuella området. Därmed beaktas inte spridning av gaser från avluftningstornet i de beräkningarna som har genomförts som en del av den här riskutredningen.

Följande riskreducerande åtgärder ska införas som planbestämmelser i detaljplanen för delar av första radens bebyggelse som helt eller delvis vetter mot E4/Uppsalavägen i det fria där bebyggelsen är placerad inom 55 meter från väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen i det fria eller 55 meter från tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen:

- Glas i lägst brandteknisk klass EW30. Enligt riktlinjerna från Länsstyrelsens i Stockholms län kan brandklassade fönster, som införas som en riskreducerande åtgärd i syfte att skydda mot olyckor med transporter av farligt gods, vara öppningsbara såvida byggnadens brandtekniska utformning i övrigt medger detta.
- Fasader i obrännbart material eller lägst brandteknisk klass EI30.

Följande riskreducerande åtgärder ska införas som planbestämmelser i detaljplanen för samtliga delar av första radens bebyggelse från E4/Uppsalavägen i det fria där bebyggelsen är placerad inom 55 meter från väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen i det fria eller 55 meter från tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen:

- Friskluftsintag placeras bort från E4/Uppsalavägen.
- Utrymningsvägar och huvudsakliga entréer placeras bort från E4/Uppsalavägen.
- Balkonger och terrasser placeras bort från E4/Uppsalavägen.

Följande riskreducerande åtgärder ska införas som planbestämmelser i detaljplanen för samtliga utomhusområden som är placerade inom 55 meter från väggkant tillhörande E4/Uppsalavägen i det fria eller 55 meter från tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen, där det dessutom saknas bebyggelse mellan aktuella utomhusområden och E4/Uppsalavägen i det fria eller tunnelmynningar tillhörande E4/Uppsalavägen:

- Utomhusområden ska inte uppmuntra till stadigvarande vistelse.

Följande riskreducerande åtgärder ska införas som planbestämmelser i detaljplanen för delar av första radens bebyggelse som i betydande utsträckning vetter mot påfart/avfart tillhörande

E4/Uppsalavägen förutsatt att markanvändningen i aktuell bebyggelse omfattas av Zon C i riktlinjerna från Länsstyrelsen i Stockholms län:

- Glas i lägst brandteknisk klass EW30. Enligt riktlinjerna från Länsstyrelsens i Stockholms län kan brandklassade fönster, som införs som en riskreducerande åtgärd i syfte att skydda mot olyckor med transporter av farligt gods, vara öppningsbara såvida byggnadens brandtekniska utformning i övrigt medger detta.
- Fasader i obrännbart material eller lägst brandteknisk klass EI30.

Följande riskreducerande åtgärder ska införas som planbestämmelser i detaljplanen för samtliga delar av första radens bebyggelse från påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen förutsatt att markanvändningen i aktuell bebyggelse omfattas av Zon C i riktlinjerna från Länsstyrelsen i Stockholms län:

- Friskluftsintag placeras bort från påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen.
- Balkonger och terrasser placeras inte mot påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen.

Följande riskreducerande åtgärder ska införas som planbestämmelser i detaljplanen för samtliga delar av första radens bebyggelse från påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen oavsett markanvändning i aktuell bebyggelse:

- Utrymningsvägar och huvudsakliga entréer placeras inte mot påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen.

Följande riskreducerande åtgärder ska införas som planbestämmelser i detaljplanen för samtliga utomhusområden som är placerade mellan påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen och första radens bebyggelse mot påfart/avfart tillhörande E4/Uppsalavägen förutsatt att markanvändningen i aktuell bebyggelse omfattas av Zon C i riktlinjerna från Länsstyrelsens i Stockholms län:

- Utomhusområden ska inte uppmuntra till stadigvarande vistelse.

Givet att ovanstående riskreducerande åtgärder införs som planbestämmelser i detaljplanen så bedöms risken som acceptabel.

11 Referenser

- [1] Länsstyrelsen Stockholm, "Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods," Enheten för samhällsskydd och beredskap, Stockholm, 2016.
- [2] TNO Riskcurves, RISKCURVES 11.4.2.
- [3] TNO Purple Book, "Guidelines for quantitative risk assessment "Purple book",," 2005b. [Online]. Available: <https://www.tno.nl/en/focus-areas/circular-economy-environment/roadmaps/environment-sustainability/public-safety/the-coloured-books-yellow-green-purple-red/>.
- [4] Räddningsverket, "Värdering av risk," Karlstad, 1997.
- [5] Projektstaben, "Östra Hagastaden - Riskutredning," 2022.
- [6] Trafikverket, "Trafikuppgifter avsedda för bullerberäkning," 2022.
- [7] Solna stad, "Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) - Program för norra delen av Hagastaden," 2015.
- [8] Brandskyddslaget, "Inledande riskanalys - Hagastaden (Östra Hagastaden, Norrtull, Stockholms stad / Norra Hagastaden, Solna stad)," 2015.
- [9] VTI, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg, VTI-rapport 387:4," Väg- och trafikforskningsinstitutet, 1994.
- [10] MSB, "MSBFS 2018:5 - ADR-S 2019," 2018.
- [11] FOA, "Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker," Försvarets forskningsanstalt (FOA), 1998.
- [12] PLASTICS, "Safe Transport of Organic Peroxides - Best Practices," Organic Peroxide Producers Safety Division of the Plastics Industry Association (PLASTICS), 2017.
- [13] MSB, "Gruppering av organiska peroxider - uppgifter om innehållet i databasen," 2014.
- [14] MSB, SÄIFS 1999:2 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av väteperoxid, 1999.
- [15] MSB, SÄIFS 1996:4 - Föreskrifter och allmänna råd om hantering av organiska peroxider, 1996.