

Järfälla kommun
RISKBEDÖMNING FÖR DETALJPLAN BARKARBY CENTRUM



Slutgiltig handling

Barkarby centrum, Barsbro 7:2 m fl, Järfälla kommun

Uppdragsansvarig: Lars Strömdahl

Författare: Jesper Svensson

Dokumentgranskare: Daniel Sirensjö

Datum: 2021-05-31

Sammanfattning

Denna riskbedömning upprättas på uppdrag av Järfälla kommun som ett underlag för ny detaljplan Barkarby centrum, Barsbro 7:2 m.fl. Den nya detaljplanen syftar till att möjliggöra drygt 1 070 nya lägenheter, ca 2 200 m² BTA lokaler samt förskola. Uppdraget består av att beskriva och bedöma aktuella olycksrisker för den nya detaljplanen samt vid behov föreslå riskreducerande åtgärder. Tidigare har en inledande bedömning för området utförts av Bengt Dahlgren AB, *PM-Risk – Barkarby centrum*, daterad 2019-03-11 och utgör underlag för den aktuella bedömningen.

Riskbedömningen behandlar tekniska olycksrisker med direkt påverkan på människors hälsa och säkerhet. Horisontåret för riskbedömningen är 2040 och trafik har räknats upp till detta horisontår. Riskanalysen genomförs med en kvantitativ metod, där beräkningar av frekvenser och konsekvenser vägs samman till riskmåttan individrisk och samhällsrisk.

Identifierade riskkällor utgörs av Mäljarbanan och E18 som båda är belägna norr om planområdet. På båda riskkällor transporteras farligt gods.

Resultaten från analysen visar att risknivåerna inom planområdet är förhöjda. Individrisknivåerna inom planområdet befinner sig inom acceptabla nivåer med avseende på Mäljarbanan men inom den nedre delen av ALARP-området med avseende på E18. Sammantaget visar detta att individrisknivån är acceptabel givet att rimliga åtgärder vidtas. Den ackumulerade samhällsrisknivån för området befinner sig inom ALARP-området. Till stor del beror de höga samhällsrisknivåerna på potentiella gasolyckor på E18. Rimliga åtgärder behöver därför vidtas för att reducera samhällsrisknivån i första hand med avseende på gasolyckor.

Sammantaget rekommenderas följande åtgärder:

- Friskluftsintag placeras på skyddad sida (riktas bort från E18/Mäljarbanan) eller på tak för att minska risken för att gas sprids in i byggnader (inom 75 meter från närmaste spårmit).
- Utrymningsmöjlighet ska finnas på skyddad sida (i riktning bort från E18/Mäljarbanan, alternativt mot innergård). Åtgärden avser de byggnader som är belägna inom 75 meter från närmsta spårmit).
- Fasader (som vetter mot E18/Mäljarbanan) utförs i obrännbart material eller lägst brandteknisk klass EI 30 (gäller de byggnader/kvarter som ligger närmast E18/Mäljarbanan).
- Glas i fasader (som vetter mot E18/Mäljarbanan) utförs i brandteknisk klass EW 30 (gäller de byggnader/kvarter som ligger närmast E18/Mäljarbanan). För bostäder får fönster utföras öppningsbara.

Om föreslagna åtgärder beaktas bedömer Bengt Dahlgren AB att rimlig hänsyn har tagits till aktuella risknivåer satt i relation till tillämpade kriterier för riskvärdering.

Innehållsförteckning

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INLEDNING..... | 4 |
| 1.1 | Syfte och mål..... | 4 |
| 1.2 | Avgränsningar | 4 |
| 1.3 | Underlag..... | 5 |
| 1.4 | Kravbild | 5 |
| 2 | OMRÅDESBESKRIVNING | 7 |
| 2.1 | Barkarby och närområdet | 7 |
| 2.2 | Planområdet | 8 |
| 2.3 | Planerad bebyggelse | 9 |
| 2.4 | Planarbeten i angränsade områden | 9 |
| 3 | OMFATTNING AV RISKHANTERING OCH METODIK..... | 11 |
| 3.1 | Omfattning av riskhantering..... | 11 |
| 3.2 | Metodik för riskidentifiering | 11 |
| 3.3 | Metodik för riskanalys | 12 |
| 3.4 | Metodik för riskvärdering och riskreducerande åtgärder | 12 |
| 4 | RISKIDENTIFIERING | 13 |
| 4.1 | Skyddsvärden | 13 |
| 4.2 | Riskkällor | 13 |
| 4.3 | Olycksscenarier | 15 |
| 5 | RISKANALYS | 16 |
| 5.1 | Individerisk..... | 16 |
| 5.2 | Samhällsrisik..... | 17 |
| 5.3 | Osäkerheter och känslighetsanalys | 18 |
| 6 | RISKVÄRDERING OCH ÅTGÄRDSFÖRSLAG | 22 |
| 6.1 | Värdering av risknivåer och känslighetsanalys | 22 |
| 6.2 | Val av riskreducerande åtgärder | 23 |
| 7 | SLUTSATSER..... | 24 |

I INLEDNING

Denna handling upprättas på uppdrag av Järfälla kommun som ett underlag för ny detaljplan för området Barkarby centrum. Den nya detaljplanen syftar till att möjliggöra drygt 1000 nya lägenheter, ca 2 200 m² BTA lokaler samt förskola. Uppdraget består av att beskriva och bedöma aktuella olycksrisker för den nya detaljplanen samt vid behov föreslå riskreducerande åtgärder.

Tidigare har en inledande bedömning för området utförts av Bengt Dahlgren AB, *PM-Risk – Barkarby centrum*, daterad 2019-03-11 [1] och som utgör underlag för aktuell riskbedömning av området.

I.1 Syfte och mål

Uppdraget syftar till att möjliggöra att olycksrisker kan hanteras på ett tillfredsställande sätt, inom ramen för detaljplanen för Barkarby centrum, och enligt kraven i Plan- och bygglagen [2] samt Miljöbalken [3].

Målet är att beskriva och bedöma den föreslagna markanvändningens lämplighet ur ett olycksriskperspektiv och vid behov föreslå sådana riskreducerande åtgärder som kan bli aktuella att vidta i detta avseende. Målet är även att hantering av riskerna inom detaljplanen ska medföra en acceptabel risknivå samtidigt som kommunens ambitioner uppnås.

I.2 Avgränsningar

Riskbedömningen är avgränsad till att behandla tekniska olycksrisker¹, med direkt påverkan på människors hälsa och säkerhet. Naturolyckor² och sociala olyckor³ behandlas inte. Hälsoeffekter till följd av långvarig exponering samt attentat eller händelser som sker med uppsåt behandlas således inte.

Horisontår för riskbedömningen är år 2040.

¹ Med tekniska olyckor avses olyckor förknippade med industrianläggningar, transportsystem och kemikalier.

² Med naturolyckor avses olyckor förknippade med ras, skred, erosion och översvämningar.

³ Med sociala olyckor avses antagonistiska handlingar och i viss utsträckning suicid/personpåkörningar.

1.3 Underlag

Nedanstående underlag ligger till grund för denna handling.

- Uppdaterat planområde för Barkarby centrum, Barsbro 7:2 m fl.
- Plankarta för Barkarby centrum, Barsbro 7:2 m fl., daterad 2020-05-15 [4].
- Bengt Dahlgren AB, *PM-Risk – Barkarby centrum*, daterad 2019-03-11 [1].
- Planuppdrag för Barkarby centrum, Barsbro 7:2 m fl., daterad 2018-04-26 [5].

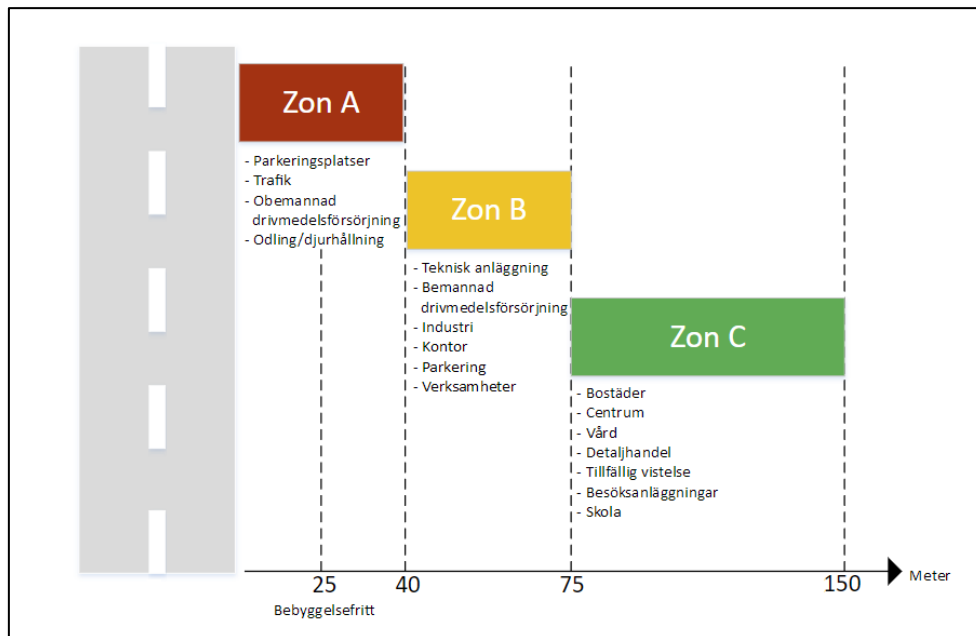
Handlingen baseras även på information från beställare, bl.a. med avseende på antal lägenheter per fastighet i olika områden för befintlig bebyggelse samt antal planerade lägenheter och bebyggelsestruktur. Använda underlag refereras till löpande.

1.4 Kravbild

Riskhänsyn vid fysisk planering utgår från krav som ställs i Plan- och bygglagen [2] och Miljöbalken [3]. Bland annat innebär kraven att bebyggelse ska lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till människors hälsa och säkerhet samt risken för olyckor. Bebyggelsen ska även utformas och placeras på den avsedda marken på ett sätt som är lämpligt med hänsyn till skydd mot uppkomst och spridning av brand och mot trafikolyckor och andra olyckshändelser.

Faktabladet *Riskhantering i detaljplaneprocessen* [6] utgör en riskpolicy, upprättad av länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, avseende hur markanvändning, avstånd och riskhantering samspekar i detaljplaner nära farligt godsleder. Policyn avser att utgöra en grund för de lokala och regionala riktlinjer som sedan upprättas i länen. I policyn anges bland annat att riskhanteringsprocessen ska beaktas vid planläggning inom 150 meter från en led avsedd för transport av farligt gods.

Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods [7] är upprättat av Länsstyrelsen i Stockholms län och avser att ge vägledning och underlätta hanteringen av riskfrågor relaterade till farligt gods. I riktlinjen återges hur länsstyrelsen bedömer risker vid granskning av planärenden. Riktlinjen ger på så vis en mer konkretiserad bild av hur olycksrisker ska hanteras inom länet med stöd av den mer allmänna riskpolicyn. I riktlinjen återges nedanstående rekommenderade skyddsavstånd mellan primära transportleder för farligt gods och olika typer av markanvändning.



Figur 1-1. Rekommenderade skyddsavstånd mellan primära transportleder för farligt gods och olika typer markanvändning. Framtagen baserat på riktlinjer från Länsstyrelsen i Stockholms län [5].

Länsstyrelsen anser att ett bebyggelsefritt avstånd om minst 25 meter intill primära transportleder för farligt gods är ett minimi-krav för att uppfylla PBL. De anger även att nedanstående markanvändning för bland annat skola, bostäder, kontor, industri och verksamheter inom 30 meter från en primärled för transport av farligt gods ska uppfylla nedanstående krav:

- Glas ska utföras i brandteknisk klass EW 30 (gäller ej verksamheter och industri).
- Fasader ska utföras i obrännbart material eller lägst brandteknisk klass EI 30.
- Friskluftsintag ska riktas bort från vägen.
- Det ska vara möjligt att utrymma bort från vägen på ett säkert sätt.

Riskerna som uppstår till följd av transport av farligt gods på andra vägar än rekommenderade transportleder ska också beaktas om det är sannolikt att farligt gods transporteras i närheten av det aktuella planområdet.

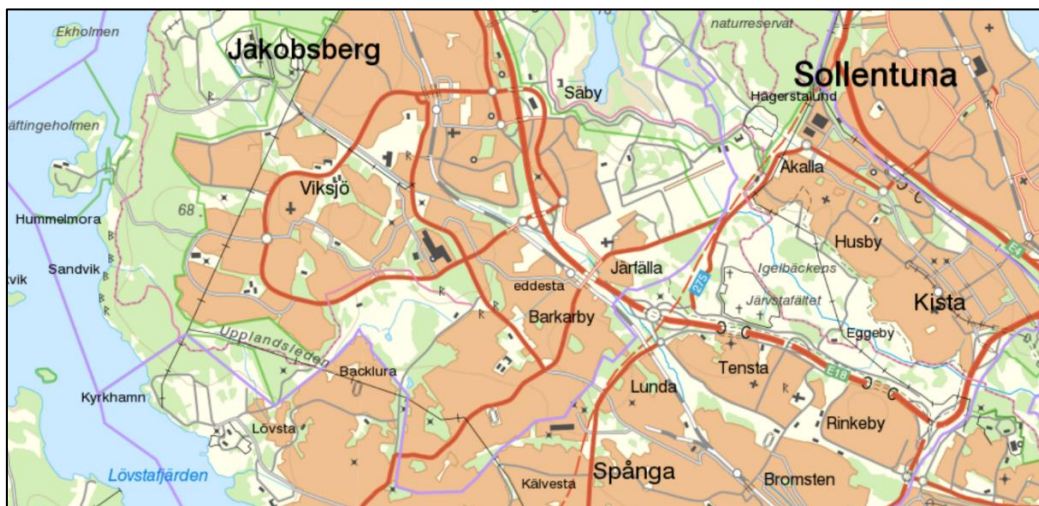
Länsstyrelsen i Stockholms län har givit ut rapporten *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer*. I denna rapport framgår det att riskutredningar skall beakta drivmedelstationer som är lokaliserade inom det aktuella området eller inom 100 meter från det aktuella området [8].

2 OMRÅDESBESKRIVNING

I detta kapitel redovisas en områdesbeskrivning indelad i avsnitten *Barkarby och närområdet*, *planområdet* och *planerad bebyggelse*.

2.1 Barkarby och närområdet

Det aktuella området är beläget i stadsdelen Barkarby i Järfälla kommun. Barkarbys läge illustreras i Figur 2-1 nedan i förhållande till Jakobsberg i nordväst och Sollentuna i nordost samt Spånga i söder.



Figur 2-1. Barkarby och angränsande orter [9].

Det aktuella området är beläget i den södra delen av Barkarby. För illustration av södra Barkarby, se Figur 2-2 nedan.



Figur 2-2. Södra Barkarby och dess närområde [9].

Det aktuella området angränsar i väster till Veddesta som i stor utsträckning består av ett tidigare industriområde med pågående planering för bostadsbebyggelse. Mälardalens och Europaväg 18 (E18) delar upp Barkarby i två delar och sträcker sig längs den norra delen av det aktuella området. Österut mellan Hjulstamotet och Barkarby finns i dagsläget större ytor av obebyggd mark längs Spångaån, Mälardalens och E18. Barkarby sträcker sig söderut till Kälvesta och består i stor utsträckning av bostadsområden.

I Barkarby och dess omgivning (som är en del av den regionala stadskärnan Barkarby-Jakobsberg [10]) planeras omfattande förändringar, detta innefattar bl.a. ny tunnelbana, bussterminal och tusentals nya bostäder. I framtiden är det även möjligt att regionaltåg kan komma att stanna vid stationen. Pendeltågstationen har flyttat till ett läge ca 200 meter längre norrut i ett tidigare skede och en flytt av bussterminalen är inplanerad i samband med att tunnelbanan öppnas år 2024. Det gamla läget för bussterminalen kommer att behöva få en ny användning. Barkarby centrum läge i förhållande till det flyttade stationsläget skall utredas varför markanvändningen nu ses över i en ny detaljplan [11].

2.2 Planområdet

Det aktuella området är beläget i Barkarby centrum. Längs med den nordöstra sidan av området går E18 och Mälardalens där Barkarby station är belägen. Områdets ungefärliga utbredning illustreras i Figur 2-3 nedan.



Figur 2-3. Planområdets utbredning (röd skraffering) i Barkarby.

Det finns bebyggelse i form av flerbostadshus och skola i området i dagsläget. I det aktuella området planeras ytterligare flerbostadshus att byggas, vilket beskrivs mer ingående i nästkommande avsnitt.

2.3 Planerad bebyggelse

Den befintliga bebyggelsen i området utgörs i huvudsak av bostäder. Järfälla kommun har för avsikt att utveckla området för att kunna inrymma ytterligare ca 1 070 lägenheter. Bebyggelsens placering illustreras i Figur 2-4 nedan.

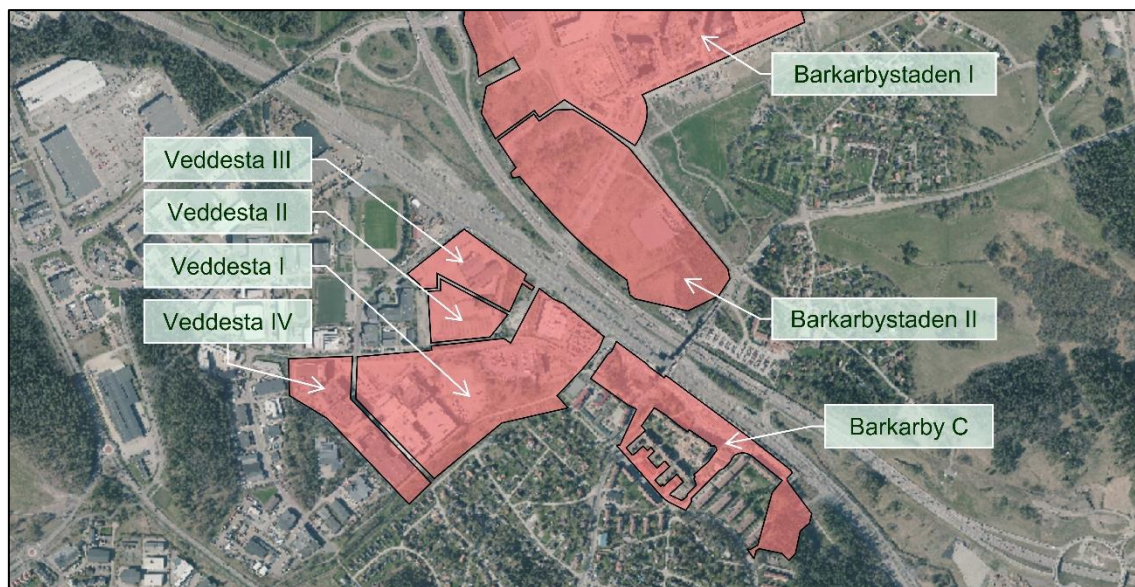


Figur 2-4. Utformning av befintlig samt de olika kvarteren i planområdet.

2.4 Planarbeten i angränsade områden

Järfälla kommun hör till de kommuner som växer mest i landet och en utbyggnad av tunnelbanans blå linje från Akalla till Barkarby är inlett till följd av Stockholmsöverenskommelsen. Kommunen har ansvar för att uppföra ca 14 000 bostäder i den nya tunnelbanans influensområde fram till år 2032.

Norr om Mälärbanan och E18 finns två planområden, Barkarbystaden I och II, som båda vunnit laga kraft. Söder om Mälärbanan och E18 finns planområden med planarbeten i tidigare skeden. Väster om planområdet Barkarby C pågår detaljplanering av Veddesta I, II, III och IV. I Figur 2-5 nedan illustreras angränsande planer.



Figur 2-5. Barkarby C och planarbeten i närområdet.

Barkarbystaden I omfattar 1 500 - 1 900 bostäder i varierande storlekar samt förskola. I den sydvästra och västra delen av området planeras främst handel, service och verksamheter, medan resterande delar är avsedda för bostäder.

Barkarbystaden II omfattar sju kvarter som varierar i höjd mellan 6-16 våningar. Ca 900 lägenheter planeras såväl som 15 000 m² kontor, ett torg, två förskolor, naturområde och BAS Barkarby som är ett kultur-, innovations- och lärocentrum innehållandes bl.a. en gymnasieskola.

Detaljplanen för *Veddesta I* innefattar 16 kvarter med en kapacitet på omkring 2 000 bostäder. I planförslaget inryms även ca 30 000 kvadratmeter bruttoarea verksamhetslokaler, två förskolor, två torg och två parker. Därutöver innefattas en bussterminal och tunnelbanestation med två uppgångar samt ny uppgång för pendeltåg i planförslaget.

Planförslaget för *Veddesta II* innefattar ett sjukhus med upp till åtta våningar samt en byggrätt för olika sorters bostäder. I övrigt är målet att tunnelbanans funktioner möjliggörs. De högsta delarna av sjukhuset planeras att uppföras i direkt anslutning till Veddestavägen, medan den västra delen av sjukhuset planeras vara en våning lägre. Den norra delen av planområdet är avsedd för en park.

Detaljplanen för *Veddesta III* innefattar sex kvarter med byggnader med en varierande höjd mellan fyra till trettio våningar och en befolkning på ca 1 400 personer. Ju närmre Veddestabron, desto högre byggnader planeras.

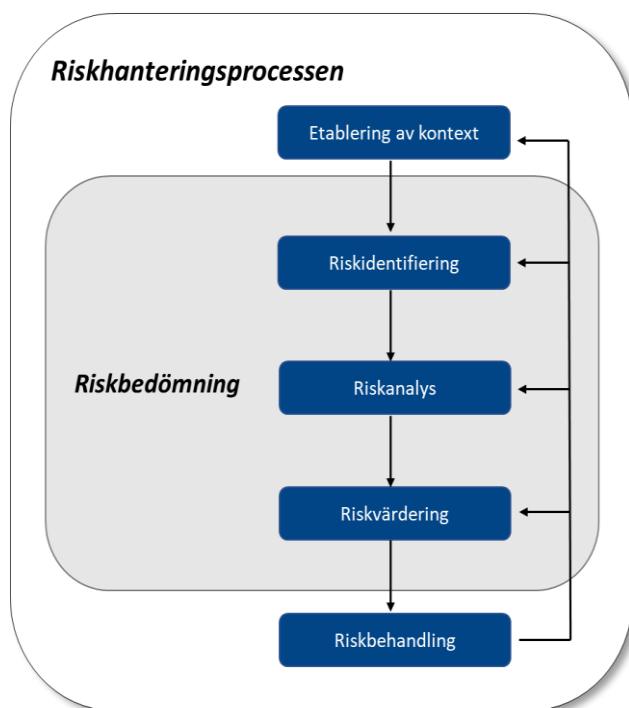
Planförslaget för *Veddesta IV* innefattar sex kvarter med en kapacitet på omkring 600-900 lägenheter. Planförslaget möjliggör även en friliggande förskola samt två integrerade förskolor.

3 OMFATTNING AV RISKHANTERING OCH METODIK

I aktuellt kapitel beskrivs uppdragets omfattning av riskhantering och vald metodik.

3.1 Omfattning av riskhantering

Övergripande principer för riskhantering i aktuellt uppdrag hämtas från riskhanteringsprocessen så som den presenteras i ISO 31000 [12], se Figur 3-1. I nedanstående sektioner presenteras metodiken för var och ett av de tre stegen som utgör riskbedömningen.



Figur 3-1. Riskhanteringsprocessen anpassad utifrån ISO 31000.

3.2 Metodik för riskidentifiering

Riskidentifieringen är en genomgång av potentiella riskkällor i planområdets omgivning. Identifieringen utgår från geografiska avstånd mellan planområdet och verksamheter som kan utgöra en risk. Baserat på avgränsningarna som presenteras ovan har nedanstående riskkällor beaktats i riskidentifieringen.

- Rekommenderade transportleder för farligt gods. Beaktas inom 150 meter från planområdet.
- Riskfylld verksamhet: Omfattar farliga verksamheter enligt LSO 2 kap. 4 §, drivmedelsstationer samt verksamheter som omfattas av Sevesolagstiftningen. Bensin- och drivmedelsstationer beaktas inom 100 meter och övriga inom 500 meter.

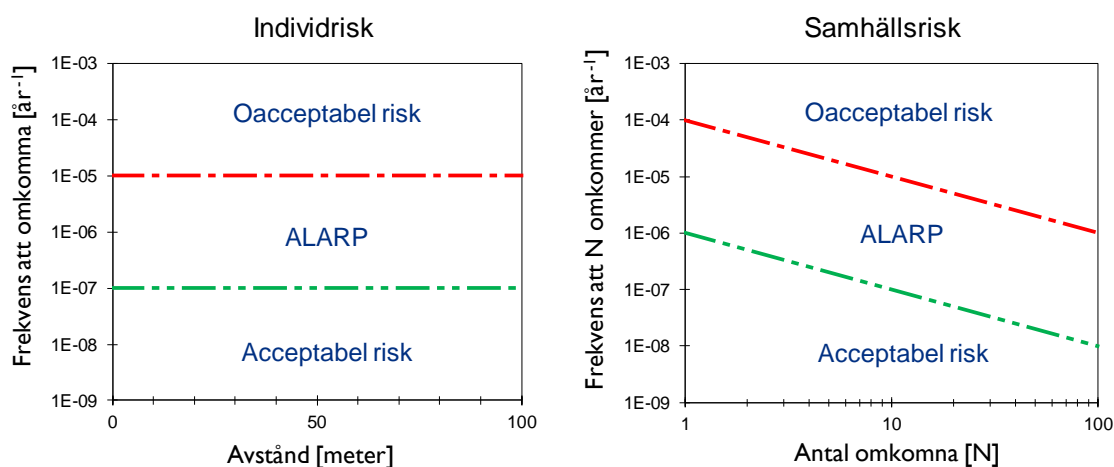
3.3 Metodik för riskanalys

Riskanalysen genomförs med en kvantitativ metod där beräkningar av frekvenser och konsekvenser vägs samman till riskmåten individrisk och samhällsrisk.

- *Individrisk* definieras som sannolikheten för en godtycklig individ att omkomma på ett år, förutsatt att individen vistas på samma plats. Notera att det är ett mått, och inte den verkliga sannolikheten att omkomma. Individrisken är oberoende av hur många personer som vistas i området.
- *Samhällsrisk* tar hänsyn till befolkningstäthet inom ett givet område. Konsekvensernas storlek beaktas med avseende på antalet personer som påverkas vid ett skadesscenario. Hänsyn tas även till eventuella tidsvariationer, exempelvis att persontätheten kan vara hög på en viss tid på dygnet men låg under en annan. Samhällsrisk redovisas i ett F/N-diagram (Frequency/Number) där den totala sannolikheten för att ett visst antal personer omkommer illustreras.

3.4 Metodik för riskvärdering och riskreducerande åtgärder

Riskvärdering sker genom jämförelse mellan beräknade risknivåer och acceptanskriterier samt principer som föreslås i rapporten *Värdering av risk* [13], se Figur 3-2 nedan.



Figur 3-2. Acceptanskriterier anpassade utifrån DNV [13].

Om risker överskrider det övre acceptanskriteriet ska riskåtgärder vidtas. Om risker underskrider det lägre acceptanskriteriet anses risknivåerna vara acceptabla utan vidare åtgärder. Området mellan acceptanskriterierna benämns som *ALARP-området*. Riskerna kan anses acceptabla inom detta område om alla rimliga åtgärder är vidtagna. Risker i detta område tolereras om åtgärder för riskreduktion är praktiskt ogenomförbara, om kostnaderna är oproportionerliga alternativt om kostnaderna för riskreduktion överstiger nyttan.

Lämpliga riskreducerande åtgärder hämtas i första hand från Boverket och Räddningsverkets rapport *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner* [14].

4 RISKIDENTIFIERING

I detta kapitel redovisas skyddsvärden samt identifierade riskkällor och olycksscenarioer som kan åsamka skada på dessa skyddsvärden.

4.1 Skyddsvärden

Huvudsakligt skyddsvärde i aktuell riskbedömning är människors hälsa och säkerhet. Således är skyddsvärdet de personer som kommer att befinna sig inom det aktuella området.

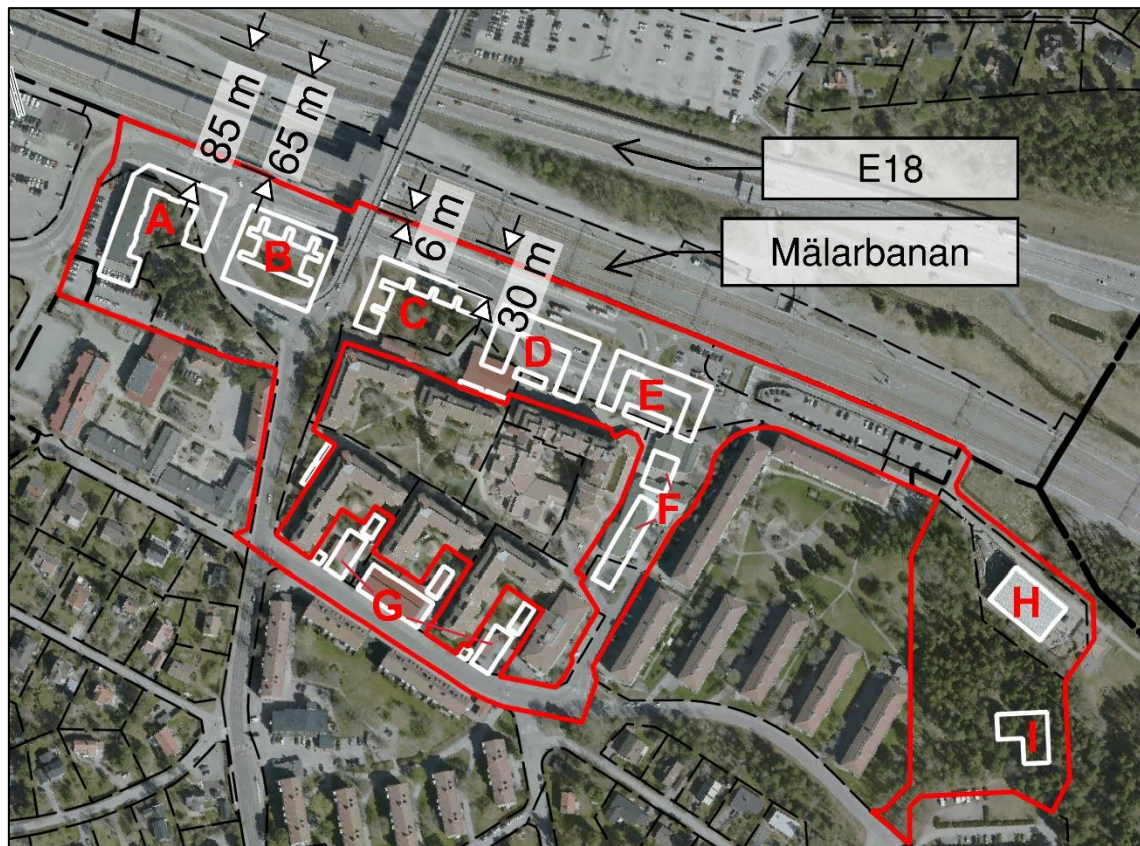
4.2 Riskkällor

I samband med riskidentifieringen har även kontakt tagits med Räddningstjänsten Attunda gällande farliga verksamheter i närområdet [15] [16]. Identifierade riskkällor med avseende på transport av farligt gods i närheten av aktuellt område utgörs av Mäljarbanan och E18. E18 är en rekommenderad primär väg för transport av farligt gods och på Mäljarbanan sker även transporter av farligt gods. Veddestavägen har tidigare varit en rekommenderad sekundär transportled för farligt gods. I samband med nedläggningar av verksamheter i Veddesta har denna upphört att vara en rekommenderad transportled [9] och kommer därmed inte att hanteras vidare i denna handling.

Det finns inga bensinstationer på ett avstånd om mindre än 100 meter från planområdet, vilket innebär att denna typ av riskkälla inte beaktas vidare i denna handling.

Stena Recycling har en verksamhet i Veddesta, men befinner sig på ett avstånd på över 500 meter från planområdets västra kant och studeras därmed inte vidare.

Planområdet är beläget på ett avstånd om som minst 6 meter från Mäljarbanan (närmsta spårmittpunkt) och planerad bebyggelse kommer att uppföras på ett avstånd om minst 30 meter. Avståndet uppgår till 65 meter mellan planområdet och E18 och 85 meter mellan planerad bebyggelse och E18, se Figur 4-1 nedan.



Figur 4-1. Mäljarbanan och E18 i relation till planområdet och planerad bebyggelse (utifrån senaste plankarta).

De identifierade riskkällorna, Mäljarbanan och E18, beskrivs närmare i avsnitten nedan.

4.2.1 Mäljarbanan

Mäljarbanan sträcker sig mellan Stockholm och Hovsta, norr om Örebro och är även den järnvägssträcka som förbinder Stockholm med orterna norr om Mälaren. Järnvägen passerar intill planrådets nordöstra gräns längs en sträcka på ca 750 meter. Längs planområdet består merparten av järnvägens sträcka av fyra spår och trafikeras i dagsläget av pendeltåg, persontåg och godståg.

4.2.2 E18

E18 (i Sverige) sträcker sig mellan den norska gränsen i väst och Kapellsjärn i öst. I det aktuella området är E18 stadsmotorväg med en hastighetsbegränsning på 80 km/h. E18 är en rekommenderad primär transportled för farligt gods och eftersom denna typ av transport sker behandlas denna vägsträcka vidare i utredningen.

4.3 Olycksscenarier

De olycksscenarier som aktuell sträckning av E18 respektive Mälarbanan kan ge upphov till är olyckor med transporter av farligt gods. Farligt gods på väg delas in enligt MSB:s föreskrift ADR-S [17]. De ämnesklasser som studeras vidare i denna riskbedömning utgörs av nedanstående. De studerade ämnesklasserna har valts ut med hänsyn till potentiella konsekvenser vid olycka samt andelen som transporteras på vägen/järnvägen.

- Klass 1: Explosiva varor
- Klass 2.1: Brandfarliga gaser
- Klass 2.3: Giftiga gaser
- Klass 3: Brandfarliga vätskor
- Klass 5: Oxiderande ämnen och organiska peroxider
- Klass 6: Giftiga ämnen
- Klass 8: Frätande ämnen

5 RISKANALYS

Risken analysen har genomförts med en kvantitativ metod där beräkningar av frekvens och konsekvens för olycksscenarioer har vägts samman till riskmåttet individrisk och samhällsrisik.

I aktuellt kapitel presenteras även en osäkerhets- och känslighetsanalys.

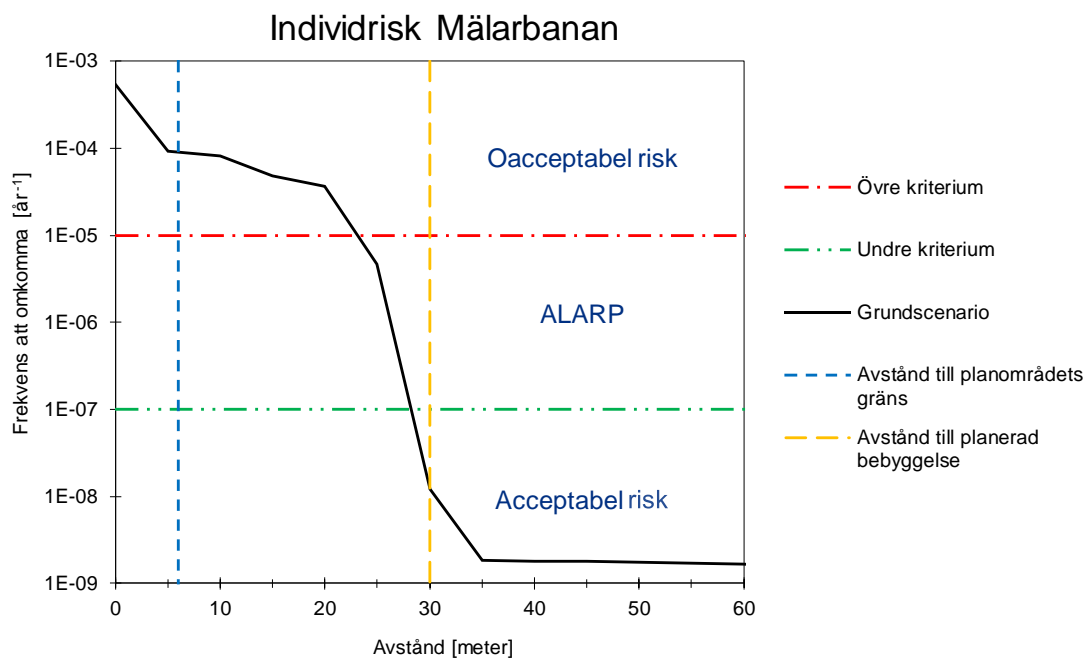
Frekvensberäkningar och konsekvensberäkningar presenteras i Bilagorna A respektive B (för väg) och i Bilagorna C och D (för järnväg). Riskberäkningar presenteras i Bilaga E.

5.1 Individrisk

Individrisknivån samt undre kriterium för acceptabel risknivå och övre kriterium för oacceptabel risknivå presenteras för de identifierade riskkällorna i detta avsnitt.

5.1.1 Mälarbanan

Individrisknivån samt undre kriterium för acceptabel risknivå och övre kriterium för oacceptabel risknivå presenteras i Figur 5-1 nedan.



Figur 5-1. Individrisknivå inom området med avseende på transporter med farligt gods på Mälarbanan.

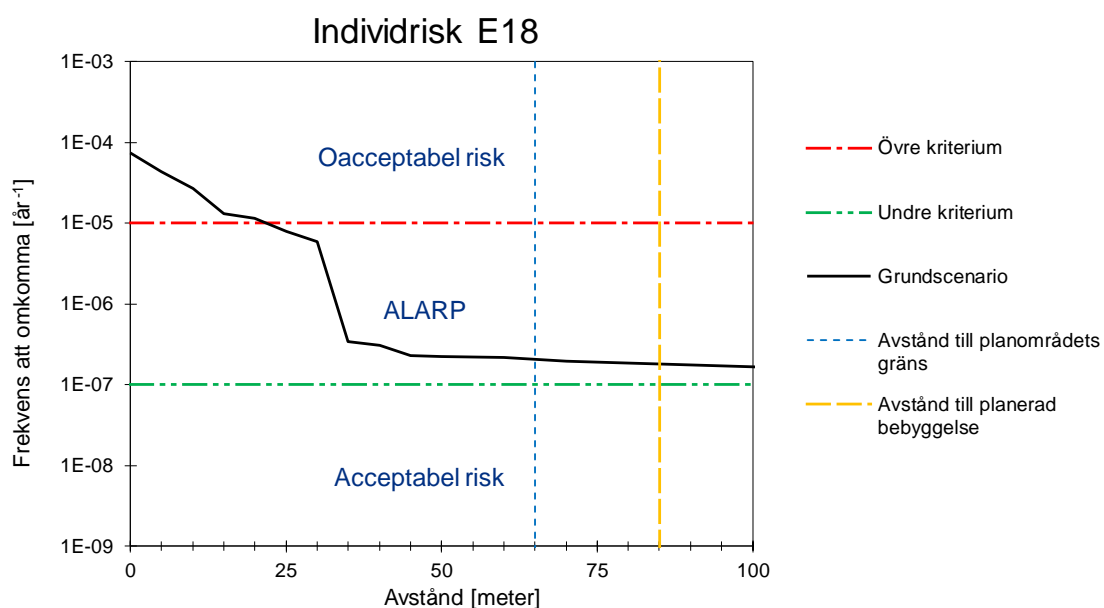
Individrisknivån vid avståndet till planerad bebyggelse underskrider det nedre acceptanskriteriet och hamnar inom området där risker kan anses vara acceptabla utan vidare åtgärder.

I individriskberäkningarna beaktas inte regionalstågplattformarna som planeras att löpa jämte den nordvästra delen av planområdet år 2023. Plattformarna har en stor skyddseffekt på

samtliga typer av olyckor, men extra tydlig är skyddseffekten med avseende på mekanisk påverkan från urspårning (individrisk på korta avstånd). Verkliga individrisknivåer bedöms därför vara lägre än de som redovisas i figuren ovan utifrån dessa antaganden.

5.1.2 E18

Individrisknivån samt undre kriterium för acceptabel risknivå och övre kriterium för oacceptabel risknivå presenteras i Figur 5-2 nedan.

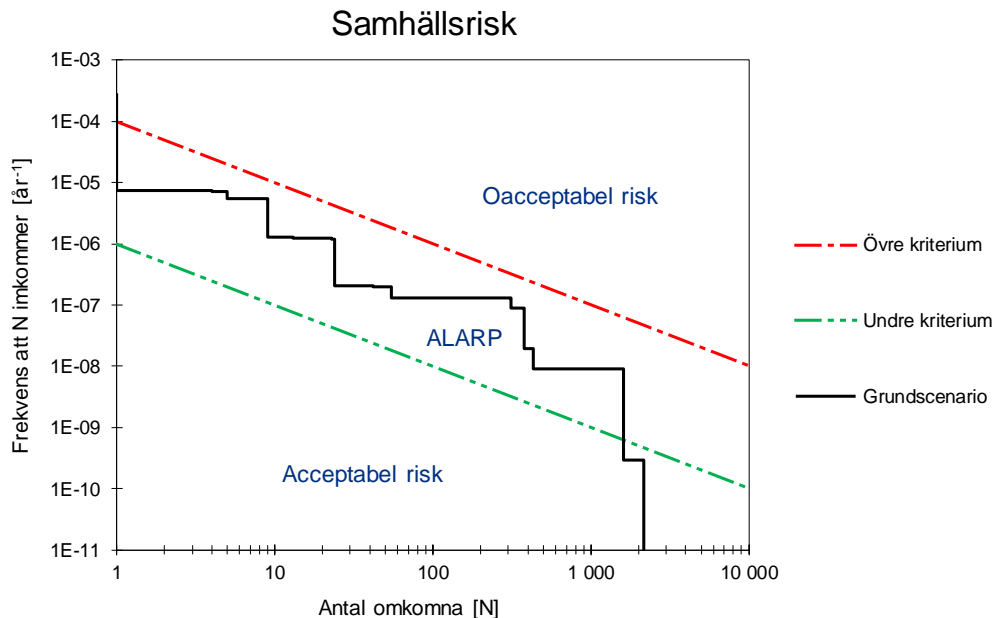


Figur 5-2. Individrisknivå inom området med avseende på transporter av farligt gods på E18.

Individrisknivån vid avståndet till planerade bostäder befinner sig strax ovan det undre acceptanskriteriet och hamnar därmed inom ALARP-området. Att risknivån hamnar inom ALARP-området innebär att risknivån anses vara acceptabel om rimliga åtgärder är vidtagna.

5.2 Samhällsrisk

Den sammanvägda samhällsrisknivån för Mäljarbanan respektive E18 samt undre kriterium för acceptabel risknivå och övre kriterium för oacceptabel risknivå presenteras i Figur 5-3 nedan.



Figur 5-3. Samhällsriskenivå för området (sammanvägning av Mäljarbanan och E18).

Beräkningarna visar på förhöjda samhällsriskenivåer som hamnar inom ALARP-området. Till stor del är det potentiella olyckor på E18 med ämnesklass 2.1 (brännbar gas) och ämnesklass 2.3 (giftig gas) som bidrar till de höga samhällsriskenivåerna. Att riskenivån hamnar inom ALARP-området innebär att riskenivån anses vara acceptabel om rimliga åtgärder är vidtagna.

5.3 Osäkerheter och känslighetsanalys

Riskbedömningar av detta slag är förknippade med osäkerheter. Statistik och framtagen litteratur inom området har använts för att minimera dessa osäkerheter så långt det varit möjligt. I de fall det inte varit möjligt att ta fram tillförlitliga värden har osäkerheter i olika parametrar hanterats med hjälp av konservativa antaganden och säkerhetsmarginaler. Syftet är att osäkerheterna ska leda till överskattningar snarare än underskattningar av riskenivån för att säkerställa robustheten i resultatet. Utöver detta sker nedan en känslighetsanalys av särskilt betydande parametrar. De största identifierade osäkerheterna i denna riskbedömning utgörs av följande.

- Persontäthet längs aktuell väg-/järnvägssträcka
- Antal transporter med farligt gods

5.3.1 Persontäthet

Persontäthet är en parameter som har stor påverkan på samhällsrisksberäkningarna då det påverkar antalet personer som förväntas omkomma vid respektive scenario.

Osäkerheten har hanterats genom att persontätheten har beräknats konservativt. Detta har gjorts genom skattningar av antalet personer både i planområdet Barkarby C samt antal personer i dess omgivning. Detta har gjorts med avstamp i information från beställaren avseende aktuellt planområde samt genom manuella beräkningar från skattningar i karttjänster avseende planområdets omgivning.

Beräkningar har gjorts baserat på information som inkommit från kommunen [18] samt satellitvyer i karttjänst. För villor har 3 personer per bostad valts [19], för kontor har ytan uppskattats och personantalet antagits konservativt och för lägenheter har 2,5 personer per lägenhet valts.

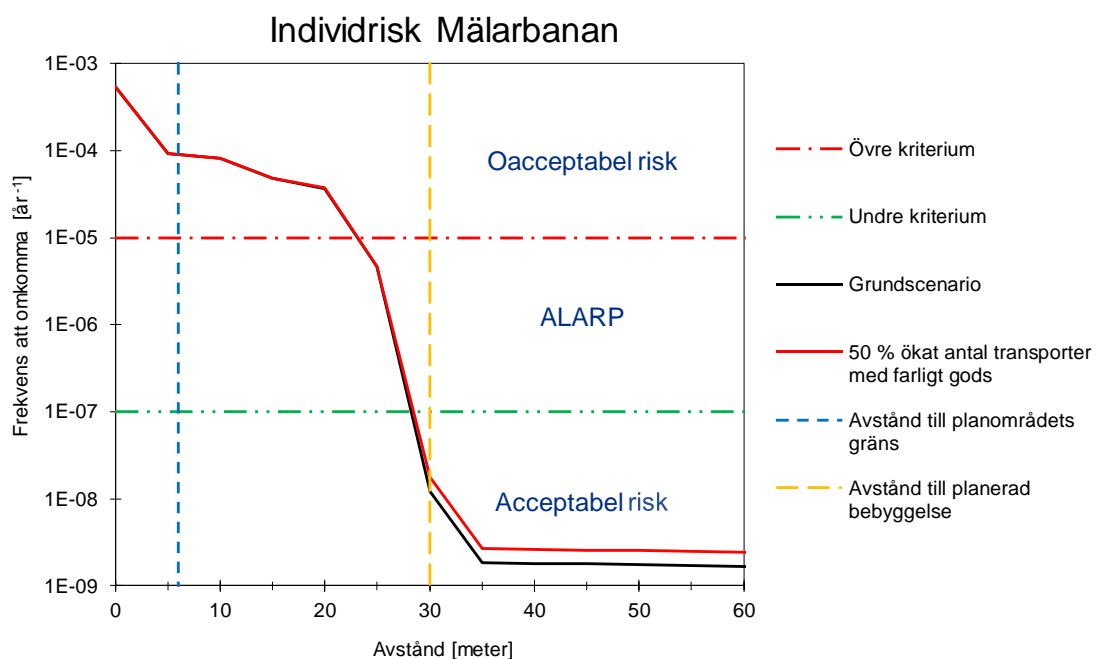
De antagna persontätheterna och avstånd till riskkällorna är konservativt antagna. Trots detta genomgår parametern en känslighetsanalys där den ökas med 25 %. Av de använda riskmåten påverkas endast samhällsrisk av parametern persontäthet.

5.3.2 Antal transporter av farligt gods

I riskanalysen görs en beräkning för individ- och samhällsrisk för 50 % ökat antal transporter med farligt gods för att bidra till en robusthet i resultaten.

5.3.3 Resultat av känslighetsanalys

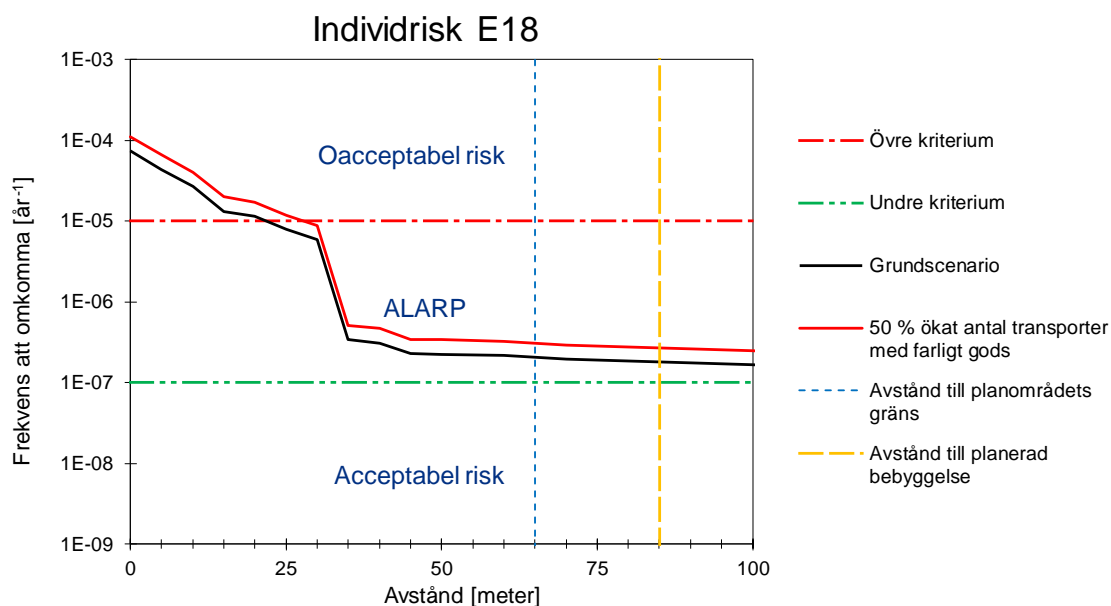
I Figur 5-4 nedan illustreras individrisknivåer för grundscenario respektive känslighetsanalys med avseende på ökat antal transporter med farligt gods på Mäljarbanan.



Figur 5-4. Känslighetsanalys (individrisk) med avseende på fler antal transporter med farligt gods för Mäljarbanan.

Individerisknivån vid avståndet till planerad bebyggelse underskrider fortsatt det nedre acceptanskriteriet och hamnar inom området där risker kan anses vara acceptabla utan vidare åtgärder.

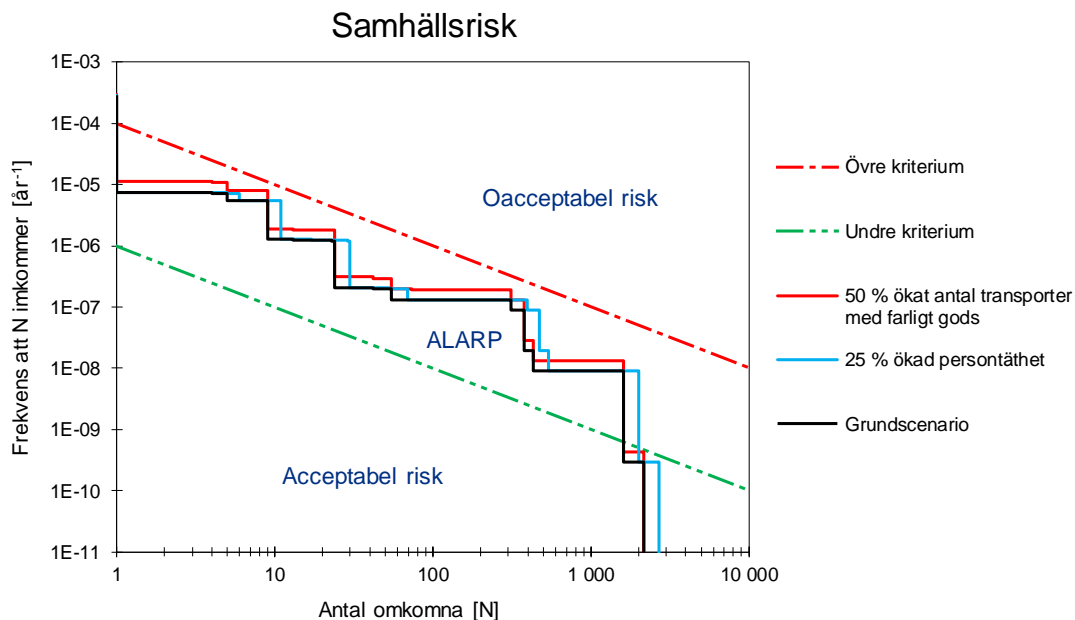
I Figur 5-5 nedan illustreras individrisknivåer för grundscenario respektive känslighetsanalys med avseende på ökat antal transporter med farligt gods på E18.



Figur 5-5. Känslighetsanalys (individerisk) med avseende på fler antal transporter med farligt gods för E18.

Individerisknivån vid avståndet till planerade bostäder befinner sig fortsatt inom ALARP-området, vilket innebär att risknivån anses vara acceptabel om rimliga åtgärder är vidtagna.

I Figur 5-6 nedan illustreras samhällsrisknivåerna för grundscenariot respektive känslighetsanalysen med avseende på ökat antal transporter med farligt gods som en sammanvägning för både Mäljarbanan och E18.



Figur 5-6. Känslighetsanalys (samhällsrisk) avseende ökat antal transporter med farligt gods (sammanvägning av Mäljarbanan och E18).

Samhällsriskenivån har förskjutits uppåt i grafen avseende ökat antal transporter med farligt gods och högerut avseende ökad persontäthet. För båda undersökta parametrar utgör förändringarna marginella skillnader och samhällsriskenivån befinner sig fortsatt inom ALARP-området. Känslighetsanalysen bekräftar att riskenivån får anses vara acceptabel om rimliga åtgärder vidtas.

6 RISKVÄRDERING OCH ÅTGÄRDSFÖRSLAG

I detta kapitel redovisas riskvärdering, diskussion kring åtgärder och avslutningsvis presenteras rekommenderade åtgärder för aktuellt område.

6.1 Värdering av risknivåer och känslighetsanalys

Resultaten från analysen visar att risknivåerna inom planområdet är förhöjda. Individrisknivåerna inom planområdet befinner sig inom acceptabla nivåer med avseende på Mäljarbanan men inom den nedre delen av ALARP-området med avseende på E18. Sammantaget visar detta att individrisknivån kan anses vara acceptabel givet att rimliga åtgärder vidtas.

Den ackumulerade samhällsrisknivån för området befinner sig inom ALARP-området. Till stor del beror de höga samhällsrisknivåerna på potentiella olyckor på E18 med ämnesklass 2.1 (brännbar gas) och ämnesklass 2.3 (giftig gas). Rimliga åtgärder behöver därför vidtas för att reducera samhällsrisknivån med avseende på olyckor med dessa ämnesklasser.

Känslighetsanalysen visar att resultatet är robust med avseende på parametrarna *antal transporter med farligt gods* samt *persontäthet*. Beräkningarna i grundscenariot är gjorda med konservativa antaganden. Känslighetsanalyser med 50 % fler antal transporter med farligt gods respektive 25 % ökad persontäthet visar att risknivåerna endast påverkas i mindre omfattning.

I riskberäkningarna för Mäljarbanan beaktas inte de regionalstågplattformar som planeras att löpa jämte den nordvästra delen av planområdet år 2023 och presenterade risknivåer för Mäljarbanan behöver därför nyanseras. Plattformarna särskilt tydlig skyddseffekten med avseende på mekanisk påverkan från urspårning (individrisk på korta avstånd). Detta i sin tur innebär även att risk för mekanisk påverkan på transporterat gods minskar för samtliga ämnesklasser och att en skyddseffekt för samtliga typer av olyckor uppnås. Verkliga individrisknivåer bedöms vara lägre framför allt på korta avstånd från spårmiten än de som redovisas utifrån dessa resonemang.

Den planerade förändringen för området innebär även ett antal riskreducerande effekter för befintlig bebyggelse som får ett skydd av framförhållande planerad bebyggelse. Ett sådant exempel är *Röda stugan* som är belägen inom bestämmelsen centrum i den nordvästra delen av planområdet. Förutsättningarna för denna och liknande bebyggelse blir mer gynnsam för utredningsalternativet än nuläges- och nollalternativet på grund av den omfattande barriär som framförhållande bebyggelse utgör. En miljökonsekvensbeskrivning är under framtagande för att beskriva förhållanden mellan nuläges-, noll- respektive utredningsalternativ i närmare detalj.

6.2 Val av riskreducerande åtgärder

Riskreducerande åtgärder väljs i första hand för att skydda mot potentiella olyckor med de ämnesklasser som står för det största riskbidraget. I aktuellt fall innebär det att åtgärder som begränsar konsekvenserna vid utsläpp av brandfarliga och giftiga gaser prioriteras. Utifrån de risknivåer som föreligger bedöms det vara rimligt att vidta riskreducerande åtgärder med avseende på dessa ämnesklasser inom 75 meter från Mälarbanans närmaste spårmitt, vilket sammanfaller med avståndet 130 meter från närmaste väggkant av E18. De åtgärder som bedöms vara rimliga att vidta vid detta avstånd är att friskluftsintag placeras på skyddad sida eller på tak samt att utrymningsmöjlighet finns på skyddad sida för kvarter inom ovanstående avstånd.

Riskreducerande åtgärder i andra hand väljs för att reducera risker som är förknippade med brandfarliga vätskor (ämnesklass 3), vilka generellt har ett kortare konsekvensavstånd än ovanstående ämnesklasser. Med hänsyn till de risknivåer som presenterats bedöms det vara rimligt att vidta åtgärder för de kvarter som är belägna närmast Mälarbanan med avseende på brandfarliga vätskor. Av denna anledning rekommenderas fasadåtgärder och åtgärder för glas i fasader för de kvarter som är belägna närmast Mälarbanan och E18.

Sammantaget rekommenderas följande åtgärder:

- Friskluftsintag placeras på skyddad sida (riktas bort från E18/Mälarbanan) eller på tak för att minska risken för att gas sprids in i byggnader (inom 75 meter från närmaste spårmitt).
- Utrymningsmöjlighet ska finnas på skyddad sida (i riktning bort från E18/Mälarbanan, alternativt mot innergård). Åtgärden avser de byggnader som är belägna inom 75 meter från närmsta spårmitt).
- Fasader (som vetter mot E18/Mälarbanan) utförs i obrännbart material eller lägst brandteknisk klass EI 30 (gäller de byggnader/kvarter som ligger närmast E18/Mälarbanan).
- Glas i fasader (som vetter mot E18/Mälarbanan) utförs i brandteknisk klass EW 30 (gäller de byggnader/kvarter som ligger närmast E18/Mälarbanan). För bostäder får fönster utföras öppningsbara.

Ovanstående föreslagna åtgärder är vedertagna riskreducerande åtgärder med avseende på olyckor i ämnesklass 2.1 (brännbara gaser) och 2.3 (giftiga gaser). Rekommenderade åtgärder bedöms reducera framför allt samhällrisknivån inom planområdet.

7 SLUTSATSER

Bengt Dahlgren AB bedömer att risknivåerna för planområdet Barkarby centrum är förhöjda. Risknivåerna kan i första hand hänföras till transporter av farligt gods med brännbar gas och giftig gas (ämnesklasserna 2.1 respektive 2.3). I andra hand beror risknivåerna på transporter av brandfarliga vätskor (ämnesklass 3).

Ett antal riskreducerande åtgärder har föreslagits, se kapitel 6, och Järfälla kommun rekommenderas införa dessa som planbestämmelser i plankartan för Barkarby centrum. Förutsatt att de föreslagna åtgärder som rekommenderas för detaljplanen i denna bedömning vidtas bedöms rimlig riskhänsyn ha tagits med avseende på olycksrisker inom planområdet (med avseende på avgränsningar i aktuell rapport).

8 REFERENSER

- [1] Bengt Dahlgren Brand & Risk, "PM-Risk Barkarby centrum," 2019.
- [2] "Plan- och bygglag," SFS 2010:900.
- [3] "Miljöbalk," SFS 1998:808.
- [4] Järfälla kommun, "Plankarta, Barkarby centrum, Barsbro 7:2 m.fl.," 2020.
- [5] Järfälla kommun, "Planuppdrag för Barkarby centrum, Barsbro 7:2 m fl," 2018.
- [6] Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, "Riskhantering i detaljplaneprocessen - Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods," 2006.
- [7] Länsstyrelsen Stockholm, "Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods," Fakta 2016:4, 2016.
- [8] Länsstyrelsen i Stockholms län, Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods, Länsstyrelsen i Stockholms län, 2000.
- [9] Länsstyrelserna, "Länsstyrelsernas karttjänster (webbGIS)," <http://extra.lansstyrelsen.se/gis/Sv/Pages/karttjanster.aspx>, 2018.
- [10] Stockholms läns landsting, "RUF5 2050," 2018.
- [11] Järfälla kommun, "Uppdragsbeskrivning - Riskutredning inför detaljplan i Barkarby centrum," 2019.
- [12] SIS, Svensk standard SS-ISO 31000:2009. Riskhantering - Principer och riktlinjer, Stockholm: Swedish Standards Institute, 2010.
- [13] Davidsson, G., Lindgren, M. & Mett, L., *Värdering av risk - FoU Rapport*, Myndigheten för Samhällsskydd och beredskap (f.d. Räddningsverket), 1997.
- [14] "Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner," Boverket och MSB, 2006.
- [15] P. Asp, *Mailkontakt, Distriktschef Brandkåren Attunda*, 8 februari 2019.
- [16] S. Gustavsson, *Mailkontakt, Brandingenjör Brandkåren Attunda*, 8 februari 2019.
- [17] MSB, "ADR-S 2017," Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSBFS 2016:8.
- [18] Järfälla kommun, *Kontakt per mail, Teresa Westman, Planarkitekt*, 2020-05-15.

- [19] Statistiska centralbyrån (SCB), "Antal personer per hushåll efter region och boendeform. År 2012-2017," [Online]. Available: www.statistikdatabasen.scb.se/goto/sv/ssd/HushallT29. [Använd 18 februari 2019].
- [20] S. Fredén, "Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omivningen, rapport 2001:05," Miljösektionen, Banverket, Borlänge, 2001.
- [21] Trafikverket, "Järnvägens kapacitet 2015, Rapport 2016:038," Trafikverket, Borlänge, 2016.
- [22] Trafikverket, *Mailkontakt, Anders Nilsson, Statistiker*, 25 februari 2019.
- [23] Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, "Översiktsplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods," Göteborg, 1997.
- [24] Trafikverket, "Prognoser för järnvägstrafiken (utdrag från trafikverkets register)," 2015.
- [25] Health and safety commission, "Major hazard aspects of the transport of dangerous substances," H.M.S.O, 1991.
- [26] A. Sarrack, "Assessment of Risk due to Vehicle accident for the Plutonium solution transfer from H-area to F-area," Westinghouse Savannah River Company, beställd av The U.S Department of Energy, South Carolina, 1996.
- [27] Stadsbyggnadskontoret i Göteborg, "Översiktsplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn transporter av farligt gods, Bilagor 1-5," 1997.
- [28] Statens väg- och transportforskningsinstitut, "Farligt gods - riskbedömning vid transport," Räddningsverket, Karlstad, 1996.
- [29] Länsstyrelsen i Skåne län, *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen - Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods*, 2007.
- [30] G. Purdy, "Risk analysis of the transportation of dangerous good by road and rail," *Journal of Hazardous material*, vol. 33, pp. 229-259, 1993.
- [31] L. Helmersson, "Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transport av farligt gods på väg och järnväg," VTI, Väg- och transportforskningsinstitutet, Stockholm, Rapport nr. 387:4, 1994.
- [32] MSB, "Transporter av farligt gods - väg och järnväg," Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2011.
- [33] Försvarets forskningsanstalt, *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor*, 1998.

- [34] Center for Chemical Process safety of the American Institute of Chemical Engineers, *CCPS Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*, 2000.
- [35] Statistiska centralbyrån, SCB, *Väder - Statistisk årsbok 2011*, 2011.
- [36] Myndigheten för Samhällsskydd och beredskap, *RIB sök - propan, hämtad: <https://rib.msb.se/Portal/Template/Pages/Kemi/Substance.aspx?id=472&q=propan&p=1> [2017-05-29]*.
- [37] B. Andersson, "Introduktion till konsekvensberäkningar - Några förenklade typfall," Lund University, Institute of Technology, Department of Fire Safety Engineering, Lund, 1992.
- [38] Trafikverket, "Kartor med trafikflöden," <https://www.trafikverket.se/tjanster/trafiktjanster/Vagtrafik--och-hastighetsdata/Kartor-med-trafikfloden/>.
- [39] Trafikverket, "Granskning gällande detaljplan Veddesta etapp I (Veddesta 2:27 m.fl.), Järfälla kommun (ärendenummer TRV 2019/71354)," 2019.
- [40] Trafikanalys, "Lastbilstrafik - statistik för år 2014-2018," <https://www.trafa.se/vagtrafik/lastbilstrafik/>, 2018.
- [41] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2016," Trafikanalys, 2017:14.
- [42] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2017," Trafikanalys, 2018:13.
- [43] Trafikanalys, "Lastbilstrafik 2018," Trafikanalys, 2019:13.
- [44] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, "Kartläggning av farligt godstransporter," Räddningsverket, Karlstad, September 2006.
- [45] Trafikanalys, "Lastbilstrafik - statistik för år 2012-2016," <https://www.trafa.se/vagtrafik/lastbilstrafik/>, 2018.
- [46] MSB, "Explosionsrisker med mineralgödsel," 2017. [Online]. Available: <https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Brandfarligt--explosivt/Brandreaktiva-varor/Explosionsrisker-med-mineralgodselsel/>. [Använd 31 10 2017].
- [47] Försvarets forskningsanstalt, *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor*, 1998.
- [48] Järfälla kommun, *Mailkontakt, Ingela Isaksson, Planarkitekt*, 11 februari 2019.
- [49] Järfälla kommun, *Detaljplan för Barkarbystaden II. Planbeskrivning, laga kraft (dnr KST 2012/447)*, 2018.

Slutgiltig handling

- [50] Committee for the Prevention of Disasters (CPR), "Guidelines for quantitative risk assessment CPR 18E (the 'Purple Book')," 1999.
- [51] Committee for the Prevention of Disasters (CPR) , "Methods for the determination of possible damage CPR 16E (the 'Green Book')," 1990.

BILAGA A - FREKVENSBERÄKNINGAR: JÄRNVÄG

Beräkningarna utförs enligt VTI-modellen anpassad för järnväg [20] med vilken den förväntade frekvensen för urspåringsolyckor kan beräknas. På aktuell sträcka av Mäljarbanan passerar 112 tåg dagligen, varav 111 tåg är persontåg och 1 är godståg [21]. Fördelningen av ämnesklasser av farligt gods har beräknats från statistik från Trafikverket som erhållits för den aktuella sträckan för tågplanerna 2013-2018 [22].

Banan består av fyra spår och trafikeras av både person- och godstrafik. Banan är elektrifierad och fjärrblockerad. Spårkvaliteten på sträckan tillhör kategori A. Antal vagnar per godståg antas vara 29 stycken [23]. Trafikprognos för aktuell järnvägssträcka med horisontår 2040 är hämtad från Trafikverket [24].

Följande indata ligger till grund för beräkningarna:

Tabell A-1. Specifika indata som använts i beräkningarna.

| Variabel | Grundscenario | Känslighetsanalys (fago-transporter) |
|--|---------------|---|
| Studerad sträckas längd | 1 km | 1 km |
| Antal spår | 4 | 4 |
| Antal växlar | 6 | 6 |
| Antal persontåg per genomsnittsdyn (ÅDT) | 364 | 364 |
| Antal godståg per genomsnittsdyn (ÅDT) | 3,1 | 4,7 |
| Antal vagnar per persontåg | 6 | 6 |
| Antal vagnar per godståg | 29 | 29 |
| Axelantal per vagn (snitt) | 3,5 | 3,5 |

FÖRDELNING AV ÄMNESKLASSER (RID-S)

Fördelningen av ämnesklasser av farligt gods har beräknats från statistik från Trafikverket som erhållits för den aktuella sträckan för tågplanerna 2013-2018 [22] och redovisas inte i denna bedömning med motiveringen att det är känsliga uppgifter.

Händelseträdsmetodik – olyckor på järnväg

I denna del av bilagan redovisas frekvensberäkningar som genomförts med hjälp av händelseträdsmetodik vid olyckor på järnväg. Händelseträden ser olika ut för respektive RID-klass och redovisas nedan tillsammans med tillhörande antaganden och förutsättningar.

Mekanisk påverkan

Urspårning kan, utan utsläpp av något ämne, medföra påverkan på människor som befinner sig intill järnvägen. Vilka personer som riskerar att påverkas beror på hur långt från spåret de

urspårade vagnarna hamnar. Fördelningen mellan avstånd som tågagnar hamnar på vid urspårningar är hämtad från [20] och redovisas i Tabell A-2 nedan.

Tabell A-2 Redovisar sannolikhetsfördelning över vilket avstånd från spårmittpunkt som tågagnar hamnar vid urspårning [20].

| Tågsort / Avstånd från spårmittpunkt | 0-5 meter | 5-15 meter | 15-25 meter | >25 meter |
|--------------------------------------|-----------|------------|-------------|-----------|
| Resandetåg | 96 % | 2 % | 2 % | 0 % |
| Godståg | 91 % | 5 % | 2 % | 2 % |

RID-klass 1 – Explosiva ämnen och föremål

En explosion av klass 1 förväntas kunna uppstå till följd av stötinitiering samt att en brand uppkommer och sprids till lasten. Det är främst ämnesklass 1.1 som utgörs av ämnen som kan leda till massexlosion där hela lasten exploderar i princip samtidigt. Det finns begränsat med statistik över hur mycket av klass 1 som utgörs av klass 1.1, därför görs det konservativa antagandet att samtliga ämnen inom ämnesklass 1 kan leda till massexlosion.

Explosion till följd av stötinitiering kan ske vid kollision eller annan stöt som är tillräckligt kraftig för att initiera en explosion i lasten. Det finns begränsat med statistik och forskning på hur pass kraftig en sådan stöt behöver vara. Enligt H.M.S.O sker en explosion till följd av stötinitiering i samband med olycka i 0,2 % av fallen [25].

Givet att en explosion inte sker direkt i samband med olyckan kan en brand i godsvagnar som sprids till lasten medföra att en explosion sker. Sannolikheten för en brand i godsvagnen i samband med en olycka ansätts till 2 % [26]. Värdet är framtaget för sannolikheten av brand i en lastbil vid olycka och anses vara ett konservativt antagande för tåg. Sannolikheten för efterföljande spridning till lasten antas till 50 % [27].

TRANSPORTERAD MÄNGD

Den maximala transportmängden av ämnesklass 1 på järnväg ansätts till 25 ton [27]. Det bedöms däremot vara osannolikt att en transport innehåller så stora mängder av säkerhetsskäl samt att det sällan finns anledning att transportera så pass stora mängder. Majoriteten av transporter förväntas endast inrymma några hundra kilo. Den ansatta fördelningen av transporterad mängd som kan leda till massexlosion presenteras i Tabell A-3 nedan.

Tabell A-3 Fördelning explosionslast vid olycka med RID-klass 1.

| Explosionslast | Järnväg | Sannolikhet |
|----------------|---------|-------------|
| Litet | 500 kg | 39 % |
| Medelstort | 2 ton | 60 % |
| Stort | 25 ton | 1 % |

RID-klass 2 – Gaser

Sannolikheten för att en olycka leder till läckage av farligt gods varierar beroende på om godset fraktas i en tunn- eller tjockväggig tank. Gaser transporteras vanligtvis tryckkondenserade i

tjockväggiga kärl med hög hållfasthet. Sannolikheten för att en tjockväggig tankvagn skadas så att det leder till ett utsläpp vid en urspårning är cirka 0,02 [20].

Sannolikheten för liten, medel respektive stor utsläppsmängd vid läckage som följd av olycka ansätts enligt Tabell A-4 nedan [28] [29].

Tabell A-4 Fördelning av utsläppsstorlekar vid olycka med RID-klass 2.

| Utsläppsstorlek | Hålstorlek (diameter) giftig och brandfarlig gas | Sannolikhet |
|-----------------|--|-------------|
| Litet | 1 cm | 62,5 % |
| Medelstort | 3 cm | 20,8 % |
| Stort | 11 cm | 16,7 % |

KLASS 2.1 BRÄNNBARA GASER

För klass 2.1 *brännbara gaser* bedöms konsekvenserna för människor först bli påtagliga i samband med antändning. Tre scenarier antas uppstå beroende av typ av antändning:

- Jetflamma: omedelbar antändning av läckande gas under tryck.
- Brännbart gasmoln: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck.
- BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion): explosion till följd av att en tank utan eller med trasig säkerhetsventil upphettats under längre tid, exempelvis av kraftig brandpåverkan från en brinnande intilliggande vagn.

Sannolikheten för direkt och fördröjd antändning kan antas till 10 respektive 0 % vid utsläpp av mindre än 1500 kg brännbar gas vid olyckor på järnväg. Motsvarande värden är 20 respektive 50 % för utsläpp av mer än 1500 kg [30]. Sannolikheten för direkt och fördröjd antändning ansätts till ett medelvärde av ovanstående för samtliga utsläppsstorlekar.

Tabell A-5 Sannolikhet för olika olycksscenarier vid olycka med RID klass 2.1.

| Utsläppsstorlek | Olycksscenario | Sannolikhet |
|-----------------|-------------------|-------------|
| Litet | Jetflamma | 15 % |
| | Gasmolnsexplosion | 25 % |
| | Ingen antändning | 60 % |
| Medelstort | Jetflamma | 15 % |
| | Gasmolnsexplosion | 25 % |
| | Ingen antändning | 60 % |
| Stort | Jetflamma | 15 % |
| | Gasmolnsexplosion | 25 % |
| | Ingen antändning | 60 % |

Vid ett medelstort och stort utsläpp som leder till en jetflamma antas en BLEVE kunna inträffa. En BLEVE antas enbart kunna uppstå om en eventuell jetflamma är riktad direkt mot tanken

under en lång tid. Sannolikheten för att en jetflamma leder till en BLEVE bedöms vara mycket liten och antas konservativt vara 1 %.

RID-klass 3 – Brandfarliga vätskor

Tankfordon för brandfarliga vätskor är oftast tunnväggiga och har därmed lägre hållfasthet än motsvarande för trycksatta gaser enligt tidigare avsnitt. Gällande brandfarliga vätskor uppstår skadliga konsekvenser för människor när vätskan läcker ut och antänds, där det är värmestrålningen som har den största betydelsen för konsekvenser för människor. Värmestrålningen beror i sin tur på ytan som täcks av den brandfarliga vätskan. Vid en olycka som medför utsläpp av brandfarlig vätska är det av stor vikt att den inte kan rinna ut över stora ytor och inte i riktning mot bebyggelse.

Sannolikheten för att en tunnväggig tankvagn skadas så att det leder till ett utsläpp vid en urspårning är 0,3 [20]. Sannolikheterna för utsläppsstorlek i tunnväggiga tankar är enligt nedanstående tabell [31]. Sannolikheten för antändning antas vara 3,3 % för samtliga pölstorlekar [25].

Tabell A-6 Sannolikhetsfördelning av pölstorlek och sannolikhet för antändning vid olycka med RID klass 3.

| Utsläppsstorlek | Storlek | Sannolikhet | Sannolikhet för antändning |
|-----------------|--------------------|-------------|----------------------------|
| Litet | 50 m ² | 62,5 % | 3,3 % |
| Medelstort | 200 m ² | 20,8 % | 3,3 % |
| Stort | 400 m ² | 16,7 % | 3,3 % |

Den maximala rimliga pölstorleken bedöms vara ca 400 m² (diameter ca 22 meter), med hänsyn till att en viss mängd vätska sjunker ner i jorden. Scenariot pölbrand bedöms som konservativt eftersom underlaget vid järnvägsbanken består av makadam vilket är ett lättgenomsläppligt material som försvårar bildandet av pölar vid utsläpp. Även marken utanför det direkta spårområdet består oftast av grus och växtlighet, vilket också är relativt genomsläppliga underlag som minskar risken för bildandet av stora vätskeansamlingar.

RID-klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Oxiderande ämnen och organiska peroxider i klass 5 är ämnen som vid oxidation kan understödja en brand eller är självantändande. Vid blandning med organiskt material kan ett explosionsartat brandförlopp ske. För att en blandning mellan oxiderande ämne och organiskt bränsle ska detonera krävs en homogen blandning med tillförsel av tillräckligt stor energi. Explosion kan även ske om ämnet utsätts för en kraftig brand.

Representativt ämne utgörs i beräkningarna av ammoniumnitrat som transporteras i fast form.

En explosion förutsätts kunna ske om ämnet kommer i kontakt med organiskt material (t.ex. bensin) och bildar en explosiv blandning som sedan antänds [32]. Detta förutsätter att godsvagnen skadas samtidigt som det sker ett utsläpp av organiskt material i tillräcklig

omfattning. Sannolikheten för att detta ska ske antas till 1 %. Sannolikheten för antändning antas till 3,3 % [25] och likställs därmed med sannolikheten för antändning av en bensinpöl.

Explosion förutsätts även kunna inträffa om en brand uppstår vid godsvagnen som sedan sprids till godset och medför en tillräcklig påverkan för att ämnet ska explodera. En brand antas uppstå med en sannolikhet av 2 % [26], spridning till godset med en sannolikhet av 50 % av och kritisk påverkan antas ske med en sannolikhet av 1 %.

TRANSPORTERAD MÄNGD

Maximal mängd i en transport förutsätts vara 25 ton. Det förutsätts däremot vara osannolikt att en så pass stor mängd bildar en explosiv blandning med organiskt material alternativt att påverkan från en intilliggande brand leder till att hela lasten exploderar.

Det anses vara mer troligt att explosionen omfattar den mängd explosiv blandning som kan uppstå baserat på att en explosiv blandning utgörs av cirka 13 % organiskt material [27]. Med antagandet att maximalt 500 kg bränsle blandas med det utsläppta ämnet uppgår blandningens vikt till cirka 4 ton.

Mängden transporterat material fördelas enligt följande:

Tabell A-7 Fördelning explosionslast vid olycka med RID klass 5.

| Storlek | Mängd | Sannolikhet |
|---------|-----------|-------------|
| Litet | 4 000 kg | 90 % |
| Stort | 25 000 kg | 10 % |

RID Klass 6 – Giftiga och smittfarliga ämnen

Giftiga och smittfarliga ämnen kan ge skador på människor genom stänk eller direkt beröring i samband med läckage. Sannolikheten för att läckage inträffar antas vara 0,3.

RID Klass 8 – Frätande ämnen

Frätande ämnen kan ge skador på människor genom stänk eller direkt beröring i samband med läckage. Sannolikheten för att läckage inträffar antas vara 0,3.

BILAGA B - KONSEKVENSBERÄKNINGAR: JÄRNVÄG

I denna bilaga redovisas de konsekvensberäkningar som ligger till grund för riskanalysen. Konsekvens definieras i denna riskanalys generellt i form av ett riskavstånd, inom vilket de människor som befinner sig utomhus kan förväntas omkomma.

Konsekvensberäkningarna har utförts med hjälp av programmet ALOHA version 5.4.5 utvecklat av amerikanska myndigheterna Environmental Protection Agency (EPA) och National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), samt handberäkningar. Samtliga konsekvensavstånd har beräknats utifrån att olyckan inträffar på järnvägsspåret.

RID-klass 1

Konsekvenserna till följd av en explosion kan delas upp i direkta och indirekta skador. De direkta skadorna utgörs av direkt tryckpåverkan på människa eller skador av luftstöt vågor på byggnader. De indirekta skadorna utgörs av tertiära skador alternativt splitter som träffar människor. Tertiära skador innebär att människor kastas omkull av luftstöt vågen och skadar sig eller omkommer då de träffar marken [33].

Gränsen för dödliga skador på människa, 1 % dödlighet, vid direkt tryckpåverkan är 180 kPa och cirka 350 kPa för 99 % dödlighet. Gränsen för lungskador är ungefär 70 kPa [33]. Skador på byggnader kan uppstå vid cirka 20-40 kPa beroende på byggnadens konstruktion. Konsekvensen är som störst på byggnaderna närmast explosionen då bakomliggande bebyggelse skyddas [27].

För att ta hänsyn till såväl de direkt som indirekta skadorna på människor antas ett viktat skadekriterium där människor förutsätts omkomma vid ett tryck om 100 kPa.

Beräkningarna genomförs enligt metod som presenteras i rapporten *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* [34]. I metoden beräknas trycket på ett specifikt avstånd från en explosionskälla som utgörs av en viss mängd TNT.

RID-klass 2

RID-klass 2 delas upp i två klasser: RID-klass 2.1 som utgör brännbara gaser och RID-klass 2.3 som utgör giftiga gaser.

Beräkningarna görs för två vädertyper: neutral stabilitetsklass och 5 m/s samt stabil stabilitetsklass och 2 m/s. Neutral stabilitetsklass förväntas 80 % av tiden och stabil stabilitetsklass förväntas 20 % av tiden [31].

Vindriktningen antas vara jämnt fördelad i samtliga väderstreck. Årsmedeltemperatur är 7 °C [35]

RID-KLASS 2.1

Det representativa ämnet som använts för beräkningar gällande klass 2.1 brandfarliga gaser ansätts till propan.

Följande skadekriterier [33] [36] har använts vid beräkningarna då 50 % av individerna antas omkomma:

- Jetflamma: strålningsnivå på 15 kW/m² för varaktighet 1 minut.
- Gasmoln: koncentration på 2,3 vol-% vilket motsvarar undre brännbarhetsgränsen.
- BLEVE: strålningsnivå på 25 kW/m² för varaktigheten ca 12 s.

Tabell 8-8 Indata till konsekvensberäkningar för brännbar gas.

| | Parameter | Värde |
|-----------|--------------------|------------------------------------|
| Omgivning | Vindriktning | Mot området |
| | Vädertyp | Normal stabilitetsklass (D), 5 m/s |
| | | Stabil stabilitetsklass (B), 2 m/s |
| | Yträhet | Stad eller skog |
| Källa | Ämne | Propan (tryckkondenserad) |
| | Tankdiameter | 2,5 m |
| | Tanklängd | 20 m |
| | Lagringstemperatur | 7 °C |
| | Mängd ämne i tank | Järnväg: 40 ton |

RID-KLASS 2.3 – GIFTIG GAS

Utsläpp av tryckkondenserad giftig gas kan beroende på väderförhållanden, topografi och utsläppstyp orsaka skador på mycket långa avstånd. Även dessa ämnen transporteras i tjockväggiga tankar. Dimensionerande ämne har ansatts till svaveldioxid som utgör ett mycket giftigt ämne.

Skadekriterium för 50 % omkomna för svaveldioxid är 798 ppm vid 30 minuters exponering [29].

| | Parameter | Värde |
|-----------|--------------------|------------------------------------|
| Omgivning | Vindriktning | Mot området |
| | Vädertyp | Normal stabilitetsklass (D), 5 m/s |
| | | Stabil stabilitetsklass (B), 2 m/s |
| | Yträhet | Stad eller skog |
| Källa | Ämne | Svaveldioxid (tryckkondenserad) |
| | Tankdiameter | 2,5 m |
| | Tanklängd | 20 m |
| | Mängd i tanken | 40 ton |
| | Lagringstemperatur | 7 °C |

RID-klass 3 – Brandfarlig vätska

Beräkningar baseras på vedertagna handberäkningsmetoder [37].

Bensin är den vanligaste varan av de brandfarliga vätskorna och är betydligt mer lättantändlig än exempelvis diesel. Dess fysikaliska egenskaper innebär att risken för antändning av en pöl med bensin bedöms vara sannolik. Bensin antas som representativt ämne för Klass 3.

Nedan listas de förutsättningar/antaganden som ligger till grund för beräkningarna av strålning från pölbränderna.

- När läckage uppstår antänds detta omgående.
- Hela vätskeytan brinner samtidigt.
- Väderförhållanden är ”normala” och påverkar ej strålningen, exempelvis antas halvklart väder utan regn.

Den kritiska strålningen ansätts till 15 kW/m² för varaktighet 1 minut [33]. I denna handling förväntas samtliga som befinner sig inom ett område där strålningsnivåerna överstiger detta värde omkomma, oavsett exponeringstid. Vid strålningsnivåer lägre än 15 kW/m² förväntas ingen omkomma. Detta är ett konservativt antagande, då personer troligtvis inte exponeras under så länge som 1 minut. Vidare gäller att vid 1 minuts exponering förväntas samtliga personer få 2:a gradens brännskador, men alla som får 2:a gradens brännskador omkommer inte.

RID-klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

För klass 5 antas det transporterade ämnet motsvara sprängämne. Konsekvensberäkningar sker likt de för RID-klass 1 ovan.

RID-klass 6 & 8 – Giftiga ämnen och frätande ämnen

Några konsekvenser utanför olyckan direkta närhet bedöms inte kunna förekomma. Maximalt konsekvensavstånd antas till 10-15 meter i de båda klasserna.

BILAGA C - FREKVENSBERÄKNINGAR: VÄG

I denna bilaga beskrivs metodiken, indata och antaganden för att beräkna frekvensen av olycksscenarioer till följd av olycka vid transport av farligt gods. Beräkningarna baseras dels på frekvensen av olyckor med transporter av farligt gods, dels sannolikheten för att en olycka med respektive ämnesklass ska leda till ett olycksscenario.

I Tabell C-1 nedan återges en beskrivning av respektive ämnesklass, potentiella konsekvenser vid olycka samt om ämnets egenskaper och antal transporter förbi området medför att denna studeras vidare i riskbedömningen.

Tabell C-1. Sammanfattning av respektive farligt gods-klass med tillhörande konsekvens.

| Klass | Ämnen | Exempel | Konsekvenser | Studeras vidare i riskbedömningen |
|-------|--|---|--|---|
| 1 | Explosiva varor | Sprängämnen, tändmedel, ammunition etc. | Vid detonation av massexplosiva ämnen uppstår tryckvågor med dödliga konsekvenser för personer utomhus normalt upp till 70 m. Raserade byggnader kan ske vid längre avstånd. | Ja |
| 2 | Gaser | | | |
| 2.1 | Brandfarliga gaser (kondenserade) | Gasol, vätgas, etc | Potentiella olycksscenarioer utgörs av jetflammar, BLEVE, gasmolnexplosion vilket kan ske efter utsläpp och antändning. | Ja |
| 2.2 | Icke brandfarliga, icke giftiga gaser | Inerta gaser, t.ex. kväve | Kvävningsframkallande eller oxiderande. Kan ge upphov till konsekvens i omedelbar närhet. | Nej |
| 2.3 | Kondenserad giftig gas | Klor ammoniak, etc. | Potentiella olycksscenarioer utgörs av utsläpp. Riskavstånd kan uppgå till flera tusen meter. | Ja |
| 3 | Brandfarliga vätskor | Bensin, diesel- och eldningsolja | Antändning av vätska ger värmestrålning. | Ja |
| 4 | Brandfarliga fasta ämnen, självantändande ämnen, ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten. | Metallpulver, karbid etc. | Kan ge upphov till brand med konsekvens i omedelbar närhet. | Nej, begränsad konsekvens och låg andel transporter |
| 5 | Oxiderande ämnen och organiska peroxider | Natriumklorat, väteperoxid, etc. | Blandning med organiskt material kan orsaka explosionsartade brandförlopp. | Ja |
| 6 | Giftiga ämnen, vämjeliga ämnen och ämnen med | Arsenik-, bly och kvicksilversalter, dimetylsulfat, cyanider etc. | Ger skada vid direktkontakt med ämnen. Normala riskavstånd <20 m. | Ja |

| | | | | |
|---|--|---|---|--|
| | benägenhet att orsaka infektioner | | | |
| 7 | Radioaktiva ämnen | | Akut skada uppkommer ej vid olycka. | Nej, begränsad konsekvens och låg andel transporter. |
| 8 | Frätande ämnen | Saltsyra, svavelsyra, natriumhydroxid, etc. | Frätskador med konsekvensavstånd normalt 0-20 m | Ja |
| 9 | Magnetiska material och övriga farliga ämnen | Asbest, gödningsämnen, etc. | Ingen risk för livshotande personskada | Nej |

Frekvens av olyckor vid transport av farligt gods

Frekvens av olyckor med transporter av farligt gods beräknas enligt VTI-metoden vilken beskrivs i rapporten *Farligt gods – riskbedömning vid transport*. Indata och valda parametrar i beräkningarna hämtas från denna rapport [28]. Nedanstående indata ligger till grund för beräkningarna. Längst ned återges resulterande frekvens av olycka vid transport av farligt gods Tabell C-2.

Tabell C-2. Indata och resulterande frekvens för olycka vid transport av farligt gods.

| Variabel | Grundscenario | Känslighetsanalys (fago-transporter) |
|--|----------------------|--------------------------------------|
| Studerad sträckas längd [28] | 1 km | 1 km |
| ÅDT år 2040 [fordon/dygn], Trafikverket [38] | 125 000 | 125 000 |
| ÅDT tung trafik [fordon/dygn], Trafikverket [38] | 7 300 | 7 300 |
| ÅDT farligt godsfordon [fordon/dygn] | 239 | 288 |
| Hastighet [km/h] | 80 | 80 |
| Bebyggelsemiljö | Tätort (stad) | Tätort (stad) |
| Gatu-/vägtyp | Motorväg | Motorväg |
| Olyckskvot* | 0,55 | 0,55 |
| Andel singelolyckor* | 0,4 | 0,4 |
| Index för farligt gods-olycka* | 0,26 | 0,26 |
| Frekvens av olycka FG | $7,67 \cdot 10^{-2}$ | $9,24 \cdot 10^{-2}$ |

ÅDT vid horisontåret har delgivits av Trafikverket i ett samrådsyttrande. I yttrandet anges ÅDT mellan 104 000 – 125 000 [39]. Det högsta värdet i intervallet har valts som ingångsvärde.

Enligt nationell statistik från Trafikanalys (TRAFA) utgör andel transporter med farligt gods cirka 2,64 % av den tunga trafiken baserat på antal transportkilometer under åren 2014-2018 [40]. Antal transporter med farligt gods vid horisontåret 2040 beräknas vanligen baserat på ÅDT för tung trafik enligt aktuella trafiknivåer. Detta motiveras av att statistik från TRAFA för åren 2000-2018 visar på oförändrat transportarbete av farligt gods [41], [42], [43]. I denna riskbedömning har dock en tillväxt för transporter av farligt gods på 1 % per år valts för nollalternativ och utredningsalternativ. Vid känslighetsanalys avseende antal transporter med farligt gods genomförs en uppräknings av antal transporter med farligt gods motsvarande 50 % från aktuella trafiknivåer.

Frekvensen av olyckor med farligt gods där det sker ett utsläpp beräknas som produkten av frekvensen för en olycka med farligt gods och indexet för farligt gods-olycka. Vid olyckor där det sker utsläpp av ämne som transporteras i tjockväggig tank reduceras frekvensen med 1/30-del [28].

FÖRDELNING AV ÄMNESKLASSER (ADR-S)

I grundscenariot baseras fördelningen av ämnesklasserna på statistik avseende transporterade mängder under år 2006 på aktuell sträckning av E16 [44]. Beräkningen baseras på ett medelvärde av det intervall som återges för respektive ämnesklass. Antalet transporter erhålls genom vetskaper om medelvikten av transporter med respektive ämnesklass baserat på statistik från TRAFA för år 2012-2016 [45].

I känslighetsanalys där statistik från TRAFA används ansätts andelen transporter med respektive ämnesklass baserat på antalet körda kilometer under år 2012-2016 [45]. Statistiken återges för hela ämnesklass 2. Andelen av respektive underklass 2.1, 2.2 respektive 2.3 baseras på statistiken av transporterade mängder enligt statistik från mätningar under år 2006 [44].

I Tabell C-3 nedan presenteras en sammanställning av andel och resulterande antal transporter av respektive ämnesklass per år.

Tabell C-3. Transporter av respektive ADR-S klass på E16.

| ADR-klass | Grundscenariot [andel/transporter per år] | | Känslighetsanalys Statistik TRAFA [andel/transporter per år] | |
|--|--|-------|--|-------|
| | Andel | Antal | Andel | Antal |
| 1 Explosiva ämnen och föremål | 1,07% | 107 | 0,73% | 96 |
| 2.1 Brandfarliga gaser | 7,14% | 711 | 6,68% | 877 |
| 2.2 Icke giftig, icke brandfarlig gas | 0,00% | 0 | 21,53% | 2828 |
| 2.3 Giftiga gaser | 0,00% | 0 | 0,04% | 6 |
| 3 Brandfarliga vätskor | 37,39% | 3723 | 47,75% | 6274 |
| 4 Brandfarliga fasta ämnen | 0,68% | 68 | 1,09% | 143 |
| 5 Oxiderande ämnen och organiska peroxider | 0,00% | 0 | 2,32% | 305 |

| ADR-klass | Grundscenario [andel/transporter per år] | | Känslighetsanalys Statistik TRAF [andel/transporter per år] | |
|----------------------------------|---|------|---|------|
| | | | | |
| 6 Giftiga och smittfarliga ämnen | 0,20% | 20 | 4,31% | 570 |
| 7 Radioaktiva ämnen | 3,01% | 300 | 0,06% | 7 |
| 8 Frätande ämnen | 28,07% | 2795 | 12,86% | 1689 |
| 9 Övriga farliga ämnen | 22,44% | 2235 | 2,60% | 342 |

Händelseträdsmetodik – olyckor på väg

I denna del av bilagan redovisas frekvensberäkningar som genomförts med hjälp av händelseträdsmetodik vid olyckor på väg. Händelseträden ser olika ut för respektive ADR-klass och redovisas nedan tillsammans med tillhörande antaganden och förutsättningar.

ADR-S klass I-Explosiva ämnen och föremål

En explosion av klass 1 förväntas kunna uppstå till följd av stötinitiering samt att en brand uppkommer och sprids till lasten. Det är främst ämnesklass 1.1 som utgörs av ämnen som kan leda till massexlosion där hela lasten exploderar i princip samtidigt. Det finns begränsat med statistik över hur mycket av klass 1 som utgörs av klass 1.1, därför görs det konservativa antagandet att samtliga ämnen inom ämnesklass 1 kan leda till massexlosion.

Explosion till följd av stötinitiering kan ske vid kollision eller annan stöt som är tillräckligt kraftig för att initiera en explosion i lasten. Det finns begränsat med statistik och forskning på hur pass kraftig en sådan stöt behöver vara. Enligt H.M.S.O kan en explosion till följd av stötinitiering i samband med olycka ske med en sannolikhet av 0,2% [25].

Givet att en explosion inte sker direkt i samband med olyckan kan en brand i fordonet som sprids till lasten medföra att en explosion sker. Sannolikheten för att en brand ska börja brinna i samband med en olycka ansätts till 2% [26]. Sannolikheten för efterföljande spridning till lasten ansätts till 50 % [27].

Den maximalt tillåtna transportmängden av explosiva ämnen i EX III-klassade fordon på väg är 16 ton. Det bedöms däremot vara osannolikt med så stora mängder i en transport av både säkerhetsskäl samt att det sällan finns skäl att transportera så pass stora mängder. Majoriteten av transporter förväntas endast inrymma några hundra kilo vilket särskilt gäller transporter med ämnesklass 1.1. Den ansatta fördelningen av transporterad mängd som kan leda till massexlosion utgörs av nedanstående.

Tabell C-4. Fördelning explosionslast vid olycka med ADR-S-klass 1.

| Explosionslast | Väg | Sannolikhet |
|----------------|--------|-------------|
| Litet | 500 kg | 39 % |
| Medelstort | 1 ton | 60 % |
| Stort | 16 ton | 1 % |

ADR-S klass 2-Gaser

Sannolikheten för att en olycka leder till läckage av farligt gods antas variera beroende på om godset fraktas i en tunn- eller tjockväggig tank. Tryckkondenserade gaser transporteras i tjockväggiga kärl med hög hållfasthet.

Sannolikheten för ett utsläpp är likt beskrivet ovan 1/30 av sannolikheten för utsläpp vid olycka med tunnväggig tank [28].

Sannolikheten för liten, medel respektive stor utsläppsmängd vid läckage till följd av olycka ansätts enligt Tabell C-5 nedan [28]. I tabellen framgår även de ansatta sannolikheterna för olika utsläppsstorlekar vid utsläpp av brandfarlig eller giftig gas. Beräkningarna görs för två vädertyper: neutral stabilitetsklass (D) och 5 m/s samt måttligt instabil stabilitetsklass (B) och 2 m/s. Stabilitetsklass D förväntas 80% av tiden och stabilitetsklass B förväntas 20% av tiden [31].

Tabell C-5. Fördelning av utsläppsstorlekar vid olycka med ADR-S-klass 2.1 och 2.3

| Utsläppsstorlek | Hålstorlek (diameter) giftig och brandfarlig gas | Sannolikhet | Vädertyp och sannolikhet |
|-----------------|--|-------------|---------------------------------|
| Litet | 1 cm | 62,5% | 2 m/s, Stabilitetsklass B, 20% |
| | | | 5 m/s, Stabilitetsklass D, 80 % |
| Medelstort | 3 cm | 20,8% | 2 m/s, Stabilitetsklass B, 20% |
| | | | 5 m/s, Stabilitetsklass D, 80 % |
| Stort | 11 cm | 16,7% | 2 m/s, Stabilitetsklass B, 20% |
| | | | 5 m/s, Stabilitetsklass D, 80 % |

KLASS 2.1 BRÄNNBARA GASER

För klass 2.1 *brännbara gaser* bedöms konsekvenserna för människor först bli påtagliga i samband med antändning. Tre scenarier antas uppstå beroende av typ av antändning:

- Jetflamma: omedelbar antändning av läckande gas under tryck.
- Brännbart gasmoln: fördröjd antändning av gas som hunnit spridas och därmed ej är under tryck.
- BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion): explosion till följd av att en tank utan säkerhetsventil upphettats under längre tid, exempelvis av kraftig brandpåverkan från en intilliggande vagn.

Sannolikheten för direkt och fördröjd antändning kan antas till 10 respektive 50 % vid utsläpp av mindre än 1500 kg brännbar gas vid olyckor på väg. Motsvarande värden är 20 respektive 80 % för utsläpp av mer än 1500 kg [30]. Sannolikheten för direkt och fördröjd antändning ansätts till ett medelvärde av ovanstående för samtliga utsläppsstorlekar.

Tabell C-6. Sannolikhet för olika olycksscenarioer vid olycka med ADR-S klass 2.1.

| Utsläppsstorlek | Olycksscenario | Sannolikhet |
|-----------------|-------------------|-------------|
| Litet | Jetflamma | 15% |
| | Gasmolnsexplosion | 65% |
| | Ingen antändning | 20% |
| Medelstort | Jetflamma | 15% |
| | Gasmolnsexplosion | 65% |
| | Ingen antändning | 20% |
| Stort | Jetflamma | 15% |
| | Gasmolnsexplosion | 65% |
| | Ingen antändning | 20% |

En BLEVE antas kunna inträffa om en jetflamma är riktad direkt mot tanken under en lång tid. Sannolikheten för att en jetflamma leder till en BLEVE bedöms vara mycket liten och antas konservativt vara 1%.

ADR-S klass 3 - Brandfarliga vätskor

Tankfordon för brandfarliga vätskor är oftast tunnväggiga och har därmed lägre hållfasthet än motsvarande för trycksatta gaser enligt tidigare avsnitt. Gällande brandfarliga vätskor uppstår skadliga konsekvenser för människor när vätskan läcker ut och antänds, där det är värmestrålningen som har den största betydelsen för konsekvenser för människor. Värmestrålningen beror i sin tur på ytan som täcks av den brandfarliga vätskan. Vid en olycka som medför utsläpp av brandfarlig vätska är det av stor vikt att den inte kan rinna ut över stora ytor och inte i riktning mot bebyggelse.

Sannolikheterna för utsläppsstorlek i tunnväggiga tankar är enligt nedanstående tabell [31]. Sannolikheten för utsläppsstorlek baseras på ett antagande om att transporterna sker med tankbilar med släp. Sannolikheten för antändning antas vara 3,3 % för samtliga pölstorlekar [25].

Tabell C-7. Utsläppsstorlek i tunnväggiga tankar vid olycka med ADR-S klass 3.

| Utsläppsstorlek | Storlek | Sannolikhet | Sannolikhet för antändning |
|-----------------|--------------------|-------------|----------------------------|
| Litet | 50 m ² | 25% | 3,3 % |
| Medelstort | 200 m ² | 25% | 3,3 % |
| Stort | 400 m ² | 50% | 3,3 % |

ADR-S klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Oxiderande ämnen och organiska peroxider i klass 5 är ämnen som vid oxidation kan understödja en brand eller vara självantändande. Vid blandning med organiskt material kan ett explosionsartat brandförlopp ske. För att en blandning mellan oxiderande ämne och organiskt

bränsle ska detonera krävs en homogen blandning med tillförsel av tillräckligt stor energi. Explosion kan även ske om ämnet utsätts för en kraftig brand.

Representativt ämne utgörs av ammoniumnitrat som kan transporteras i såväl fast som flytande form.

En explosion förutsätts kunna ske om ämnet kommer i kontakt med organiskt material (t.ex. bensin) och bildar en explosiv blandning som sedan antänds [46]. Sannolikheten för ett utsläpp givet olycka beräknas med index för farligt godsolycka. Sannolikheten för ett läckage av fordonets drivmedel och en att ämnena blandas antas grovt uppgå till 10 %. Sannolikheten för en efterföljande antändning antas till 3,3% [25] och likställs därmed med sannolikheten för antändning av en bensinpöl.

Explosion förutsätts även kunna inträffa om en brand uppstår i samband med olyckan som sedan sprids till godset och medför en tillräcklig påverkan för att ämnet ska explodera. En brand antas uppstå med en sannolikhet av 2 % [26], spridning till godset med en sannolikhet av 50 % av och kritisk påverkan antas ske med en sannolikhet av 1%.

TRANSPORTERAD MÄNGD

Maximal mängd i en transport förutsätts vara 16 ton. Det antas däremot vara osannolikt att en så pass stor mängd bildar en explosiv blandning med organiskt material alternativt att påverkan från en intilliggande brand leder till att hela lasten exploderar.

Det anses vara mer troligt att explosionen omfattar den mängd explosiv blandning som kan uppstå baserat på att en explosiv blandning utgörs av cirka 13 % organiskt material [27]. Med antagandet att maximalt 500 kg bränsle blandas med det utsläppta ämnet uppgår blandningens vikt till cirka 4 ton.

Tabell C-8. Fördelning explosionslast vid olycka med ADR-S klass 5.

| Storlek | Mängd | Sannolikhet |
|---------|-----------|-------------|
| Litet | 4 000 kg | 90% |
| Stort | 16 000 kg | 10% |

ADRS-S klass 6 & 8 – Giftiga ämnen och frätande ämnen

Vid olyckor med ämnesklass 6 och 8 förutsätts olyckor endast kunna leda till dödliga konsekvenser i olyckans direkta närhet.

Sannolikheten för att godset ska kunna påverka människor antas bero av läckage eller utsläpp från lasten, vilket skattas med index för farligt godsolycka. Sannolikheterna för olika utsläppsstorlekar förutsätts uppgå till 62,5 % för litet utsläpp, 20,8 % för mellan utsläpp och 16,7 % för stort utsläpp.

BILAGA D - KONSEKVENSBERÄKNINGAR: VÄG

I denna bilaga redovisas de konsekvensberäkningar som ligger till grund för riskanalysen. Konsekvens definieras i form av ett konsekvensavstånd inom vilket de människor som befinner sig utomhus kan förväntas omkomma. För olycksscenarioer vars utredning inte är cirkulär återges även den vinkel/andel av cirkeln som krävs för att beräkna konsekvensområdet för respektive scenario.

Konsekvensberäkningarna har utförts med hjälp av programmet ALOHA version 5.4.5 utvecklat av amerikanska myndigheterna Environmental Protection Agency (EPA) och National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), samt handberäkningar. Samtliga konsekvensavstånd har beräknats utifrån att olyckan inträffar vid väggkant närmast området.

ADR-S klass 1

Konsekvenserna till följd av en explosion kan delas upp i direkta och indirekta skador. De direkta skadorna utgörs av direkt tryckpåverkan på människa eller skador av luftstöt vågor på byggnader. De indirekta skadorna utgörs av tertiära skador alternativt splitter som träffar människor. Tertiära skador innebär att människor kastas omkull av luftstöt vågen och skadar sig eller omkommer då de träffar marken [47].

Gränsen för dödliga skador på människa, 1% dödlighet, vid direkt tryckpåverkan är 180 kPa och cirka 350 kPa för 99 % dödlighet. Gränsen för lungskador är ungefär 70 kPa [47]. Skador på byggnader kan uppstå vid cirka 20–40 kPa beroende på byggnadens konstruktion.

Konsekvensen är som störst på byggnaderna närmast explosionen då bakomliggande bebyggelse skyddas [27].

För att ta hänsyn till såväl de direkta som indirekta skadorna på människor antas ett viktat skadekriterium där människor förutsätts omkomma vid ett tryck om 100 kPa.

Beräkningarna genomförs enligt metod som presenteras i rapporten *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* [34]. I metoden beräknas trycket på ett specifikt avstånd från en explosionskälla som utgörs av en viss mängd TNT. Nedan presenteras de beräknade konsekvensavstånden.

Tabell D-1. Konsekvensavstånd vid olycka med ADR-S-klass 1.

| Scenario | Explosionslast | Avstånd |
|------------|----------------|---------|
| Litet | 500 kg | 25 m |
| Medelstort | 1 ton | 35 m |
| Stort | 16 ton | 80 m |

ADR-S klass 2

ADR-S klass 2 delas upp i två klasser: ADR-S klass 2.1 som utgör brännbara gaser och ADR-S klass 2.3 som utgör giftiga gaser.

Beräkningarna görs för två vädertyper: neutral stabilitetsklass (D) och 5 m/s samt måttligt instabil stabilitetsklass (B) och 2 m/s.

Vindriktningen antas vara jämnt fördelad i samtliga väderstreck. Årsmedeltemperatur är 7°C [35].

ADR-S KLASS 2.1

Det representativa ämnet som använts för beräkningar gällande klass 2.1 brandfarliga gaser ansätts till propan.

Följande skadekriterier har använts vid beräkningarna och utgör kriteriet för när 50 % av individerna kan antas omkomma [47], [36]:

- Jetflamma: strålningsnivå på 15 kW/m² för varaktighet 1 minut.
- Gasmolnsexplosion: koncentration på 2,3 vol.-% vilket motsvarar undre brännbarhetsgränsen.
- BLEVE: strålningsnivå på 25 kW/m² för varaktigheten ca 12 sekunder.

Skadekriterierna är ansatta för att gälla såväl personer som befinner sig inomhus som utomhus. Strålningspåverkan från såväl jetflamman som gasmolnsexplosioner förutsätts bli begränsad av fasader och fönster då personer befinner sig inomhus. Med hänsyn till att 90-95 % av personerna i området kan förväntas vistas inomhus antas det konservativt att 50 % av personerna omkommer om det befinner sig inom det konsekvensområde som definieras av ovanstående skadekriterier.

Tabell D-2. Indata till konsekvensberäkningar vid olycka med ADR-S-klass 2.1.

| | Parameter | Värde |
|-----------|--------------------|---------------------------|
| Omgivning | Vindriktning | Mot området |
| | Vädertyp | Stabilitetsklass D, 5 m/s |
| | | Stabilitetsklass B, 2 m/s |
| | Ytråhet | Stad eller skog |
| Källa | Ämne | Propan (tryckkondenserad) |
| | Tankdiameter | 2 m |
| | Tanklängd | 18 m |
| | Lagringstemperatur | 7 °C |
| | Mängd ämne i tank | Väg: 20 ton |

Nedan presenteras beräknade konsekvensavstånd samt den vinkel som motsvarar jetflammans utbredning i sidled.

Tabell D-3. Konsekvensavstånd jetflamma vid olycka med ADR-S-klass 2.1.

| Scenario | Hålstorlek | Konsekvensavstånd | Vinkel (utbredning) |
|------------|------------|--|---------------------|
| Litet | 1 cm | 10 m (ingen/marginell skillnad beroende på vind) | 45 grader |
| Medelstort | 3 cm | 25 m (ingen/marginell skillnad beroende på vind) | 45 grader |
| Stort | 11 cm | 70 m (ingen/marginell skillnad beroende på vind) | 45 grader |

Nedan presenteras beräknade konsekvensavstånd vid gasmolnsexplosion. Spridningsvinkeln som symboliserar gasmolnets utbredning i sidled uppgår i genomsnitt till 40 grader.

Tabell D-4. Konsekvensavstånd gasmolnsexplosion vid olycka med ADR-S-klass 2.1.

| Utsläppsstorlek | Hålstorlek (diameter) giftig och brandfarlig gas | Vädertyp | Konsekvensavstånd |
|-----------------|--|----------------------------|-------------------|
| Litet | 1 cm | 2 m/s, Stabilitetsklass B | 14 m |
| | | 5 m/s, Stabilitetsklass D, | 11 m |
| Medelstort | 3 cm | 2 m/s, Stabilitetsklass B, | 46 m |
| | | 5 m/s, Stabilitetsklass D, | 35 m |
| Stort | 11 cm | 2 m/s, Stabilitetsklass B, | 206 m |
| | | 5 m/s, Stabilitetsklass D | 135 m |

Beräknat konsekvensavstånd för BLEVE uppgår till 225 meter med cirkulär utbredning.

ADR-S KLASS 2.3 – GIFTIG GAS

Utsläpp av tryckkondenserad giftig gas kan beroende på väderförhållanden, topografi och utsläppstyp orsaka skador på mycket långa avstånd. Även dessa ämnen transporteras i tjockväggiga tankar. Dimensionerande ämne har ansatts till svaveldioxid som utgör ett mycket giftigt ämne.

Skadekriterium för 50 % omkomna för svaveldioxid är 798 ppm vid 30 minuters exponering [29].

Tabell D-5. Indata till konsekvensberäkningar för ADR-S-klass 2.3.

| | Parameter | Värde |
|-----------|--------------------|---------------------------------|
| Omgivning | Vindriktning | Mot området |
| | Vädertyp | Stabilitetsklass D, 5 m/s |
| | | Stabilitetsklass B, 2 m/s |
| | Yträhet | Stad eller skog |
| Källa | Ämne | Svaveldioxid (tryckkondenserad) |
| | Tankdiameter | 2 m |
| | Tanklängd | 18 m |
| | Mängd i tanken | Väg: 25 ton |
| | Lagringstemperatur | 7 °C |

Nedan presenteras beräknade konsekvensavstånd och spridningsvinkeln uppgår till cirka 45 grader vid 2 m/s och 17 grader vid 5 m/s i samtliga fall. Vilket ger ett medelvärde om cirka 22 grader.

Tabell D-6. Konsekvensavstånd vid olycka med ADR-S-klass 2.3.

| Utsläppsstorlek | Hålstorlek (diameter) | Vädertyp | Konsekvensavstånd |
|-----------------|-----------------------|---------------------------|-------------------|
| Litet | 1 cm | 2 m/s, stabilitetsklass B | 70 m |
| | | 5 m/s, stabilitetsklass D | 70 m |
| Medelstort | 3 cm | 2 m/s, stabilitetsklass B | 220 m |
| | | 5 m/s, stabilitetsklass D | 200 m |
| Stort | 11 cm | 2 m/s, stabilitetsklass B | 800 m |
| | | 5 m/s, stabilitetsklass D | 750 m |

ADR-S klass 3 – Brandfarlig vätska

Beräkningar baseras på vedertagna handberäkningsmetoder [37].

Bensin är den vanligaste varan av de brandfarliga vätskorna och är betydligt mer lättantändlig än exempelvis diesel. Dess fysikaliska egenskaper innebär att risken för antändning av en pöl med bensin bedöms vara sannolik. Bensin antas som representativt ämne för Klass 3.

Nedan listas de förutsättningar/antaganden som ligger till grund för beräkningarna av strålning från pölbränderna.

- När läckage uppstår antänds detta omgående.
- Hela vätskeytan brinner samtidigt.
- Väderförhållanden är ”normala” och påverkar ej strålningen, exempelvis antas halvklart väder utan regn.

Den kritiska strålningen ansätts till 15 kW/m² för varaktighet 1 minut [47]. I denna handling förväntas samtliga som befinner sig inom ett område där strålningsnivåerna överstiger detta värde omkomma, oaktat exponeringstid. Vid strålningsnivåer lägre än 15 kW/m² förväntas ingen omkomma. Detta är ett konservativt antagande, då personer troligtvis inte exponeras under så länge som 1 minut.

Beräknade konsekvensavstånd återges nedan.

Tabell D-7. Konsekvensavstånd vid olycka med ADR-S-klass 3.

| Utsläppsstorlek | Storlek | Konsekvensavstånd |
|-----------------|--------------------|-------------------|
| Litet | 50 m ² | 10 m |
| Medelstort | 200 m ² | 25 m |
| Stort | 400 m ² | 35 m |

ADR-S klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

För klass 5 antas det transporterade ämnet motsvara sprängämne. Konsekvensberäkningar och skadekriterier ansätts likt för ADR-S klass 1-Explosiva ämnen ovan.

Beräknade konsekvensavstånd återges nedan.

Slutgiltig handling

Tabell D-8. Konsekvensavstånd vid olycka med ADR-S-klass 5.

| <i>Scenario</i> | <i>Explosionslast</i> | <i>Konsekvensavstånd</i> |
|-----------------|-----------------------|--------------------------|
| Litet | 4 000 kg | 50 m |
| Stort | 16 000 kg | 80 m |

ADR-S klass 6 & 8 – Giftiga ämnen och frätande ämnen

Några konsekvenser utanför olyckans direkta närhet bedöms inte kunna förekomma.

Konsekvensavstånd uppgår till

Tabell D-9. Konsekvensavstånd vid olycka med ADR-S-klass 6 och 8.

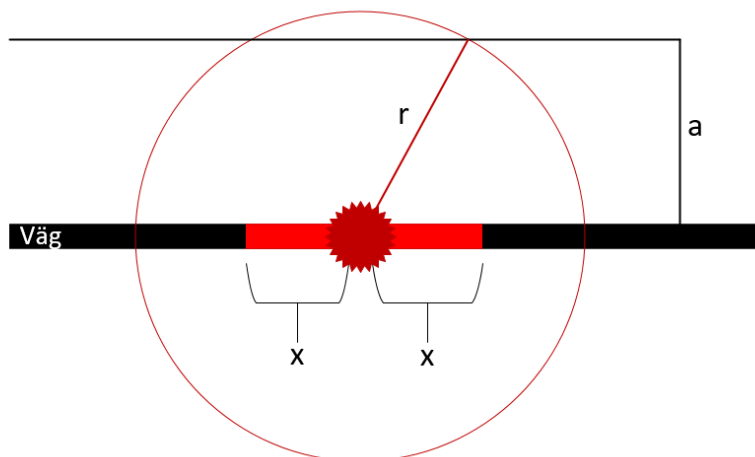
| <i>Utsläppsstorlek</i> | <i>Sannolikhet</i> | <i>Konsekvensavstånd</i> |
|------------------------|--------------------|--------------------------|
| Litet | 62,5% | 5 m |
| Medelstort | 20,8% | 10 m |
| Stort | 16,7% | 15 m |

BILAGA E - RISKBERÄKNINGAR

I följande avsnitt beskrivs hur beräkningarna av individrisk respektive samhällsrisk har genomförts.

Individrisk

Frekvens av en olycka med farligt gods beräknas längst en sträcka (1 kilometer) som i de flesta fall är längre än olyckornas respektive konsekvensavstånd. Det innebär att en olycka som sker längs sträckan endast kan påverka en individ på en liten del av vägsträckan. Frekvensen för en sådan olycka måste därför korrigeras för detta. Korrigeringen av individrisken görs med Pythagoras sats och beskrivs nedan i Figur E-8-1 och Ekvation 1.



Figur E-8-1. Modell för beräkning av frekvensen att en olycka påverkar ett visst avstånd från transportleden.

$$IR_{x,y,i} = f_i \cdot \frac{2 \cdot \sqrt{r^2 - a^2}}{L}$$

Ekvation 1

| Variabel | Förklaring |
|-----------------------|--|
| $IR_{x,y,i}$ | Individrisk för olycksscenario. |
| f_i | Frekvens för olycksscenario (justerad för spridningsvinkel). |
| L | Längden på vägsträckan (vanligtvis 1 000 meter). |
| r | Konsekvensavstånd. |
| a | Avståndet från utsläppskällan. |
| $x(\sqrt{r^2 - a^2})$ | Del av vägsträcka som olyckan sker på och påverkar individen på visst avstånd från transportled. |

Samhällsrisk

I detta avsnitt återges indata för beräkning av samhällsrisknivåerna för E18 och Mäljarbanan. Aktuellt planområde är beläget söder om E18 och Mäljarbanan och sträcker sig cirka 750 meter längs järnvägen. Vid beräkningar av samhällsrisknivåer har en vägsträcka om 1 kilometer förbi planområdet studerats [28].

Befolkningstätheterna skattas inom zoner där antal personer som förväntas i respektive område blir så homogent som möjligt. Vidare anpassas zonerna för de respektive transportsträckorna så att zonerna i stort sett överlappar varandra helt. På detta sätt kan befolkningstätheterna vara konstanta

E18

Avstånd till bostadsbebyggelsen, stadigvarande vistelse, uppgår till minst 85 meter söder om respektive 35 meter norr om vägsträckan i de beräkningar som görs i denna utredning.

Befolkningstätheterna längs den 1 kilometer långa vägsträckan uppskattas för olika zoner på respektive sidor enligt Figur C-1 nedan.



Figur C-1. Zonindelning i den studerade kvadratkilometern för E18 längs med planområdet.

Beskrivning av den planerade bebyggelsen och bebyggelse i angränsade områden återges i avsnitt 2. I Tabell E-1 nedan sammanställs de befolkningstätheter som ansätts i respektive zon.

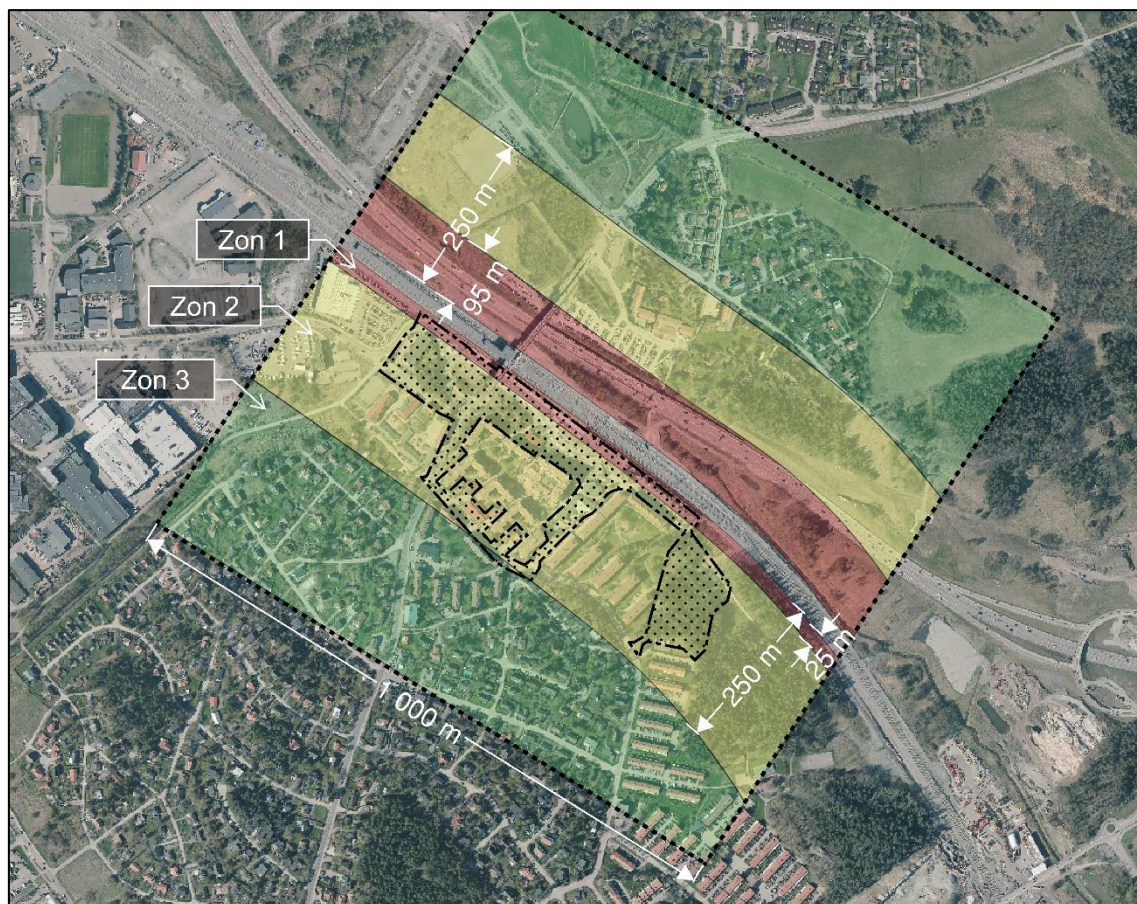
Tabell E-1. Befolkningstätheter i respektive zon längs E18.

| Zonindelning | Söder om E18 | Norr om E18 |
|---------------------|---|---------------------------------------|
| Zon 1 | 0-85 meter | 0-35 meter |
| Typer av bebyggelse | Bebyggelsefritt / tillfällig vistelse | Bebyggelsefritt / tillfällig vistelse |
| Persontäthet | 0 pers/km ² | 0 pers/km ² |
| Zon 2 | 85-300 meter | 75-200 meter |
| Typer av bebyggelse | Planområde Stadsbebyggelse Obebyggt | Bostadsområde Obebyggt |
| Persontäthet | 25 000 pers/km ² | 8 500 pers/km ² |
| Zon 3 | Bortom 300 meter | Bortom 200 meter |
| Typer av bebyggelse | Bostadsområde Obebyggt | Bostadsområde Obebyggt |
| Persontäthet | 2 500 pers/km ² | 2 200 pers/km ² |

MÄLARBANAN

Avstånd till bostadsbebyggelsen, stadigvarande vistelse, uppgår till minst 30 meter söder om respektive 95 meter norr om järnvägssträckan i de beräkningar som görs i denna utredning.

Befolkningstätheterna längs den 1 kilometer långa sträckningen ansätts i zoner på de olika sidorna av vägsträckan enligt Figur E-8-2 nedan.



Figur E-8-2. Zonindelning i den studerade kvadratkilometern för Mälärbanan längs med planområdet.

I Tabell E-2 nedan sammanställs de befolkningstätheter som ansätts i respektive zon.

Tabell E-2. Befolkningstätheter i respektive zon längs Mälärbanan.

| Zonindelning | Söder om Mälärbanan | Norr om Mälärbanan |
|---------------------|---|---------------------------------------|
| Zon 1 | 0-25 meter | 0-95 meter |
| Typer av bebyggelse | Bebyggelsefritt / tillfällig vistelse | Bebyggelsefritt / tillfällig vistelse |
| Persontäthet | 0 pers./km ² | 0 pers./km ² |
| Zon 2 | 25-250 meter | 95-250 meter |
| Typer av bebyggelse | Planområde Stadsbebyggelse Obebyggt | Bostadsområde Obebyggt |
| Persontäthet | 18 000 pers./km ² | 8 500 pers./km ² |
| Zon 3 | Bortom 250 meter | Bortom 250 meter |
| Typer av bebyggelse | Bostadsområde Obebyggt | Bostadsområde Obebyggt |
| Persontäthet | 2 500 pers./km ² | 2 200 pers./km ² |

UNDERLAG FÖR BERÄKNAD PERSONTÄTHET

Nedan återges de ingångvärden som har använts för att beräkna persontäthet i respektive zon. Först beräknas personantal för respektive zon som sedan viktas efter antaganden om personernas närvaro över dygnet. Därefter beräknas persontätheten i respektive zon.

Zon 2 söder om området

Zon 2 söderut utgörs i stort sett av planområdet. Nya lägenheter har valts till 1 070 st. enligt information från beställaren. Befintlig bebyggelse utgör ca 500 lägenheter [48]. Enligt SCB är den genomsnittliga bostadsstorleken 2,5 personer för hyresrätter i Järfälla under 2017 [19], vilket innebär att ca 1 250 personer bor i den befintliga bebyggelsen i planområdet och att ca 2 675 personer tillkommer. Det antas att 100 % av personer befinner sig i området mellan kl. 17-07 och 20% förväntas mellan kl. 07-17. Detta medför en genomsnittlig närvaro om 67% över året. Ca 2 200 m² BTA lokaler innefattas i den nya planen. Detta förväntas ge upphov till ett tillskott om ca 730. Genomsnittlig närvaro över året antas vara 27 %.

Det finns ca 13 avdelningar totalt i förskolor i zonen och Barkarbyskolan har i dagsläget 335 elever [48]. Det antas vara 20 personer per avdelning i förskolor, vilket innebär att totalt ca 600 elever finns inom zonen. I kontor, gymnasieskola och förskolor antas att 100% av personerna är närvarande mellan kl. 8-17 under vardagar och att lokalerna är tomma resterande delar av dygnet och under helger. Det medför en genomsnittlig närvaro om cirka 27% över året.

Zon 2 norr om området

Zonen överlappar delvis detaljplanen Barkarbystaden II, som kommer att inrymma ca 900 lägenheter [49]. Hälften av lägenheterna i detaljplanen Barkarbystaden II antas konservativt vara en del av den aktuella zonen. En genomsnittlig närvaro om 67 % över året antas enligt ovan.

Welcome Hotel och Wårdshus Lasse Maja antas hysa maximalt ca 250 personer år 2040. Den sammanvägda närvaron antas vara 25 % (med hänsyn till både beläggingsgrad och gästers närvaro).

Zon 3

För zon 3 söder om området antas befolkningstätheten vara en tiondel av befolkningstätheten i zon 2 söder om området. För zon 3 norr om området antas befolkningstätheten vara en fjärdedel av befolkningstätheten i zon 2 norr om området.

PERSONER INOMHUS RESPEKTIVE UTMOMHUS

Personer som befinner sig i den studerande kvadratkilometern är antingen helt oskyddade mot olyckor som kan ske på de studerade riskkällorna eller skyddade i olika utsträckning. Detta beror på hurvida personerna som riskerar att påverkas är fritt exponerade för potentiella konsekvenser som kan inträffa eller ifall det finns någon form av barriär mellan olycksplatsen och personerna. Beroende på vilken olycka som inträffar kan konsekvenser variera kraftigt [50]. På grund av detta varierar även effekten av barriärer beroende på vilken typ av olycka som inträffar.

En typ av barriär som kan skydda personer i det studerade området är fysiska barriärer. För en person som är utomhus kan t.ex. en byggnad utgöra en fysisk barriär som reducerar konsekvensens påverkan. En byggnad kan också fungera som en fysisk barriär för personer som befinner sig inuti byggnaden [50].

I händelse av en olycka kommer en viss andel av personerna i konsekvensområdet att befinna sig inomhus, medan andra befinner sig utomhus. Av personerna som befinner sig utomhus är en andel delvis skyddade av fysiska barriärer som beskrivits ovan, medan andra är fritt exponerade. I denna riskbedömning har hänsyn tagits till den skyddande effekt som uppkommer av att personer som befinner sig inomhus när det gäller brandfarliga och giftiga gaser (ämnesklass 2.1 och 2.3) för det undersökta området.

I beräkningarna förutsätts att olyckor som härrör från gaser påverkar personer som befinner sig inomhus med 10 % av den konsekvens som påverkar personer som befinner sig fritt exponerade utomhus [50]. Om friskluftsintag placeras högt eller på skyddat läge från riskkällorna ökar den riskreducerande effekten av att befinna sig inomhus [51]. I beräkningarna har ingen annan hänsyn tagits till att personer befinner sig inomhus och samtliga inom det studerade området antas således befinna sig utomhus, fritt exponerade för olyckor inom övriga ämnesklasser.