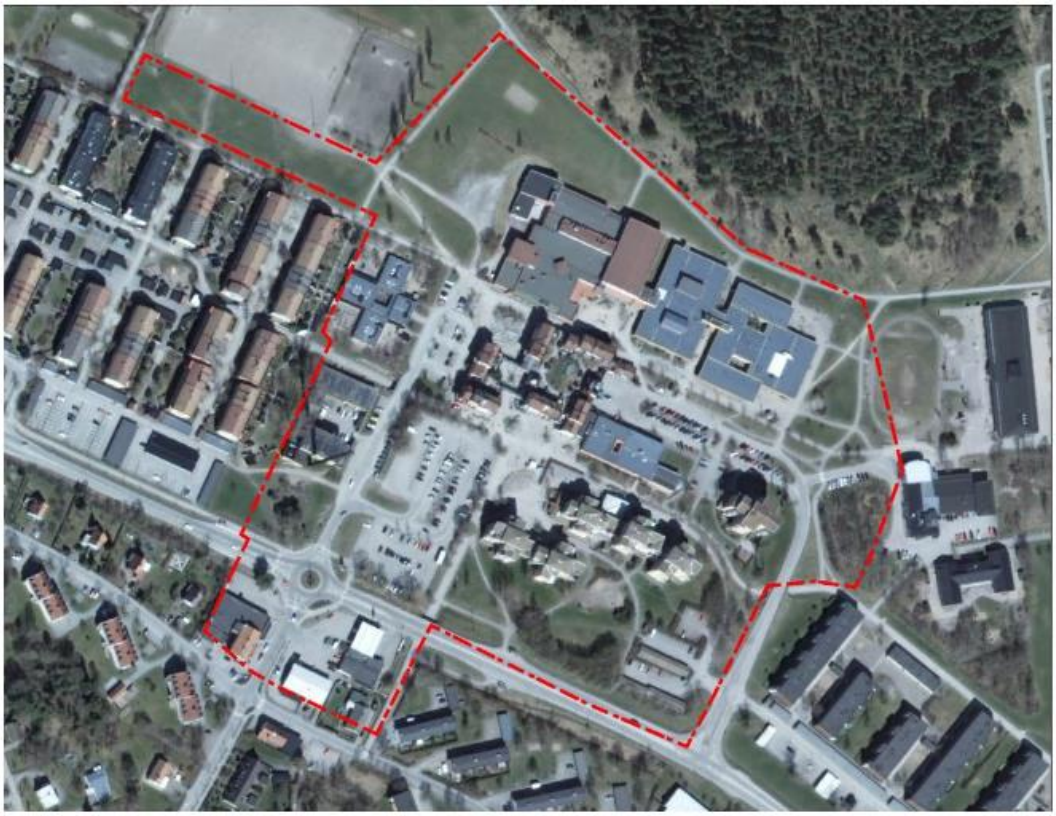
Riskutredning

Handläggare
Tove Raquette
Telefon
010-505 64 20
Mobil
072 205 69 76
E-post
tove.raquette@afry.com

Datum
15/05/2024
Projekt ID
D0088591
Beställare
Upplands-Bro Kommun
Samhällsbyggnadskontoret
Plan- och exploateringsenheten

Riskutredning för ny detaljplan för Bro Torg



[1]

Uppdragsledare: Tove Raquette
Handläggare: Linda Rundal, Linnea Tengvall
Intern kvalitetsgranskning: Jennifer Wolsing

Sammanfattning

I Upplands-Bro kommun pågår en detaljplaneprocess som syftar till att utveckla Bro centrum. Markanvändningen inom planområdet utgörs idag av bostäder, centrum, handelsverksamheter, skolor samt parkering. Den nya detaljplanen kommer medge tätare byggnation av bostäder, serviceverksamhet och butiker.

Följande resultat med avseende på risker från Enköpingsvägen, INGO drivmedelsstation och Bro simhall har erhållits:

- Individrisken från olyckor med farligt gods på Enköpingsvägen är acceptabel på samtliga avstånd från transportleden.
- Samhällsrisken avseende farligt gods på Enköpingsvägen för utvecklingsalternativet (framtidsvisionen) för Bro torg ligger inom risknivån för acceptabel risk.
- Risk för olycka på drivmedelsstation är acceptabel givet att nödvändiga skyddsavstånd upprätthålls till dess att drivmedelstationen har avvecklats. Om drivmedelsstationen inte avvecklas krävs vissa åtgärder för att risken ska kunna anses vara acceptabel.
- Risken för olycka med klorutsläpp vid Bro simhall bedöms vara acceptabel.

Baserat på resultaten behöver nedan åtgärder tas hänsyn till:

- **Skyddsavstånd**
  Det behöver tas hänsyn till nödvändiga skyddsavstånd för bebyggelse intill Enköpingsvägen samt INGO drivmedelsstation. Om drivmedelsstationen inte avvecklas och nödvändiga skyddsavstånd inte avses upprätthållas behöver en mer ingående kvantitativ riskutredning göras för olyckor på drivmedelsstationen.
- **Byggnadstekniska åtgärder**
  Det bör övervägas vissa åtgärder avseende planbestämmelser för bebyggelse inom 30 meter från Enköpingsvägen, simhallen och drivmedelsstationen gällande
  - brandtekniskt skydd
  - friskluftsintag
  - utrymningsvägar.

Givet att etablering i samband med utvecklingen av detaljplan för Bro torg följer beskrivning i utvecklingsplan för Bro torg [2] och angivna skyddshöjande åtgärder bedöms risken som acceptabel.

Copyright © AFRY

Innehållsförteckning

1 Inledning 6
1.1 Syfte och mål 6
1.2 Avgränsningar 6

2 Styrande lagstiftning och riktlinjer 7
2.1 Riktlinjer - Länsstyrelsen Stockholm 7
2.2 Riktlinjer för bebyggelse intill drivmedelstationer 8
2.3 Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer 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 14
3.3.1 Det Norske Veritas 14

4 Beskrivning av planområde 16
4.1 Skyddsvärda objekt 17
4.2 Riskobjekt 18
4.2.1 Enköpingsvägen 18
4.2.2 INGO drivmedelsstation 19
4.2.3 Bro simhall 19

5 Riskinventering 20
5.1 Olycka med farligt gods 20
5.1.1 Olycksscenarier vid olycka med farligt gods 20
5.2 Olycka drivmedelsstation 25
5.3 Olycka simhall 25
5.4 Sammanfattning av aktuella olycksscenarier 25

6 Riskanalys och riskvärdering 26
6.1 Förutsättningar för beräkningar 26
6.1.1 Personbelastning 26
6.1.2 Trafikuppgifter 30
6.1.3 Fördelning av farligt gods vägtransporter 30
6.2 Olycka på Enköpingsvägen, kvantitativ analys 32
6.2.1 Individrisk 32
6.2.2 Samhällsrisk 33
6.3 Olycka drivmedelstation, kvalitativ analys 34
6.4 Kvalitativ riskbedömning av simhall 35
6.5 Sammanfattande riskvärdering 36

7 Kvalitativ känslighets- och osäkerhetsanalys 37

Copyright © AFRY

7.1 Känslighetsanalys 37
7.1.1 Antal transporter av farligt gods 37
7.1.2 Personbelastning 37
7.1.3 Konsekvenser för studerade olycksscenarier 37
7.2 Osäkerhetsanalys 38
7.2.1 Antal transporter av farligt gods och sannolikhet för olyckor 38
7.2.2 Personbelastning 38
7.2.3 Konsekvenser för studerade olycksscenarier 38
8 Säkerhetshöjande åtgärder 40
8.1 Enköpingsvägen 40
8.1.1 Skyddsavstånd 40
8.1.2 Byggnadstekniska åtgärder 41
8.2 Drivmedelsstation 41
8.2.1 Skyddsavstånd 41
8.2.2 Byggnadstekniska åtgärder 42
8.3 Simhall 42
9 Slutsatser 43
Referenser 44

Copyright © AFRY

Dokumenthistorik

Version	Datum	Revidering	Handläggare	Interngranskning
1.0	2022-12-21	Granskningshandling	Tove Raquette, Linnéa Tengvall, Linda Rundal	Jennifer Wolsing
2.0	2023-02-03	Slutleverans	Tove Raquette	-
2.1	2024-05-15	Revidering för tydliggörande av aktuellt skyddsavstånd	Tove Raquette	-

Copyright © AFRY

1 Inledning

I Upplands-Bro kommun pågår en detaljplaneprocess som syftar till att utveckla Bro centrum. Markanvändningen inom planområdet utgörs idag av bostäder, centrum och handelsverksamheter, skolor samt parkering. Den nya detaljplanen kommer medge tätare byggnation av bostäder, serviceverksamhet och butiker [1].

Genom detaljplaneområdet går Enköpingsvägen som är utmärkt som sekundär led för farligt gods. Detta innebär att avståndet till Enköpingsvägen understiger Länsstyrelsens riktlinjer för skyddsavstånd och därmed att risker kopplade till transport av farligt gods ska undersökas. Utöver den sekundära leden för farligt gods utgör även Bro simhall samt bensinstationen INGO riskobjekt inom planområdet.

1.1 Syfte och mål

Syftet med föreliggande utredning är att säkerställa att människor inom aktuellt detaljplaneområde inte utsätts för oacceptabla risker kopplade till olyckor på närliggande transportled samt simhall och drivmedelstation.

Målet är att ta fram en riskutredning för farligt gods där aktuella risker är kvantifierade och värderade mot befintliga riskkriterier. Om förekommande risker inte bedöms acceptabla ska nödvändiga åtgärder utredas och presenteras. Risker kopplade till Bro simhall och drivmedelstation beaktas endast kvalitativt.

1.2 Avgränsningar

Riskutredningen omfattar planområdet för aktuell detaljplan. Vid beräkning av samhällsrisk betraktas även personbelastningen i området utanför aktuellt planområde. I detta fall inventeras personbelastningen för ett område på 1 km^2.

Riskutredningen avgränsas till att enbart beakta olyckor på rekommenderade transportleder för farligt gods i anslutning till planområdet, dvs. på Enköpingsvägen. 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.

Riskutredningen är avgränsad till att inte kvantitativt beakta eventuella risker från andra riskobjekt i omgivningen såsom från omgivande verksamheter och industrier. Eventuella sådana riskkällor hanteras endast kvalitativt.

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 ska vara hållbar ur ett riskperspektiv behöver hänsyn tas till framtida förändring av transporterna på transportlederna förbi planområdet. Därmed har förväntad trafikering av transportled och förväntad personbelastning för 2050 tillämpats.

Projektering av skyddsåtgärder ingår ej.

Copyright © AFRY

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.

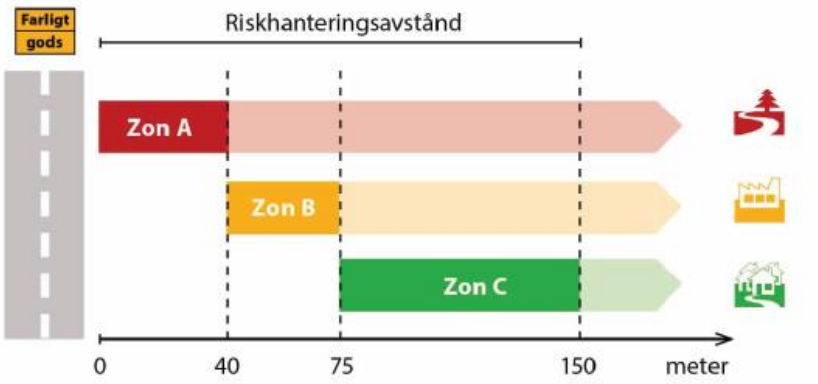
I lagtext anges det inte i detalj hur riskanalyser ska genomföras och vad de ska innehålla. På senare tid har därför riktlinjer, kriterier och rekommendationer givits ut av länsstyrelser och myndigheter gällande vilka typer av riskanalyser som bör utföras och vilka krav som ställs på dessa. Riktlinjer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

2.1 Riktlinjer - Länsstyrelsen Stockholm

I denna utredning används Länsstyrelsen i Stockholms läns dokument, *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods* [3].

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 2-1 presenterar rekommenderade skyddsavstånd mellan transportled för farligt gods och tre zoner (A-C) för olika markanvändning. Tabell 2-1 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.



Figur 2-1. Zonindelning för skyddsavstånd [3].

Copyright © AFRY

Tabell 2-1. Rekommenderad markanvändning för zonerna A, B och C [3].

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

För järnväg och rekommenderade vägar anser dock Länsstyrelsen Stockholm 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 bör finnas ett bebyggelsefritt avstånd på minst 25 meter mellan rekommenderad transportled för farligt gods på väg och studerat markområde. Detta gäller samtliga primära och de flesta sekundära rekommenderade transportleder för farligt gods. Under vissa omständigheter kan avståndet till en sekundär led vara kortare, men tillåts sannolikt inte vara kortare än 15-20 meter. Detta gäller i de fall där det går få transporter och/eller där de olyckor som kan inträffa endast kan få allvarliga konsekvenser inom ett kort avstånd.

Riktlinjerna anger även att inom 30 meter från primära transportleder för farligt gods ska åtgärder säkerställas genom planbestämmelser för markanvändning enligt nedan.

För markanvändning bostäder (B), centrum (C), vård (D), handel (H), tillfällig vistelse (O), besöksanläggningar (R), skola (S) och kontor (K) gäller att:

- glas ska utföras i lägst brandteknisk klass EW30

För markanvändning bostäder (B), centrum (C), vård (D), handel (H), friluftsliv och camping (N), tillfällig vistelse (O), besöksanläggningar (R), skola (S), kontor (K), drivmedelsförsörjning (G), industri (J) och verksamheter (Z) gäller att:

- fasader ska utföras i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass EI30
- friskluftsintag ska riktas bort från vägen
- det ska vara möjligt att utrymma bort från vägen på ett säkert sätt

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

2.2 Riktlinjer för bebyggelse intill drivmedelstationer

I denna riskutredning används rapporten *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer* avseende planområdets närhet till drivmedelstation [4]. Rapporten är författad av Länsstyrelsen Stockholm år 2000, men bedöms vara tillämplig även i detta fall. Detta eftersom någon annan typ av liknande eller nyare riktlinjer avseende markanvändning intill drivmedelstationer saknas.

I riktlinjerna anges att om bebyggelse eller verksamheter planeras inom 100 meter från en drivmedelstation ska en riskutredning tas fram.

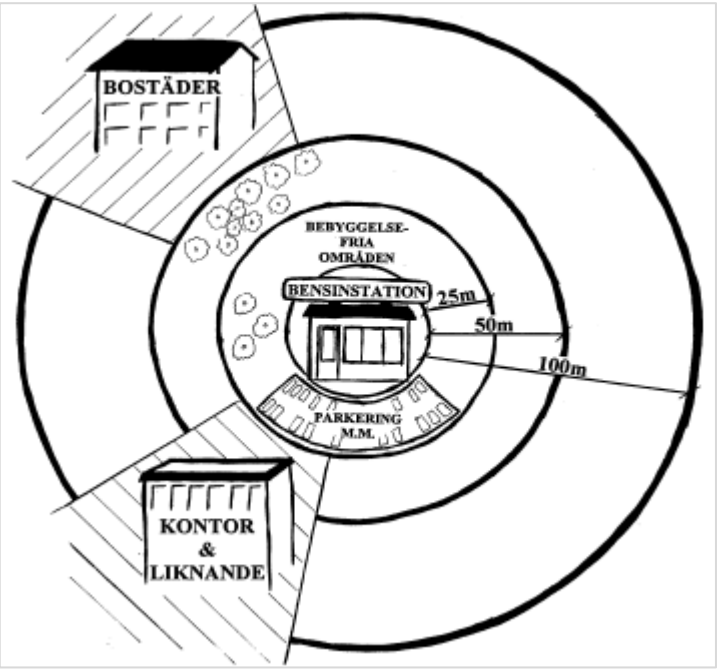
Copyright © AFRY

I riktlinjerna finns också ett antal rekommendationer/riktlinjer avseende skyddsavstånd, vilka återges nedan [4].

- Inom 100 meter från en bensinstation med medelstor försäljningsvolym av drivmedel ska alltid risksituationen och olägenheterna för människor och miljö analyseras och bedömas. Vad medelstor försäljningsvolym motsvarar specificeras dock inte, men det kan antas att de flesta drivmedelsstationer omfattas av riktlinjen.
- I nyplaneringsfallet (ny bebyggelse eller ny bensinstation) bör alltid ambitionen vara att hålla ett avstånd på 100 meter från bensinstationen till bostäder, förskola, ålderdomshem och sjukhus. Detta avser en bensinstation med medelstor försäljningsvolym av fordonsbränsle.
- Ur både risk-, miljö- och hälsoskyddssynpunkt bör ett minimiavstånd på 50 meter alltid hållas från bensinstation till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus samt samlingsplatser utomhus där oskyddade människor uppehåller sig (exempelvis uteservering, lekplats m.m.).
- Personintensiva verksamheter bör inte lokaliseras närmare än 50 meter från en bensinstation om de ska inrymma människor som kan ha svårt att snabbt genomföra en utrymning men också med hänsyn till luftföroreningarnas långsiktiga påverkan på människor.
- Om försäljning av biogas sker eller kan komma att ske i framtiden krävs oftast ett längre skyddsavstånd än för bensin. Vid ny bebyggelse som rymmer svårutrymbara lokaler ska ett avstånd på minst 100 meter hållas.
- Byggnad bör med hänsyn till brand- och explosionsrisk (oberoende av försäljningsvolym för fordonsbränsle) inte uppföras inom ett avstånd av 25 meter från:
    1. Tankfordonets lossningsplats.
    2. Avluftningsanordningar från bensincistern.
    3. Tankställe där fordon tankas (pump).

I Figur 2-2 sammanfattas minimiavstånden för bebyggelse i närheten av drivmedelstationer.

Copyright © AFRY



Figur 2-2. Minimiavstånd kring drivmedelstationer [4].

Det är i regel de långsiktiga hälsoeffekterna som är dimensionerande vad gäller skyddsavstånd. Ur miljö- och hälsoskyddssynpunkt kan skyddsavstånd i vissa fall minskas eller behöva ökas utifrån drivmedelsstationens försäljningsvolymer, eftersom detta påverkar störningarnas omfattning. Ur risksynpunkt gäller generellt att konsekvenserna är desamma oavsett omsättning, men att sannolikheten för olycka är mindre vid lägre omsättning.

I rapporten klargörs även en rad avstegsfall från de ovannämnda rekommendationerna. Sammanfattningsvis konstateras att bedömningen görs från fall till fall och normalt endast om frågan handlar om en hög exploateringsgrad då inga andra alternativa lösningar kan åstadkommas. Vidare beskrivs att avsteg mot rekommendationerna alltid måste motiveras, och skälen framgå. När i planskedet detta ska göras specificeras inte.

2.3 Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer

Utöver riktlinjerna från Länsstyrelsen i Stockholms län finns det även en handbok från Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) som samlar föreskrifter och allmänna råd vid hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer [5]. Handboken är avsedd för verksamhetsutövare som vill ha en samlad presentation av regelverket och dess tillämpning på bensinstationer samt för tillstånds- och tillsynsmyndigheter som ska granska en planerad eller befintlig bensinstation. Vid planering av den nya bebyggelsen i detaljplanen är det viktigt att planläggningen blir lämplig med hänsyn till närheten till drivmedelsstationen. Det finns därför ett antal riskkällor inom verksamhetens område som behöver beaktas vid planläggningen.

Handboken anger skyddsavstånd mellan olika riskkällor som förekommer på drivmedelsstationer och olika skyddsobjekt i omgivningen. De avstånd som är aktuella att beakta i detaljplaneförslaget sammanfattas i Tabell 2-2. Avstånden förutsätter plana ytor, vilket innebär att kraftiga höjdskillnader kan motivera antingen längre eller kortare skyddsavstånd. Avstånden som redovisas i handboken syftar till att användas vid tillståndsprövning av verksamheten och inte vid bedömning av lämpligheten av marken,

Copyright © AFRY

däremot kan avstånden användas som en vägledning på godtagbara avstånd mellan olika objekt och utrustning för drivmedel.

Tabell 2-2. Minsta skyddsavstånd till olika riskobjekt vid drivmedelsstation [5].

Skyddsobjekt & Riskobjekt	Påfyllnings-anslutning till cistern	Mätarskåp	Pejl-förskruvning	Cistern-avluftnings mynning
Plats där människor vanligen vistas (t.ex. bostad, kontor, gatukök, butik, servering, busshållplats), verksamheter och objekt med stor brandbelastning, verkstad, eller annan lokal där gnistbildande eller öppen eld förekommer.	25*	18	6	12

** Avståndet kan halveras om vägg mot spillzon är av obrännbart material och lägst i brandteknisk klass EI 60 utan ventilationsöppningar och brandtekniskt oklassade fönster. Hela avståndet gäller dock för in- och utgångar.*

Copyright © AFRY

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.

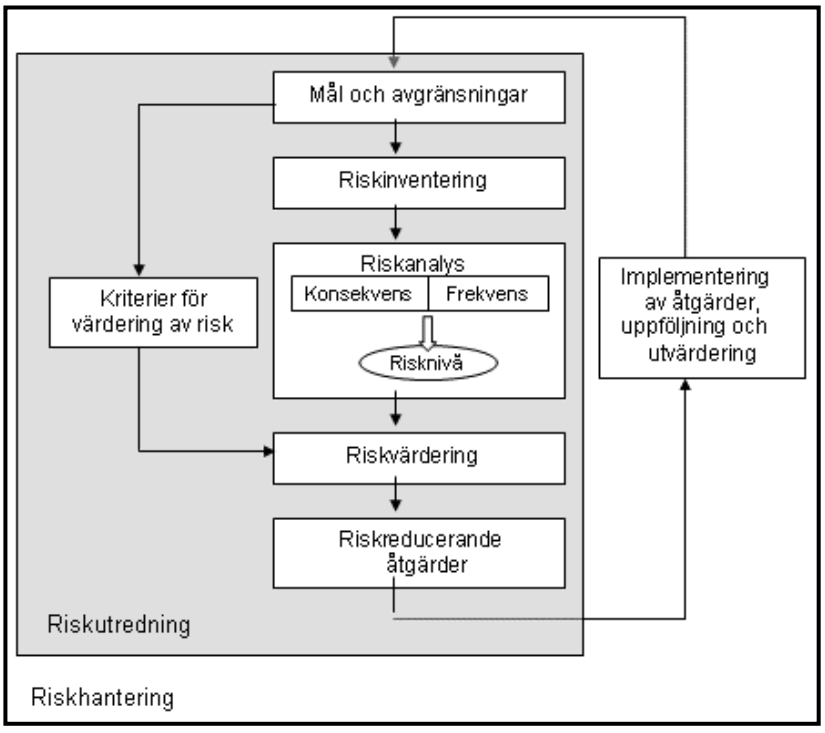
Därefter tar riskinventeringen vid, som syftar till att förstå vilka risker som påverkar riskbilden för det aktuella objektet. I riskinventeringen identifieras således aktuella olycksscenarier.

I riskanalysen analyseras sedan de identifierade olycksscenariorna avseende deras konsekvenser och sannolikhet. Riskanalysen kan göras kvalitativt eller kvantitativt beroende på omfattningen av riskutredningen. För den här riskutredningen används en kvantitativ analysmetod, vilket krävs för att kunna genomföra riskvärdering utifrån aktuella riktlinjer.

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 3-1 nedan.



Figur 3-1. Riskhanteringsprocessen.

3.1 Programvara

I denna riskutredning görs konsekvens- och frekvensberäkningar med programvaran Riskcurves, som är ett program anpassat för den typen av beräkningar [6]. 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 [7]. Där dessa frångås nämns detta uttryckligen.

Copyright © AFRY

Beräkningarnas konsekvensmodelleringar är förankrade i empiri och forskningsdata med en gedigen referenslista. Verktygets 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. Riskmåtten 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. Vad som definieras som acceptabel respektive oacceptabel risk beskrivs under avsnitt 3.3.

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 [8]. 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:

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

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

Där f_i är frekvensen för sluthändelsen i. En sluthändelse motsvarar en händelse där människor kan komma att omkomma. Sannolikheten för studerad konsekvens representeras av p_i och ansätts till 1 eller 0 beroende på om individen befinner sig inom eller utanför effektzonen. I föreliggande utredning motsvarar konsekvensen dödsfall och effektzonen motsvarar då det område där människor kan förväntas omkomma av händelsen. Genom att summera individrisken för de olika sluthändelserna 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 samhällsrisken således med avseende på de personer som faktiskt utsätts för risken. Samhällsrisken är ej rättighetsbaserad, utan utgår istället ifrån hur mycket sammanlagd risk ett samhälle kan tolerera.

Samhällsrisken beräknas enligt:

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

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

Copyright © AFRY

Samhällsrisken 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.

$$F_N = \sum_i F_i \ \ för\ alla\ sluthändelser\ för\ vilka\ N_i \geq N$$

F_N står för frekvensen av sluthändelser som påverkar N eller fler människor. F_i är frekvensen för sluthändelse *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.

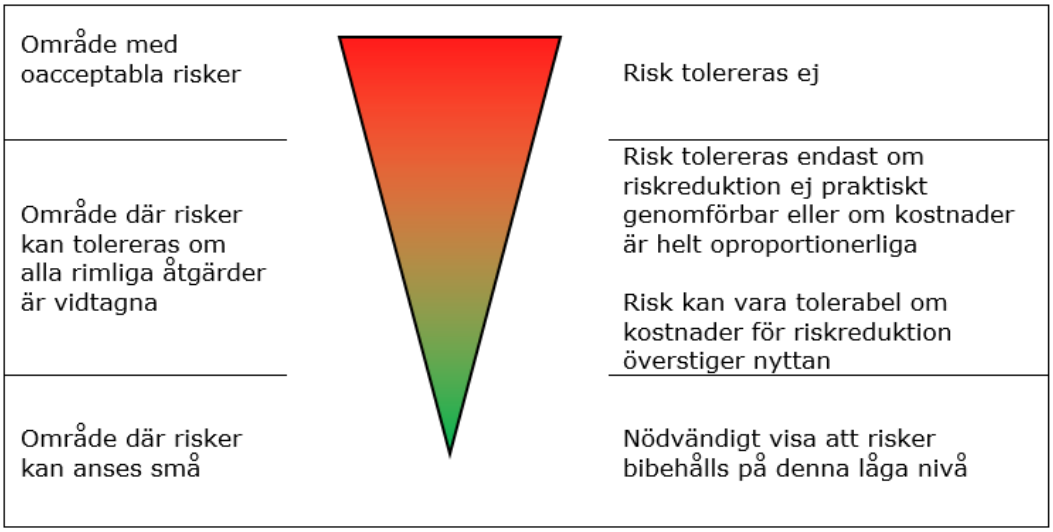
***Fördelningsprincipen*:** Risker bör, i relation till den nytta verksamheten medför, vara skäligt fördelade inom samhället.

***Principen om undvikande av katastrofer*:** Om risker realiseras 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 istället om vilka riskkriterier som ska användas inom det geografiska ansvarsområdet.

3.3.1 Det Norske Veritas

I enlighet med aktuella riktlinjer används kriterier framtagna av Det Norske Veritas (DNV) på uppdrag av Räddningsverket gällande såväl individrisk som samhällsrisk [8]. 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 3-2.



Figur 3-2. Princip för värdering av risk [8].

Copyright © AFRY

Följande 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 och samhällsrisk (för beskrivning av riskmåtten, se avsnitt 3.2.1 och 3.2.2) föreslås följande kriterier [8]:

Tabell 3-1. Kriterier för individrisk och samhällsrisk enligt DNV [8].

Risknivå	**Riskmått [gånger per år]**	
	Individrisk	**Samhällsrisk***
Oacceptabel	$IR \geq 10^{-5}$	$F_{N=1} \geq 10^{-4}$
Risk kan eventuellt tolereras	$10^{-7} \leq IR < 10^{-5}$	$10^{-6} \leq F_{N=1} < 10^{-4}$
Acceptabel	$IR < 10^{-7}$	$F_{N=1} < 10^{-6}$

**För N=1 och där lutning på F/N-kurva är -1.*

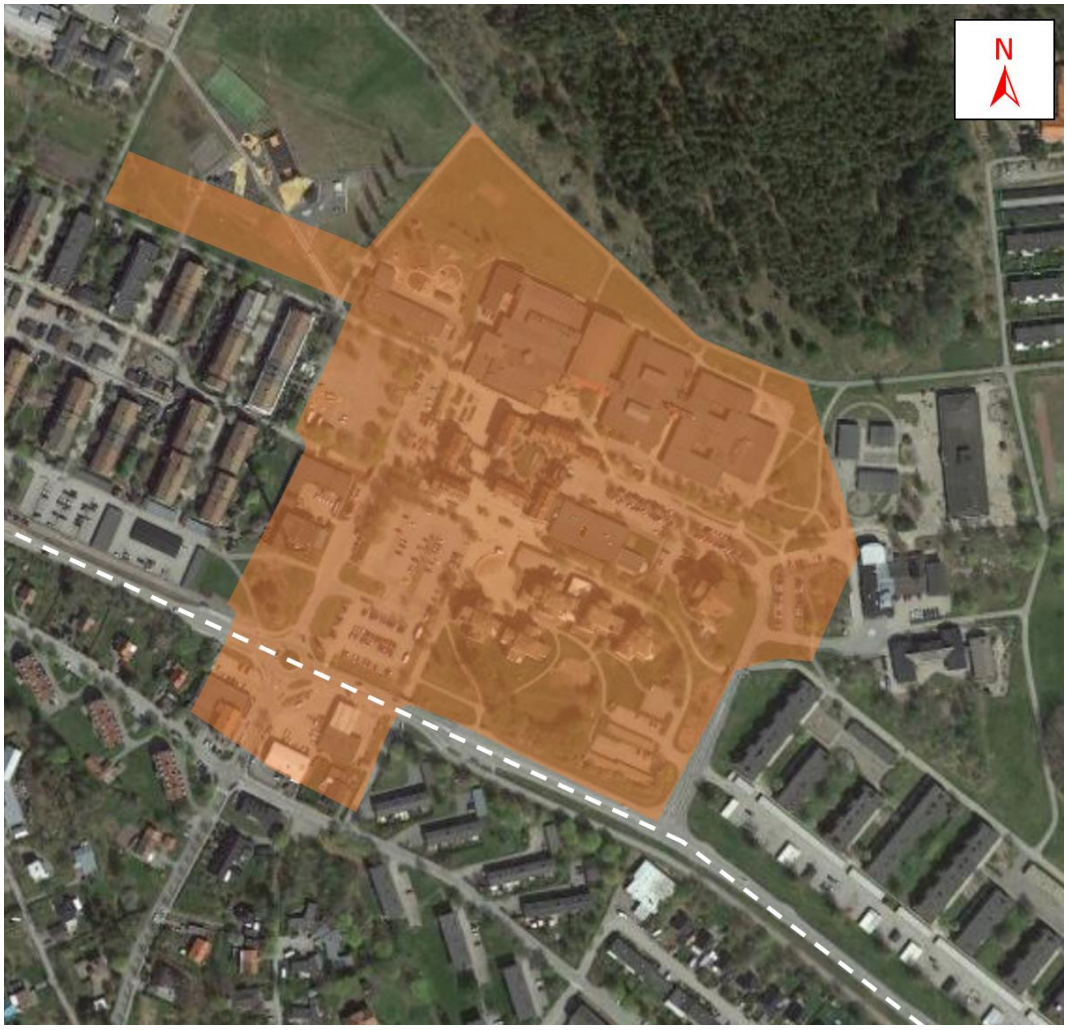
Ett mått på frekvens som är lägre än 1 kan vara svårt att föreställa sig, varför återkomsttid kan vara ett bättre mått. Återkomsttid anger den tid det kan förväntas gå mellan de riskhändelser som studeras. Om frekvensen för en händelse är 10^{-5} är återkomsttiden för motsvarande händelse $1/10^{-5}$, dvs. händelsen kan förväntas inträffa en gång under 100 000 år.

För transportleder föreslås kriterierna av DNV [8] gälla för en sträcka av 1 km. Kriterier för samhällsrisk tillämpas generellt på ett kvadratiskt område med arean 1 km^2 i anslutning till transportleden.

Copyright © AFRY

4 Beskrivning av planområde

Planområdet för detaljplanen för Bro torg är beläget intill Enköpingsvägen som är en sekundär transportled för farligt gods. Den aktuella ytan är markerad i orange i Figur 4-1.



Figur 4-1. Planområdets avgränsning visas i orange och intilliggande sekundär transportled för farligt gods i vit streckad linje.

Idag är planområdets huvudsakliga användning bostäder, centrum/handelsverksamhet samt vårdcentral, skola, förskola och parkering. Delar av området används som park och natur men stor del av marken i området är hårdgjord i form av parkeringar och byggnader [1]. Inom planområdet finns en simhall och drivmedelsstation som hanterar ämnen som kan innebära en fara för människors liv och hälsa inom sina respektive verksamheter.

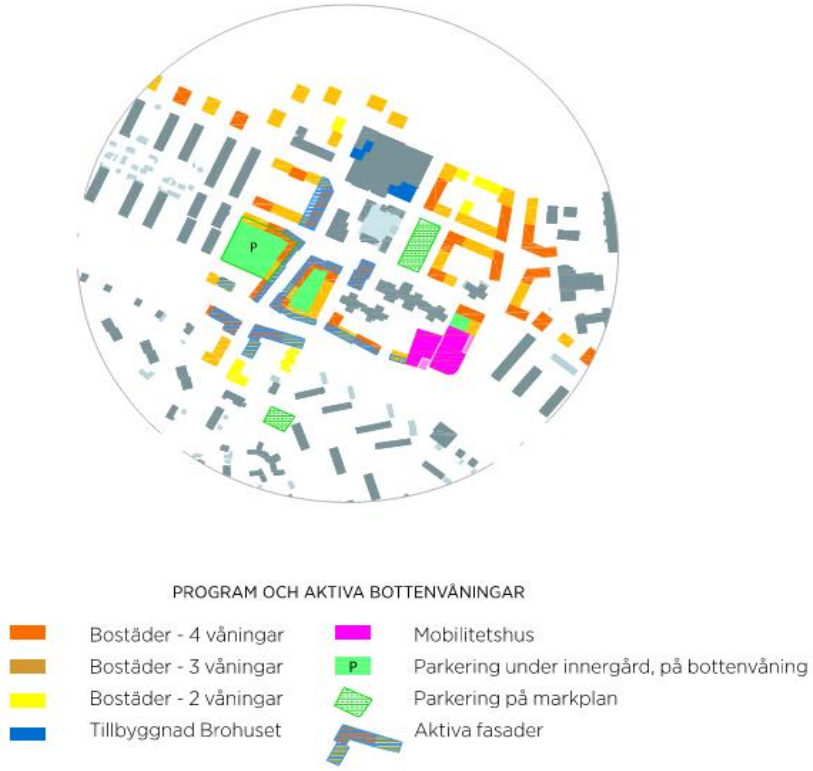
Enligt den planerade markanvändningen förtätas centrum med bostäder, handel, service samt arbetsplatser [1]. Nuvarande parkering ersätts delvis med bebyggelse och på vägarna prioriteras gående och cyklister även om biltrafik inte förbjuds. I planområdets yttre gränser mot Mulleskogen och Stjärnparken tillkommer ytterligare bostäder. I anslutning till Enköpingsvägen planeras även ett mobilitetshus[1] [2]. Exakt placering av bebyggelse är inte fastställd. I Figur 4-2 visas en visionsbild som illustrerar hur Bro torg skulle kunna se ut i

[1] Byggnad generellt avsedd för byte mellan transportmedel, exempelvis bilgarage, cykelgarage, bilpool med mera ibland även intill en kollektivtrafikhållplats.

Copyright © AFRY

framtiden. En ungefärlig skiss över antal våningar och markanvändning för tillkommande bebyggelse visas i Figur 4-3.

Figur 4-2. Visionsbild som illustrerar hur Bro torg skulle kunna se ut i framtiden [2]. Beigea byggnader motsvarar ny bebyggelse, vita byggnader motsvarar befintlig bebyggelse.



Figur 4-3. Placering och beskrivning av tillkommande bebyggelse [2].

4.1 Skyddsvärda objekt

Denna riskutredning fokuserar på oavsiktliga olycksrisker för människors hälsa och säkerhet. Skyddsvärda objekt är personer som vistas inom planerad markanvändning inom planområdet, både i och utanför byggnader.

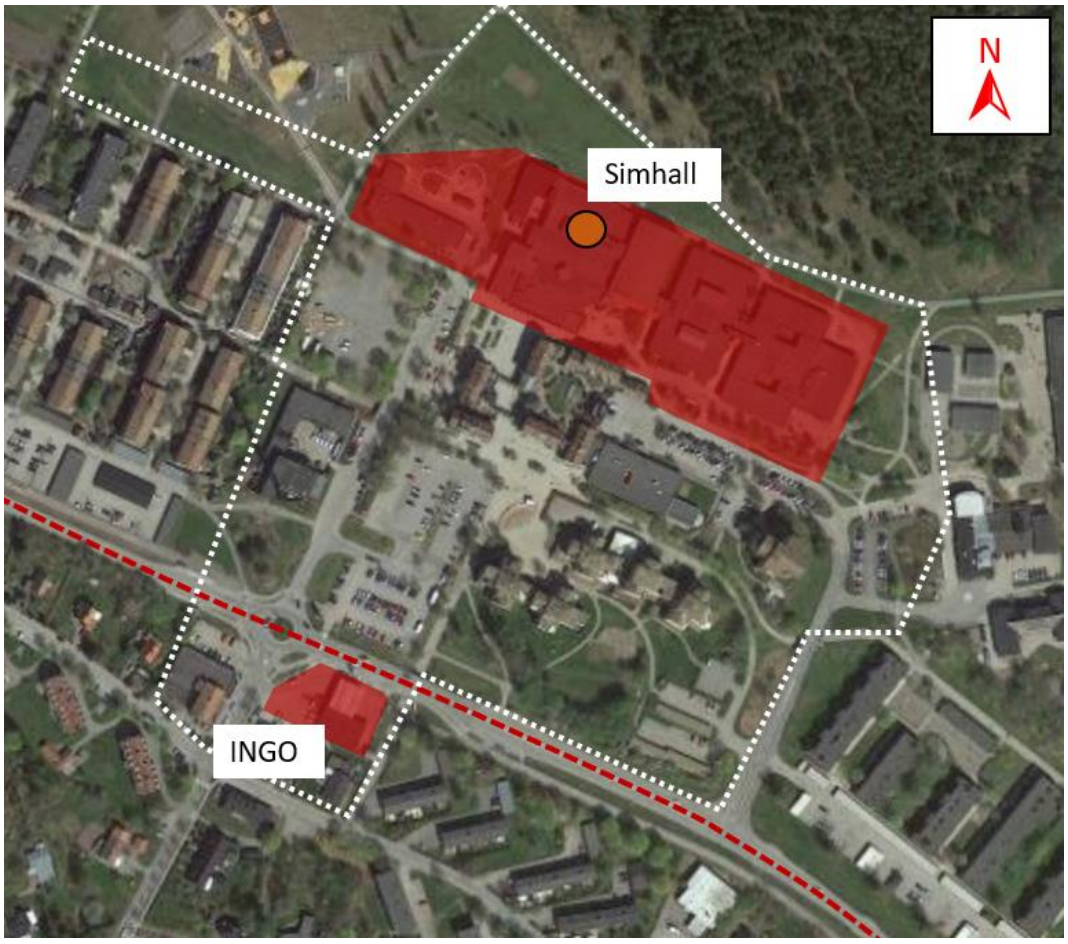
Copyright © AFRY

4.2 Riskobjekt

Genom planområdet löper Enköpingsvägen på vilken det genomförs transporter för farligt gods. Enköpingsvägen är en relativt hårt trafikerad led och utpekad som sekundärled för farligt gods. Leden kan även användas för transport av farligt gods i händelse av störningar på E18 som är primär led för sådana transporter.

I dagsläget finns det även riskobjekt inom utvecklingsområdet i form av en drivmedelsstation, en simhall och ett kraftvärmeverk. Enligt kommunens utvecklingsplan [2] för Bro Torg framgår det dock att byggnaden för kraftvärmeverket ska rivas, varav riskobjektet inte hanteras fortsatt i föreliggande utredning.

De identifierade riskobjekten som analyseras vidare är Enköpingsvägen, INGO drivmedelsstation samt Bro simhall. Riskobjekten och deras placering i förhållande till detaljplanen syns i Figur 4-4.



Figur 4-4. Fastigheterna med de identifierade riskobjekten är markerade med röda polygoner. Inom den större polygonen är simhallen markerad med röd punkt. Den röda, streckade linjen motsvarar Enköpingsvägen. Vit streckad linje motsvarar planområdesgräns.

4.2.1 Enköpingsvägen

Enköpingsvägen är en vägförbindelse som går mellan Stockholm och Enköping. Vägen utgör, tillsammans med E18, en av de huvudsakliga vägarna genom Upplands-Bro kommun. Vägen sträcker sig genom det aktuella utvecklingsområdet och anknyter till E18 via Håtunavägen i nordväst samt Kockbackavägen i sydöst.

Copyright © AFRY

Hastighetsbegränsningen på den aktuella delen av Enköpingsvägen är 50 km/h och antalet körfält är totalt två.

4.2.2 INGO drivmedelsstation

På INGO drivmedelsstation hanteras drivmedlen diesel, 95-oktanig bensin samt etanol E85. I anslutning till stationen finns det en bemannad servicebutik, vilket innebär att det kan förekomma försäljning av biltillbehör såsom gasol, kylar- eller spolarvätska.

I utvecklingsplanen för Bro Torg [2] identifieras fastigheten där drivmedelsstationen och den tillhörande servicebutiken är placerade som möjliga platser för utveckling. Enligt visionen kommer ytan för drivmedelstationen ersättas med bostäder. Det innebär att drivmedelsstationen inte nödvändigtvis kommer att utgöra ett riskobjekt inom detaljplanen.

Riskutredningen inkluderar ändå en kvalitativ bedömning av risken som finns relaterat till drivmedelsstationen. Detta för att identifiera samtliga förutsättningar för detaljplanen fram till dess att drivmedelstationen avvecklats, eller i det fall drivmedelsstationen kvarstår på platsen.

4.2.3 Bro simhall

Bro simhall hanterar vissa ämnen som kan innebära en risk för människors liv och hälsa. Handsprit, limborttagning, lacknafta, T-röd och sårplast finns i mindre mängder vilket klassas som brandfarliga. Leverans av dessa sker ca två gånger per år. Mängden och transporterna av dessa utgör inte en betydande risk för omgivningen och hanteras inte vidare.

För vattenrening inom verksamheten används natriumhypoklorit, svavelsyra 25 %, koldioxid samt Pflock. Leverans av detta sker i dagsläget ca var tredje vecka, men kommer framöver levereras max varannan månad i samband med en ny upphandlad klortank. Det finns rutiner för hur leveranserna tas emot och hur produkterna förvaras för att minimera de risker som finns.

Copyright © AFRY

5 Riskinventering

Nedan presenteras aktuella olyckstyper som kan komma att påverka planområdet.

5.1 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 delas in i ett antal så kallade ADR[2]-klasser beroende på ämnets art och 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 aktuell transportled, som används i beräkningarna, presenteras i avsnitt 6.1.3.

5.1.1 Olycksscenarier vid olycka med farligt gods

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. Olycksscenarier som förväntas påverka planområdet beaktas i beräkningarna.

[2] Förkortningen ADR står Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route (franska). European agreement concerning the international carriage of dangerous goods by road (Engelska översättning).

Copyright © AFRY

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.

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

<u>Jetbrand</u>
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].

<u>Gasmolnsbrand/gasmolnsexplosion</u>
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].

Copyright © AFRY

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. I de flesta fall krävs även 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.

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.

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

Copyright © AFRY

förångning av aerosolerna sjunker gasmolnets densitet vilket medför att ammoniak även sprids i höjdled. 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 planområdet. Klor är en tung gas och sprids därmed främst i sidled längs marken men kan även spridas i höjdled 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.

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.

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.

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 ca 10 – 20

Copyright © AFRY

grader under ämnets självaccelererade sönderfallstemperatur SADT (Self-Accelerating Decomposition Temperature). Transport av dessa organiska peroxider måste därför ske under kylda 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 ca 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.

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.

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 transporterna 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.

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 transporterna av klass 8 utmed aktuell sträcka, därför antas att dessa ämnen omfattas av olycksscenario med klass 2.3.

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.

Copyright © AFRY

5.2 Olycka drivmedelsstation

De huvudsakliga riskkällorna inom drivmedelsstationen utgörs av bränsletransporter till verksamheten, pumpar/mätarskåp, avluftningsrör till cisternerna samt påfyllningsstationen/lossningsplatsen. Inom den aktuella drivmedelsstationen hanteras brandfarligt vätska. Risker med brandfarlig vätska beskrivs ovan.

En av de mest riskfyllda situationerna kring drivmedelsstationer involverar lastning/lossning av drivmedel då en förhöjd brand- och explosionsrisk föreligger. Det är dock mycket ovanligt att olyckor som involverar brand och explosioner inträffar vid drivmedelsstationer. En av de vanligaste olyckshändelserna som uppkommer vid drivmedelsstationer är istället olika former av spill. Spill av brandfarliga vätskor kan ske från pumpmunstyckena som kunderna använder. Dessa kan leda till utsläpp vid lossning på grund av exempelvis otäta kopplingar, slangbrott, överfyllning med mera och då bilda en pöl varifrån förångning kan ske. Relativt vanligt förekommande är att kunder glömmer handtaget från terminalen kvar i bilen och kör iväg vilket leder till spill inom området. Det finns risk för att ångorna antänds i kontakt med tändkällor såsom heta ytor, statisk elektricitet eller öppna lågor. Eftersom ångorna är tyngre än luft sker en ansamling i lågpunkter i utsläppets omgivning.

5.3 Olycka simhall

Vid rening av vattnet i badhus används klor. Klorgas är att betrakta som mycket skadligt och potentiellt dödligt för människor. Detta lagras generellt inte i form av rent klor, utan som saltsyra eller svavelsyra och hypokloritlösning. Dessa ämnen blandas under kontrollerade former varpå klor bildas som tillsätts vattnet. Kloret är inte skadligt när det är löst i vatten. Om blandningen däremot sker okontrollerat finns risk att klorgas bildas.

Utsläpp av svavelsyra och hypokloritlösning kan ske inom anläggningen vid påfyllning eller vid transport till anläggningen. Vid utsläpp av dessa ämnen skadas inte människor på längre avstånd men de som befinner sig vid utsläppet kan få frätande vätska på sig, dessutom är ämnena miljöfarliga och kan skada miljö och vatten om de kommer ut i naturen. Utsläpp av svavelsyra och hypokloritlösning bedöms innebära konsekvensavstånd som är begränsade till ett område i närheten av olyckan, vilket innebär en begränsad risk för påverkan för intilliggande bebyggelse och individer i området. Detta gäller även vid transporter av ämnena till området.

Det har däremot skett flera olyckor där ämnena av misstag blandats och klorgas läckt ut i omgivningen. Det har inte skett några större olyckor i Sverige där utsläpp av klorgas resulterat i stora konsekvenser. Sannolikheten för ett större utsläpp med längre konsekvensavstånd (100-tals meter) bedöms således vara låg. Utsläpp av klorgas från simhallen bedöms kunna påverka planområdet och analyseras därför vidare.

5.4 Sammanfattning av aktuella olycksscenarier

Utifrån riskinventeringen bedöms att följande olycksscenarion bör beaktas i riskanalysen:

- Olycka på Enköpingsvägen, kvantitativ analys
    - Olycka med explosiva ämnen och föremål: explosion
    - Olycka med brandfarlig gas: jetbrand, gasmolnsbrand/-explosion 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 vid drivmedelstation, kvalitativ bedömning
- Olycka vid simhall, kvalitativ bedömning

Copyright © AFRY

6 Riskanalys och riskvärdering

I det här avsnittet presenteras de resultat som erhållits vid riskanalysen. Resultaten gäller för prognosår 2050 och jämförs med aktuella riskkriterier. För detaljer med avseende på beräkningsmetodik hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen.

6.1 Förutsättningar för beräkningar

Frekvensberäkningar i föreliggande utredning baseras till stor del på de källor som används i Riskcurves [7]. Förutsättningar som behöver ansättas i Riskcurves är bland annat personbelastning. För frekvensberäkningarna är det trafikmängd och fördelning av farligt gods som utgör viktiga indata. Indata kring personbelastning, trafikmängd och fördelning av farligt gods beskrivs översiktligt i detta avsnitt. Djupare beskrivning av dessa och övriga indata och antaganden beskrivs i detalj i beräkningsbilaga till denna rapport.

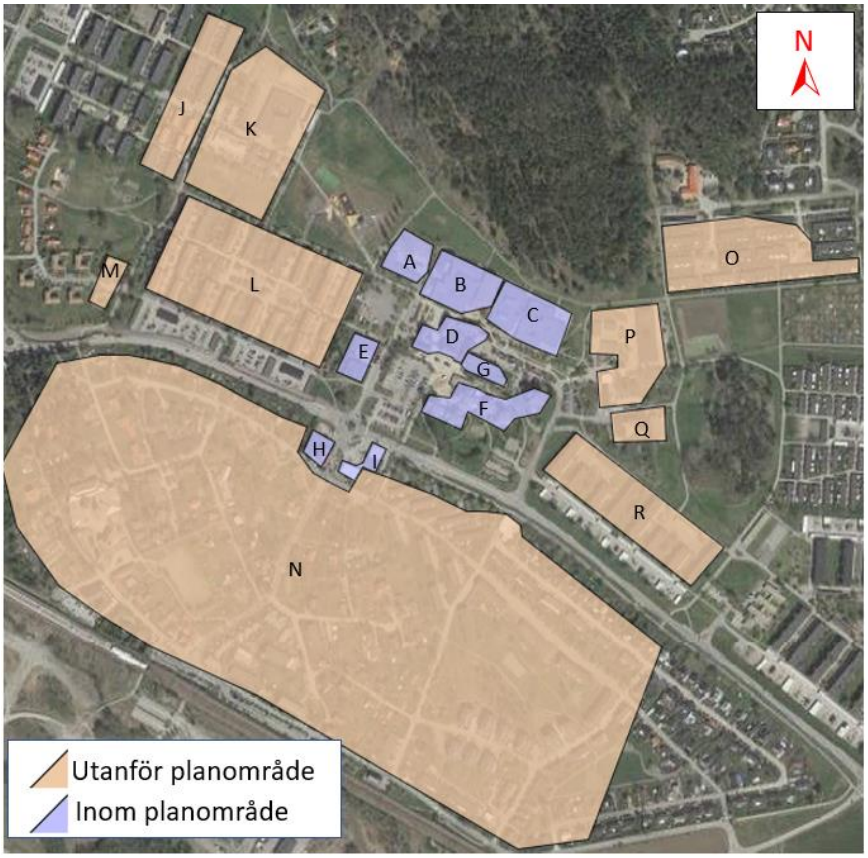
6.1.1 Personbelastning

Personbelastningen är relevant för beräkningar med avseende på samhällsrisk. Personbelastningen tas fram för ett kvadratiskt område med arean 1 km^2 i anslutning till transportleden för farligt gods eftersom kriterierna för samhällsrisk generellt tillämpas på ett sådant område.

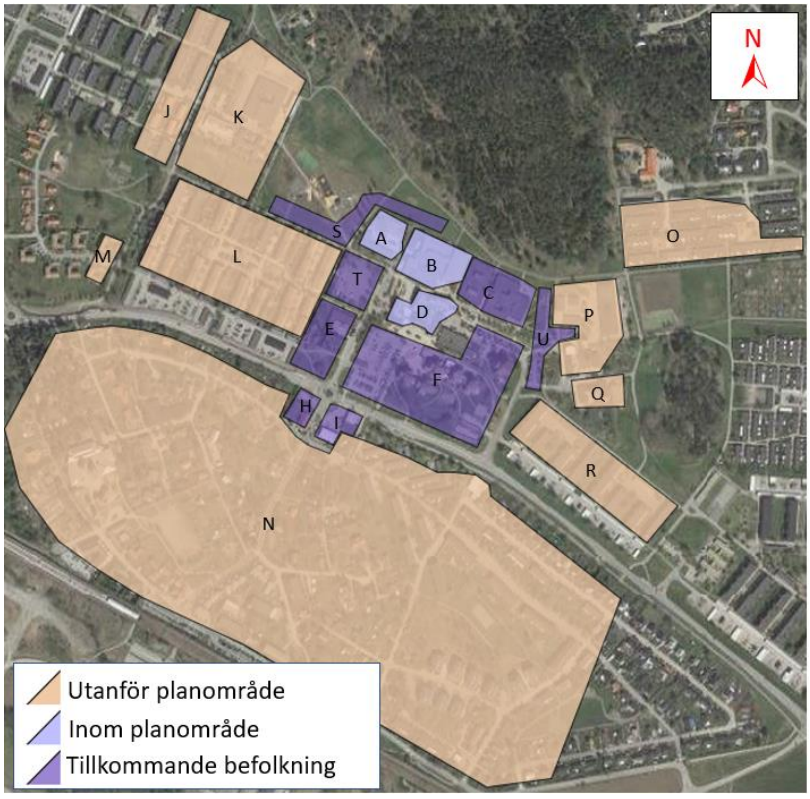
Personbelastningen redovisas för två alternativ där det ena är utvecklingsalternativet, dvs. förväntad personbelastning inom området till följd av planförslaget, medan det andra är ett nollalternativ för att kunna resonera kring ökningen i samhällsrisken som planförslaget medför.

Utöver planområdet beaktas ytterligare ett antal områden i anslutning till planområdet som ingår i det kvadratiska området med arean 1 km^2, se Figur 6-1 och Figur 6-2 som representerar nollalternativet respektive utvecklingsalternativet. I Tabell 6-1 specificeras nuvarande markanvändning av planområdet och användning enligt ny detaljplan. Observera dock att angivna planbestämmelser inte motsvarar de i gällande detaljplan. Indelningen är endast gjord för att kunna beskriva antaganden för beräkningarna. Eftersom placering av bebyggelse inte är fastställd har det konservativt antagits att tillkommande bebyggelse längs Enköpingsvägen (område E, F, H och I i Figur 6-2) placeras 15 m från vägen. Detta motsvarar det avstånd till sekundär led för farligt gods som Länsstyrelsen beskriver att de osannolikt tillåter bebyggelse inom.

Copyright © AFRY



Figur 6-1. Indelning av område efter markanvändning för nollalternativ.



Figur 6-2. Indelning av område efter markanvändning för utvecklingsalternativ.

Copyright © AFRY

Tabell 6-1. Specificering av nuvarande användning av aktuellt område och användning enligt ny detaljplan. Observera att planbestämmelserna inte är enligt gällande detaljplan, utan endast en indelning för att göra antaganden om personbelastning. Kursiverad text anger tillkommande bebyggelse.

Område	**Nollalternativ**		**Utvecklingsalternativ**	
	Verksamhet	**Plan-bestämmelse**	**Verksamhet**	**Plan-bestämmelse**
A	Förskola	S	Förskola	S
B	Besöksanläggningar	R	Besöksanläggningar	R
C	Skola	S	*Bostäder*	B
D	Handel och service	H	Handel och service	H
E	Kontor och kraftvärmeverk	EK	*Bostäder*	B
F	Bostäder	B	*Bostäder*	B
G	Vårdcentral	D	-	-
H	Handel	H	*Bostäder*	B
I	Bilservice och drivmedelsförsäljning	GZ	*Bostäder*	B
J	Bostäder	B	Bostäder	B
K	Skola	S	Skola	S
L	Bostäder	B	Bostäder	B
M	Bostäder	B	Bostäder	B
N	Bostäder mm	B	Bostäder mm	B
O	Bostäder	B	Bostäder	B
P	Skola	S	Skola	S
Q	Förskola	S	Förskola	S
R	Bostäder	B	Bostäder	B
S	Park och GC-väg	PARK och GC-VÄG	*Bostäder*	B
T	Annan användning	-	*Bostäder*	B
U	Parkering och lokalgata	P och LOKALGATA	*Bostäder*	B

Personbelastningen för varje enskilt område beskrivs med hjälp av följande parametrar:

- Antalet personer i området för såväl dagtid som nattetid
- Andel personer inomhus för såväl dagtid som nattetid
- Nyttjandegrad som beskriver hur många dagar av året ett visst område används.

Personbelastningen för nollalternativet och förändringar i samband med utvecklingsalternativet redovisas i Tabell 6-2 respektive Tabell 6-3. För mer detaljer gällande personbelastningen hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen.

Tabell 6-2. Sammanfattning av personbelastning för nollalternativet.

Område	**Antal personer**		**Andel personer inomhus [%]**		**Nyttjandegrad uttryckt i dagar per år**
	Dag	**Natt**	**Dag**	**Natt**	
A	70	0	70	-	260
B	70	0	93	-	365
C	370	0	70	-	260

Copyright © AFRY

Område	Antal personer		Andel personer inomhus [%]		Nyttjandegrad uttryckt i dagar per år
	Dag	Natt	Dag	Natt	
D	86	0	93	-	365
E	10	0	93	-	365
F	82	82	93	99	365
G	33	0	93	-	260
H	28	0	93	-	365
I	15	2	93	0	312
J	231	231	93	99	365
K	340	0	70	-	260
L	913	913	93	99	365
M	14	14	93	99	365
N	3 300	3 300	93	99	365
O	264	264	93	99	365
P	460	0	70	-	260
Q	70	0	70	-	260
R	352	352	93	99	365

Tabell 6-3. Sammanfattning av personbelastning för utvecklingsalternativet för områden som förväntas förändras.

Område	Antal personer		Andel personer inomhus [%]		Nyttjandegrad uttryckt i dagar per år
	Dag	Natt	Dag	Natt	
C	160	160	93	99	365
E	160	160	93	99	365
F	353	353	93	99	365
G	0	0	-	-	-
H	80	80	93	99	365
I	129	129	93	99	365
S	80	80	93	99	365
T	148	148	93	99	365
U	194	194	93	99	365

Copyright © AFRY

6.1.2 Trafikuppgifter

Prognostiserade trafikuppgifter för den aktuella delen av Enköpingsvägen år 2050 som används i beräkningarna presenteras i Tabell 6-4. Trafiksiffrorna gäller den totala trafikmängden för båda riktningar och beskrivs som årsdygnstrafik (ÅDT). ÅDT är det genomsnittliga trafikflödet per dygn, mätt som fordon per dygn, för ett år.

ÅDT för den totala trafiken baseras på resultatet av en genomförd trafikmätning som erhållits från kommunen. Utifrån underlag tillhandahållet av Upplands-Bro kommun har trafikmätningar genomförts på flera platser längs med Enköpingsvägen, varav den data som används i riskutredningen utgår från mätpunkt vid Bro centrum och är uppmätt under december år 2018. För den aktuella vägsträckan var ÅDT för den totala trafiken 6 372 under år 2018. Andel tung trafik var 4,1% i sydostgående riktning och 4,5% i nordvästgående riktning. I analysen uppskattas andelen konservativt vara 5%.

Mellan 2012 och 2021 utgjorde farligt gods i snitt 4,1% av total transporterad godsmängd på väg i Sverige och 2,55% av totalt godstransportarbete på väg i Sverige [16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25]. Beräkningarna i föreliggande utredning utgår från att andelen ÅDT för farligt gods utgör 1% av ÅDT för tung trafik. Detta bedöms mer tillämpbart för aktuell sträcka baserat på en översiktlig inventering av vilka verksamheter som finns i närområdet och tidigare kontakt med sådana verksamhetsutövare om antal transporter. För den aktuella vägsträckan uppskattas ÅDT för tung trafik 319 under år 2018 enligt antagande om andelen tung trafik. Baserat på ovanstående beräknas $ÅDT_{FG}$ till 3 för 2018.

För att beräkna förväntad ÅDT för år 2050 tillämpas Trafikverkets trafikuppräkningstal [26]. Trafikuppräkningstalen anges för såväl lastbil som personbil och presenteras för Stockholms län.

För mer detaljerad information om dessa uppgifter hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande den här riskutredningen.

Tabell 6-4. Trafikuppgifter på Enköpingsvägen för 2050.

Trafiktyp	ÅDT
Total trafik	9 451
Tung trafik	550
Farligt gods	5

6.1.3 Fördelning av farligt gods vägtransporter

I samband med transport på väg används benämningen ADR-klasser för de olika klasserna av farligt gods. Fördelning av farligt gods på sekundära leder beror på vilka verksamheter som ligger i anslutning till vägen, eftersom det endast är sådana transporter som tillåts på dessa vägar. Utifrån information från Brandkåren Attunda finns det fyra verksamheter i närheten av planområdet som medger transporter av farligt gods på Enköpingsvägen och kan vara relevanta att beakta. Dessa inkluderar din-X, Mobilegasol, Bro simhall samt INGO. Utöver dessa finns en drivmedelsstation (OKQ8) längs med Enköpingsvägen samt Coop logistik som eventuellt kan innebära transporter med farligt gods. En översikt av verksamheter längs med Enköpingsvägen, till vilka transporter med farligt gods förväntas ske visas i Figur 6-3.

Bro simhall

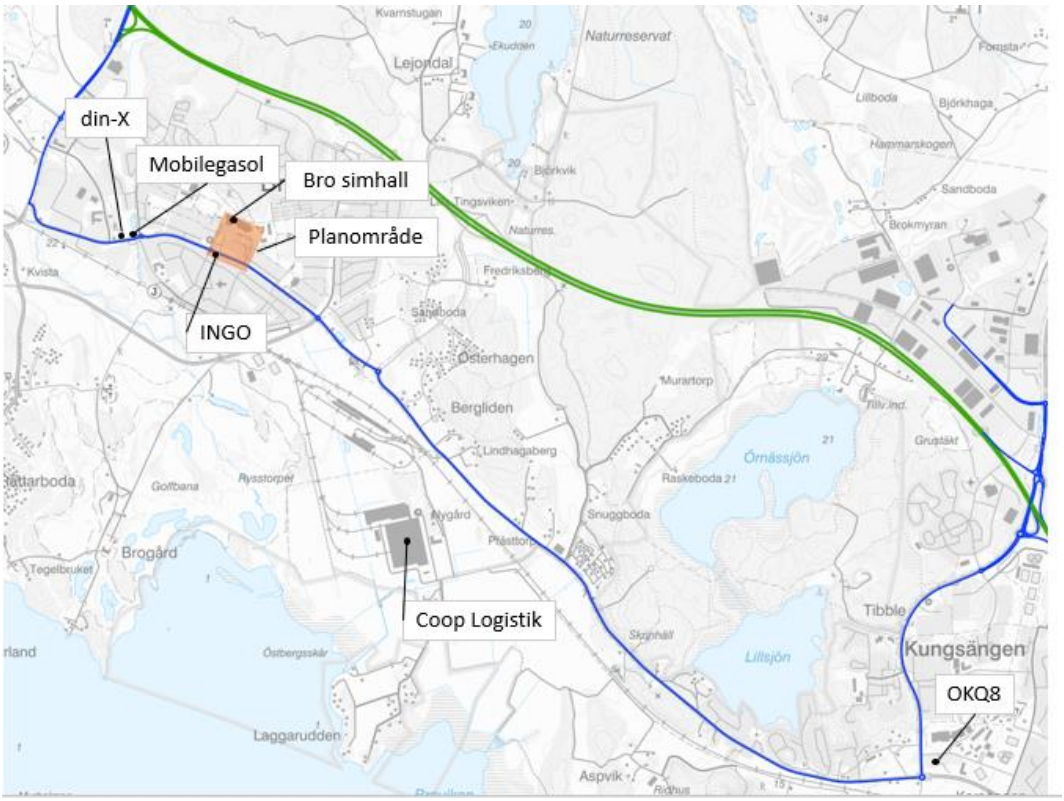
Transporter med frätande ämnen sker i dagsläget till simhallen var tredje vecka, och framöver varannan månad. Utsläpp av dessa ämnen innebär konsekvensavstånd som är begränsade till ett område i närheten av olyckan, vilket innebär en begränsad risk för

Copyright © AFRY

påverkan på bebyggelse och individer i närheten av Enköpingsvägen vid händelse av en olycka.

INGO, din-X, Mobilegasol och OKQ8
Transporter till INGO förväntas upphöra eftersom drivmedelsstationen enligt planförslaget inte ska finnas kvar. Transporter av farligt gods till din-X, Mobilegasol och OKQ8 sker i form av brandfarlig vara.

Coop logistik
Transporter av farligt gods till Coop logistik kan eventuellt ske i form av ammoniak till kyl- och fryssystem. Transporter till Coop förväntas dock främst ske via intilliggande järnväg.



Figur 6-3. Översikt av Enköpingsvägen (blå linje) och E18 (grön linje) samt verksamheter i närheten av planområdet som medger transporter av farligt gods på Enköpingsvägen.

Det kan förväntas att transporter med farligt gods på Enköpingsvägen huvudsakligen består av brandfarlig vätska. Detta baserat på inventeringen av de verksamheter som medger transporter med farligt gods på Enköpingsvägen. Eftersom Enköpingsvägen kan komma att användas som omledningsväg för transport av farligt gods i händelse av störningar på E18 som är primär led för sådana transporter går det dock inte att utesluta transporter av någon ADR-klass. Omledning förväntas dock ske under begränsad tid.

Nationell fördelning av farligt gods används i beräkningarna. För mer ingående beskrivning av framtagen fördelning av farligt gods hänvisas till beräkningsbilagan tillhörande föreliggande riskutredning.

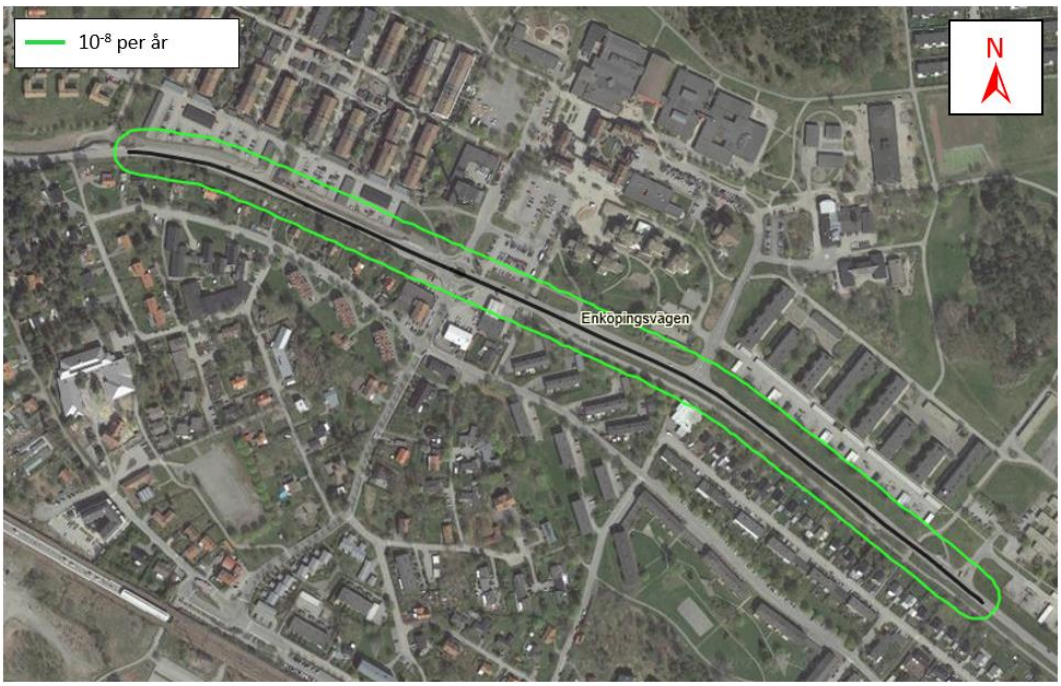
Copyright © AFRY

6.2 Olycka på Enköpingsvägen, kvantitativ analys

Nedan presenteras resultat för den kvantitativa riskanalysen för olycka på Enköpingsvägen. Obeservera att riskmåtten är standardmått som används inom branschen och att det viktiga är att det som förmedlas är huruvida risknivån är acceptabel eller inte. Exempelvis är individrisk ett riskmått som är väldigt svårbegripligt eftersom det är ett mått som baseras på en utgångspunkt som inte är ”verklig”, dvs. ”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”.

6.2.1 Individrisk

Nedan presenteras resultaten med avseende på individrisk. Eftersom individrisken är oberoende av persontäthet är denna samma för nollalternativ och utvecklingsalternativ. Figur 6-4 visar individrisken kopplat till aktuellt riskobjekt, alltså 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. Figuren visar att individrisken (för beskrivning av riskmått, se avsnitt 3.2.1) inte överstiger 10^{-7} gånger per år på något avstånd. Detta är samma sak som att säga att återkomsttiden (för individrisken) inte på något avstånd är lägre än 10 000 000 år.



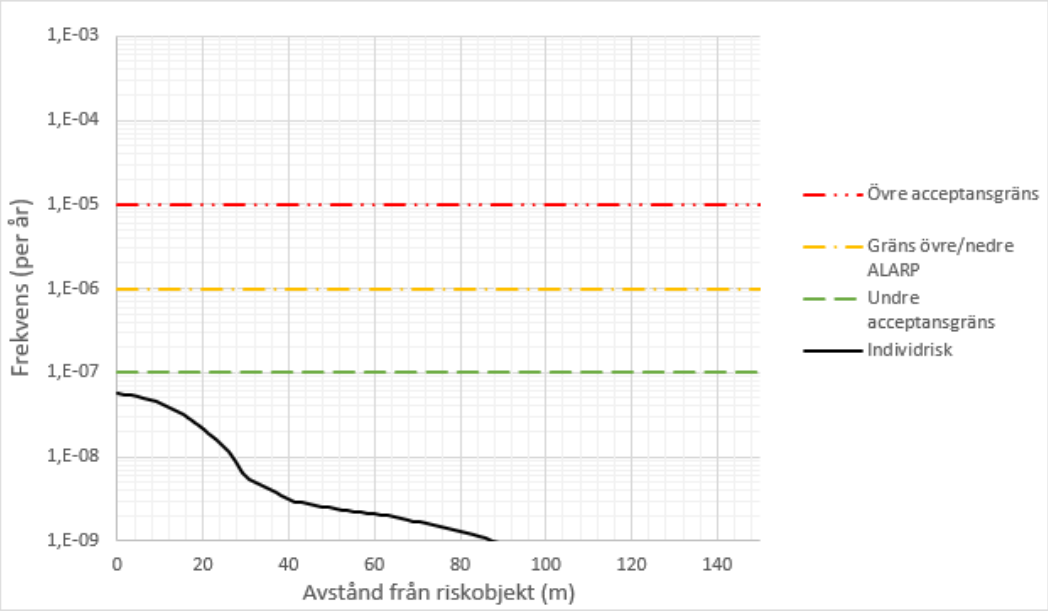
Figur 6-4. Individrisk (frekvens) från transport av farligt gods på den studerade vägsträckan längst Enköpingsvägen. Bortom riskkonturen är risken lägre än det riskvärde som konturen motsvarar.

Avstånd till diverse risknivåer är beroende av parametrar avseende väderförhållanden och skiljer sig därmed mellan olika sidor av ett riskobjekt. I Figur 6-5 presenteras individrisknivåer inom planområdet för olika avstånd från aktuellt riskobjekt.

Följande resultat för individrisken för olycka med farlig gods, med avseende på avstånd från riskobjekt till risknivåer, kan utläsas ur Figur 6-5:

- Oacceptabel risk från riskobjektet förekommer inte på något avstånd.
- Risk inom ALARP-området förekommer inte på något avstånd.
- Risken är acceptabel på samtliga avstånd.

Copyright © AFRY



Figur 6-5. Individrisk på olika avstånd från Enköpingsvägen.

6.2.2 Samhällsrisk

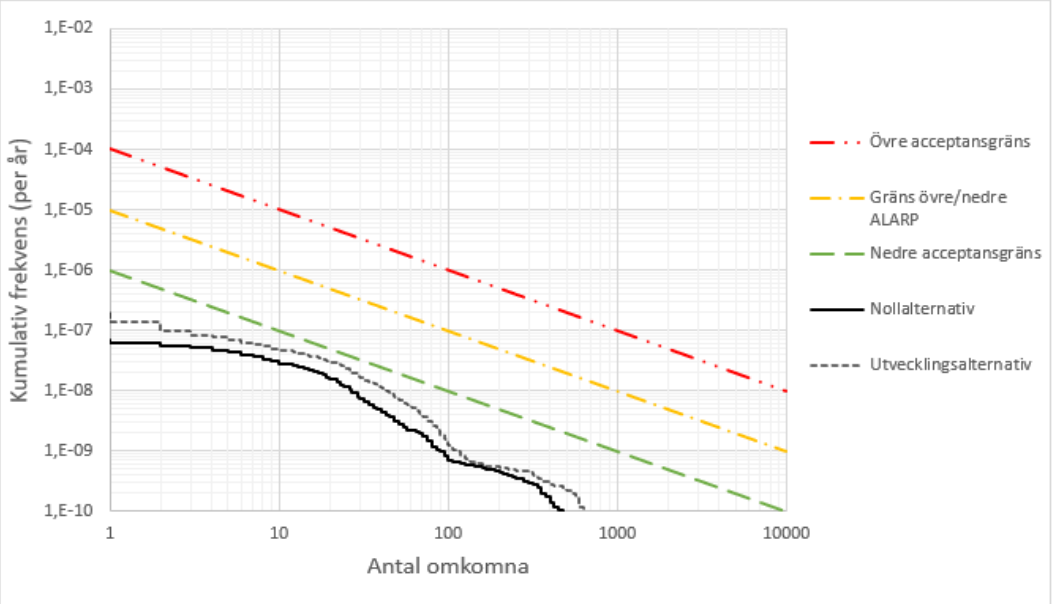
Figur 6-6 visar samhällsrisken från olyckor på riskobjekt i form av F/N-kurvor (för beskrivning av riskmått och F/N-kurvor, se avsnitt 3.2.2) för utvecklingsalternativet och nollalternativet. Det kan konstateras att F/N-kurvan för utvecklingsalternativet för samtliga olyckshändelser ligger inom området för acceptabel risk. Exempelvis är frekvensen för att en eller fler personer omkommer lägre än 10^{-6}. Detta är samma sak som att säga att återkomsttiden för att minst en person omkommer inte på något avstånd är lägre än 1 000 000 år.

Följande resultat för samhällsrisken för utvecklingsalternativet kan utläsas ur Figur 6-6.

- Oacceptabel risk förekommer inte.
- Risk inom ALARP-området förekommer inte.
- Risken är acceptabel för samtliga olyckshändelser.

Figur 6-6 visar att utvecklingsalternativet medför en ökning av samhällsrisken jämfört med nollalternativet. Ökningen bedöms dock inte vara betydande eftersom samhällsrisken för det två alternativen ligger inom samma riskområden. Då en stor del av samhällsrisken för utvecklingsalternativet genereras av sådant som inte berörs av planförslaget bedöms riskreducerande åtgärder inom planområdet inte kunna medföra en betydande reduktion av samhällsrisken. De säkerhetshöjande åtgärderna som beskrivs i avsnitt 8 kommer därför främst att baseras på resultaten för individrisk, se avsnitt 6.2.1.

Copyright © AFRY



Figur 6-6. Samhällsrisk för olyckor med farligt gods på Enköpingsvägen.

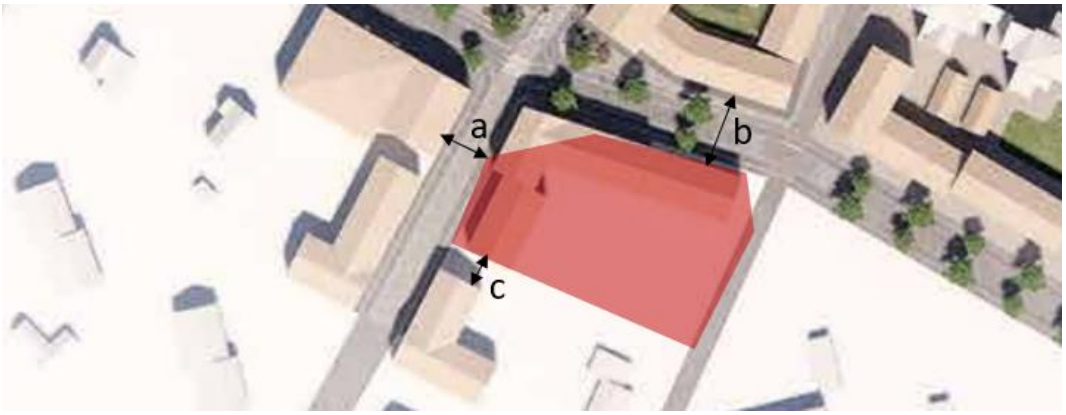
6.3 Olycka drivmedelstation, kvalitativ analys

För att hantera de definierade riskscenarier enligt 5.2 finns vid utformning av bensinstationer olika barriärer. Dessa kan vara både tekniska lösningar som ska förhindra misstag och mildra effekter av fallerande system och på så sätt minska sannolikheten för olycka, men även åtgärder som syftar till att reducera konsekvenser av en olycka, t.ex. skyddsavstånd.

Aktuell drivmedelsstation förutsätts utan djupare analys följa de riktlinjer som gäller för drivmedelsstationer enligt kapitel 2.3. I samband med utveckling av området i anslutning till drivmedelsstationen behöver det säkerställas att skyddsavstånd upprätthålls fram till dess att drivmedelsstationen avvecklas. Om drivmedelsstationen inte avvecklas behöver tillkommande bebyggelse upprätthålla nödvändiga skyddsavstånd.

Exakt avstånd mellan planerad bebyggelse och den nuvarande drivmedelsstationens fastighetsgräns är inte fastställd. Utifrån befintlig visionsbild kan det dock konstateras att föreslagen markanvändning innebär bebyggelse som understiger det rekommenderade avstånd på 50 meter som anges i riktlinjerna från Länsstyrelsen i Stockholms län [4], se kapitel 2.2. Vad gäller befintlig placering av de riskobjekt på drivmedelsstation som anges i MSB:s riktlinjer [5] har det i föreliggande utredning inte erhållits någon information. Därför antas samtliga riskobjekt vara placerade vid fastighetsgränsen närmast planerad bebyggelse. Minsta skyddsavstånd till påfyllningsanslutning till cistern ska vara 25 meter, vilket för varken avstånd a, b eller c i Figur 6-7 kan antas uppnås.

Copyright © AFRY



Figur 6-7. Placering av planerad bebyggelse i förhållande till fastighet för nuvarande drivmedelsstation.

Givet att drivmedelsstationen avvecklas är risken acceptabel under förutsättningen att nödvändiga skyddsavstånd hålls till dess att drivmedelsstationen avvecklas. Om drivmedelsstationen inte avvecklas krävs vissa åtgärder för att risken ska kunna anses vara acceptabel.

6.4 Kvalitativ riskbedömning av simhall

AFRY har studerat tre olyckor närmare som relaterar till utsläpp av klorgas från simhall:

- Vanadisbadet, 1993
- Arvika simhall, 2011
- Borgholms badhus, 2016

Vid Vanadisbadet användes natriumhypoklorit (NaClO) som blandat med syra skulle frisätta klorgas till badvattnet. När transporten anlände för att fylla på natriumhypoklorit förväxlades ämnena i transporten och fosforsyra fylldes på istället. Misstaget upptäcktes efter att ca 10-15 liter syra hade fyllts på och beräknat 5 m^3 klorgas bildades. Ingen människa kom till allvarlig skada men ett 30-tal personer fick föras till sjukhus [27].

I Arvika simhall skedde rening och återställande av ph-värdet i bassängen genom blandning av de två kemikalierna natriumhypoklorit (NaClO) och 34% saltsyra. Vid detta tillfälle blandades kemikalierna felaktigt då personal på simhallen hade tagit fel dunk. Resultatet blev en okontrollerad reaktion där klorgas bildades och spreds inom byggnaden. Efter utsläppet uppsökte 17 personer Arvika sjukhus [28].

I Borgholms badhus var förloppet liknande. Vid detta tillfälle skulle hypoklorittanken fyllas. Normalt sker påfyllning tillsammans med en fastighetsskötare, men denna gång låstes tankrummet upp av personal i receptionen. Därefter påbörjade föraren fyllning av hypokloritlösning direkt ner i syratanken. Resultatet blev kraftig utveckling av klorgas. En del av klorgasen spreds via ventilationssystemet i hela badhuset. Totalt blev 19 personer lindrigt skadade och 2 allvarligt skadade [29].

Gemensamt för alla de tre olyckorna är att klorgasen bildats till följd av okontrollerad blandning av kemikalier. I ett ändamålsenligt system där människor, organisation och teknik samverkar bör systemet utformas med både organisatoriska och tekniska barriärer så att det i systemet inte ska kunna gå att blanda på fel sätt. I de tre beskrivna händelserna saknades tyvärr denna utformning av systemen. Så länge kemikalierna blandas rätt är processen helt ofarlig för människor. Det kan också konstateras att spridning av klorgas utanför byggnaden är ovanlig, i de flesta fall påverkas inte intilliggande bebyggelse av ett utsläpp.

Copyright © AFRY

Hantering och förvaring av brandfarliga och giftiga ämnen lyder under olika typer av lagstiftning och föreskrifter vilket innebär en riskreducering i sig. Att placera förvaring och hantering samt påfyllning av dessa ämnen på säker plats går inte att reglera med planbestämmelser. Det förutsätts att den verksamhet som ska hantera eventuella giftiga ämnen har god kunskap om riskerna med dessa samt att byggnaden utformas på ett sådant sätt att risker minimeras. Görs detta bedöms eventuella olyckor kunna hanteras inom verksamheten och sannolikheten för påverkan på intilliggande bebyggelse bedöms som väldigt liten.

Risken för olycka med klorutsläpp vid Bro simhall bedöms vara acceptabel givet föreslagen markanvändning. Vid projektering bör dock vissa säkerhetshöjande åtgärder övervägas för att minimera konsekvenser vid ett eventuellt utsläpp.

6.5 Sammanfattande riskvärdering

Utifrån planerad markanvändning bedöms individrisken för olycka med farligt gods vara acceptabel. Även samhällsrisken är acceptabel givet beskriven etablering. En kvalitativ osäkerhet- och känslighetsanalys för beräkningar av farligt gods beskrivs i kapitel 7. Även om risknivåerna är acceptabla finns det vissa åtgärder som kan behöva övervägas samt skyddsavstånd som behöver tas hänsyn till. Dessa beskrivs i avsnitt 8.

Risken för olycka på befintlig drivmedelsstation bedöms acceptabel givet att nödvändiga skyddsavstånd upprätthålls till dess att drivmedelstationen har avvecklats. Om drivmedelsstationen inte avvecklas krävs vissa åtgärder för att risken ska kunna anses vara acceptabel. Nödvändiga skyddshöjande åtgärder beskrivs i avsnitt 8.

Risken för olycka med klorutsläpp vid Bro simhall bedöms vara acceptabel. Vid projektering bör dock vissa säkerhetshöjande åtgärder övervägas för att minimera konsekvenser vid ett eventuellt utsläpp.

Copyright © AFRY

7 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.

7.1 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

7.1.1 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. En ökning av antalet transporter av farligt gods med 10 % medför exempelvis att olycksfrekvensen, och därmed individrisken och samhällsrisken, ökar med 10 %.

7.1.2 Personbelastning

Det kan konstateras att förändring i personbelastning inom det studerade planområdet har en påverkan på samhällsrisken men inte på individrisken. Det går emellertid inte att tydligt ange ett enkelt samband mellan variationer i personbelastning och samhällsriskens känslighet för dessa variationer. En allmän ökning av personbelastningen ger en allmän ökning av samhällsrisken men det är svårt att ange i exakt vilket område av F/N-kurvan ökningen sker. Klart är dock att en ökning i personbelastning innebär en förskjutning av F/N-kurvan uppåt och åt höger. Alltså en högre frekvens för händelser som innebär att människor omkommer och ett större antal omkomna för de händelser som kan komma att inträffa.

7.1.3 Konsekvenser för studerade olycksscenarier

Resultatets känslighet för variationer avseende konsekvenser för studerade olycksscenarier 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.

Copyright © AFRY

7.2 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 tillämpning av bedömningar som ger resultat med säkerhetsmarginal. Därmed konstateras att det presenterade resultatet troligen visar en högre risk än vad som faktiskt gäller.

7.2.1 Antal transporter av farligt gods och sannolikhet för olyckor

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.

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 urspårning 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.

7.2.2 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. Osäkerheter kopplat till personbelastning inom befintliga bostadsområden bedöms generellt vara låg eftersom antal boende är baserat på statistik för det specifika området. För tillkommande bostadsområden är osäkerheterna högre. Generellt är bedömningen dock att antaganden är konservativa och behöver inte utredas vidare.

7.2.3 Konsekvenser för studerade olycksscenarier

Osäkerheten avseende konsekvenser för studerade olycksscenarier bedöms vara beroende på scenariobeskrivningarna. Här bedöms osäkerheten avseende representativa scenarier vara relativt liten. Det finns vissa osäkerheter kring förekomsten av olika ämnen inom de olika klasserna. Generellt gäller dock att de ämnen som i genomförda beräkningar representerar respektive ADR-klass medför allvarligare konsekvenser än majoriteten av de ämnen som transporteras inom respektive klass. Antagandena bedöms alltså vara konservativa och medför troligen en risk som är större än vad som faktiskt gäller. Vidare

Copyright © AFRY

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.

Copyright © AFRY

8 Säkerhetshöjande åtgärder

De åtgärder som presenteras i detta avsnitt utgår från resultat presenterade i avsnitt 6:

- Individrisken från olyckor med farligt gods är acceptabel på samtliga avstånd från transportleden.
- Samhällsrisken för utvecklingsalternativet ligger inom risknivån för acceptabel risk.
- Risk för olycka på drivmedelsstation är acceptabel givet att nödvändiga skyddsavstånd upprätthålls till dess att drivmedelstationen har avvecklats. Om drivmedelsstationen inte avvecklas krävs vissa åtgärder för att risken ska kunna anses vara acceptabel.
- Risken för olycka med klorutsläpp vid Bro simhall bedöms vara acceptabel.

En acceptabel risk innebär att risken kan accepteras utan krav på riskreducerande åtgärder. Dock bör riskreducerande åtgärder som inte medför en betydande merkostnad och som förväntas reducera risknivån på ett effektivt sätt implementeras även om risken är acceptabel.

Riskreducerande åtgärder inom följande områden bör övervägas och tas hänsyn till i samband med den nya detaljplanen:

Enköpingsvägen
- Skyddsavstånd
- Byggnadstekniska åtgärder
    - Brandtekniskt skydd
    - Friskluftsintag
    - Utrymningsvägar

Drivmedelsstation
- Skyddsavstånd
- Byggnadstekniska åtgärder
    - Brandtekniskt skydd
    - Friskluftsintag
    - Utrymningsvägar

Simhall
- Byggnadstekniska åtgärder
    - Luftintag

Nedan beskrivs de riskreducerande åtgärderna, dess potentiella effekt och i vilka områden de huvudsakligen bör övervägas. Även om åtgärderna huvudsakligen är framtagna med avsikt att reducera individrisken medför de även en reduktion av samhällsrisken.

8.1 Enköpingsvägen

8.1.1 Skyddsavstånd

Länsstyrelsen i Stockholms län anger att det för bebyggelse intill de flesta sekundära rekommenderade transportleder för farligt gods på väg bör finnas ett bebyggelsefritt avstånd på minst 25 meter mellan väg och studerat markområde. Under vissa omständigheter kan avståndet till en sekundär led vara kortare, men tillåts sannolikt inte vara kortare än 15-20 meter [3].

I aktuellt fall rör det sig om en sekundär transportled där både individrisk och samhällsrisk ligger på acceptabla nivåer oavsett avstånd från Enköpingsvägen. Med hänsyn till detta och rekommenderat bebyggelsefritt avstånd enligt Länsstyrelsen bör det finnas ett

Copyright © AFRY

bebyggelsefritt avstånd på 15 meter från Enköpingsvägen. Önskar man bygga närmre än 15 meter behöver en ny beräkning göras med befolkning placerad på önskat avstånd och en diskussion behöver föras med länsstyrelsen som är tillsynsmyndighet vid riskidentifiering i den kommunala planprocessen.

8.1.2 Byggnadstekniska åtgärder

Stockholms läns riktlinjer anger vissa åtgärder avseende planbestämmelser för bebyggelse inom 30 meter från primär transportled för farligt gods. Dessa bedöms vara rimliga även om aktuell väg är en sekundärled för farligt gods och de beräknade risknivåerna är låga. Detta eftersom Enköpingsvägen är en omledningsväg för E18, vilket innebär att det vid vissa tillfällen kan förekomma betydande mängd farligt gods på vägen. Åtgärderna utgör dock inget krav. De föreslagna åtgärderna berör brandtekniskt skydd, friskluftsintag och utrymningsvägar och presenteras nedan.

Brandtekniskt skydd

- Glas ska utföras i lägst brandteknisk klass EW30.
- Fasader ska utföras i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass EI30.

Friskluftsintag

- Friskluftsintag ska riktas bort från Enköpingsvägen.

Utrymningsvägar

- Det ska vara möjligt att utrymma bort från Enköpingsvägen på ett säkert sätt.

Detta föreslås för markanvändning för bostäder (B), centrum (C), vård (D), handel (H), friluftsliv och camping (N), tillfällig vistelse (O), besöksanläggningar (R), skola (S), kontor (K), drivmedelsförsörjning (G), industri (J) och verksamheter (Z).

8.2 Drivmedelsstation

Fram till dess att drivmedelsstationen avvecklats, alternativt om det beslutas att drivmedelsstationen inte ska avvecklas, behöver nödvändiga skyddsåtgärder säkerställas.

8.2.1 Skyddsavstånd

Nödvändiga skyddsavstånd att förhålla sig, utifrån Länsstyrelsen Stockholms riktlinjer [4], sammanfattas nedan.

- Ur både risk-, miljö- och hälsoskyddssynpunkt bör ett minimiavstånd på 50 meter alltid hållas från bensinstation till bostäder, daghem, ålderdomshem och sjukhus samt samlingsplatser utomhus där oskyddade människor uppehåller sig (exempelvis uteservering, lekplats m.m.).
- Byggnad bör med hänsyn till brand- och explosionsrisk (oberoende av försäljningsvolym för fordonsbränsle) inte uppföras inom ett avstånd av 25 meter från:
  - tankfordonets lossningsplats
  - avluftningsanordningar från bensincistern
  - tankställe där fordon tankas (pump).

Även MSB:s handbok anger att 25 meter ska hållas till plats där människor vanligen vistas. MSB:s handbok ger utrymme för att ett kortare avstånd än 25 meter till bebyggelse kan vara möjligt om teknisk brandklassning i EI60, brandklassade fönster och att inga ventilationsöppningar finns mot påfyllningsanslutning till cistern. Om känslig bebyggelse,

Copyright © AFRY

exempelvis skola, omsorg och bostäder önskas placeras på ett kortare avstånd till drivmedelsstationen än 50 meter eller om annan bebyggelse föreslås inom 25 meter från drivmedelsstationen behöver en mer ingående kvantitativ riskutredning genomföras.

8.2.2 Byggnadstekniska åtgärder

Bebyggelse som är placerad inom 30 meter från drivmedelsstationen rekommenderas utföras med motsvarande byggnadstekniska åtgärder som ovan angivna åtgärder för bebyggelse intill Enköpingsvägen. Om bebyggelse önskas placeras inom 25 meter till påfyllningsanslutning till cistern krävs dock teknisk brandklassning i EI60, brandklassade fönster och att inga ventilationsöppningar finns mot påfyllningsanslutning till cistern

8.3 Simhall

För bebyggelse inom 30 meter från simhallen rekommenderas det att friskluftsintag riktas bort från simhallen.

Copyright © AFRY

9 Slutsatser

Följande resultat med avseende på risker från Enköpingsvägen, INGO drivmedelsstation och Bro simhall har erhållits:

- Individrisken från olyckor med farligt gods på Enköpingsvägen är acceptabel på samtliga avstånd från transportleden.
- Samhällsrisken avseende farligt gods på Enköpingsvägen för utvecklingsalternativet ligger inom risknivån för acceptabel risk.
- Risk för olycka på drivmedelsstation är acceptabel givet att nödvändiga skyddsavstånd upprätthålls till dess att drivmedelstationen har avvecklats. Om drivmedelsstationen inte avvecklas krävs vissa åtgärder för att risken ska kunna anses vara acceptabel.
- Risken för olycka med klorutsläpp vid Bro simhall bedöms vara acceptabel.

Baserat på resultaten krävs att nedan åtgärder tas hänsyn till:

- **Skyddsavstånd**
  Det behöver tas hänsyn till nödvändiga skyddsavstånd för bebyggelse intill Enköpingsvägen samt INGO drivmedelsstation. Om drivmedelsstationen inte avvecklas och nödvändiga skyddsavstånd inte avses upprätthållas behöver en mer ingående kvantitativ riskutredning göras för olyckor på drivmedelsstationen.
- **Byggnadstekniska åtgärder**
  Det bör övervägas vissa åtgärder avseende planbestämmelser för bebyggelse inom 30 meter från Enköpingsvägen, simhallen och drivmedelsstationen gällande
  - brandtekniskt skydd
  - friskluftsintag
  - utrymningsvägar.

Givet att etablering i samband med utvecklingen av detaljplan för Bro torg följer beskrivning och angivna skyddshöjande åtgärder bedöms risken som acceptabel.

Copyright © AFRY

Referenser

[1] Upplands-Bro Kommun, ”Plandirektiv för Bro torg, centrala Bro,” 2022.

[2] CF Möller, *Utvecklingsplan Bro Torg,* Upplands-Bro kommun, 2022.

[3] Länsstyrelsen Stockholm, ”Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods,” Enheten för samhällsskydd och beredskap, Stockholm, 2016.

[4] Länsstyrelsen i Stockholms län, ”Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer,” Räddnings- och säkerhetsavdelningen.. Publikation: 2000:1., 2000.

[5] MSB, ”Hantering av brandfarliga gaser och vätskor på bensinstationer,” Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2015.

[6] TNO Riskcurves, ”RISKCURVES 10.1.9.12276,” 2018. [Online]. Available: https://www.tno.nl/en/focus-areas/circular-economy-environment/roadmaps/environment-sustainability/public-safety/riskcurves-software-for-quantitative-risk-assessment/.

[7] 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/.

[8] Räddningsverket, ”Värdering av risk,” Karlstad, 1997.

[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.

[16] Trafikanalys, ”Lastbilstrafik 2012 (Statistik 2013:12),” 2013.

[17] Trafikanalys, ”Lastbilstrafik 2013 (Statistik 2014:12),” 2014.

Copyright © AFRY

[18] Trafikanalys, ”Lastbilstrafik 2014 (Statistik 2015:21),” 2015.

[19] Trafikanalys, ”Lastbilstrafik 2015 (Statistik 2016:27),” 2016.

[20] Trafikanalys, ”Lastbilstrafik 2016 (Statistik 2017:14),” 2017.

[21] Trafikanalys, ”Lastbilstrafik 2017 (Statistik 2018:13),” 2018.

[22] Trafikanalys, ”Lastbilstrafik 2018 (Statistik 2019:13),” 2019.

[23] Trafikanalys, ”Lastbilstrafik 2019 (Statistik 2020:14),” 2020.

[24] Trafikanalys, ”Lastbilstrafik 2020 (Statistik 2021:14),” 2021.

[25] Trafikanalys, ”Lastbilstrafik 2021 (Statistik 2022:16),” 2022.

[26] Trafikverket, ”Trafikuppräkningstal för EVA och manuella beräkningar 2017-2040-2065 (Ärendenummer TRV 2017/111007),” 2022.

[27] KAMEDO, ”Rökgranatolyckan i Uppsala den 25 augusti och Klorgasolyckan vid Vanadisbadet den 2 augusti 1993,” Socialstyrelsens beredskapsenhet, 1996.

[28] M. Larsson, ”Olycksundersökning efter klorgasutsläpp Arvika simhall,” Arvika kommun, 2012.

[29] Räddningstjänsten Öland, ”OLYCKSUNDERSÖKNING,” Ärende dnr. 400-2016-00379, 2016.

Copyright © AFRY