PM Olycksrisker

Tunnelbana till Älvsjö – Underlag till MKB för järnvägsplan spårlinje och stationer

Region Stockholm

Titel: PM Olycksrisker

Uppdragsledare: Per Reiland, Sweco

Projektledare: Kajsa Nilsson, Förvaltningen för utbyggd tunnelbana (FUT)

Bilder & illustrationer: Sweco och FUT om inget annat anges

Dokumentid: 7100-C72-23-00004

Diarienummer: FUT 2024-0983

Utgivningsdatum: 2025-02-17

Distributör: Region Stockholm, förvaltning för utbyggd tunnelbana

Box 454 36, 104 31 Stockholm. Tel: 08 123 100 00. E-post: registrator.fut@regionstockholm.se

Innehållsförteckning

1. Inledning 6
1.1 Bakgrund 6
1.2 Syfte 6
1.3 Omfattning och avgränsningar 6
1.4 Rapportstruktur och läsanvisning 7
1.5 Underlagsmaterial 7

2. Metod för riskhantering 8
2.1 Arbetsprocessen 8
2.2 Riskhanteringsprocessen 9
2.2.1 Metod för riskidentifiering 10
2.2.2 Metod för riskuppskattning 11
2.2.3 Metod för riskvärdering 13
2.2.4 Metod för framtagande av riskreducerande åtgärder 14

3. Förutsättningar och objektbeskrivningar 14
3.1 Allmän beskrivning av området 14
3.2 Planförslaget 15
3.2.1 Station Fridhemsplan 17
3.2.2 Station Liljeholmen 18
3.2.3 Station Årstaberg 19
3.2.4 Station Årstafältet 20
3.2.5 Station Östbergahöjden 21
3.2.6 Station Älvsjö 22
3.3 Säkerhetskoncept i nya tunnelbanan 23
3.3.1 Utrymnings- och insatskoncept 24
3.4 Framtida samhällsutveckling 25
3.4.1 Infrastruktur och trafik 25
3.4.2 Markanvändning 26
3.4.3 Befolkningsutveckling 26
3.5 Skyddsvärda objekt 27
3.5.1 Människors liv och hälsa 27
3.5.2 Naturmiljö och vattenmiljö 27
3.5.3 Samhällsviktig verksamhet 27

3.5.4 Kulturvärden 28
3.6 Riskkällor 28

4. Planförslagets olycksrisker: drifttid 32
4.1 Påverkan från omgivningen 32
4.1.1 Olycka med farligt gods på väg eller järnväg 34
4.1.2 Olycka vid transport av farligt gods i närheten av luftutbytesschakt 38
4.2 Påverkan på omgivningen 41
4.2.1 Spridning av brandgaser via brandgasschakt 42
4.2.2 Spridning av släckvatten till omgivningen vid släckinsats 42
4.3 Risker inom anläggningen 43
4.3.1 Personpåkörning och suicid 43
4.3.2 Allvarlig brand 43
4.3.3 Urspårning och kollision 44
4.3.4 Antagonistiska hot 44

5. Planförslagets olycksrisker: byggtid 45
5.1 Påverkan från omgivningen 45
5.1.1 Brand i närliggande tunnel som sprider sig till Gul linje 45
5.2 Påverkan på omgivningen 46
5.2.1 Olycka vid transport av farligt gods 48
5.2.2 Sprängningsarbete påverkar omgivningen 48
5.2.3 Arbete påverkar intilliggande tunnelbanor 48
5.2.4 Utsläpp av kemikalie 49
5.3 Risker inom anläggningen 49
5.3.1 Brand under byggtid 49
5.3.2 Arbetsmiljörisker 50
5.4 Räddningstjänsten möjlighet till insats 50

6. Riskvärdering av planförslaget 51

7. Förslag på riskreducerande åtgärder 52
7.1 Riskreducerande åtgärder under drifttiden 52
7.1.1 Förslag till skyddsåtgärder 52
7.1.2 Förslag till övriga åtgärder 52
7.1.3 Förslag till övriga försiktighetsmått 52

7.2 Försiktighetsmått under byggtiden 52

8. Diskussion 54

8.1 Osäkerheter 54

9. Slutsatser 56

10. Litteraturförteckning 57

Bilaga A – Begrepp och definitioner
Bilaga B – Identifierade skyddsvärda objekt
Bilaga C – Identifierade riskkällor
Bilaga D – Förteckning över identifierade risker
Bilaga E – Riskutredning farligt gods

1. Inledning

Denna rapport utgör underlag till MKB för järnvägsplan och detaljplaner för tunnelbanan.

1.1 Bakgrund

Sverigeförhandlingen är ett initiativ från Sveriges regering för att få bättre kollektivtrafik och fler bostäder i storstäderna. Det är ett avtal mellan staten, Region Stockholm och Stockholms stad där en ny tunnelbana mellan Fridhemsplan och Älvsjö är en av satsningarna.

Den nya tunnelbanelinjen, Gul linje, kommer att bli cirka åtta kilometer lång och sträcka sig från Kungsholmen i norr till Älvsjö i söder. Längs sträckan kommer det finnas följande sex stationer: Fridhemsplan, Liljeholmen, Årstaberg, Årstafältet, Östbergahöjden och Älvsjö.

1.2 Syfte

Denna PM utgör ett underlag till miljökonsekvensbeskrivning och syftar till att belysa vilka miljöeffekter och miljökonsekvenser som plötsligt inträffade olyckor i drift- och byggtiden kan resultera i med avseende på människors liv och hälsa samt miljön. Resultatet syftar därmed till att utgöra en del av det beslutsunderlag som möjliggör en samlad bedömning av den planerade verksamhetens direkta och indirekta effekter på människors liv och hälsa, och på miljön.

1.3 Omfattning och avgränsningar

Miljöbalken omfattar en rad värden kopplat till människors liv och hälsa i omgivningen och inom anläggningen, naturmiljö och vattenmiljö som exempelvis mark och vatten, djurliv, och övriga naturvärden samt den fysiska miljön i övrigt. Till den fysiska miljön räknas exempelvis materiella tillgångar såsom infrastruktur och bebyggelse (Vägverket, 2008) och andra samhällsviktiga verksamheter/funktioner och skyddsobjekt. Dessa värden benämns som skyddsvärda objekt i denna rapport.

Denna riskbedömning har avgränsats till att endast hantera plötsligt inträffade händelser, olyckor. MKB bedömer i huvudsak drifttiden för anläggningen men i denna rapport har också byggtiden inkluderats för att ge en heltäckande bild av projektets påverkan ur ett olycksriskperspektiv. Hälsorisker orsakade av till exempel långvarig exponering mot avgaser och buller beskrivs inte i denna PM.

Frågor som enbart berör arbetsmiljö inkluderas inte i MKB:n. Dessa hanteras inom andra delar av projektet.

1.4 Rapportstruktur och läsanvisning

Rapporten har följande struktur:

- Kapitel 1 beskriver ramarna för hela rapporten utifrån syfte och bakgrund
- Kapitel 2 beskriver metod för riskhanteringen
- Kapitel 3 beskrivs de rådande förutsättningarna för det specifika området
- Kapitel 4 presenterar den uppskattade riskbilden för planförslagets drifttid
- Kapitel 5 presenterar uppskattade riskbilden för byggtiden
- Kapitel 6 presenterar riskvärderingen
- Kapitel 7 presenterar riskreducerande åtgärder
- Kapitel 8 beskriver ett resonemang kring en möjlig tolkning av resultatet
- Kapitel 9 poängterar rapportens slutsatser
- Bilaga A presenterar utförliga definitioner av enskilda ord och specifika begrepp
- Bilaga B presenterar en lista på samtliga skyddsvärda objekt som identifierats
- Bilaga C presenterar de riskkällor som identifierats både under drifttid och byggtid
- Bilaga D presenterar en lista över samtliga identifierade risker
- Bilaga E presenterar den kvantitativa riskanalysen som genomförts

1.5 Underlagsmaterial

Riskbedömningen baseras på nedanstående underlagsmaterial, därutöver har information vid projektmöten och samråd utgjort underlag:

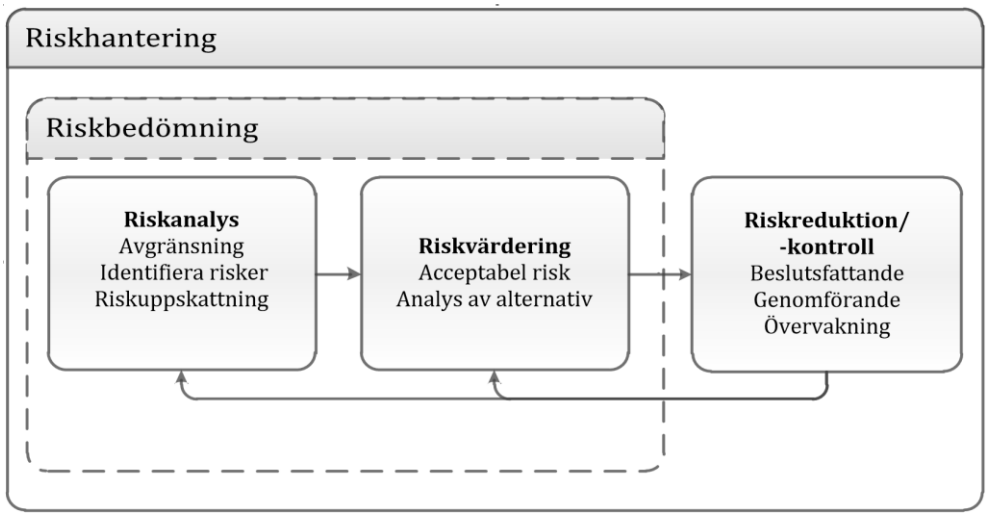
- Preliminär Planbeskrivning Järnvägsplan, Tunnelbana till Älvsjö – spårlinje och stationer, Arbetsversion inför Granskningshandling daterad 2024-09-27
- Spårlinje, version 7.1
- Lista över farliga verksamheter i Stockholms län (Storstockholms brandförsvar, 2019)
- Nationell databas för väg och järnväg (Trafikverket A, 2019) (Trafikverket, 2022)
- Olycksstatistik framför allt från *Trafikanalys* (2023)
- Underlagsrapport *PM Skyfall och översvämning*
- Underlagsrapport *PM Kulturmiljö*
- Länsstyrelsen Stockholms *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods* (2016)
- Andra typer av riskbedömningar från andra närliggande projekt/detaljplaner (Stockholms läns landsting A, 2017) (Stockholms läns landsting B, 2017)

2. Metod för riskhantering

I detta avsnitt presenteras det övergripande arbetssättet för riskhanteringsprocessen och dess ingående delprocesser. Riskhanteringsprocessen består av riskidentifiering, riskuppskattning, riskvärdering och framtagande av riskreducerande åtgärder.

2.1 Arbetsprocessen

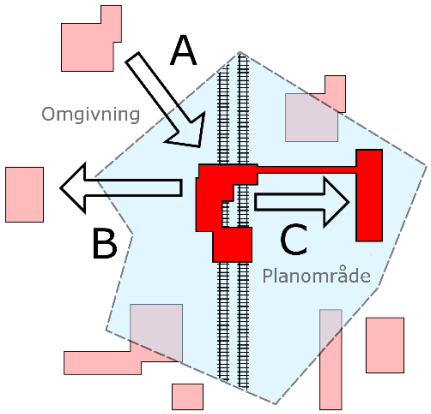
Det övergripande arbetssättet för riskhanteringsprocessen är framtagen i enlighet med de internationella standarder som beaktar riskanalyser i tekniska system (IEC, 2019) (ISO, 2018). Detta illustreras i Figur 1.



Figur 1. Riskhanteringsprocessen.

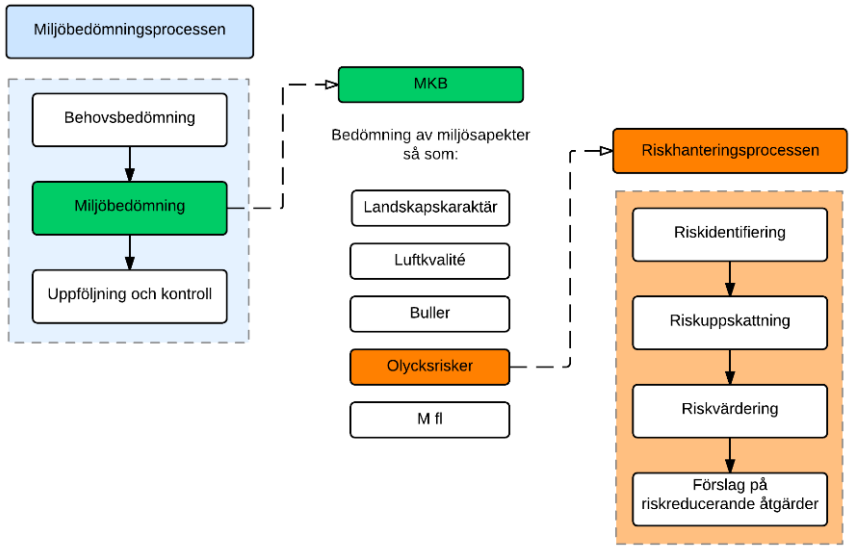
För att säkerställa ett konsekvent arbetssätt inom ramen för MKB belyses tre olika perspektiv:

- Risker som från omgivningen kan resultera i en negativ påverkan på anläggningen, markerat ”A” i Figur 2.
- Risker som från anläggningen kan resultera i en negativ påverkan på omgivningen, markerat ”B” i Figur 2.
- Risker som inom anläggningen kan resultera i en negativ påverkan internt inom anläggningen, markerat ”C” i Figur 2.



Figur 2. Principskiss över vilken riskpåverkan (benämnd A, B och C) som ska beaktas enligt miljöbalken.

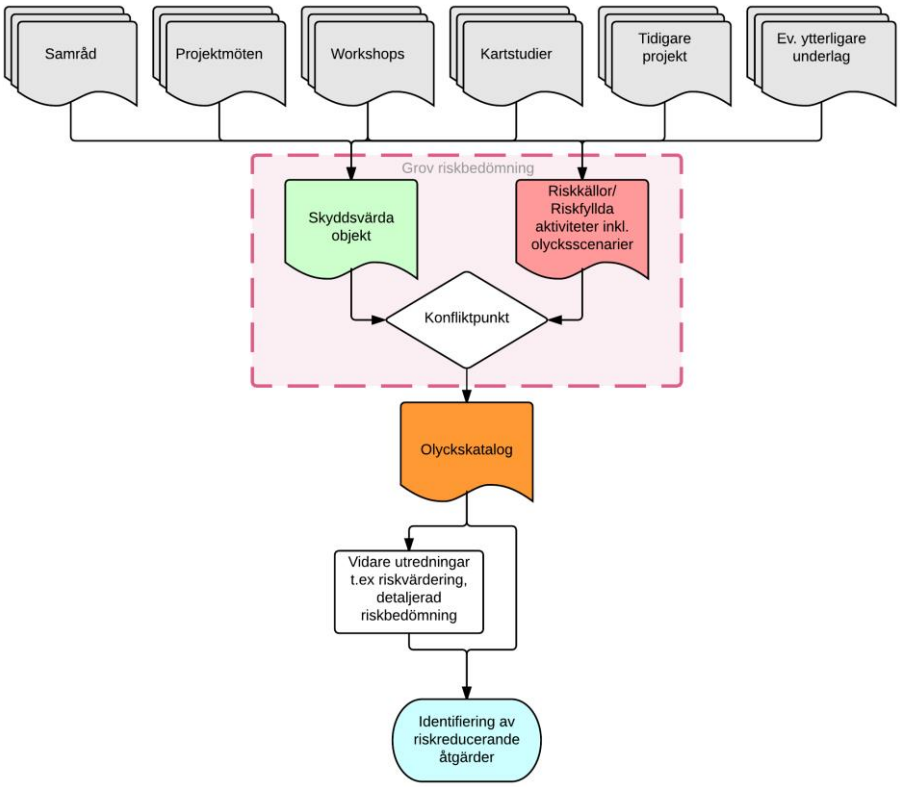
Arbetssättet har således utgått ifrån rådande internationella standarder för riskhantering men har anpassats till en MKB-process. Resultatet i denna rapport belyser planförslagets olycksrisker och utgör underlagsrapport för MKB. Andra aspekter som belyses redovisas i MKB:n. En schematisk skiss av processen illustreras i Figur 3.



Figur 3. Schematisk illustration kring hur riskhanteringsarbetet integreras i den övergripande miljöbedömningsprocessen.

2.2 Riskhanteringsprocessen

I Figur 4 beskrivs schematiskt riskhanteringsprocessen från att göra en riskidentifiering till att föreslå åtgärder. De olika stegen i processen beskrivs mer ingående i nedanstående avsnitt.



Figur 4. Schematisk bild över riskhanteringsprocessen för projektet.

2.2.1 Metod för riskidentifiering

Riskidentifieringen syftar till att identifiera de olycksscenarier som kan medföra oönskade konsekvenser enligt de perspektiv som anges i avsnitt 2.1. I denna rapport har således de riskkällor och skyddsvärda objekt som finns inom det aktuella området identifierats och en översiktlig beskrivning av de olycksscenarier som kan uppstå redovisats.

Inventering av skyddsvärda objekt och riskkällor har samlats in och sammanställts i bilaga B.

Fokus för möjliga riskkällor är olika mellan drift- och byggtid. För drifttiden har fokus legat på de riskkällor som tunnelbanan bidar till eller exponeras mot. Fokus för riskkällorna under byggtiden har legat på olika typer av riskfyllda aktiviteter inne på byggområdet som kan bidra till olyckor. Exempel på sådana riskfyllda aktiviteter är sprängningsarbete, omledning av trafik, pålning/spontning, etcetera.

Den samlade informationen om skyddsvärda objekt, riskkällor och olycksscenarier har därefter använts för att identifiera potentiella konfliktpunkter. Syftet med denna matchning har varit att skapa en första bedömning huruvida riskkällan kunde tänkas påverka det skyddsvärda

objektet. Identifierade konfliktpunkter har sammanställts i en lista vilken återges i bilaga D.

2.2.2 Metod för riskuppskattning

I enlighet med, av MSB föreslaget (MSB, 2012), arbetssätt för riskhantering i en MKB-process har en första grov uppskattning kring riskernas sannolikhet och konsekvens genomförts. Uppskattningarna har genomförts kvalitativt av en grupp av experter inom berörda områden.

De risker som vid en kvalitativ uppskattning bedöms ha både en låg sannolikhet och en låg konsekvens bedöms då inte få några betydande miljökonsekvenser och behandlas därför inte vidare. Exempel på risker som har utretts vidare är sådana risker som har antagits kunna ge upphov till mer eller mindre irreversibla skador på något av de skyddsvärda objekten. Här har även risker inkluderats som bedömts kunna skapa dominoeffekter, och därmed ge upphov till större indirekta konsekvenser på skyddsvärda objekt. De risker vilka genom denna första riskuppskattning bedömdes relevanta att inkludera i MKB:n, har hämtats från olyckskatalogen och utreds vidare i risklistorna i kapitel 4.

För de risker som har behandlats vidare har utredningar eller noggrannare bedömningar genomförts inom ramen för projektet. Vissa risker har liknande egenskaper som risker i andra likvärdiga projekt och erfarenheter från dessa projekt har då kunnat användas.

De risker som identifierats bedömdes utifrån bedömningsskalor som illustreras i Tabell 1 och Tabell 2.

Tabell 1. Bedömningsskala för drifttiden.

Klass	1	2	3	4	5
Sannolikhet	<1 gång per 1000 år	Ca 1 gång per 100-1000 år	1 gång per 10-100 år	1 gång per 1-10 år	>1 gång per år
Konsekvens liv och hälsa	Lindrigt skadade människor	Allvarligt skadade människor	1-10 omkomna	11-100 omkomna	>100 omkomna
Konsekvens naturmiljö och/eller vattenmiljö	Ingen eller försumbar negativ effekt på naturmiljö och/eller vattenmiljö	Viss negativ effekt på naturmiljö och/eller vattenmiljö	Negativ effekt på naturmiljö och/eller vattenmiljö	Betydande negativ effekt på naturmiljö och/eller vattenmiljö	Katastrofala effekter på naturmiljö och/eller vattenmiljö

Klass	1	2	3	4	5
Konsekvens fysisk miljö	Ingen eller försumbar negativ effekt på fysisk miljö	Viss negativ effekt på fysisk miljö	Negativ effekt på fysisk miljö	Betydande negativ effekt på fysisk miljö	Katastrofala effekter på fysisk miljö

Förutsättningarna för byggtiden skiljer sig från drifttiden eftersom detta skede pågår under en kortare tid. Karaktären på riskerna, och aktiviteterna som orsakar dessa, är därmed av annan karaktär.

Byggtiden är en förhållandevis kort intensiv period med komplicerade arbetsmoment. Det förekommer många temporära lösningar som kan påverka samhället i annan utsträckning. För att hantera denna problematik har därför en annan bedömningsskala använts för dessa risker, se Tabell 2.

Tabell 2. Bedömningsskala för byggtiden.

Klass	1	2	3	4	5
Sannolikhet	Erfarenhets-mässigt har det inte inträffat – men skulle kunna inträffa <2 %	Har inträffat enstaka gång 2 % - 5 %	Händer någon gång ibland 5 % - 15 %	Vanligt före-kommande 15 % - 6 %	Stor sannolikhet att det inträffar > 60 %
Konsekvens liv och hälsa	Ingen eller försumbar negativ effekt på liv, hälsa - lindriga skador	Viss påverkan på liv, hälsa - fysisk skada, kortare behov av sjukhus-vård	Stor påverkan på liv, hälsa -svårt skadade, behov av längre tid sjukhus-vård och sjuk-skrivning	Allvarlig person-skada med bestående men. Enstaka dödsfall.	Flera allvarligt skadade samt dödsfall
Konsekvens naturmiljö och/eller vattenmiljö	Ingen eller försumbar negativ effekt på naturmiljö och/eller vattenmiljö	Viss negativ effekt på naturmiljö och/eller vattenmiljö	Negativ effekt på naturmiljö och/eller vattenmiljö	Betydande negativ effekt på naturmiljö och/eller vattenmiljö	Katastrofala effekter på naturmiljö och/eller vattenmiljö

Klass	1	2	3	4	5
Konsekvens fysisk miljö	Ingen eller försumbar negativ effekt på fysisk miljö	Viss negativ effekt på fysisk miljö	Negativ effekt på fysisk miljö	Betydande negativ effekt på fysisk miljö	Katastrofala effekter på fysisk miljö

2.2.3 Metod för riskvärdering

I nuläget saknas det nationella standarder kring vilka risknivåer som kan anses tolerabla för tunnelbana. Viss praxis finns visserligen inom områden så som transport av farligt gods och BEST-projektering[1] men även här saknas konkreta risknivåer som konsekvent bedöms som tolerabla. Värderingen, och således även den slutgiltiga bedömningen, av risknivåerna har således utgjorts av en kontinuerlig dialog mellan beställaren och projektören.

Riskacceptansen och riskvärderingen i samhället vilar på ett antal principer som till exempel beskrivs i *Säkerhetsmål för trafikanter i vägtunnlar, järnvägstunnlar och tunnelbana* (Transportstyrelsen, 2016). Dessa principer uttrycks som:

1 Principen om berättigande av aktivitet
2 Principen om optimering av skydd
3 Fördelningsprincipen
4 Principen om undvikande av katastrofer
5 Proportionalitetsprincipen
6 Principen om ständiga förbättringar

Dessa principer ligger till grund för tolkning av resultat och föreslagna åtgärder och värdering av risk innebär alltid att en avvägning mellan dessa principer behöver göras.

Specifika förutsättningar för bedömning av risker under drifttiden

Riskbedömningen har utgått ifrån att anläggningen projekteras på ett säkert sätt i enlighet med de säkerhetskrav som bland annat ställs i plan- och bygglag, arbetsmiljölag och lag om säkerhet vid tunnelbana och spårväg. Med andra ord antas det att erforderliga åtgärder genomförs för att göra anläggningen säker för resenärer, personal och tredje person. Det kommer dock alltid att återstå en viss mängd risker. Exempelvis är det möjligt att en brand bryter ut i anläggningen trots att alla föreslagna åtgärder för brand har genomförts.

[1] Projektering av järnvägar består av fyra huvudsakliga teknikområden vilka är Bana, El, Signal och Tele.

Specifika förutsättningar för bedömning av risker under byggtiden

På samma sätt som för drifttiden har riskbedömningen för byggtiden utgått ifrån ett antal antaganden för projektet. Inledningsvis har riskbedömningen utgått ifrån att entreprenörens personal följer gällande lagar och regler samt för projektet gällande projekteringsanvisningar och handlingar.

2.2.4 Metod för framtagande av riskreducerande åtgärder

Till de risker som bedöms kunna medföra betydande miljöpåverkan har riskreducerande åtgärder identifierats och utvärderats. Åtgärder som har bedömts kunna vara rimliga och möjliga att genomföra har föreslagits.

De åtgärder som redovisas bedöms kunna eliminera, eller begränsa, effekterna av de identifierade olycksscenarierna utifrån de lokala förutsättningarna. Åtgärder delas upp i skyddsåtgärder som är åtgärder som kan regleras i järnvägsplanen som skydd mot omgivningen enligt perspektiv ”B” i avsnitt 2.1 under drifttiden och övriga försiktighetsmått.

3. Förutsättningar och objektbeskrivningar

Detta kapitel innehåller en redogörelse för de förutsättningar som gäller för området samt en beskrivning av planförslaget.

3.1 Allmän beskrivning av området

Den nya tunnelbanelinjen mellan Fridhemsplan och Älvsjö, Gul linje, innebär en ny förbindelse över Saltsjö-Mälarsnittet, vilket medför att kapaciteten stärks i detta snitt samtidigt som befintligt kollektivtrafiksystem avlastas. Det är den första tunnelbanelinjen som inte trafikerar T-Centralen. Utöver att stärka kollektivtrafiksystemet ska tunnelbanan också bidra till ökat bostadsbyggande i regionen. I Figur 2 redovisas Stockholmsregionens planerade och befintliga tunnelbanesystem.

Figur 5. Planerat och befintligt tunnelbanesystem i Stockholmsregionen.

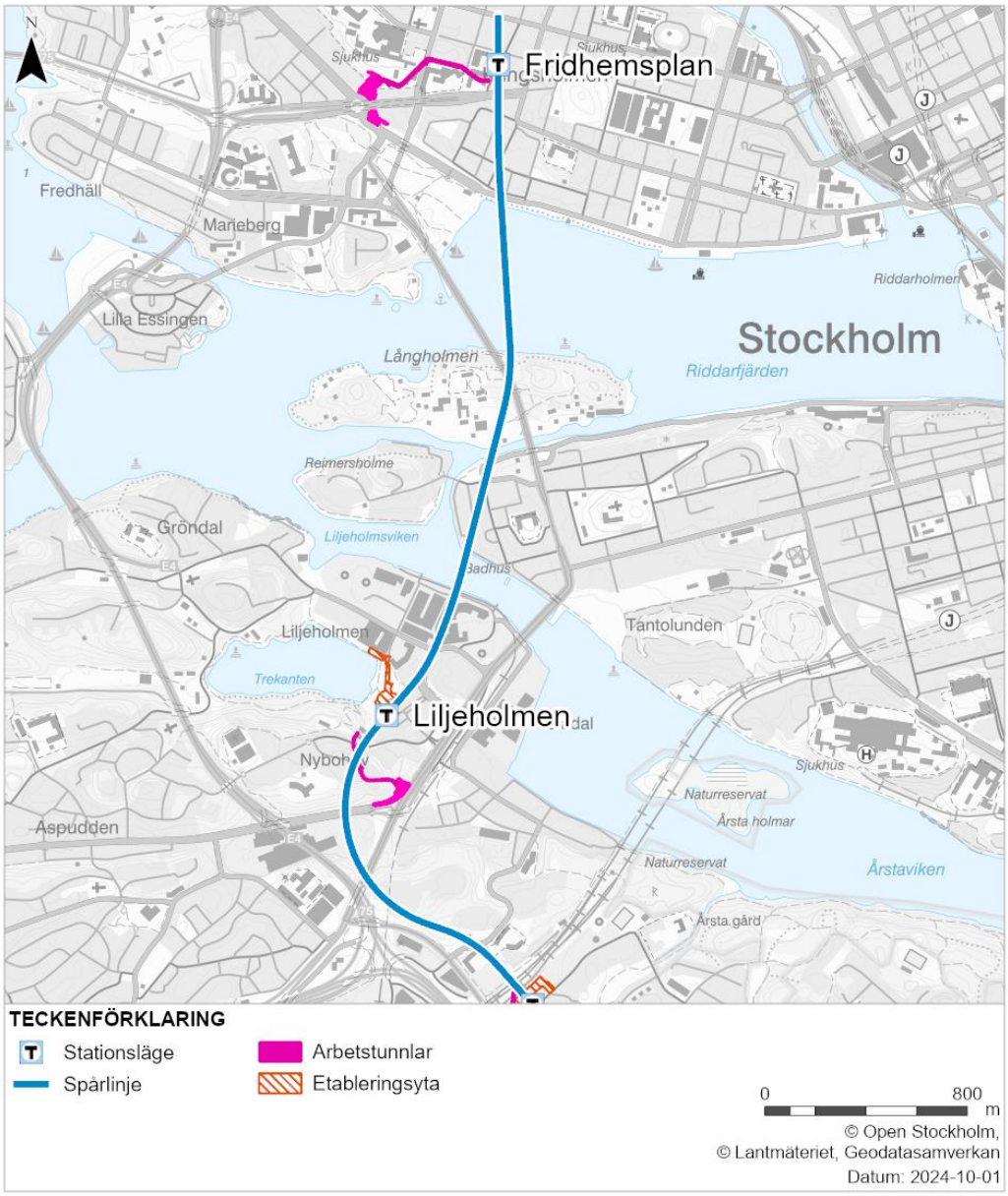
Region Stockholm ansvarar även för flera andra tunnelbaneutbyggnader som kommit längre i planering och genomförande. Dessa utbyggnader sker i tre olika riktningar: till Nacka, till Arenastaden och till Barkarby. Dessutom byggs tunnelbanans Blå linje ut till Gullmarsplan och söderort samt kopplas ihop med nuvarande Grön linje till Hagsätra, som alltså kommer att bli Blå linje när utbyggnaden är färdig. En utbyggnad av Högdalsdepån pågår också.

3.2 Planförslaget

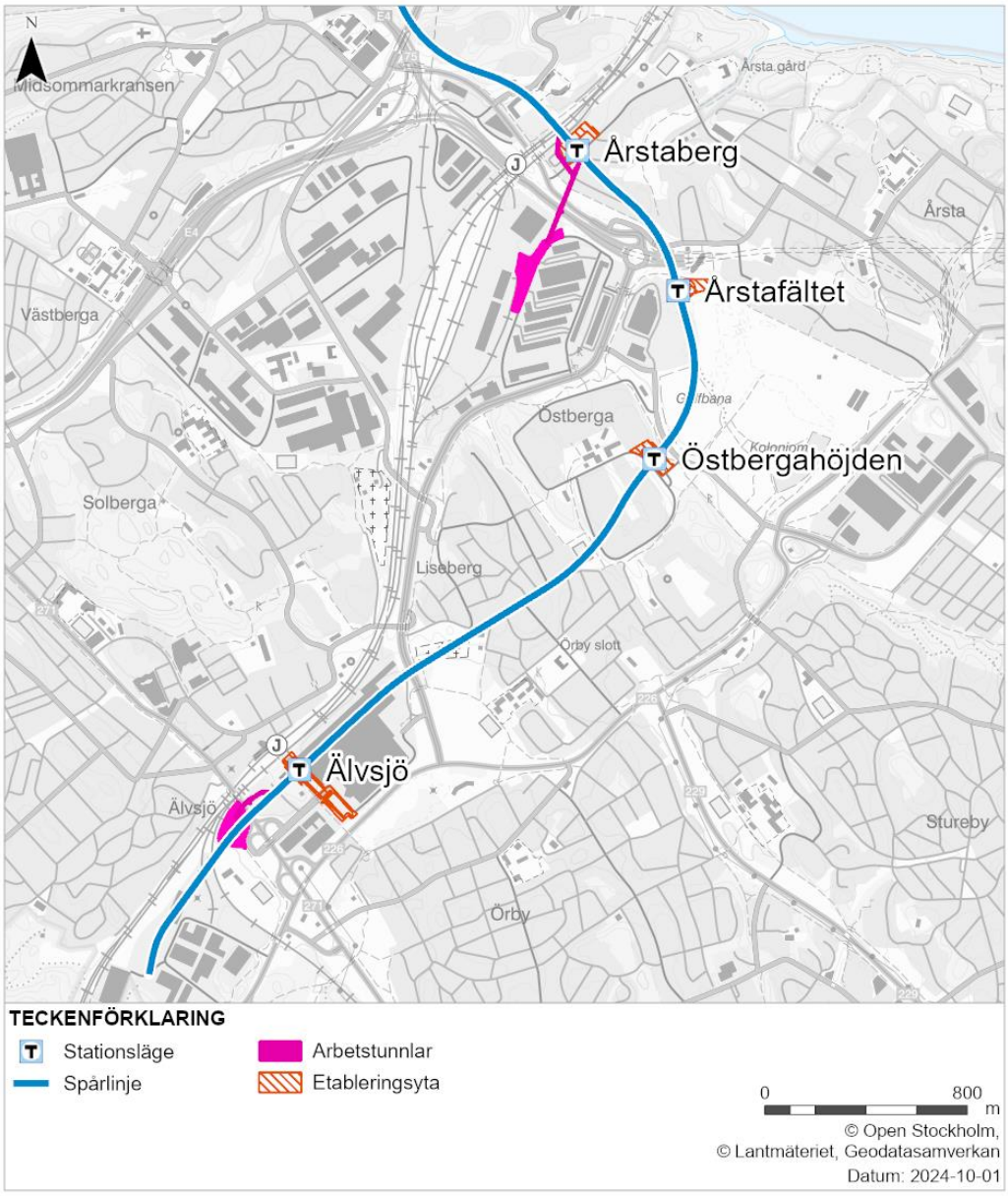
Detta kapitel innehåller en översiktlig beskrivning av planförslaget.

Längs sträckan planeras sex stationer; Fridhemsplan, Liljeholmen, Årstaberg, Årstafältet, Östbergahöjden och Älvsjö. Fridhemsplan och Liljeholmen är befintliga tunnelbanestationer. Ovan markytan kommer anläggningen att bestå av framför allt stationsuppgångar samt luftutbytesschakt och brandgasschakt.

I Figur 6 och Figur 7 nedan presenteras planerad dragning av spårlinjen samt planerad lokalisering av stationer, etableringsytor och arbetstunnlar.



Figur 6. Planerad dragning av spårlinje (norra delen), planerad lokalisering av stationer, etableringsytor samt service- och arbetstunnlar Lindhagensplan och Södertäljevägen.



Figur 7. Planerad dragning av spårlinje (södra delen), planerad lokalisering av stationer, etableringsytor samt arbetstunnlar Älvsjö IP:s grusplan och Årstakrossen.

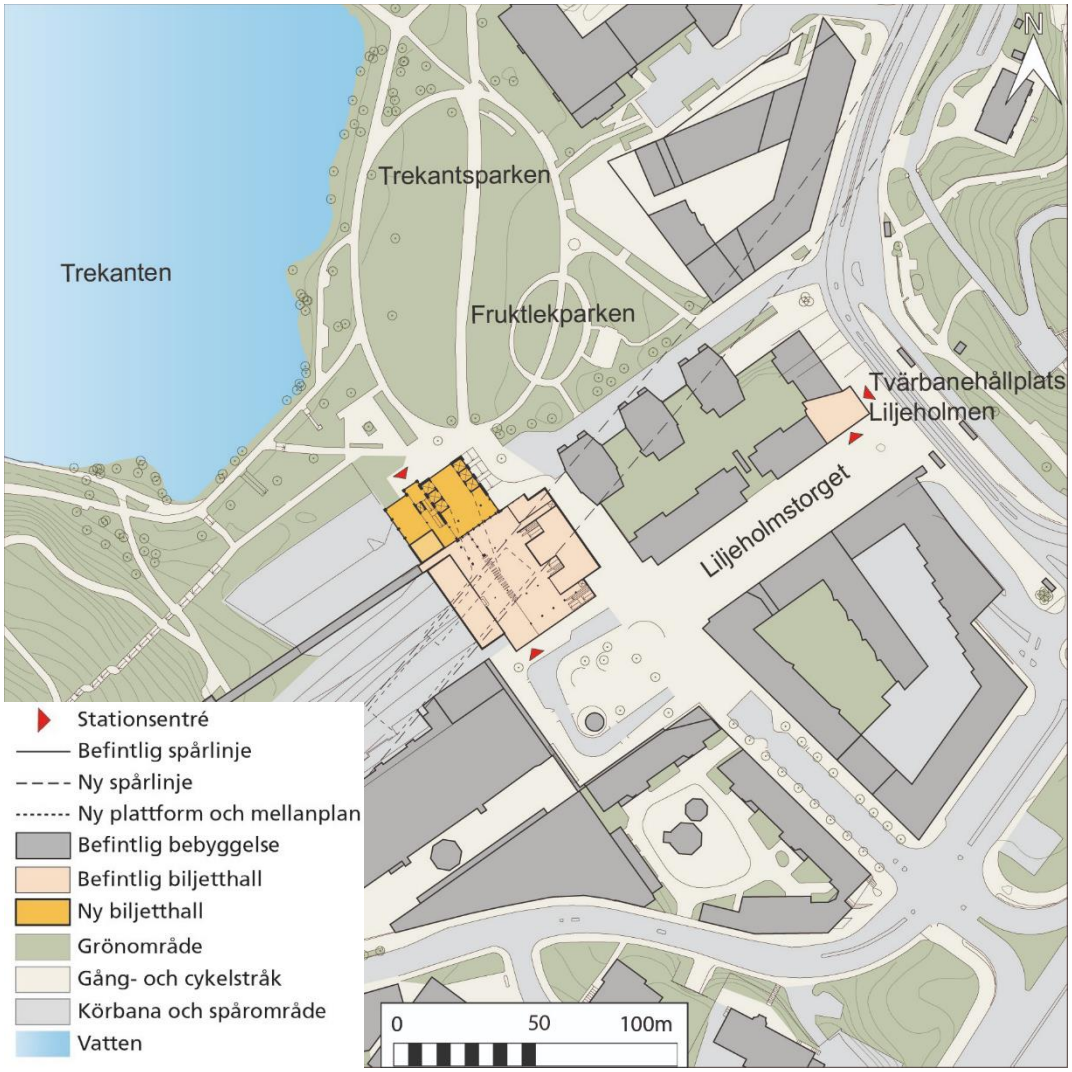
3.2.1 Station Fridhemsplan

Befintlig tunnelbanestation vid Fridhemsplan är en viktig målpunkt och knutpunkt med bytesmöjligheter till Grön och Blå linje samt bussar. En plattform för den nya tunnelbanelinjen kommer att byggas under den befintliga stationen.

Figur 8. Station Fridhemsplan.

3.2.2 Station Liljeholmen

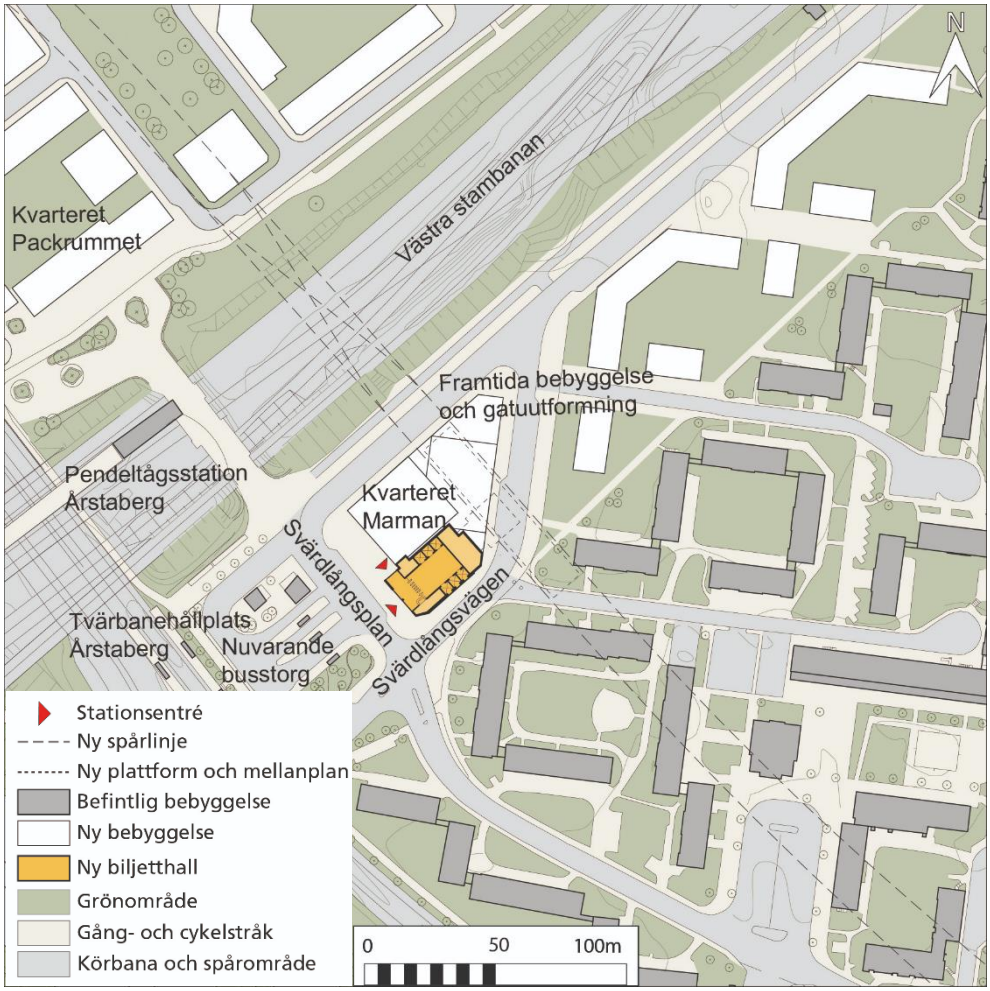
Liljeholmen är en viktig befintlig nod för byten mellan kollektivtrafikslag samt mellan cykel och kollektivtrafik. Liljeholmen trafikeras i dag av Röd linje, Tvärbanan och flera busslinjer. En ny plattform för den nya tunnelbanelinjen kommer att byggas under den befintliga stationen.



Figur 9. Station Liljeholmen.

3.2.3 Station Årstaberg

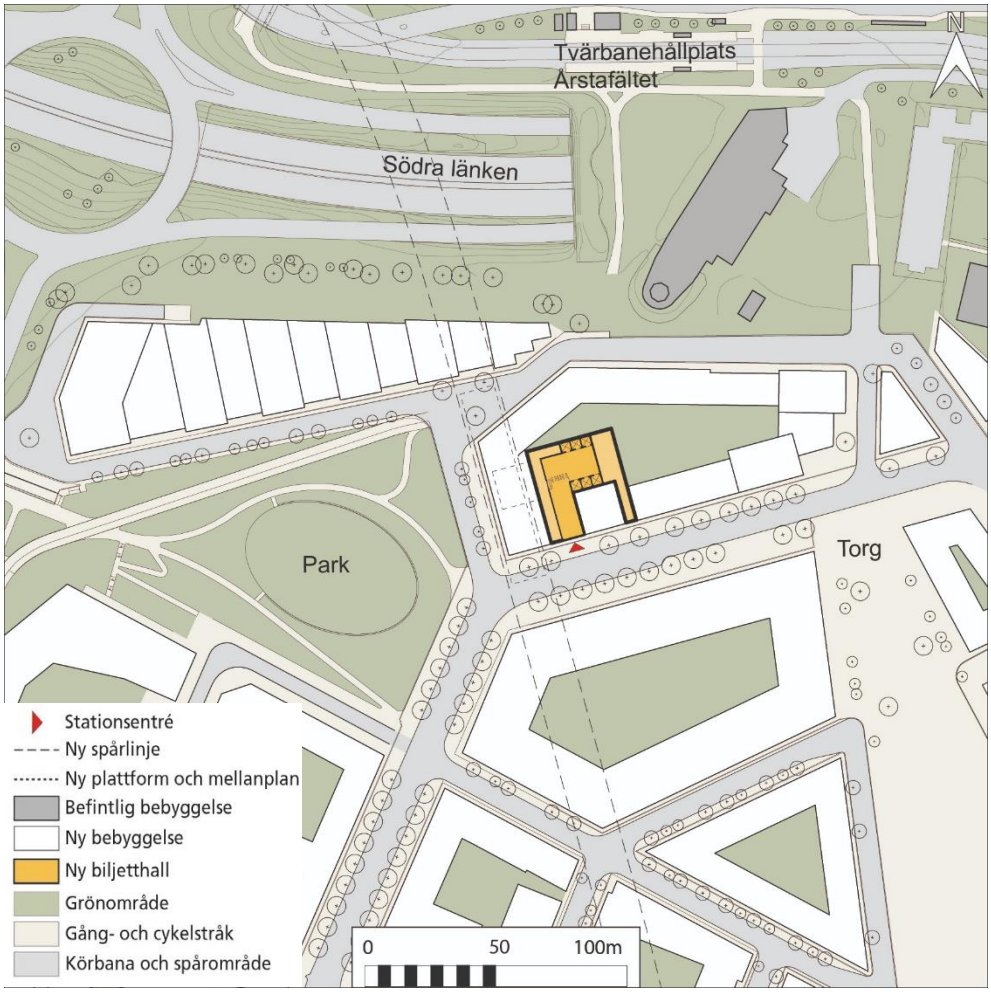
Station Årstaberg kommer att ligga i ett område som redan i dag utgör en viktig kollektivtrafiknod för resande med pendeltåg, bussar och Tvärbanan. Den nya tunnelbanestationen kommer att stärka kollektivtrafiknoden ytterligare. Stationen lokaliseras strax norr om busstorget på Svärdlångsplan.



Figur 10. Station Årstaberg.

3.2.4 Station Årstafältet

Station Årstafältet kommer att ligga i en ny stadsdel som planeras vara färdigbyggd samtidigt som nya tunnelbanan. Stationen placeras i ett kommande kvarter som kommer ligga nära det planerade stadsdelscentrumet.



Figur 11. Station Årstafältet.

3.2.5 Station Östbergahöjden

Station Östbergahöjden kommer ligga i ett område som idag saknar spårbunden kollektivtrafik. Stationen placeras i ett planerat bostadskvarter med en stationsentré som ansluter till det gångstråk som knyter samman Östberga torg med nya Årstafältet utmed Östbergabackarna.

Figur 12. Station Östbergahöjden.

3.2.6 Station Älvsjö

Station Älvsjö är en befintlig bytespunkt för kollektivtrafik. Stationen föreslås att placeras intill gång- och cykelstråket Älvsjö Broväg nära befintliga Älvsjö station med pendeltågs- och busstrafik. Stationsentrén ansluter till befintlig pendeltågsstation.

Figur 13. Station Älvsjö.

3.3 Säkerhetskoncept i nya tunnelbanan

Region Stockholm har tagit fram ett säkerhetskoncept för den nya tunnelbanan som övergripande beskriver inriktningen för regionens säkerhetsarbete avseende personsäkerhet. Detta har utgjort underlag för projektering och MKB. Konceptet har baserat sig på tidigare arbeten med nya tunnelbanan, interna krav från regionen, erfarenheter från järnvägsprojekt i tunnlar etcetera. Säkerhetsarbetet innefattar bland annat att ta fram funktionskrav för de tekniska systemen och att ta fram lösningar hur tunnelbaneanläggningarna ska utformas. I detta skede har fokus varit att belysa strategiska möjligheter för utrymning och räddningsinsats då järnvägsplanen låser utformningen på ett övergripande plan. Fortsatt arbete fokuserar på att precisera kraven på de tekniska systemen men också att utforma åtgärds- och insatsplaner samt beskriva hur driftorganisationen ska ges möjlighet att vara en del i säkerhetsarbetet.

3.3.1 Utrymnings- och insatskoncept

Tunnelbanan ska utformas för att möjliggöra självutrymning. Självutrymning innebär att resenärer själva ska kunna lämna ett brinnande tåg och ta sig till en säker plats utan att exponeras för sådana förhållanden, orsakade av branden, att de riskerar att omkomma. Den huvudsakliga strategin är att tåg körs till närmaste station för att sedan utrymmas där. Skälen till detta är bland annat att stationer är en känd miljö som är anpassad för resenärer och att insats av personal och räddningstjänst underlättas. Sannolikheten för att tåg kan köras till station för utrymning är stor. Sannolikheten för att utrymning behöver genomföras i spårtunnel är dock inte försumbar, varför det även anordnas utrymningsmöjligheter från dessa.

Utrymning och insats vid stationer

Utrymning från stationerna sker i första hand via ordinarie trappor, rulltrappor och hissar. Samtliga högkapacitetshissar används som utrymningshissar. Hissarna kompletteras alltid med separata utrymningstrapphus som kan användas för utrymning samt för evakuering från hissar om de fastnar på grund av tekniskt fel. Utrymningsvägar från plattformarna dimensioneras för att kunna utrymma två fulla tåg samtidigt. Plattformarna avskiljs från uppgångarna med dörr- och väggpartier i respektive ände. Utrymmet innanför dessa partier tjänar även som utrymningsplats för personer med nedsatt rörelseförmåga, där de sedan kan ta sig vidare med hjälp av hissar till mellanplanet och därefter med hjälp av utrymningshiss (högkapacitetshiss). Avskiljningarna tillsammans med brandgasventilation och övertrycksättning förhindrar att brand och brandgaser sprider sig till utrymningsvägarna.

Tillträdesvägar för räddningstjänsten för insats till stationerna utgörs huvudsakligen av ordinarie stationsentréer och transport ned till mellanplan kan ske med hjälp av hiss. Alla hissar används för utrymning. Till station Fridhemsplan och Liljeholmen planeras för att räddningstjänstens fordon ska kunna nyttja de arbetstunnlar som kommer att bli permanenta servicetunnlar. Tekniska system för att stödja insats finns bland annat i form av heltäckande radiokommunikationssystem, system för brandgasventilation samt särskilda informationstablåer för räddningstjänsten. Det finns även tillgång till brandvatten som räddningstjänstens rökdykare kan använda vid insats på plattform och i spårtunnel.

Utrymning och insats i spårtunnel

Vid utrymning i spårtunnel utrymmer passagerarna tåget genom att ta sig ner till hårdgjorda gångbanor i spårnivå. Gångbanorna leder till utrymningsvägar som ansluter till en annan spårtunnel eller ramper som leder upp till plattformen på en station. Gångbanorna är generellt 1,2 meter breda och löper längs med spåren utmed de nya spårtunnlarnas hela sträckning. Utrymningsvägar (tvärtunnlar) planeras att finnas med cirka

300 meters avstånd. Utrymningsvägarna leder, via brandsäkra väggar och dörrar, till den andra enkelspårstunneln som utgör säker plats. Från den säkra enkelspårstunneln kan resenärer gå ut via stationerna.

Insats i spårtunnlar sker i första hand genom att räddningstjänsten transporterar sig ner via hissar på stationerna eller servicetunnlarna vid Fridhemsplan och Liljeholmen och sedan vidare i den säkra spårtunneln och påbörjar insats från lämplig utrymningsväg. Avståndet mellan utrymningsvägarna medför att räddningstjänsten inte behöver göra insatser längre än 150 meter in i den drabbade tunneln. Tekniska system för att stödja insats finns bland annat i form av heltäckande radiokommunikationssystem och tillgång till brandvatten för räddningstjänsten.

Brandgasventilationssystem finns i tunnlarna och över plattformarna för att kontrollera brandgasspridning så att rök inte sprids till den säkra enkelspårstunneln. Systemet består av impulsfläktar i tunnlarna och utsug av brandgaser ovan plattformar.

3.4 Framtida samhällsutveckling

Den framtida samhällsutvecklingen har tagits hänsyn till i riskanalysen genom att värderingen av riskerna med planförslaget har gjorts utifrån den framtida samhällsutvecklingen i största möjliga utsträckning. Vid analys av riskerna har även indata använts utifrån förväntade förändrade förutsättningar för infrastruktur i största möjliga utsträckning. Till exempel har den kvantitativa analysen i bilaga E tagit hänsyn till en förväntad trafikökning samt förändrade förutsättningar i trafiken till följd av Tvärförbindelse Södertörn.

Sammanfattningsvis bedöms den framtida samhällsutvecklingen kopplat till utbyggnaden av ny tunnelbana innebära:

- Infrastruktursatsningar enligt nationella planen för transportsystemet, Sverigeförhandlingen och regional utvecklingsplan, bortsett från tunnelbana mellan Fridhemsplan och Älvsjö
- Befolkningsökning i enlighet med regional utvecklingsplan
- Stadsutveckling och förändrad markanvändning i enlighet med regional utvecklingsplan och Stockholms stads översiktsplan

En fullständigare redovisning finns i upprättad MKB för spårlinje och stationer.

3.4.1 Infrastruktur och trafik

I anslutning till och utmed sträckan för ny tunnelbana till Älvsjö planeras och sker en utbyggnad av samhällsviktig infrastruktur. Ett antal andra större infrastrukturprojekt kommer genomföras i Stockholms län under perioden fram till prognosåret 2050. Ytterligare ett antal projekt håller på

att utredas. Projekten som ingår i den nationella planen för transportinfrastrukturen, Stockholmsförhandlingen, Sverigeförhandlingen och/eller regional utvecklingsplan är följande:

- Förbifart Stockholm
- Mälarbanan
- Tvärförbindelse Södertörn
- Ny tunnelbana till Barkaby, Nacka, Gullmarsplan/söderort och Arenastaden samt en utbyggnad av Högdalsdepån
- Roslagsbanan till city
- Spårväg syd

3.4.2 Markanvändning

Den framtida markanvändningen planeras att utvecklas i linje med regional utvecklingsplan och Stockholmsstads översiktsplan. Den nya tunnelbanelinjens stationer ligger alla antingen i den centrala regionkärnan (Fridhemsplan, Liljeholmen och Årstaberg) eller i ett strategiskt stadsutvecklingsläge (Årstafältet, Östbergahöjden och Älvsjö). Planerna anger att den befintliga stads- och bebyggelsemiljön i dessa områden ska utvecklas till en mångsidig och funktionsblandad miljö där kollektivtrafiken prioriteras och bytespunkternas funktion säkerställs.

Områdena Årstafältet, Östberga och Årstaberg planeras som blandade stadsdelar med bostäder, service och kontor. Även området mellan Årstaberg, Nybohov och Liljeholmsviken bedöms ha mycket stora stadsutvecklingsmöjligheter. Stockholms stad har planer på att omvandla Södertäljevägen till en stadsgata och bygga bostäder och verksamheter i området. Omfattande utveckling väntas i Lövholmen, som omvandlas från verksamhetsområde till en ny stadsdel.

Stadsutveckling sker vid Marieberg och i området mellan Fridhemsplan och Stadshagen.

Stockholms stad planerar dessutom för en omfattade stadsutveckling vid Älvsjö. Planerna innehåller bland annat nya bostäder, arbetsplatser, service och skolor.

I delar av samtliga ovan nämnda områden har arbete med detaljplaneprogram eller detaljplaner inletts. Planerna befinner sig i varierande skeden.

3.4.3 Befolkningsutveckling

Enligt prognoser i kommande regionala utvecklingsplan antas Stockholmregionens befolkning öka till 3,3 miljoner invånare år 2060. Områden där en stor befolkningstillväxt väntas ske är bland annat Årsta, Årstaberg, Årstadal, Årstafältet, Liljeholmen och Gröndal. Andra områden med en påtaglig ökning är Östberga och Älvsjö.

3.5 Skyddsvärda objekt

Skyddsvärda objekt inkluderar bland annat människors liv och hälsa, naturmiljö och vattenmiljö, samhällsviktig verksamhet, kulturvärden och skyddsobjekt exempelvis regeringsbyggnader.

3.5.1 Människors liv och hälsa

Skyddsvärda objekt utifrån liv och hälsa utgörs av människor vilka vistas i eller i närheten av tunnelbanan. Det kan röra sig om resenärer i anläggningen, i anslutning till denna eller i omgivande trafiksystem. Även anläggningspersonal, boende i närområdet, personer som arbetar i anläggningens närområde med flera räknas som skyddsvärda objekt med avseende på människors liv och hälsa.

3.5.2 Naturmiljö och vattenmiljö

Naturmiljö omfattar i detta sammanhang all grönskande och obebyggd miljö så som anlagda parker, skogsområden, buskage med mera. Även vattenmiljön utgör ett skyddsvärt objekt. Naturmiljö och vattenmiljö påverkas framför allt av olycksrisker genom olika former av utsläpp, av till exempel kemikalier och släckvatten, i samband med olyckor.

De skyddsvärda naturvärdesobjekt som kartlagts utgår från naturvärdesinventeringen inom 150 meter från etableringsytor och stationer. Vidare beaktas enbart objekt som vid påverkan från en olycka kan medföra en betydande konsekvens i enlighet med de fastställda värderingskriterierna. Detta innebär att enbart naturreservat och planerade naturreservat samt ekologiskt särskilt betydelsefulla områden omfattas. Trädmiljöer och andra specifika värdefulla naturvärdesobjekt som identifierats inom ramen för genomförd naturinventering beaktas inte som enskilda skyddsvärda objekt utan utifrån bedömning av generell påverkan på naturmiljön.

Järnvägsplan för spårlinje och stationer berör inga naturreservat, Natura-2000 områden, nationalparker eller riksintresseområden för naturvård.

3.5.3 Samhällsviktig verksamhet

Med samhällsviktig verksamhet menas i denna rapport en verksamhet som uppfyller minst ett av följande två alternativ (MSB, 2014):

- Ett bortfall av, eller en svår störning i verksamheten som ensamt eller tillsammans med motsvarande händelser i andra verksamheter på kort tid kan leda till att en allvarlig kris inträffar i samhället
- Verksamheten är nödvändig eller mycket väsentlig för att en redan inträffad kris i samhället ska kunna hanteras så att skadeverkningarna blir så små som möjligt

För att kunna identifiera byggnader eller anläggningar som utgör samhällsviktiga verksamheter behöver en värdering av anläggningens

betydelse för att upprätthålla en samhällsfunktion. Detta innebär att även om skola och utbildning utgör en samhällsviktig funktion behöver det inte innebära att alla skolbyggnader klassas som samhällsviktiga. Underlag om detta har efterfrågats från länsstyrelsen i Stockholms län och berörda kommuner har efterfrågats men inte kunnat erhållas och en separat värdering av verksamheters betydelse för den samhällsviktiga funktionen har inte genomförts. I denna rapport redovisas endast de verksamheter som är uppenbart samhällsviktiga som till exempel infrastruktur och sjukhus, se tabell över skyddsvärda objekt i bilaga B.

Befintliga ledningar och tunnlar för exempelvis gas, el, tele och vatten utgör samhällsviktiga verksamheter. Då deras exakta placering och innehåll är sekretessbelagda krävs särskilda rutiner för hantering av information om dessa. Denna information hanteras i projektet av personer vilka är SUA-klassade. På så sätt beaktas denna infrastruktur i tunnelbanans projektering men redovisas inte i kartor eller tabeller i detta dokument.

3.5.4 Kulturvärden

Skyddsvärda objekt med avseende på kulturvärden utgörs av objekt och miljöer av olika ålder som är specifikt skyddade genom miljöbalken, kulturmiljölagen eller förordningen om statliga byggnadsminnen. Utöver dessa är även byggnader som blåklassats (synnerligen högt kulturhistoriskt värde) och grönklassats (högt kulturhistoriskt värde) inom ramen för Stockholms stadsmuseums kulturhistoriska klassificering eller är upptagna i Nacka kulturmiljöprogram betraktade som skyddsvärda, men har inte specificerats ytterligare inom ramen för denna rapport.

Skyddsvärda objekt av kulturhistoriskt värdefulla byggnader ska identifieras inom 150 meter från stationer och etableringsytor.

Olycksrisker bedöms främst påverka inom ett område om 30 meter från etableringar ovan jord och de skyddsvärda kulturvärdesobjekt som ligger inom detta avstånd redovisas i bilaga B. En mer fullständig och utförlig sammanställning av identifierade kulturmiljövärden och även fornlämningar redovisas i *PM Kulturmiljö* som utgör en underlagsrapport till miljöprövningen.

3.6 Riskkällor

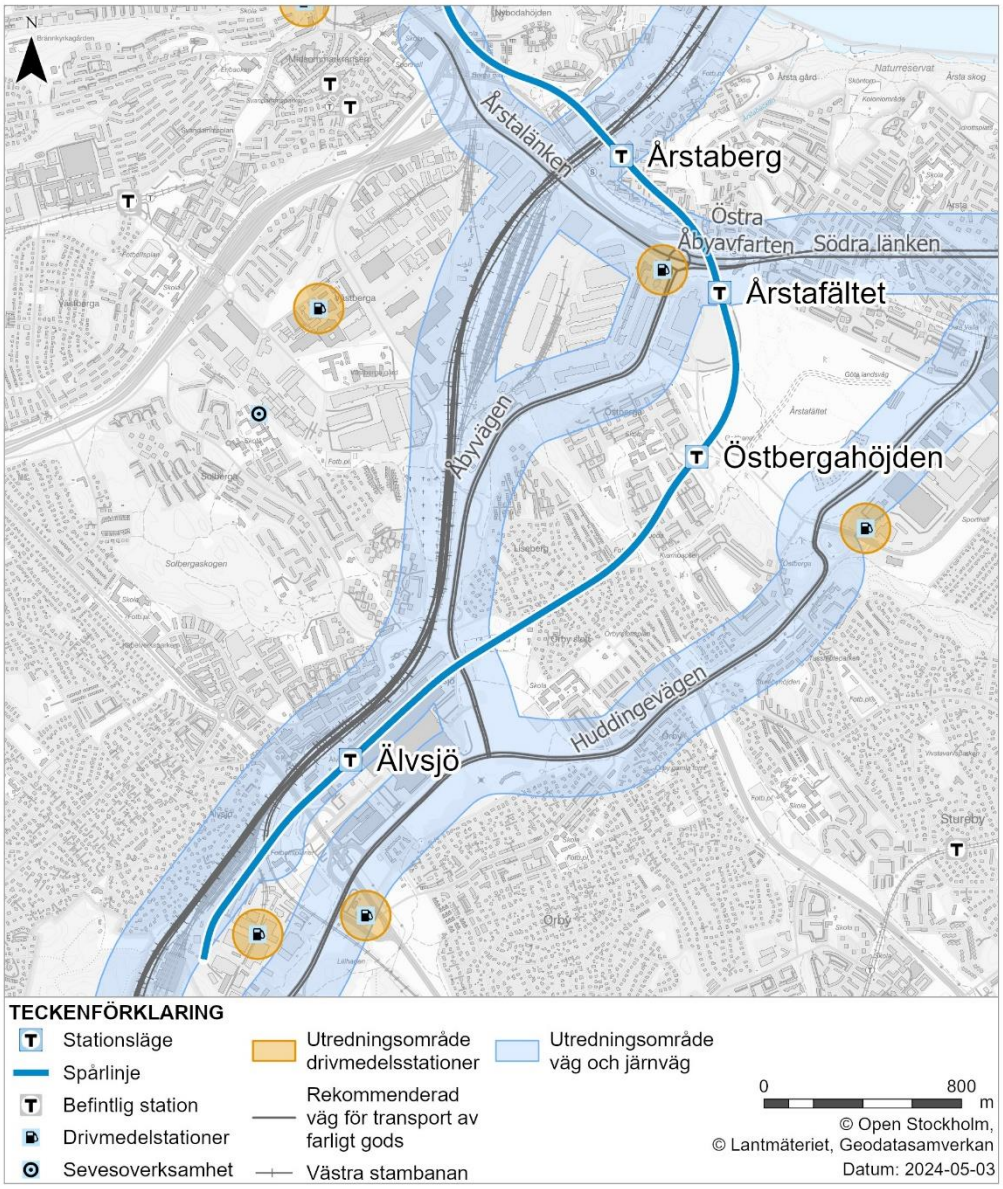
I tunnelbanans närområde har ett antal externa riskkällor under drifttiden identifierats. Inventeringen av externa riskkällor under drifttiden har fokuserats på rekommenderade transportleder för farligt gods, drivmedelstationer, Seveso-verksamheter och farliga verksamheter enligt LSO 2:4.

Det är främst i närheten av stationerna som tunnelbaneanläggningen och personerna som använder tunnelbanan bedöms kunna påverkas av omgivande riskkällor. En tunnel under mark bedöms vara skyddad från

påverkan från riskkällor ovan jord. Identifierade riskkällor i stationernas närhet utgörs av transportleder för farligt gods på väg och järnväg. De huvudsakliga riskkällorna i form av transportleder för farligt gods utgörs av transportleder som befinner sig inom 150 meter från de planerade stationslägena i enlighet med Länsstyrelsen Stockholms riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods (2016). Dock har även vissa transportleder som är mer än 150 meter från stationslägena utvärderats utifrån deras eventuella bidrag till den totala riskbilden.

I närheten finns även drivmedelstationer och anläggningar vilka utgör Sevesoverksamhet eller farlig verksamhet enligt LSO 2:4 men avstånden till dessa har bedömts vara så stora att påverkan från dessa mot stationslägena inte bedöms vara aktuellt. En översiktlig illustration över de identifierade drivmedelstationer och rekommenderade leder för transport av farligt gods samt riskkällornas utredningsområde presenteras i Figur 14 och Figur 15 nedan. Riskkällornas presenteras mer ingående i bilaga C vilken även presenterar de identifierade riskkällorna och riskfyllda aktiviteterna under byggtiden.

Figur 14. Identifierade drivmedelstationer och rekommenderade leder för transport av farligt gods samt riskkällornas utredningsområde längs med norra delen av planerad spårlinje.



Figur 15. Identifierade drivmedelstationer och rekommenderade leder för transport av farligt gods samt riskkällornas utredningsområde längs med södra delen av planerad spårlinje. Placering av Seveso-verksamhet Sandvik Västberga framgår av figuren.

4. Planförslagets olycksrisker: drifttid

I detta kapitel beskrivs riskbilden för planförslagets drifttid.

4.1 Påverkan från omgivningen

I tabellen nedan listas de mest betydande riskerna från omgivningen på anläggningen under drifttiden. I bilaga D finns en komplett risklista.

Eftersom tabellen nedan presenterar risker från omgivningen är det inte aktuellt att skatta konsekvenserna för naturmiljö och vattenmiljö.

Tabell 3. Risklista med de mest betydande riskerna från omgivningen på anläggningen under drifttiden.

Olycksscenario	Sannolikhet	Påverkan på liv och hälsa	Påverkan på fysisk miljö	Motivering till uppskattad miljöeffekt
Olycka med farligt gods på Södra länken i närheten av station Årstaberg	2	3	3	Se avsnitt 4.1.1
Olycka med farligt gods på Västra stambanan i närheten av station Årstaberg	1	4	4	Se avsnitt 4.1.1
Olycka med farligt gods på Södra länken i närheten av station Årstafältet	2	4	4	Se avsnitt 4.1.1
Olycka med farligt gods på Åbyvägen eller anslutning av Åbyvägen till Södra länken i närheten av station Årstafältet	1	4	4	Se avsnitt 4.1.1
Olycka med farligt gods på Västra stambanan i närheten av station Älvsjö	1	4	4	Se avsnitt 4.1.1
Skyfall som leder till översvämning av tunnelbana	2	1	3	Tunnelbanan ska utformas för att klara 100-årsregn med en klimatfaktor 1,2, det vill säga 20 % ökning av flödet. Se *PM Skyfall och översvämning* för utförligare beskrivning

Olycksscenario	Sannolikhet	Påverkan på liv och hälsa	Påverkan på fysisk miljö	Motivering till uppskattad miljöeffekt
Olycka med farligt gods i närheten av luftutbytesschakt som innebär att brandfarliga eller giftiga gaser når publika ytor i tunnelbanesystemet	1	3	1	Se avsnitt 4.1.2
Brand i tunnel för Blå eller Grön linje som leder till spridning av brand eller brandgaser till station Fridhemsplan	1	3	3	Eftersom Gul, Grön och Blå linje än sammankopplade kan en brand i Grön eller Blå linjes tunnel medföra påverkan på station Fridhemsplan. Brandskyddet på stationen och i tunneln förväntas vara utfört för att hantera denna händelse
Brand i tunnel för Röd linje som leder till spridning av brand eller brandgaser till station Liljeholmen	1	3	3	Eftersom Gul och Röd linje än sammankopplade kan en brand i Röd linjes tunnel medföra påverkan på station Liljeholmen. Brandskyddet på stationen och i tunneln förväntas vara utfört för att hantera denna händelse

4.1.1 Olycka med farligt gods på väg eller järnväg

Risken för olycka vid transport av farligt gods i närheten av stationsuppgångarna har beräknats kvantitativt, se bilaga E. Följande riskpåverkan har beräknats:

- Södra länken till Årstaberg
- Västra stambanan till Årstaberg
- Södra länken till Årstafältet
- Åbyvägen och anslutning av Åbyvägen till Södra länken till Årstafältet
- Västra stambanan till Älvsjö

I bedömningen av sannolikheterna för olycka eller urspårning vid transport av farligt gods på väg eller järnväg i Tabell 3 ovan skiljer sig Södra länken från Västra stambanan och Åbyvägen. Anledningen till att det har ansatts en högre sannolikhet för olycka på Södra länken är att tåg bedöms vara säkrare transportmedel med färre olyckor samt att antalet fordon och transporter på Södra länken är högre än på Åbyvägen.

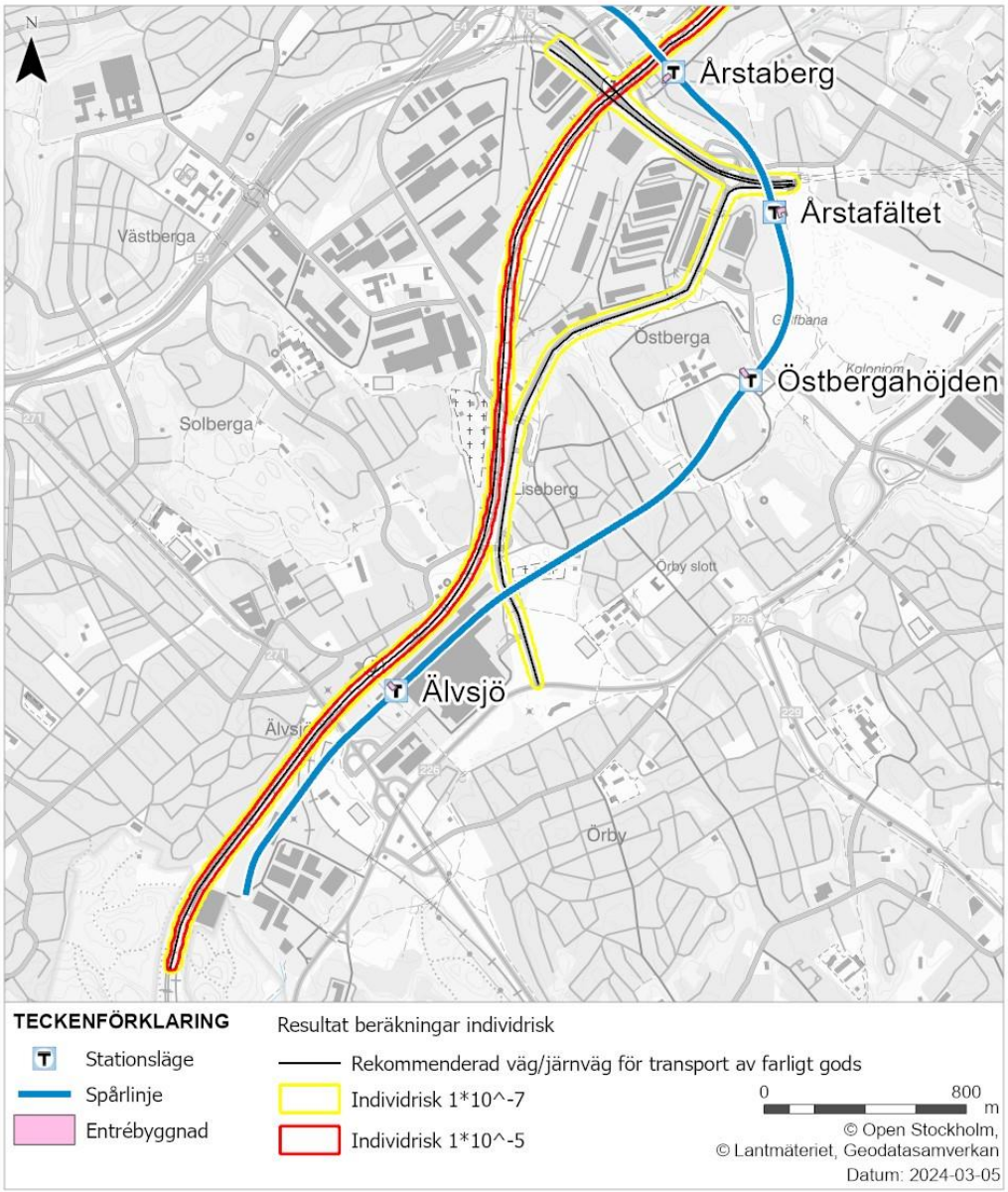
Konsekvenserna för olycksscenariot *Olycka med farligt gods på Södra länken i närheten av station Årstaberg* bedöms i Tabell 3 vara lägre än i de andra scenarierna eftersom avståndet mellan vägen och stationen är längre.

I bilaga E genomförs en kvantitativ riskanalys där risknivån från transportleder för farligt gods beräknas med individ- och samhällsrisk. Den beräknade individrisken med avseende på transporterna av farligt gods är tolerabel vid samtliga stationer. Avståndet mellan stationer och aktuella transportleder är större än det beräknade avståndet till tolerabla risknivåer, se Tabell 4. Individrisken beräknas ackumulerad där samtliga transportleders riskbidrag vägs samman för respektive station. I tabellen presenteras avståndet från respektive transportled där den ackumulerade risken beräknats vara tolerabel.

Tabell 4. Avstånd mellan aktuella transportleder och stationer samt avstånd från transportleder till tolerabla ackumulerade individrisknivåer.

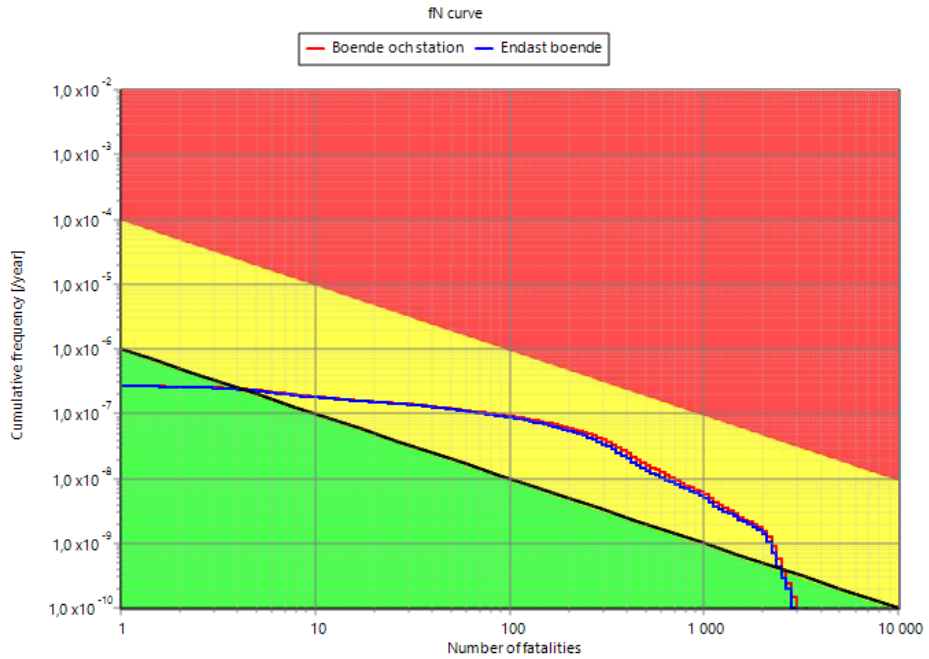
Transportled	Station	Avstånd mellan transportled och station	Beräknat avstånd från transportled till tolerabla individrisknivåer
Södra länken (norrgående)	Årstaberg	160 meter	30 meter
Södra länken (södergående)	Årstafältet	55 meter	28 meter
Västra stambanan	Årstaberg	70 meter	48 meter
Västra stambanan	Älvsjö	45 meter	41 meter
Åbyvägen eller anslutning av Åbyvägen till Södra länken	Årstafältet	45 meter	29 meter

Resultatet i tabellen ovan visualiseras i Figur 16 nedan där individriskkonturerna illustreras på karta. Individrisken bedöms utifrån beräkningarna vara tolerabel (understiger 10^{-7}) vid samtliga stationer eftersom stationerna befinner sig utanför de gula konturerna i figuren. Vid station Älvsjö finns det ingen bebyggelse mellan Västra stambanan och stationsbyggnaden och avståndet är förhållandevis litet. Det är även små marginaler vid jämförelse av avstånd mellan Västra stambanan och stationen samt beräknat avstånd från Västra stambanan till tolerabla ackumulerade individrisknivåer, se Tabell 4. Detta i kombination med osäkerheter i beräkningar innebär att det bedöms finnas behov av att reducera risken för olycka vid transport av farligt gods på Västra stambanan förbi station Älvsjö.

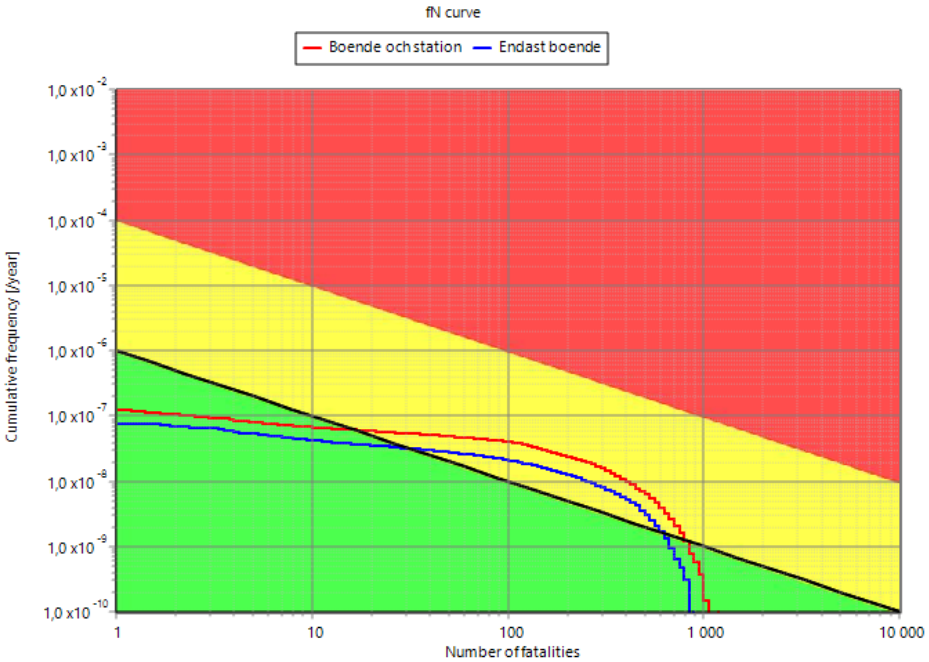


Figur 16. Individriskkonturer för rekommenderade transportleder av farligt gods i närheten av aktuella stationer.

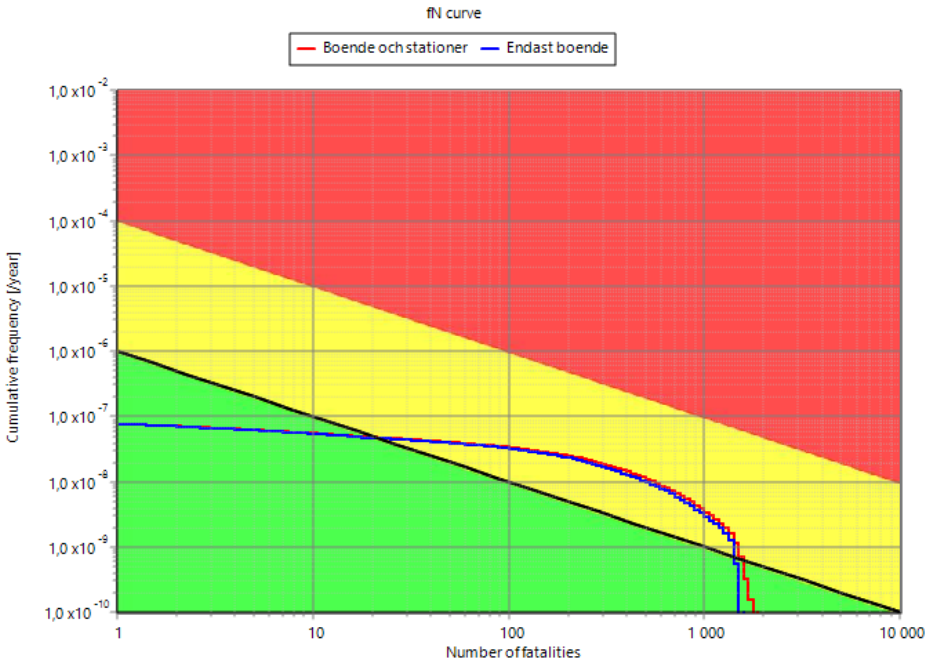
I figurerna nedan presenteras samhällsriskberäkningar i form av FN-kurvor för de tre aktuella stationerna Årstaberg, Årstafältet och Älvsjö. Den blå kurvan illustrerar en FN-kurva för endast boende i närheten av respektive station och den röda kurvan illustrerar en FN-kurva för både boende och personer som använder stationen.



Figur 17. Beräkningar av samhällsrisk – Station Årstaberg.



Figur 18. Beräkningar av samhällsrisk – Station Årstafältet.



Figur 19. Beräkningar av samhällsrisk – Station Älvsjö.

Beräkningar av samhällsrisken för aktuella stationer visar att samhällsrisken endast ökar marginellt vid byggnation av den Gula linjens tunnelbana.

Eftersom tunnelbana är ett säkrare transportsätt än de transportmetoder som används vid nollalternativet bedöms den marginella skillnaden i den beräknade samhällsrisken inte innebära en ökning sett till den totala samhällsrisken. För fullständig presentation av indata, antaganden, resonemang och beräkningar, se bilaga E.

4.1.2 Olycka vid transport av farligt gods i närheten av luftutbytesschakt

Vid en olycka med transport av farligt gods kan giftig eller brandfarlig gas nå tunnelbanans publika delar via luftutbytesschakt och orsaka allvarliga skador på resenärer. I Figur 20 och Figur 21 nedan presenteras den planerade placeringen av luftutbytesschakt längs med spårlinjen.

Figur 20. Placering av brandgasschakt och luftutbytesschakt längs med den norra delen av spårlinjen.

Figur 21. Placering av brandgasschakt och luftutbytesschakt längs med den södra delen av spårlinjen.

Luftutbytesschakt placerade inom 100 meter från rekommenderad led för transport av farligt utgörs av ett schakt norr om station Älvsjö i närheten av Åbyvägen. Detta luftutbytesschakt är placerat mer än 500 meter ifrån stationsläget och de publika ytorna i tunnelbanesystemet vilket innebär att sannolikheten att farliga koncentrationer når stationen är relativt liten eftersom gasen späds ut. Luftutbytesschakt vid Åbyvägen kommer att vara placerat inom 10 meter från vägen, dock har det bedömts transporteras liten andel farligt gods på Åbyvägen jämfört med andra rekommenderade transportleder för farligt gods och det bedöms inte transporteras giftig gas på Åbyvägen, se bilaga E.

4.2 Påverkan på omgivningen

I tabellen nedan listas de mest betydande riskerna på omgivningen från anläggningen under drifttiden. I bilaga D återfinns en komplett risklista.

Tabell 5. Risklista med de mest betydande riskerna på omgivningen från anläggningen under drifttiden.

Olycksscenario	Sannolik-het	Påverkan på liv och hälsa	Påverkan på naturmiljö och/eller vatten-miljö	Påverkan på fysisk miljö	Motivering till uppskattad miljöeffekt
Spridning av brandgaser via brandgasschakt	4	1	1	1	Se avsnitt 4.2.1
Brand i tunnel vid station Fridhemsplan leder till spridning av brand eller brandgaser till tunnel för Blå och Grön linje	1	3	1	3	Eftersom Gul, Grön och Blå linje än sammankopplade kan en brand vid station Fridhemsplan medföra påverkan på Grön eller Blå linjes tunnel. Brandskyddet på stationerna och i tunnlarna förväntas vara utfört för att hantera denna händelse
Brand i tunnel vid station Liljeholmen leder till spridning av brand eller brandgaser till tunnel för Röd linje	1	3	1	3	Eftersom Gul och Röd linje än sammankopplade kan en brand vid station Liljeholmen medföra påverkan på Röd linjes tunnel. Brandskyddet på stationerna och i tunnlarna förväntas vara utfört för att hantera denna händelse
Spridning av kontaminerat släckvatten vid släckinsats	1	1	3	1	Se avsnitt 4.2.2

Olycksscenario	Sannolik-het	Påverkan på liv och hälsa	Påverkan på naturmiljö och/eller vatten-miljö	Påverkan på fysisk miljö	Motivering till uppskattad miljöeffekt
Brand i tunnelbane-station leder till spridning av brand eller brandgaser till	2	2	1	3	Detta ska hanteras i brandteknisk projektering av stationerna. Diesel från reservkraft i biljetthallens källare förutsätts placeras i egen brandcell och i invallad behållare

4.2.1 Spridning av brandgaser via brandgasschakt

Anledningen till att sannolikheten har bedömts vara förhållandevis hög är att även mindre bränder omfattas av detta scenario.

Påverkan på omgivningen, främst gällande risken för brandspridning, är beaktad vid val av placering av schakt i enlighet med av FUT upprättad projekteringsanvisning. De två brandgasschakten vid Årsta skolgränd och Fridhemsgatan (se Figur 20 och Figur 21) är placerade mer än 8 meter från fasad i enlighet med denna anvisning. Brandgasschakt vid Fridhemsgatan är placerat i närheten av skolgård. Viss olägenhet kan förekomma i händelse av brand till följd av brandgaser. Påverkan bedöms dock vara liten. Vid framtida bebyggelse kan åtgärder i form av skyddsavstånd, utsläppshöjd, fasadåtgärder eller ventilationsåtgärder bli nödvändiga.

4.2.2 Spridning av släckvatten till omgivningen vid släckinsats

Regionen Stockholm har tagit fram ett säkerhetskoncept för nya tunnelbanan. Enligt detta säkerhetskoncept ska det finnas tillgång till brandvatten för räddningstjänsten. Eftersom det finns tillgång till brandvatten kan det inte uteslutas att räddningstjänsten påför vatten på branden vid insats. Kontaminerat brandvatten kallas släckvatten och vid infiltration av släckvatten i marken kan vattenmiljön och naturmiljön påverkas negativt.

Släckvatten i tunnel kommer att hanteras genom att med hjälp av pumpning ledas till VA-station vid Fridhemsplan där det kontaminerade vattnet kan hanteras innan det släpps ut i recipient.

4.3 Risker inom anläggningen

I tabellen nedan listas de mest betydande riskerna inom anläggningen under drifttiden. I bilaga D återfinns en komplett risklista.

Tabell 6. Risklista med de mest betydande riskerna inom anläggningen under drifttiden.

Olycksscenario	Sannolikhet	Påverkan på liv och hälsa	Påverkan på fysisk miljö	Motivering till uppskattad miljöeffekt
Personpåkörning och suicid	4	3	1	Se avsnitt 4.3.1
Allvarlig brand	2	4	4	Se avsnitt 4.3.2
Urspårning och kollision	3	1	3	Se avsnitt 4.3.3
Antagonistiska hot	Går ej att bedöma	Går ej att bedöma	Går ej att bedöma	Se avsnitt 4.3.4

4.3.1 Personpåkörning och suicid

Under 2022 inträffade totalt 47 allvarliga olyckor i bantrafiken, det vill säga vid järnväg, spårväg och tunnelbana sammantaget. Det kan jämföras med 50 olyckor från året före, som tillsammans med 2020 och 2016 är åren med lägst antal olyckor under hela 2000-talet. Majoriteten av bantrafikolyckorna sker vid järnvägen. Under 2022 inträffade 34 olyckor vid järnvägen, 10 olyckor vid spårvägen och 3 olyckor i tunnelbanan (Trafikanalys, 2023).

Under 2022 omkom inga personer i tunnelbaneolyckor. Året innan var det 2 personer som omkom, en person som befann sig på en plattform vid olyckan och en som obehörigt befann sig på spårområdet. Sedan 2011 har den högsta årssiffran varit 5 omkomna.

Inom bantrafiken är självmordshändelser vanligare än olyckshändelser, framför allt inom järnväg. Totalt inträffade 86 självmordshändelser under 2022, 71 vid järnväg, 1 vid spårvägen och 14 i tunnelbanan. Totalt är det nio färre än året innan. Över tid är det tydligt – de allra flesta som omkommer i bantrafiken gör det vid järnvägen, såväl i olyckor som självmord (Trafikanalys, 2023).

Utöver personskadan uppstår även kortare störningar i tunnelbanetrafiken vid denna typ av olyckor. Sammanfattningsvis är detta en viktig risk att hantera men statistiken visar också att risken är lägre för tunnelbanan än för alternativa transportsätt.

4.3.2 Allvarlig brand

En brand i tunnelbanan/station kan bland annat uppkomma i tåg, på stationer, i teknikutrymmen, kablar eller till följd av läckage och antändning av diesel från reservkraft i biljetthallens källare. De främsta orsakerna till brandtekniska fel eller att branden är anlagd.

Brandbelastningen i hela anläggningen hålls generellt låg och den huvudsakliga risken är brand i tåg. Brand kan även uppstå som följd av urspårning eller kollision men detta är mycket ovanligt och har inte inträffat i tunnelbanan.

Utifrån genomgång av Trafikförvaltningens avvikelserapportering kan det konstateras att allvarliga bränder i tunnelbanan är mycket ovanliga. Ingen person har omkommit eller skadats allvarligt till följd av brand i Stockholms tunnelbana sedan den togs i drift. Mindre bränder eller rökutvecklingar i tåg eller anläggningen förekommer dock årligen, 1-2 gånger per år leder till räddningsinsats (Transportstyrelsen, 2016). Statistik gällande brand i tåg från järnväg visar att 85 % av bränderna är små eller mycket små (Trafikverket, 2013). Sedan tunnelbanan togs i drift har en större brandhändelse inträffat. Baserat på detta bedöms sannolikheten för allvarliga bränder vara 1 gång på 100-1000 år för den nya tunnelbanan.

Inom ramen för projekteringen bedrivs ett omfattande arbete med att ta fram utrymnings- och insatskoncept för att säkerställa en hög säkerhetsnivå i anläggningen, detta beskrivs mer detaljerat i avsnitt 3.3.

4.3.3 Urspårning och kollision

Generellt sett är resande i tunnelbanan behäftad med något lägre risker i jämförelse med järnvägsdrift, baserat på avlidna och allvarligt skadade i relation till hur många det är som reser. Under tioårsperioden från 2013 till 2022 inträffade sammanlagt 2 urspårningar eller kollision, båda under år 2020. Under dessa år avled dock ingen resenär eller anställd vid resa i tunnelbanan (Trafikanalys, 2023). Sannolikheten för en allvarlig trafikolycka i tunnelbanan förefaller således vara begränsad.

4.3.4 Antagonistiska hot

Det finns en antagonistisk hotbild vilken är svårbestämd men inte kan sägas vara försumbar. I projekteringen av anläggningen har vissa åtgärder tagits mot antagonistiska hot, till exempel är bärande huvudsystem dimensionerade för att klara en viss explosion. Dock föreligger en återstående risk för ett stort antal skadade och omkomna vid sabotage och terrorangrepp såsom sprängningar, utsläpp av giftig gas, väpnade attacker eller liknande. Risken kan till en viss gräns hanteras genom organisatoriska och polisiära åtgärder vid en förändrad hotbild, men inte fullt ut. Kameraövervakning och närvaro av väktare är exempel på åtgärder vilka kan minska risken för antagonistiska hot och också ökar tryggheten för resenärerna.

5. Planförslagets olycksrisker: byggtid

I detta kapitel beskrivs riskbilden för planförslagets byggtid.

5.1 Påverkan från omgivningen

I detta avsnitt presenteras en risklista med de mest betydande riskerna från omgivningen på anläggningen under byggtiden. I listan skattas sannolikheten och eventuell påverkan för respektive olycksscenario. I bilaga D återfinns en komplett risklista.

Eftersom tabellen nedan presenterar risker från omgivningen är det inte aktuellt att skatta konsekvenserna för naturmiljö och vattenmiljö.

Tabell 7. Risklista med de mest betydande riskerna från anläggningen på omgivningen under byggtiden.

Olycksscenario	Sannolikhet	Påverkan på liv och hälsa	Påverkan på fysisk miljö	Motivering till uppskattad miljöeffekt
Ofrivillig detonation av gammalt sprängämne	1	4	4	Vid bergarbeten kan dolor (gammalt sprängämne från tidigare arbeten) ofrivilligt detoneras. Ofrivillig detonation förväntas kunna ge stora konsekvenser på både människors liv och hälsa samt fysisk miljö. Inför bergarbeten behöver det genomföras riskanalyser där denna risk ska inkluderas
Brand i tunnel för Blå eller Grön linje vid station Fridhemsplan som sprider sig till Gul linje	1	3	3	Se avsnitt 5.1.1
Brand i tunnel för Röd linje vid station Liljeholmen som sprider sig till Gul linje	1	3	3	Se avsnitt 5.1.1

5.1.1 Brand i närliggande tunnel som sprider sig till Gul linje

Skyddsplugg mot befintlig tunnelbana förväntas behållas så länge som möjligt för att minska sannolikheten för att en brand i närliggande tunnel sprids till Gul linje. Trots detta förväntas det finnas en sannolikhet, dock låg, att det ska inträffa. Olycksscenariot förväntas påverka både människors liv och hälsa samt fysisk miljö.

Projekteringen av brandskyddet och konstruktionen för stationerna och tunnlarna förutsätts genomföras med hänsyn till risk för ras.

5.2 Påverkan på omgivningen

I detta avsnitt presenteras en risklista med de mest betydande riskerna från anläggningen på omgivningen under byggtiden. I listan skattas sannolikheten och eventuell påverkan för respektive olycksscenario. I bilaga D återfinns en komplett risklista.

Tabell 8. Risklista med de mest betydande riskerna på omgivningen från anläggningen under byggtiden.

Olycksscenario	Sannolikhet	Påverkan på liv och hälsa	Påverkan på naturmiljö och/eller vattenmiljö	Påverkan på fysisk miljö	Motivering till uppskattad miljöeffekt
Olycka vid transport av farligt gods till och från etablerings-områden	2	4	2	1	Se avsnitt 5.2.1
Sprängningsarbete som orsakar oönskade ras och/eller medför skador på personer och bebyggelse i omgivningen	2	3	1	2	Se avsnitt 5.2.2
Trafikolycka vid etableringsområde	3	4	1	1	Då det förekommer trafikomläggningar och tunga transporter finns risk för ökad exponering för trafikolyckor i omgivningen. Detta olycksscenario bedöms främst påverka människors liv och hälsa. Tydlig skyltning, tydliga avspärrningar och trafikplanering krävs under arbetet

Olycksscenario	Sannolikhet	Påverkan på liv och hälsa	Påverkan på naturmiljö och/eller vattenmiljö	Påverkan på fysisk miljö	Motivering till uppskattad miljöeffekt
Befintlig ledning i mark skadas till följd av påkörning eller pågrävning	2	1	1	3	Om ledningar i mark inte är placerade enligt det underlag som använts kan till exempel vatten- eller elledningar grävas av och orsaka störningar. Detta olycksscenario bedöms främst påverka fysisk miljö. Det ska utredas var befintliga ledning är placerade och ledningar ska skyddas mot avgrävning
Arbete innebär skador/påverkan på Blå eller Grön linje vid station Fridhemsplan	1	2	1	4	Se avsnitt 5.2.3
Arbete innebär skador/påverkan på Röd linje vid station Liljeholmen	1	2	1	4	Se avsnitt 5.2.3
Brand under byggtid medför att brand och/eller brandgas sprids till befintlig tunnelbana	1	3	1	3	Skyddsplugg mot befintlig tunnelbana behålls så länge som möjligt. Samplanering, brandskydd under byggtid och god samverkan med driften av stationen krävs. Detta olycks-scenario bedöms kunna påverka både människors liv och hälsa samt fysisk miljö

Olycksscenario	Sannolikhet	Påverkan på liv och hälsa	Påverkan på naturmiljö och/eller vattenmiljö	Påverkan på fysisk miljö	Motivering till uppskattad miljöeffekt
Schaktning och bergarbeten medför skador på intilliggande befintliga byggnader	2	1	1	3	Trots att marken stabiliseras innan schaktning kan denna typ av arbete medföra skador på intilliggande fysisk miljö. Geoteknisk undersökning förväntas utföras innan denna typ av arbete påbörjas för att minska risken.
Läckage av bränsle eller utsläpp av annan kemikalie på arbetsplats når dagvattensystemet och sedan slutrecipient	3	1	2	1	Se avsnitt 5.2.4

5.2.1 Olycka vid transport av farligt gods

Transporter av farligt gods ökar sannolikt vid byggnationen för att möjliggöra arbeten som till exempel sprängning. Heta arbeten och bränslen till verktyg och maskiner kan även medföra transporter av farligt gods. Då det dessutom förekommer trafikomläggningar är det högre sannolikhet att en olycka vid transporten sker. Tydlig skyltning och anpassad hastighetsbegränsning krävs för att undvika detta i största mån. Detta olycksscenario bedöms främst påverka människors liv och hälsa men kan även påverka naturmiljö och vattenmiljö samt fysisk miljö.

5.2.2 Sprängningsarbete påverkar omgivningen

Oönskade ras eller skador på personer och bebyggelse kan inträffa som en följd av sprängningsarbetet trots att arbetet har planerats och relevanta undersökningar ha genomförts. Detta olycksscenario förväntas kunna påverka både människors liv och hälsa samt fysisk miljö.

5.2.3 Arbete påverkar intilliggande tunnelbanor

Trots att ett grundligt markarbete har genomförts och sprängningarna har planerats kan det förekomma påverkan på intilliggande tunnelbanor.

Vid behov förväntas befintlig tunnelbana stängas av och skyddsväggar sättas upp innan sprängning. Skyddsplugg mot befintlig tunnelbana behålls

så länge som möjligt. Med god samplanering och god samverkan med driften av närliggande tunnelbanor bedöms risken för skada på person och fysisk miljö kunna hållas relativt låg.

5.2.4 Utsläpp av kemikalie

Det förväntas kunna ske ett läckage av bränsle till verktyg och maskiner samt utsläpp av kemikalier som används på arbetsplatsen. Om läckaget eller utsläppet inte stoppas eller samlas upp kan det nå recipient via dagvattensystemet. Konsekvensen beror på mängd och typ av kemikalie. Detta olycksscenario förväntas endast ha påverkan på naturmiljön och/eller vattenmiljön.

5.3 Risker inom anläggningen

I detta avsnitt presenteras en risklista med de mest betydande riskerna inom anläggningen under byggtiden. I listan skattas sannolikheten och eventuell påverkan för respektive olycksscenario. I bilaga D återfinns en komplett risklista.

Tabell 9. Risklista med de mest betydande riskerna inom anläggningen under byggtiden.

Olycksscenario	Sannolikhet	Påverkan på liv och hälsa	Påverkan på naturmiljö och/eller vattenmiljö	Påverkan på fysisk miljö	Motivering till uppskattad miljöeffekt
Brand under byggtid	3	3	1	2	Se avsnitt 5.3.1
Arbetsmiljörisker	-Inget data	- Inget data	- Inget data	- Inget data	Sannolikhet och påverkan hanteras inte inom ramen för detta arbete, hanteras i *PM Arbetsmiljörisker* Se avsnitt 5.3.2

5.3.1 Brand under byggtid

Brandrisken är förhöjd under byggtiden, eftersom de aktiva och passiva systemen för brandskyddet ännu inte är installerade alternativt inte kompletta. Dessutom utförs arbete som kan orsaka brand.

En plan för brandskydd under byggtiden behöver upprättas, i vilken ett helhetsgrepp tas för brandskyddet under byggtiden. Detta inkluderar utrymnings- och angreppsvägar, förvaring av material, temporära skyddsåtgärder, brandskyddsorganisation, minimering av brandbelastning för att nämna några exempel. Detta dokument behöver uppdateras kontinuerligt och kommuniceras ut till personalen och entreprenörer på

arbetsplatsen. Brand- och brandgasspridning till intilliggande befintliga anläggningar behöver beaktas.

Detta olycksscenario förväntas främst påverka människors liv och hälsa samt fysisk miljö.

5.3.2 Arbetsmiljörisker

Byggnation av tunnelbana är ett stort och komplext arbete vilket innehåller ett flertal riskfyllda moment som exempelvis sprängningar, elarbeten, arbete på spårområde, arbete på hög höjd, arbete där det förekommer klämrisk, arbeten med kemikalier och så vidare. Dessa moment medför risk för arbetsplatsolyckor vilket är vanligt förekommande i denna typ av stora byggprojekt.

I *PM Arbetsmiljörisker* presenteras och skattas de olika arbetsmiljöriskerna som finns och hur de ska hanteras systematiskt genom hela projektets gång. Goda förutsättningar för att lyckas skapa en olycks- och skadefri arbetsplats skapas vid projekteringen.

5.4 Räddningstjänsten möjlighet till insats

Räddningstjänstens möjlighet till insats ska beaktas under produktionsplaneringen. Det säkerställs genom etappindelning av bygget och förutsätter god planering så att räddningstjänstens framkomlighet till intilliggande bostadshus och verksamheter inte påverkas under byggtiden. En utredning av alternativa tillfartsvägar ska genomföras för att säkerställa räddningstjänstens framkomlighet på de ställen där etableringsytor försvårar framkomligheten. Utöver detta behöver även insatsplaner tas fram och brandvattenförsörjning säkerställas.

6. Riskvärdering av planförslaget

I detta avsnitt förs ett resonemang kring de principer för riskvärdering som anges i avsnitt 2.2.3. Värderingen ligger till grund för föreslagna riskreducerande åtgärder.

Principen om berättigande av aktivitet anger att det ska finnas en nytta förenad med aktiviteten som är större än den risk som uppstår. Det finns ett stort behov av kollektivtrafiklösningar för att Stockholm ska kunna växa och utvecklas, vilket beskrivs i avsnitt 3.4. Utbyggnaden av tunnelbanesystemet möjliggör byggnation av bostäder och förbättrade pendlingsmöjligheter till och från arbetet. Detta resonemang kan appliceras även på *proportionalitetsprincipen*, som innebär att de totala risker som en verksamhet medför inte bör vara oproportionerligt stora jämfört med de fördelar som verksamheten medför, eftersom planförslaget medför stor nytta för staden och dess invånare.

Utbyggnaden av tunnelbanan kan också anses följa *fördelningsprincipen*, som går ut på att riskerna ska vara skäligt fördelade inom samhället i relation till de fördelar som verksamheten medför. Enskilda personer eller grupper bör inte utsättas för oproportionerligt stora risker i förhållande till de fördelar som verksamheten innebär för dem. I tunnelbanan är det resenärerna som nyttjar anläggningen som också utsätts för de största riskerna som anläggningen medför.

Principen om ständiga förbättringar innebär att samhällets risknivåer i stort inte bör öka och gärna får minska över tiden. Ingen detaljerad kartläggning av nulägets riskbild är genomförd inom ramen för detta projekt, men åtgärder föreslås för att sänka planförslagets risknivå. Enligt *principen om optimering av skydd* ska sökt säkerhetsnivå åstadkommas på effektivaste vis.

Föreslagna åtgärder och försiktighetsmått vägs mot kostnad och teknisk genomförbarhet innan de beslutas i projektet. Någon sådan bedömning av åtgärder har ej genomförts inom ramen för denna PM.

Principen om undvikande av katastrofer går ut på att risker hellre ska realiseras i olyckor med begränsade konsekvenser som kan hanteras av tillgängliga beredskapsresurser än i katastrofer. Ur denna aspekt är planförslaget inte fördelaktigt, eftersom vissa scenarier i tunnel kan orsaka allvarligare konsekvenser än motsvarande scenarier ovan jord. Det är också svårare för räddningstjänsten att genomföra en räddningsinsats under mark. Sannolikheten för en sådan allvarlig olycka är dock liten och i projekteringen utförs ett omfattande arbete för att skapa förutsättningar att kunna hantera en stor olycka.

7. Förslag på riskreducerande åtgärder

I detta avsnitt presenteras förslag på riskreducerande åtgärder under drift- och byggtiden.

7.1 Riskreducerande åtgärder under drifttiden

Nedan presenteras förslag till skyddsåtgärder och förslag till övriga åtgärder under drifttiden. Vissa åtgärder kan vara sådana som redan är att betrakta som hanterade genom att de kravställs i andra skeden, exempelvis som projekteringskrav.

7.1.1 Förslag till skyddsåtgärder

Det bedöms utifrån analysen inte finnas behov av skyddsåtgärder som regleras i järnvägsplanen.

7.1.2 Förslag till övriga åtgärder

Följande åtgärder ska implementeras för station Älvsjö för att reducera risken för olycka vid transport av farligt gods på Västra stambanan förbi stationen:

- Stationsbyggnadens fasader som vetter mot Västra stambanan ska utföras i obrännbart material alternativt lägst brandteknisk klass EI 30
- Utrymning från stationsbyggnad bort från Västra stambanan ska vara möjlig

7.1.3 Förslag till övriga försiktighetsmått

- Tunnelbanan ska utformas för att klara 100-årsregn med en klimatfaktor 1,2, det vill säga 20 % ökning av flödet. Se *PM Skyfall och översvämning* för utförligare beskrivning
- Möjlighet att stänga av luftintag alternativt aktivera utrymningslarm från publika ytor i tunnelbanesystemet vid olycka med farligt gods (gaser) i närheten av luftutbytesschakt
- För att minska risken för antagonistiska hot och samtidigt öka tryggheten hos resenärerna kan exempelvis kameraövervakning och närvaro av väktare implementeras

7.2 Försiktighetsmått under byggtiden

- Inför bergarbeten ska det genomföras riskanalyser
- Skyddsplugg mot befintlig tunnelbana ska behållas så länge som möjligt
- Tydlig skyltning, tydliga avspärrningar och trafikplanering krävs under arbetet
- Det ska utredas var befintliga ledningar är placerade och ledningar ska skyddas mot avgrävning
- Samplanering, brandskydd under byggtid och god samverkan med drift av befintliga stationer krävs

- Geotekniska undersökningar förväntas utföras innan schaktning och andra arbeten som kan påverka markförhållanden
- Vid behov ska befintlig tunnelbana stängas av och skyddsväggar sättas upp innan sprängning
- En plan för brandskydd under byggtiden ska upprättas. I denna plan ska ett helhetsgrepp tas för brandskyddet under byggtiden. Detta inkluderar utrymnings- och angreppsvägar, förvaring av material, temporära skyddsåtgärder, brandskyddsorganisation, minimering av brandbelastning för att nämna några exempel. Detta dokument behöver uppdateras kontinuerligt och kommuniceras ut till personalen och entreprenörer på arbetsplatsen. Brand- och brandgasspridning till intilliggande befintliga anläggningar behöver beaktas
- I *PM Arbetsmiljörisker* presenteras och skattas de olika arbetsmiljöriskerna som finns och hur de ska hanteras systematiskt genom hela projektets gång

8. Diskussion

Utbyggnaden av befintligt tunnelbanesystem med en ny, Gul linje är ett stort och komplext projekt och erfarenheterna från liknande projekt i Sverige av jämförbar storlek är begränsat. Detta medför stora svårigheter i riskuppskattningen, då statistiskt underlag ofta saknas. För att minska osäkerheterna i riskuppskattningen har denna genomförts av de experter inom projektet som bedömts vara mest kunniga inom området.

Det är viktigt att riskhanteringsarbetet fortsätter i det fördjupade projekteringsarbetet, så att behov av ytterligare säkerhetsåtgärder kan identifieras och implementeras i anläggningens bygghandling.

8.1 Osäkerheter

Riskbedömningar är alltid förknippade med osäkerheter, om än i olika stor utsträckning. Osäkerheter som kan påverka resultatet kan vara förknippade med bland annat det underlagsmaterial och de bedömningsmetoder som analysens resultat är baserat på. Nedan redovisas de huvudsakliga osäkerheterna, respektive brister i underlag och information, som är förknippade med de genomförda bedömningarna.

- Mätvärden avseende persontäthet för berörda områden har hämtats från aktuell statistik och använts som underlag vid bedömningarna av riskexponering för tredje person. Osäkerheter finns hur planförslagen kan komma att påverka dessa värden samt var inom området personerna befinner sig och hur detta förändras över dygnet.
- Förändringar av transportmängder för person- och farligt godstrafik är förknippade med osäkerheter, eftersom de endast har byggts på prognoser.
- Framtida utveckling avseende nyetableringar/förändringar av intilliggande riskkällor såsom industrier och infrastruktur, samt skyddsvärda objekt exempelvis tillkommande bostäder i anslutning till stationer har varit svåra att bedöma. Skulle riskbilden ändras till följd av förändringar i omgivningen åligger det exploatören att vidta eventuella ytterligare riskreducerande åtgärder.
- Omfattningen av konsekvenserna för respektive risk givet att en olycka uppstår.

Osäkerheter i beräkningarna av riskerna vid transport av farligt gods på väg och järnväg presenteras djupare i bilaga E.
För att hantera osäkerheterna har ett konservativt angreppssätt använts för att säkerställa att riskerna inte underskattas.

Det finns flera skäl till att systematiska riskanalyser är att föredra framför andra mer informella eller intuitiva sätt att hantera den stora, men långt ifrån fullständiga, kunskapsmassa som finns beträffande risker vid fysisk planering. Användning av riskanalysmetoder innebär att befintlig kunskap

samlas in, struktureras och sammanställs på ett systematiskt sätt så att kunskapsluckor kan identifieras. Detta medför att analysens förutsättningar kan prövas, ifrågasättas och korrigeras av oberoende. Metoden innebär också att de antaganden och värderingar som har legat till grund för olika skattningar tydliggörs för att undvika missförstånd vid information, diskussion och förhandling mellan beslutsfattare, verksamheter och allmänhet. Riskanalyser utgör därigenom ett viktigt led i den demokratiska process som omger samhällsförändringar.

På grund av projektets komplexa natur har riskuppskattningen varit det mest kritiska arbetsmomentet för riskhanteringen. Detta moment utgör således den största osäkerheten i resultatet. Det är utifrån uppskattningarna som stora delar av de riskreducerande skyddsåtgärderna har utformats, och dessa uppskattningar måste därför både vara relevanta och i rätt storleksordning.

9. Slutsatser

Riskpåverkan mot omgivningen är under driftskedet begränsad eftersom anläggningen till stor del ligger under mark. Inga skyddsåtgärder som kan fastställas i järnvägsplanen föreslås.

I enlighet med principerna om *optimering av skydd* och *ständiga förbättringar* föreslås ett antal åtgärder och försiktighetsmått för att sänka risknivån, även om anläggningen bedöms som berättigad enligt *principen om berättigande av aktivitet* och *proportionalitetsprincipen*.

Den beräknade individrisken med avseende på transporterna av farligt gods är tolerabel vid samtliga stationer. Beräkningarna visar även att samhällsrisken endast ökar marginellt vid byggnation av den Gula linjens tunnelbana. Eftersom tunnelbana är ett säkrare transportsätt än de transportmetoder som används vid nollalternativet bedöms den marginella skillnaden i den beräknade samhällsrisken inte innebära en ökning sett till den totala samhällsrisken.

Vid station Älvsjö finns det ingen bebyggelse mellan Västra stambanan och stationsbyggnaden och avståndet är förhållandevis litet. Det är även små marginaler i resultatet från genomförda beräkningar av individrisk som dessutom innehåller osäkerheter. Utifrån detta bedöms det finnas behov av att reducera risken för olycka vid transport av farligt gods på Västra stambanan förbi station Älvsjö genom implementering av åtgärder för stationsbyggnaden. En olycka vid transport av farligt gods kan även påverka personer som använder tunnelbanan om giftig eller brandfarlig gas tar sig in i stationerna via luftutbytesschakt. Luftutbyteschakt vid Åbyvägen är placerat nära rekommenderad led för transport av farligt gods, men är placerat långt från stationsläge vilket innebär att sannolikheten att farliga koncentrationer når stationen är relativt liten eftersom gasen späds ut. Dessutom innebär möjligheten att stänga luftutbytesschakt vid en olycka med farligt gods goda möjligheter att hantera risken.

Utsläpp av brandgaser, vid en brand i tunnel, via brandgasschakt kan ge negativ påverkan på omgivningen.

En annan risk är brand inom anläggningen som trots vidtagna skyddsåtgärder potentiellt kan få stora konsekvenser för resenärer och påverkan på tunnelbanans drift. Det är svårare för räddningstjänsten att genomföra en räddningsinsats i tunnelbanan än ovan mark.

10. Litteraturförteckning

Andersson, E. (2014). *Säkerhet mot tågurspårning i Väsby Entré*. Upplands Väsby: Upplands Väsby kommun.

Committee for the Prevention of Disasters. (1989). *Methods for the determination of possible damage - 'Green book*'. Voorburg: The Director-General of Labour.

Davidsson, G., Mett, L., & Lindgren, M. (1997). *Värdering av risk: FoU rapport*. Karlstad: Räddningsverket.

Fréden, S. (2001). *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolycka som drabbar omgivningen (Rapport 2001:5)*. Banverket.

Gexcon. (2022). *EFFECTS version 12.0.1*.

Gexcon. (2022). *RISKCURVES version 12.0.1*.

Gexcon. (den 19 januari 2022). *What are the Coloured Books?* Hämtat från https://www.gexcon.com/blog/what-are-the-coloured-books/ den 05 september 2022

Hedenström, R., & Lange, T. (1997). *Farligt gods - Riskbedömning vid transport*. Karlstad: Räddningsverket.

Helmersson, L. (1994). *Konsekvensanlys av olika olycksscenarier vid transport av farligt gods på väg och järnväg (VTI rapport Nr 3 387:4)*. Banverket.

IEC. (06 2019). International Standard IEC 31010. *Risk management - Risk assessment techniques*. Geneve: International Electrotechnical Comission.

ISO. (2018). ISO 31000. *Riskhantering - Vägledning*. International Organization for Standardization.

Lantmäteriet. (den 31 12 2022). *PD.Befolkningsfördelning.Totalbefolkning* . Hämtat från geodata.se: https://www.geodata.se/geodataportalen/srv/swe/catalog.search#/search?resultType=swe-details&_schema=iso19139*&type=dataset%20or%20series&from=1&to=20&fast=index&_content_type=json&sortBy=relevance&or=befolkning

Linderstad, H., & Ander, H. (1997). *Översiktsplan för Göteborg - Fördjupad för sektorn - Transporter av farligt gods*. Göteborg: Stadsbyggnadskontoret.

Länsstyrelsen i Stockholms län. (2000). *Riskhänsyn vid ny bebyggelse*. Stockholm: Länsstyrelsen i Stockholms län.

Länsstyrelsen Stockholm. (2016). *Riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods*. Stockholm: Länsstyrelsen Stockholm.

MSB. (2012). *Olycksrisker och MKB - Att integrera risk- och säkerhetsfrågor i MKB-processen*. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).

MSB. (2014). *Vägledning för samhällsviktig verksamhet (MSB620)*. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.

Pasquill, F. (1961). The estimation of Dispersion of Windborne Material. *Meteorogical Magazine (90)*, 33-49.

Purdy, G. (1993). Risk analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail. *Journal of hazardous materials*, 229-259.

SMHI. (den 30 05 2023). *Ladda ner meteorologiska observationer*. Hämtat från smhi.se: https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer#param=airtemperatureInstant,stations=core den 05 oktober 2022

Stockholms läns landsting A. (2017). *Olycksrisker - Underlagsrapport för MKB till jänrvägsplan gällande utbyggnad av tunnelbana till Arenastaden*. Stockholm: Stockholms läns landsting, förvaltning för utbyggd tunnelbana.

Stockholms läns landsting B. (2017). *Olycksrisk - Tunnelbana till Nacka och Söderort*. Stockholm: Stockholms läns landsting, förvaltning för utbyggd tunnelbana.

Stockholms stad. (den 15 02 2024). *Lövholmen blir ny stadsdel*. Hämtat från vaxer.stockholm: https://vaxer.stockholm/projekt/liljeholmen/lovholmen-blir-ny-stadsdel/

Storstockholms brandförsvar. (2019). *Farliga verksamheter i din omgivning*. Hämtat från Storstockholms brandförsvar: https://www.storstockholm.brand.se/i-hemmet/farliga-verksamheter-i-stockholms-lan/

Trafikanalys. (2020). *Bantrafik 2020*. Trafikanalys.

Trafikanalys. (2021). *Lastbilstrafik*. Hämtat från trafa.se: https://www.trafa.se/vagtrafik/lastbilstrafik/

Trafikanalys. (den 23 juni 2022). *Trafa*. Hämtat från https://www.trafa.se/globalassets/statistik/bantrafik/bantrafik/2021/bantrafik-2021.pdf den 09 september 2022

Trafikanalys. (den 09 06 2023). *Bantrafikskador 2022*. Hämtat från Bantrafikskador: https://www.trafa.se/bantrafik/bantrafikskador/

Trafikverket. (2013). *Tunnelsäkerhet Statistik för brand i persontåg* . Luleå: Trafikverket.

Trafikverket. (2022). *NVDB på webb*. Hämtat från NVDB på webb: https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket

Trafikverket A. (2019). *NJDB på webb*. Hämtat från https://njdbwebb.trafikverket.se/SeTransportnatverket den 05 september 2022

Trafikverket A. (den 29 05 2023). *Trafikverket.se*. Hämtat från Effekter vid väganalyser (EVA): https://bransch.trafikverket.se/tjanster/system-och-verktyg/Prognos--och-analysverktyg/EVA/

Trafikverket B. (2019). *Tvärförbindelse Södertörn - Teknisk PM Trafikprognos*. Hämtat från https://bransch.trafikverket.se/contentassets/12bf465599144ae28615e9e824fe48d0/tekniskt_pm_trafikprognos.pdf

Trafikverket B. (den 28 04 2023). *Trafik- och transportprognoser*. Hämtat från bransch.trafikverket.se: https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/trafikprognoser-och-trafikanalyser/Kort-om-trafikprognoser/

Transportstyrelsen. (2016). *Säkerhetsmål för trafikanter i vägtunnlar, järnvägstunnlar och tunnelbana*. Transportstyrelsen.

Tyréns. (2018). *Riskhänsyn DP Kv Sjöbotten*.

UIC. (2002). *Structures built over railway lines - Construction requirements in the track zone*. Paris: UIC.

VROM. (2005). *Publication Series on Dangerous Substances (PGS 3), Guidelines for quantitative risk assessment "Purple bok" (CPR 18E)*.

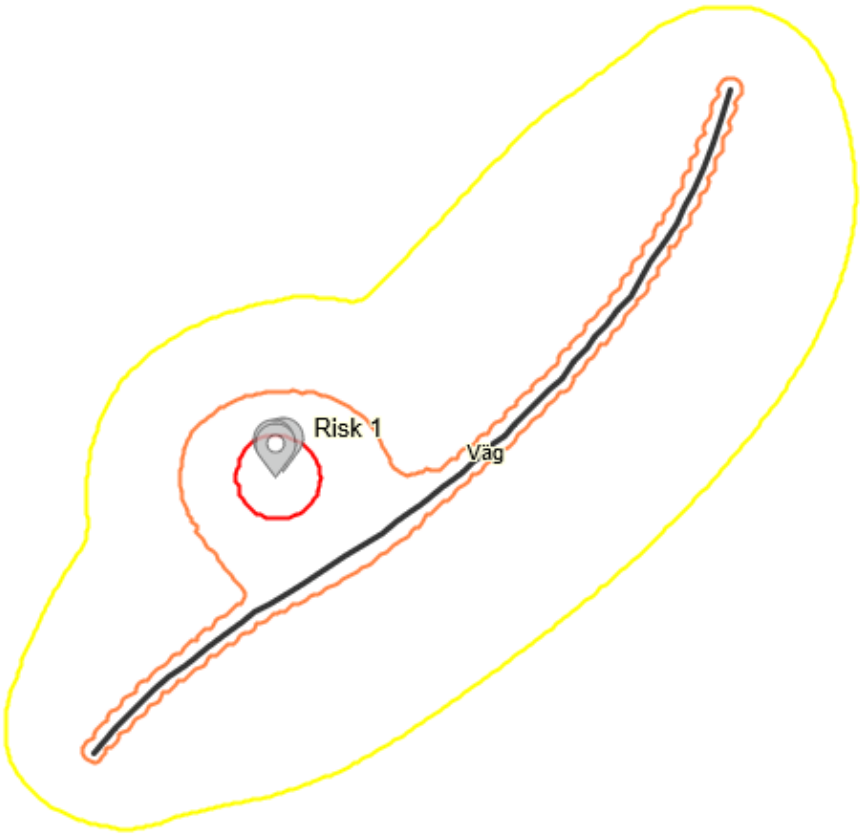
VROM. (2005). *Yellow book- Methods for the calculation of Physical Effects (CPR 14E), Third edition Second revised*.

Vägverket. (2008). *Handbok Miljökonsekvensbeskrivning inom Vägsektorn*. Vägverket 2008:24.

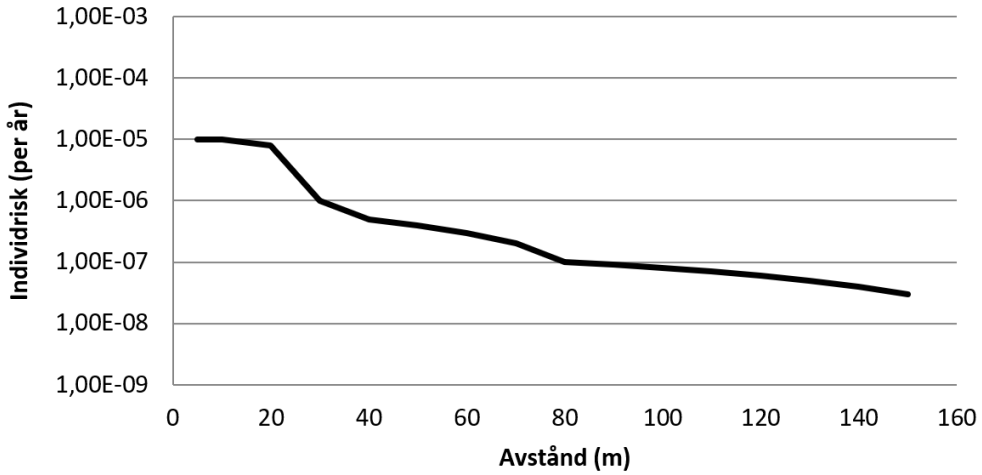
Bilaga A – Begrepp och definitioner

Nedan presenteras och definieras de mest centrala begreppen inom riskhantering. Då begreppen i denna process också skiljer sig något från de begrepp som brukas i MKB-sammanhang, beskrivs även kopplingen till de miljöbalksrelaterade begreppen *scoping*, *miljöeffekt* och *miljökonsekvens*.

Individrisk är ett riskmått som beskriver sannolikheten för dödliga skador i anslutning till en riskkälla. Riskmåttet tar ej hänsyn till hur många människor som vistas i närheten av riskkällan och förutsätter att en person står på samma plats dygnet runt under ett års tid. Måttet brukar beskrivas som ett rättighetsbaserat mått då man utifrån måttet kan avgöra om enskilda individer utsätts för en oacceptabelt hög risknivå. Individrisken kommer i denna riskutredning presenteras i form *individriskkontur* som beskriver risken på olika avstånd från riskkällan samt *individriskkurva*. Exempel på individriskkontur illustreras i Figur 22 och exempel på individriskkurva presenteras i Figur 23 nedan.



Figur 22. Exempel på individriskkonturer. Riskbidraget i exemplet utgörs av en industrianläggning och en transportled för farligt gods.



Figur 23. Exempel på en individriskkurva, individrisken representeras av den svarta linjen. Y-axeln anger risken att omkomma per år och X-axeln avståndet från riskkällan.

Kritisk infrastruktur definieras som fysisk struktur vars funktionalitet bidrar till att säkerställa upprätthållandet av viktiga samhällsfunktioner, verksamheter som upprätthåller en viss funktionalitet i samhället. Varje funktion ingår i sin tur i en eller flera samhällssektorer och upprätthålls av en eller flera samhällsviktiga verksamheter (MSB, 2014). Exempel på kritisk infrastruktur är tele- och kommunikationsmaster, styrelsystem, och vattenförsörjning.

Risk avser påverkan som består av kombinationen av sannolikheten för en händelse och dess konsekvenser. Sannolikheten anger hur troligt det är att en viss händelse kommer att inträffa och kan beräknas om frekvensen, hur ofta något inträffar under en viss tidsperiod, är känd. Konsekvens anger möjlig negativ påverkan på människa och miljö. Risk är det som i en MKB innebär påverkan till följd av olyckshändelser.

Riskanalys omfattar riskidentifiering och riskuppskattning. Med begreppet menas därför både den identifiering och inventering av händelseförlopp eller olycksscenarier som från riskkällor kan medföra oönskade konsekvenser på skyddsvärda objekt. Begreppet inkluderar även en kvalitativ eller kvantitativ uppskattning av sannolikhet och konsekvens för respektive olycksscenario.

Riskidentifiering ibland även kallat **riskinventering** utgör en delmängd av det som avses med riskanalys. Riskidentifieringen omfattar en inventering av riskobjekt samt en identifiering av scenarier som kan medföra oönskade konsekvenser för det som definierats som skyddsvärt, det vill säga det som påverkas. Identifieringen visar vad som är av betydelse att behandla i MKB:n och fungerar således som ett sållningsverktyg (jämför *scoping*) för att avgöra vad som genererar betydande påverkan.

Riskkälla definieras som en regelbunden verksamhet eller aktivitet där en eventuell olycka kan medföra konsekvenser på skyddsvärda objekt.

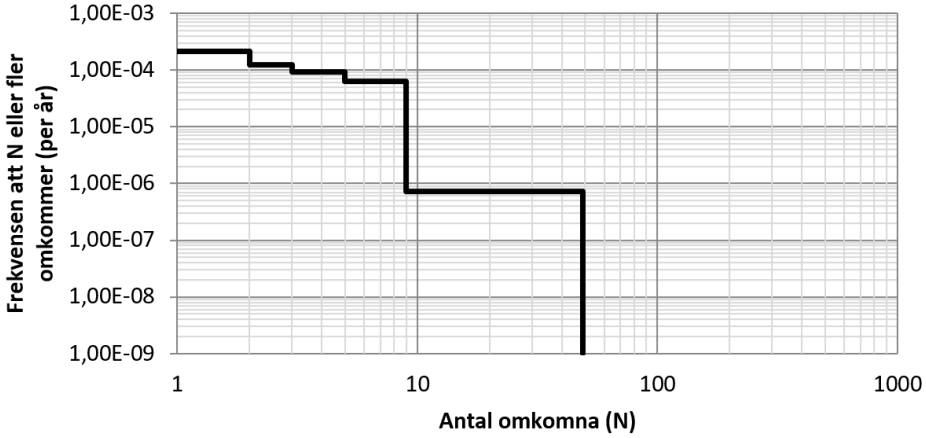
Exempel på riskkällor kan vara anläggningar som omfattas av 2 kap 4 § Lagen om skydd mot olyckor (SFS 2003:778), bensinstationer, transportleder för farligt gods, militärt övningsområde, SEVESO-klassade verksamheter etcetera. I begreppet riskkälla inkluderas också aktiviteter av sådan karaktär som kan ge följdeffekter på skyddsvärda objekt. Exempel på detta är aktiviteter vid byggarbeten, till exempel sprängning och transporter.

Riskuppskattning ingår som en del i en riskanalys och utgör en kvalitativ eller kvantitativ uppskattning av sannolikhet och konsekvens för respektive scenario. Den risknivå som uppskattas motsvarar det som i MKB-sammanhang ofta benämns som miljöeffekt, d.v.s. omfattning av identifierad påverkan med avseende på människors liv och hälsa, naturmiljö och vattenmiljö exempelvis mark och vatten, djurliv, och övriga naturvärden, samt fysisk miljö exempelvis kulturmiljö, samhällsviktiga verksamheter/funktioner, och skyddsobjekt.

Riskvärdering ingår tillsammans med riskanalysen i det som kallas riskbedömning. Riskvärderingen innebär att avgöra om uppskattade risker kan tolereras, om det finns behov av riskreducerande åtgärder samt att verifiera olika alternativ. Utfallet av en riskvärdering är att likställa med den miljökonsekvens som plötsligt inträffade olyckor kan medföra på respektive skyddsvärt objekt som beaktats.

Riskreduktion/kontroll utgör tillsammans med riskbedömningen det som avses med riskhantering. Riskreduktion/kontroll innebär att utifrån riskvärderingen fatta beslut kring riskreducerande åtgärder och kontrollera att de genomförs och följs upp. Dessutom ingår att bevaka eventuella förändringar i systemet som kan föranleda behov av ny riskanalys. Riskreduktion/kontroll motsvarar de krav på skadeförebyggande åtgärder samt kontroll/uppföljning som ställs i MKB-sammanhang. Detta utgör, precis som övriga delar av riskhanteringsprocessen, en metodik för att i MKB-processen identifiera, bedöma, värdera och följa upp de miljökonsekvenser som genereras av olyckshändelser.

Samhällsrisk är ett riskmått som beskriver risken med hänsyn till hur många människor som kan omkomma om det sker en olycka vid riskkällan. Hänsyn tas då till den områdesspecifika befolkningstätheten samt dygnsvariationer i befolkningstätheten. Samhällsrisken presenteras i ett F/N-diagram. I F/N-diagrammet kan man avläsa sannolikheten för att en eller flera personer omkommer till följd av en olycka i anslutning till riskkällan. Se ett exempel på F/N-diagram i Figur 24.



Figur 24. Exempel på en samhällsriskkurva redovisad i ett F/N-diagram. Y-axeln anger frekvensen per år för en olycka och X-axeln anger antalet individer som omkommer.

Samhällsviktig verksamhet används i denna rapport synonymt med MSB:s definition av samma begrepp. Med samhällsviktig verksamhet menas således en verksamhet som uppfyller minst ett av följande två villkor: (1) Ett bortfall av, eller en svår störning i verksamheten som ensamt eller tillsammans med motsvarande händelser i andra verksamheter på kort tid kan leda till att en allvarlig kris inträffar i samhället. (2) verksamheten är nödvändig eller mycket väsentlig för att en redan inträffad kris i samhället ska kunna hanteras så att skadeverkningarna blir så små som möjligt (MSB, 2014).

Skyddsvärt objekt är ett objekt som är värt att skydda mot olyckshändelser. I denna PM används benämningen synonymt med de objekt som faller under någon av kategorierna: människors liv och hälsa, naturmiljö och vattenmiljö samt fysisk miljö. Begreppet fysisk miljö omfattar här förutom ekonomiska värden också kulturmiljö, samhällsviktiga verksamheter/funktioner och skyddsobjekt.

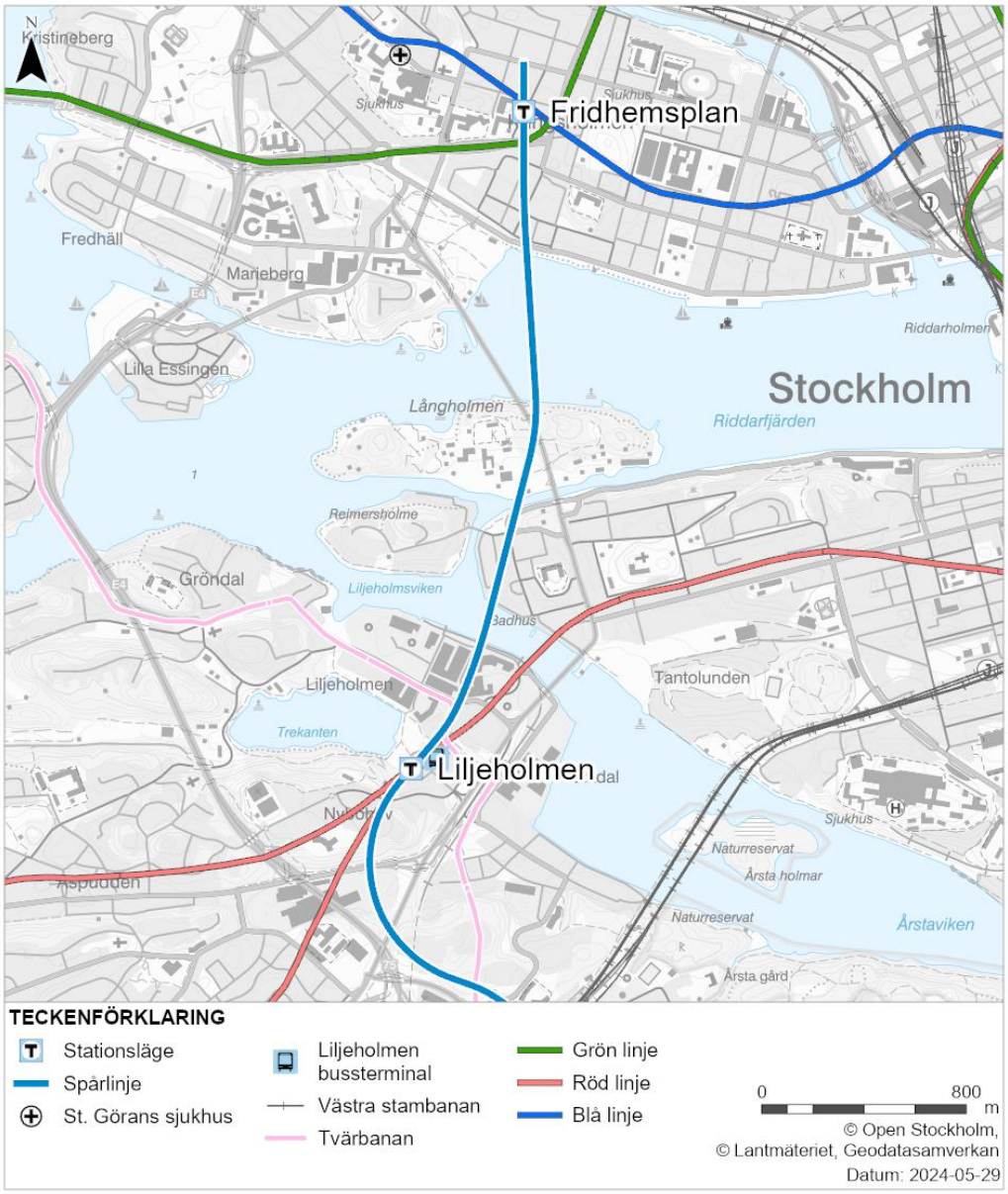
Skyddsobjekt är objekt som omfattas av skyddslagen (SFS 2010:305) så som exempelvis militäranläggningar och myndighetsbyggnader.

Bilaga B – Identifierade skyddsvärda objekt

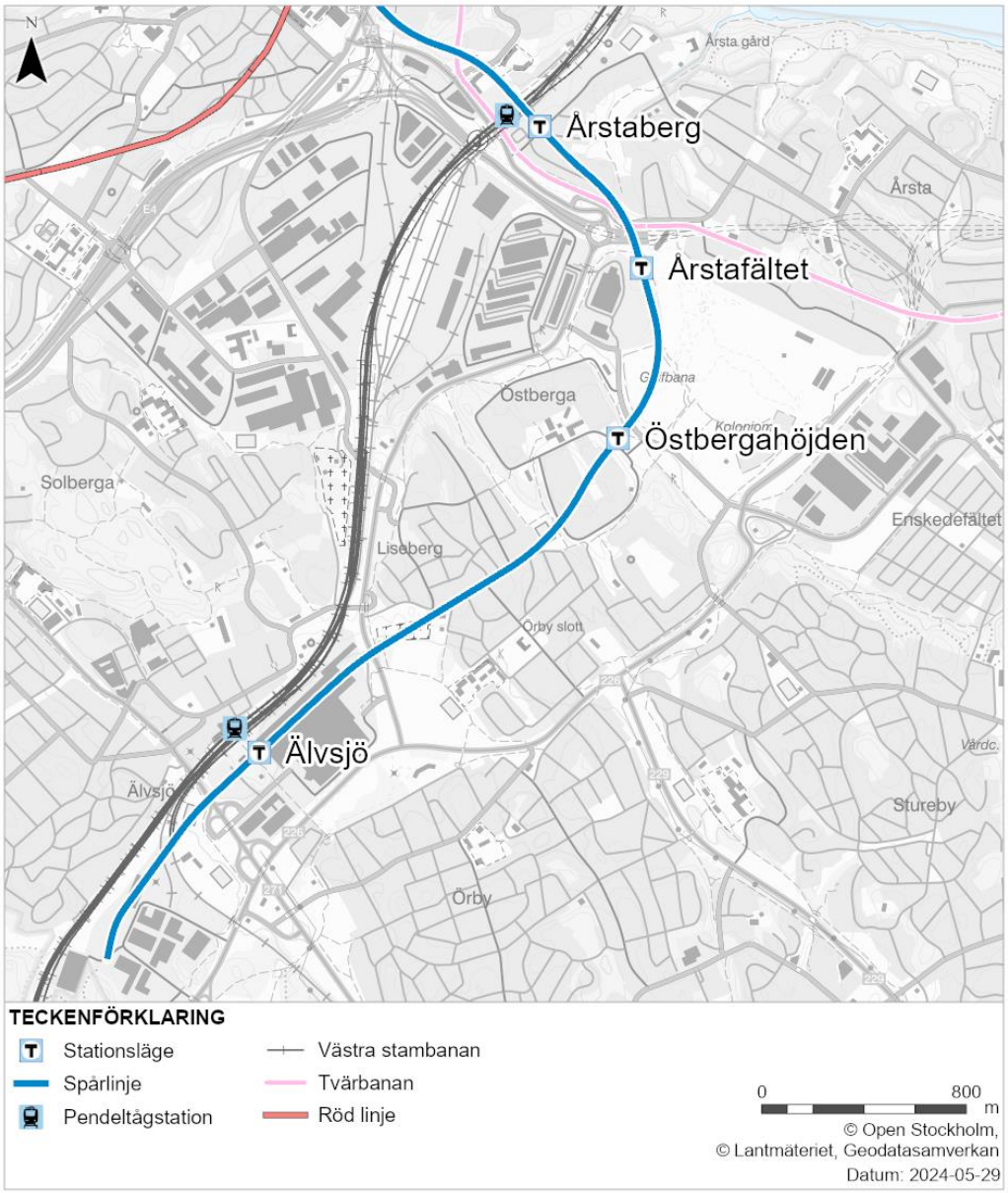
Nedanstående listor innehåller de identifierade skyddsvärda objekten för planförslaget. De skyddsvärda objekten i tabellen nedan inkluderar omgivande samhällsviktig verksamhet och kulturvärden. För mer information om övriga skyddsvärda objekt se avsnitt 3.5.

Samhällsviktig verksamhet

Station	Skyddsvärda objekt – Samhällsviktig verksamhet
Fridhemsplan	S:t Görans sjukhus. I sjukhusbyggnaderna bedrivs vård, utbildning och forskning
Fridhemsplan	Grön linje. Stationen planeras byggs under Grön linje och kommer ansluta till befintlig tunnelbanestation
Fridhemsplan	Blå linje. Stationen planeras byggs under Blå linje och kommer ansluta till befintlig tunnelbanestation
Liljeholmen	Röd linje. Stationen planeras byggs under Röd linje och kommer ansluta till befintlig tunnelbanestation
Liljeholmen	Tvärbanan. Befintliga biljetthallar som kopplar till Tvärbanan kommer användas för nya tunnelbanan
Liljeholmen	Bussterminal. Befintliga biljetthallar som kopplar till bussterminal kommer användas för nya tunnelbanan
Årstaberg	Västra stambanan. Stambanan är en järnväg av riksintresse och passerar förbi stationen i väst
Årstaberg	Tvärbanan. Stationen kommer placeras i närheten av befintlig station för tvärbanan
Årstaberg	Pendeltågstation. Stationen kommer placeras nära befintlig station för pendeltåg
Årstaberg	Busstorg. I anslutning till stationen planeras ett busstorg
Årstaberg	Södra länken (riksväg 75). Vägen utgör en väg av riksintresse och passerar förbi stationen i söder
Årstafältet	Södra länken (riksväg 75). Vägen utgör en väg av riksintresse och passerar förbi stationen i norr innan den går ner i Årstatunneln/Hammarbytunneln
Östbergahöjden	Skyddsvärda objekt saknas.
Älvsjö	Västra stambanan. Stambanan är en järnväg av riksintresse och passerar genom Älvsjö, väst om stationen
Älvsjö	Pendeltågstation. På järnvägen finns även en pendeltågsstation i närhet av stationen
Övergripande	Nya tunnelbanan utgör i sig en samhällsviktig verksamhet som del av infrastrukturen i staden. Dessutom är flera av de samhällsviktiga verksamheterna markförlagda samt att tunnelbanans sträckning passerar under andra samhällsviktiga verksamheter



Figur 25. Samhällsviktig verksamhet kring den norra delen av tunnelbanans spårlinje.



Figur 26. Samhällsviktig verksamhet kring den södra delen av tunnelbanans spårlinje.

Kulturvärden

Station	Skyddsvärda objekt - Kulturvärden
Fridhemsplan	Brandgasschakt Fridhemsgatan med tillhörande etableringsyta kommer placeras inom fastighet med kulturhistorisk klassificering grön.
Årstaberg	Fastigheter med kulturhistorisk klassificering grön kommer placeras inom 30 meter från etableringsyta för arbets-/servicetunnel Årstakrossen.
Årstaberg	Fastigheter med kulturhistorisk klassificering grön samt kulturhistoriskt värdefulla miljöer inom 30 meter från etableringsytan för station.

Station	Skyddsvärda objekt - Kulturvärden
Östberga-höjden	Fastigheter med kulturhistorisk klassificering grön samt kulturhistoriskt värdefulla miljöer inom 30 meter från etableringsytan för station och tillhörande luftutbytesschakt.
Övrigt	På Långholmen kommer teknikbyggnad med tillhörande etableringsyta placeras inom 30 meter från Västerbron med kulturhistorisk klassificering blå. Luftutbytesschakt Östbergabackarna med tillhörande etableringsyta kommer placeras inom 30 meter från fastigheter med kulturhistorisk klassificering grön. Luftutbytesschakt Sjöviksbacken med tillhörande etableringsyta kommer placeras inom 30 meter från fastigheter med kulturhistorisk klassificering grön. Luftutbytesschakt Fleminggatan med tillhörande etableringsyta kommer placeras inom 30 meter från fastigheter med kulturhistorisk klassificering grön.

Figur 27. Kulturvärden kring den norra delen av tunnelbanans spårlinje.

Figur 28. Kulturvärden kring den södra delen av tunnelbanans spårlinje.

Bilaga C – Identifierade riskkällor

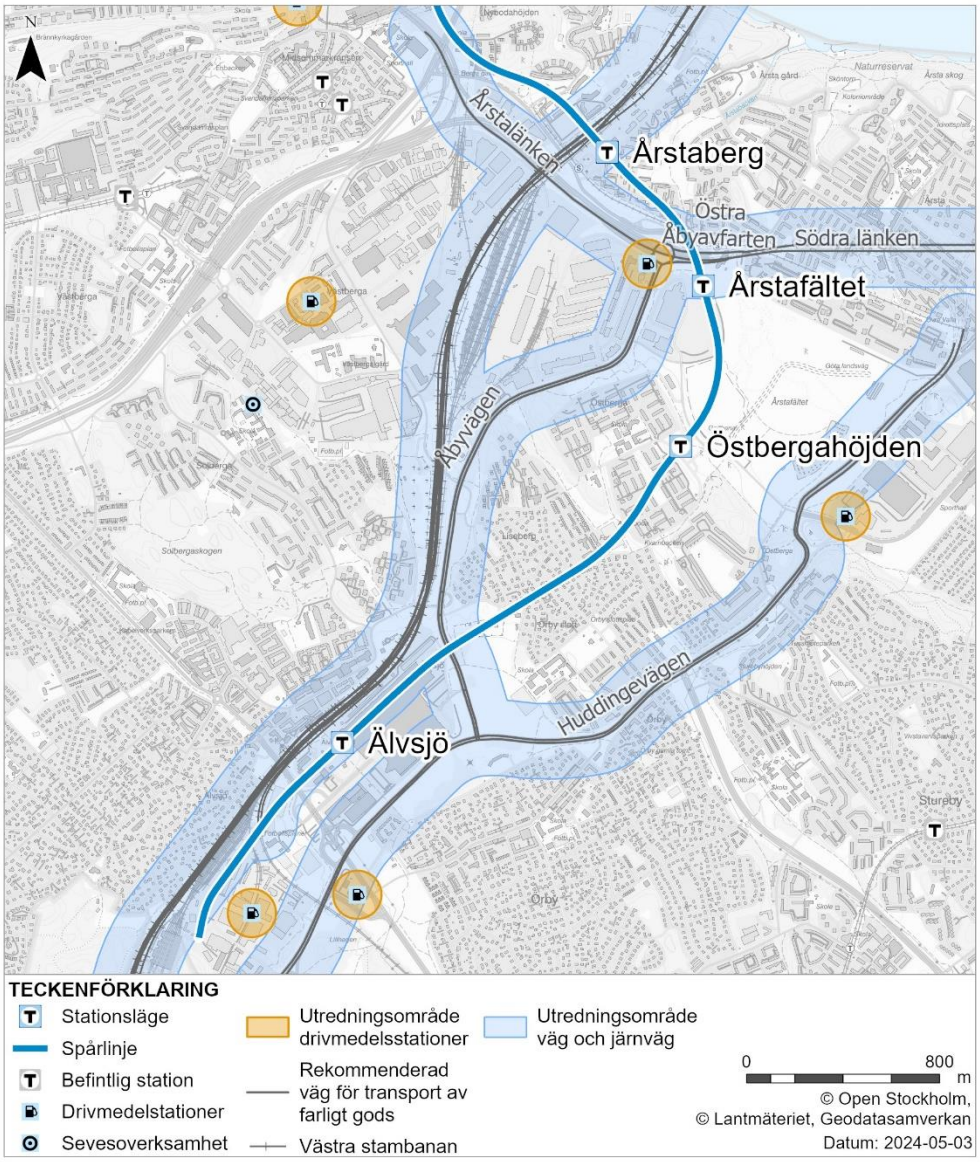
Nedanstående listor och figurer innehåller de identifierade riskkällorna för planförslagets drift- och byggtid.

Riskkällor under drifttiden

Riskkälla	Beskrivning
Södra länken (riksväg 75)	Södra länken utgör en primär transportled för farligt gods. Under förutsättning att ADR-S reglerna följs får alla typer av farligt gods transporteras - alla olika ADR-S klasser antas finnas representerade. I tunnel finns vissa restriktioner, se nedan. Vid station Årstafältet går Södra länken ner i tunnel österut. För tunneln finns restriktioner för transport av farligt gods som kan leda till en mycket stor explosion mellan 07:00-19:00, övriga tider finns inga restriktioner. Vid olycka med farligt gods på vägen kan personer som vistas i anslutning till stationer i närheten skadas. Vid olycka kan även giftig och/eller brandfarlig gas sprida sig till tunnelbane-systemet genom luftutbytesschakt.
Västra stambanan	Västra stambanan är en hårt trafikerad järnväg som sträcker sig mellan Stockholm och Göteborg. Järnvägen används för både persontåg och godståg inklusive farligt gods. Älvsjö pendeltågstation ligger på Västra stambanans spårområde. Vid olycka med farligt gods på järnvägen kan personer som vistas i anslutning till stationer i närheten skadas. Vid olycka kan även giftig och/eller brandfarlig gas sprida sig till tunnelbane-systemet genom luftutbytesschakt.
Åbyvägen	Åbyvägen utgör en sekundär transportled för farligt gods. Under förutsättning att ADR-S reglerna följs får alla typer av farligt gods transporteras - alla olika ADR-S klasser antas finnas representerade. Vid olycka med farligt gods på vägen kan personer som vistas i anslutning till stationer i närheten skadas. Vid olycka kan även giftig och/eller brandfarlig gas sprida sig till tunnelbane-systemet genom luftutbytesschakt.
Huddingevägen	Huddingevägen utgör en sekundär transportled för farligt gods. Under förutsättning att ADR-S reglerna följs får alla typer av farligt gods transporteras, alla olika ADR-S klasser antas finnas representerade. Vid olycka med farligt gods på vägen kan personer som vistas i anslutning till stationer i närheten skadas.

Riskkälla	Beskrivning
Drivmedelstationer	På drivmedelstationer hanteras olika typer av brandfarliga gaser och vätskor. Vid utsläpp av dessa ämnen kan personer som vistas i närheten påverkas och skadas. Om olyckan innebär att brandfarlig gas sprids kan det leda till att gasen tar sig in till tunnelbanesystemet genom luftutbytesschakt.
Sevesoverksamheter	En Sevesoverksamhet är en verksamhet som hanterar sådana mängder farliga ämnen att de omfattas av lagen (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor. Vid olycka på en Sevesoverksamhet kan personer som vistas i närheten skadas. Om olyckan innebär att brandfarlig- och/eller giftig gas sprids kan det leda till att gasen tar sig in till tunnelbanesystemet genom luftutbytesschakt.
Farliga verksamheter LSO 2:4	Anläggningar som bedriver verksamhet som innebär fara för att en olycka ska orsaka allvarliga skador på människor eller miljön omfattas av skyldigheterna i 2 kap. 4§ i lagen om skydd mot olyckor. Vid en olycka på en sådan anläggning kan personer som vistas i närheten skadas. Om olyckan innebär att brandfarlig- och/eller giftig gas sprids kan det leda till att gasen tar sig in till tunnelbanesystemet genom luftutbytesschakt.
Cementa Lövholmen	Cementas anläggning på Lövholmen är placerad i nära anslutning till luftutbytesschakt Liljeholmsstranden, norr om station Liljeholmen. Eftersom det finns en överenskommelse mellan Stockholm stad och Cementa om att anläggningen ska flyttas kommer inte riskkällan att hanteras vidare (Stockholms stad, 2024).
Brand i tunnel eller i tunnelbanestation	Om det uppstår en brand i tunnel eller tunnelbanestation kan infrastruktur och personer i tunnelbana påverkas, exempelvis genom spridning av brand eller brandgas. Vid brand i tunnel eller tunnelbanestation kan brandgaser skada personer som befinner sig i närheten av brandgasschakt som ventilerar ut brandgaserna.
Skyfall	Ett kraftigt skyfall kan innebära att marken i närheten av tunnelbanestationerna översvämmas. Om stora mängder vatten tar sig in i tunnelbanesystemet kan driften av tunnelbanan påverkas.
Avloppstunnel tillhörande Stockholm vatten och avfall (SVOA)	Servicetunnel tillhörande station Liljeholmen kommer samnyttja tunnelpåslag med SVOAs avloppstunnel. Det finns vid servicearbete på SVOAs avloppstunnel risk för att otjänlig luft (ohälsosam, bakterier, lukt eller brandfarlig gas) sprider sig genom servicetunnel till stationen.

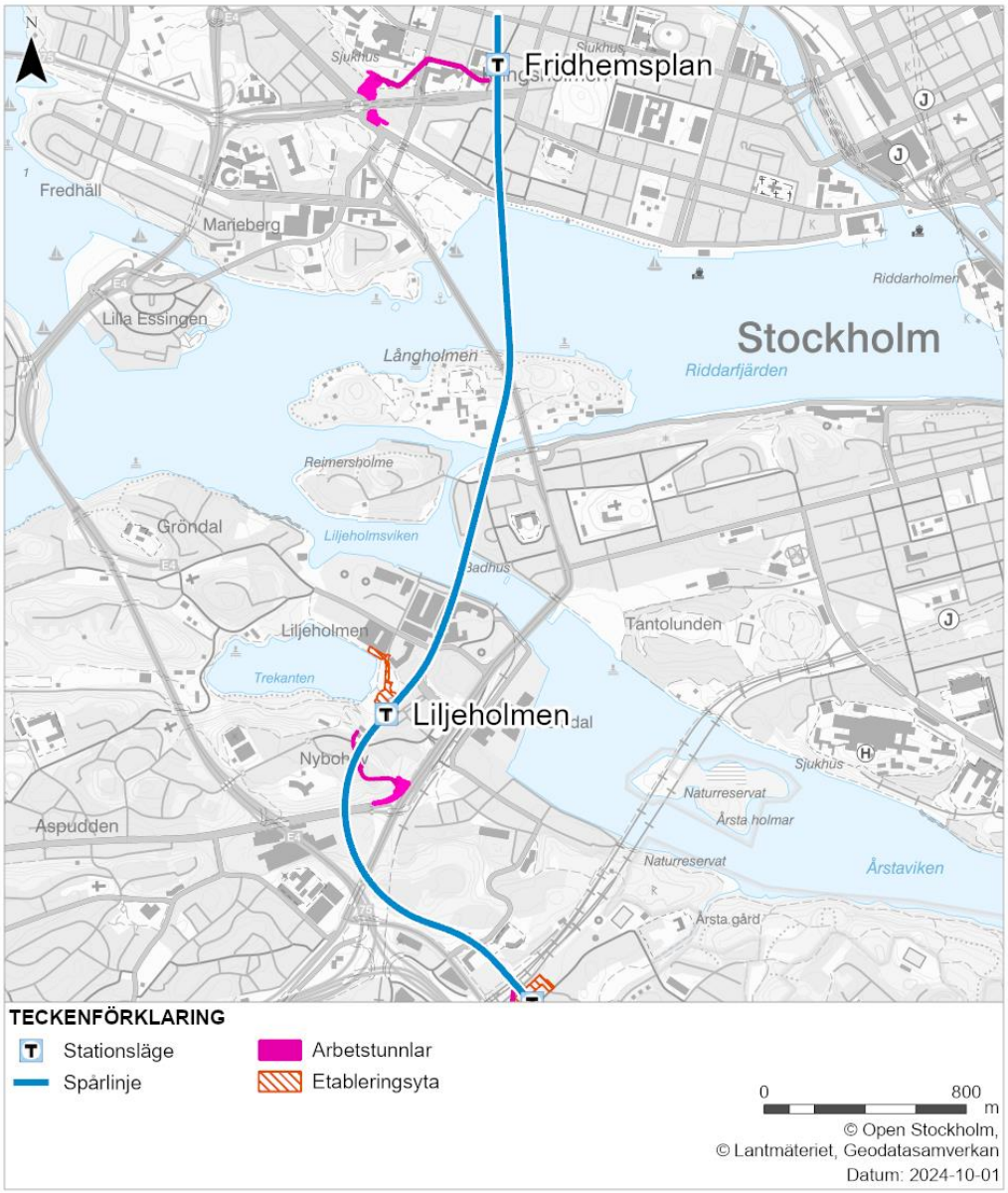
Figur 29. Drivmedelstationer och dess utredningsområde samt väg/järnväg för transport av farligt gods och dess utredningsområde kring den norra delen av tunnelbanans spårlinje.



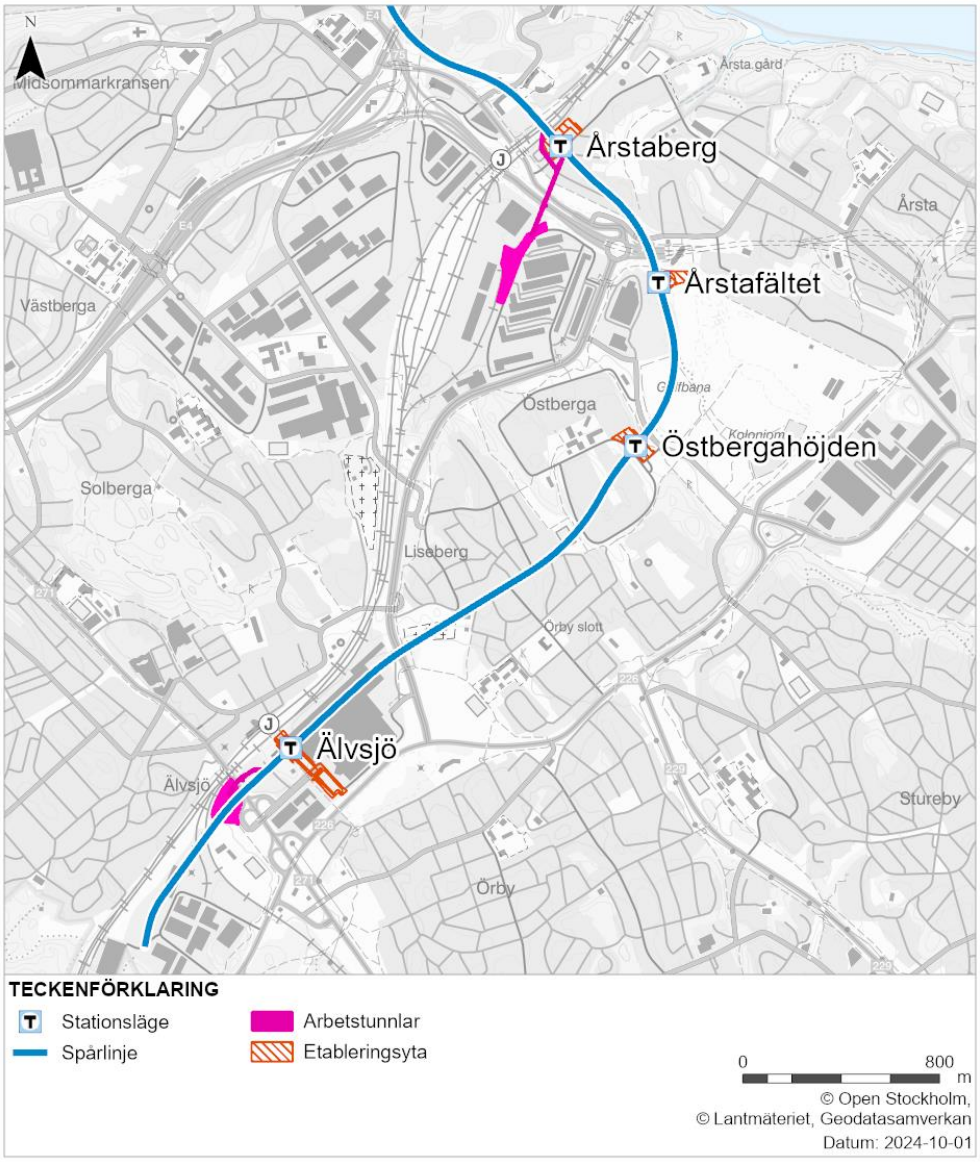
Figur 30. Drivmedelstationer och dess utredningsområde samt väg/järnväg för transport av farligt gods och dess utredningsområde för den södra delen av tunnelbanans spårlinje.

Riskkällor/riskfyllda aktiviteter under byggtiden

Riskkälla, riskfylld aktivitet	Beskrivning
Sprängningsarbeten	Sprängningsarbeten kan medföra skador på personal och omgivning.
Öppna schakt	Öppna schakt för stationer Årstafältet och samt luftutbytesschakt. Kan orsaka sättningar och skador på omgivande byggnader och infrastruktur. Kan även medföra erosionsproblem.
Schaktning, berguttag	Kan orsaka sättningar och skador på omgivande byggnader. Risk för ras.
Borrning	Kan ge upphov till vibrationer.
Spontning	Kan ge upphov till vibrationer.
Byggtrafik	Ökad risk för trafikolyckor.
Transport av farligt gods	Transport och förvaring av sprängmedel, drivmedel och eventuella kemikalier.
Arbetsmiljörisker	Exempelvis elarbeten, spårnära installationer, lastning/lossning och tunga lyft etc.



Figur 31. Etableringsytor och arbetstunnlar för den norra delen av tunnelbanans spårlinje.



Figur 32. Etableringsytor och arbetstunnlar för den södra delen av tunnelbanans spårlinje.

Bilaga D – Förteckning över identifierade risker

Nedanstående listor innehåller de identifierade riskerna för planförslagets drift- och byggtid.

Risker under drifttiden

Riskpåverkan från omgivning

Riskexponering från	Påverkar skyddsvärt objekt	Kommentar	Bedöms ha betydande miljökonsekvenser?
Olycka med farligt gods på Södra länken i närheten av station Årstaberg	Människors liv och hälsa	Cirka 160 meter från ny biljetthall på station Årstaberg till Södra länken	Ja
Olycka med farligt gods på Södra länken i närheten av station Årstafältet	Människors liv och hälsa	Cirka 55 meter från ny bebyggelse med biljetthall på station Årstafältet till Södra länken	Ja
Olycka med farligt gods på Västra stambanan i närheten av station Årstaberg	Människors liv och hälsa	Cirka 70 meter från ny biljetthall på station Årstaberg till närmsta spår tillhörande Västra stambanan	Ja
Olycka med farligt gods på Västra stambanan i närheten av station Älvsjö	Människors liv och hälsa	Cirka 45 meter från ny biljetthall på station Älvsjö till närmsta spår tillhörande Västra stambanan	Ja
Olycka med farligt gods på Åbyvägen eller anslutning av Åbyvägen till Södra länken i närheten av station Årstafältet	Människors liv och hälsa	Cirka 45 meter från ny bebyggelse med biljetthall på station Årstafältet till påfarten som utgör anslutning av Åbyvägen till Södra länken	Ja

Riskexponering från	Påverkar skyddsvärt objekt	Kommentar	Bedöms ha betydande miljökonsekvenser?
Olycka med farligt gods på Huddingevägen	Människors liv och hälsa	Över 300 meter från ny biljetthall på station Älvsjö till Huddingevägen	Nej – risken bedöms vara försumbar med avseende på det stora avståndet från Huddinge-vägen till stationsuppgång Älvsjö, se Länsstyrelsen Stockholm riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods (2016)
Brand vid pendeltågstation	Människors liv och hälsa	Station Älvsjö ligger i närheten av pendeltågstation och en brand vid pendeltågstation kan påverka personer vid stationsområdet	Nej – denna risk omfattas av risken för olycka med farligt gods på Västra stambanan vid station Älvsjö eftersom samtliga tåg antagits kunna gå på spåret närmst stationsläget
Drivmedelstationer	Människors liv och hälsa	Ett antal drivmedelsstationer har identifierats i tunnelbanelinjens närhet, dock ligger dessa mer än 100 meter från stationernas uppgångar	Nej – enligt Länsstyrelsen Stockholm behöver endast riskerna från drivmedel-stationer inom 100 meter analyseras och bedömas (2000)
Skyfall	Samhällsviktig verksamhet	Skyfall kan innebära översvämning i Gula linjens tunnelbana vilket påverkar driften	Ja – har genomförts separat utredning *PM Skyfall och översvämning*
Olycka med farligt gods i närheten av luftutbytesschakt eller servicetunnlar	Människors liv och hälsa	Giftig-/brandfarlig gas når tunnelbane-systemet och dess publika ytor via luftutbytesschakt eller servicetunnel	Ja – dock enbart aktuellt för luftutbytesschakt eftersom servicetunnlar är placerade långt ifrån transportleder för farligt gods.

Riskexponering från	Påverkar skyddsvärt objekt	Kommentar	Bedöms ha betydande miljökonsekvenser?
Brand i tunnel för Blå eller Grön linje vid station Fridhemsplan	Människors liv och hälsa Samhällsviktig verksamhet	Personer utsätts för brandgaser.	Ja
Brand i tunnel för Röd linje vid station Liljeholmen	Människors liv och hälsa Samhällsviktig verksamhet	Personer utsätts för brandgaser.	Ja
Allvarlig olycka inom Seveso-verksamhet Sandvik i Västberga	Människors liv och hälsa Samhällsviktig verksamhet	Sandvik i Västberga utgör den enda Seveso-verksamheten i närheten av spårlinjen (Storstockholms brandförsvar, 2019). Sandvik tillverkar och utvecklar hårdmetallsprodukter och utgör en Seveso-verksamhet på den lägre kravnivån.	Nej – Sandvik är placerad mer än 1,5 kilometer från närmsta stationsläge och mer än 1 kilometer till närmsta luftutbytesschakt. En olycka vid Sandvik bedöms inte utgöra en risk för spårlinjen eller personer som använder tunnelbanan.
Spridning av otjänlig luft från SVOAs avloppstunnel till station Liljeholmen via servicetunnel	Människors liv och hälsa	Utgör enbart en risk när servicearbeten krävs på avloppstunneln och port till den därmed behöver öppnas, vilket sker sällan. Troligen sker även utspädning av luften innan den når stationen, till nivåer som inte är direkt hälsofarliga men kan orsaka obehag.	Nej – risken hanteras genom att anläggningarna har separata tunnelrör samt genom utformningen av tunnelpåslag som en del av projekteringen.

Riskpåverkan på omgivning

Riskexponering från	Påverkar skyddsvärt objekt	Kommentar	Bedöms ha betydande miljökonsekvenser?
Spridning av brandgaser via brandgasschakt	Människors liv och hälsa	Personer som befinner sig i närheten av brandgasschakten vid händelse av brand i tunnel eller tunnelbanestation kan skadas vid inandning av brandgaserna	Ja

Riskexponering från	Påverkar skyddsvärt objekt	Kommentar	Bedöms ha betydande miljökonsekvenser?
Brand i tunnel vid station Fridhemsplan påverkar tunnel för Blå och Grön linje	Människors liv och hälsa Samhällsviktig verksamhet	Personer utsätts för brandgaser.	Ja
Brand i tunnel vid station Liljeholmen påverkar tunnel för Röd linje	Människors liv och hälsa Samhällsviktig verksamhet	Personer utsätts för brandgaser.	Ja
Släckinsats i tunnel vid brand	Naturmiljö och vattenmiljö	Vid eventuell brand i tunnel och efterföljande brandbekämpning av räddningstjänsten kan släckvatten infiltrera marken	Ja
Brand i tunnelbanestation	Människors liv och hälsa Fysisk miljö	En allvarlig brand i tunnelbanestationen kan påverka människors liv och hälsa och/eller den fysiska miljön i tunnelbanestationens omgivning genom spridning av brand och/eller brandgaser. En sådan brand kan exempelvis uppstå till följd av utsläpp och antändning av diesel från reservkraft i källaren till biljetthallen	Ja

Risker inom anläggningen

Riskexponering från	Påverkar skyddsvärt objekt	Kommentar	Bedöms ha betydande miljökonsekvenser?
Personpåkörning och suicid	Människors liv och hälsa	Personer som befinner sig på spåret kan skadas eller omkomma	Ja

Riskexponering från	Påverkar skyddsvärt objekt	Kommentar	Bedöms ha betydande miljökonsekvenser?
Allvarlig brand	Människors liv och hälsa Samhällsviktig verksamhet	Vid brand inom anläggningen exempelvis till följd av utsläpp och antändning av diesel från reservkraft i källaren till biljetthallen, kan personer skadas genom strålningen från branden eller vid inandning av brandgaser. Driften av tunnelbanan kan påverkas.	Ja
Urspårning och kollision	Människors liv och hälsa Samhällsviktig verksamhet	Personer som befinner sig i närheten kan skadas eller omkomma Driften av tunnelbanan kan påverkas Urspårning och kollision skulle även kunna leda till brand i fordon	Ja
Antagonistiska hot	Människors liv och hälsa Samhällsviktig verksamhet	Vid sabotage och terrorangrepp, till exempel sprängning, utsläpp av giftig gas eller väpnad attack, kan personer som befinner sig i en tunnelbana eller på en station skadas eller omkomma. Driften av tunnelbanan kan påverkas	Ja

Risker under byggtiden

Riskpåverkan från omgivningen

Riskexponering från	Påverkar skyddsvärt objekt	Beskrivning	Bedöms ha betydande miljö-konsekvenser?
Ofrivillig detonation av gammalt sprängämne	Människors liv och hälsa	Vid bergarbeten kan dolor (gammalt sprängämne från tidigare arbeten) ofrivilligt detoneras.	Ja
Brand i tunnel för Blå eller Grön linje vid station Fridhemsplan	Människors liv och hälsa	Brand och/eller brandgasspridning från befintlig tunnelbana	Ja
Brand i tunnel för Röd linje vid station Liljeholmen	Människors liv och hälsa	Brand och/eller brandgasspridning från befintlig tunnelbana	Ja
Skyfall	-Inget data	Skyfall under byggtiden som påverkar tunnelbanan eller etableringsytor och försenar arbetet	Nej, bedöms främst vara en projektrisk
Spridning av otjänlig luft från SVOAs avloppstunnel	Människors liv och hälsa	Otjänlig luft från SVOAs avloppstunnel sprids till servicetunnel vid station Liljeholmen och kan påverka personer som arbetar i servicetunneln	Nej – risken hanteras genom att mellanvägg mellan tunnlarna sätts upp redan i byggskedet

Riskpåverkan på omgivningen

Riskexponering från	Påverkar skyddsvärt objekt	Beskrivning	Bedöms ha betydande miljö-konsekvenser?
Räddningstjänstens insatsmöjligheter påverkas negativt	Människors liv och hälsa	Räddningstjänstens möjlighet till insats i befintliga tunnelbanor vid station Fridhemsplan och Liljeholmen, eller omgivande bostäder och verksamheter påverkas	Ja, vägs in i bedömningar av sannolikheter och konsekvenser för de olycksscenarier i avsnitt 5 som initierar räddningsinsats

Riskexponering från	Påverkar skyddsvärt objekt	Beskrivning	Bedöms ha betydande miljö-konsekvenser?
Olycka vid transport av farligt gods till och från etableringsområden	Människors liv och hälsa	Vid sprängning behöver sprängmedel transporteras i tätbefolkade områden. Även annat farligt gods behöver transporteras under byggtiden, bland annat drivmedel som utgör brandfarliga vätskor	Ja
Hantering av sprängmedel och sprängningsarbeten	Människors liv och hälsa Fysisk miljö	Sprängningsarbeten kan orsaka oönskade ras och/eller medföra skador på personer och bebyggelse i omgivningen	Ja
Trafikolyckor vid etableringsområde	Människors liv och hälsa	Trångt vid etableringsområde p.g.a. avspärrningar. Stor mängd byggtransporter till och från etableringsområdet	Ja
Påverkan på omgivande trafik vid etableringsområden	Samhällsviktig verksamhet	Trafikflöden kan påverkas	Nej. Har ej genomförts inom ramen för denna PM.
Tredje person tar sig in på byggområdet och skadas	Människors liv och hälsa	Obehöriga som befinner sig inom byggområdet kan skadas då de inte är medvetna om de risker som föreligger på byggarbets-platsen	Nej. Risken kommer att hanteras med fysiska barriärer och avspärrningar
Befintliga ledningar i mark skadas	Samhällsviktig verksamhet	Befintliga ledningar skadas under bygget t.ex. genom påkörning eller pågrävning	Ja
Skador/påverkan på Blå eller Grön linje vid station Fridhemsplan	Samhällsviktig verksamhet	Störningar kan ske för Blå och/eller Grön linje och befintlig station Fridhemsplan där arbete kommer ske i anslutning till dessa. Kan även ske skador vid arbete med anslutning till befintlig tunnelbana	Ja

Riskexponering från	Påverkar skyddsvärt objekt	Beskrivning	Bedöms ha betydande miljö-konsekvenser?
Skador/påverkan på Röd linje vid station Liljeholmen	Samhällsviktig verksamhet	Störningar kan ske för Röd linje och befintlig station Liljeholmen där arbete kommer ske i anslutning till denna linje. Kan även ske skador vid arbete med anslutning till befintlig tunnelbana	Ja
Brand och/eller brandgasspridning till befintlig tunnelbana (Blå/Grön/Röd linje)	Människors liv och hälsa Samhällsviktig verksamhet	Vid station Fridhemsplan och station Liljeholmen kan brand och brandgaser som uppstår vid brand under byggtiden sprida sig till närliggande stationer och tunnelbanor (Blå och Grön linje vid Fridhemsplan och Röd linje vid Liljeholmen)	Ja
Påverkan på intilliggande befintliga byggnader	Fysisk miljö	Schaktning och bergarbeten kommer bedrivas nära befintliga byggnader	Ja
Sättningar på omgivande byggnader och/eller ledningar under mark	Kulturmiljö Fysisk miljö Samhällsviktig verksamhet	Schaktning och bergarbeten samt öppna schakt under längre tid kan orsaka sättningar	Nej. Har ej genomförts inom ramen för denna PM, hanteras inom ramen för miljöprövningen
Förorening av recipienter, med negativa konsekvenser för vattenmiljön	Naturmiljö och vattenmiljö	Läckage av bränsle från arbetsmaskiner eller utsläpp av annan kemikalie på arbetsplats (t.ex. sprängämnesrester) kan nå dagvattensystemet och sedan slutrecipient	Ja

Risker inom anläggning

Riskexponering från	Påverkar skyddsvärt objekt	Beskrivning	Bedöms ha betydande miljö-konsekvenser?
Brand	Människors liv och hälsa	Under byggtid är fullständigt brandskydd med samtliga säkerhetssystem ej på plats	Ja
Arbetsmiljörisker	Människors liv och hälsa	Ett flertal riskfyllda moment som sprängningar, elarbeten, arbete på spårområde och arbete på hög höjd medför en risk för entreprenörspersonal	Ja

Bilaga E – Riskutredning farligt gods

I denna bilaga presenteras beräkningarna som genomförts för att hantera riskerna som uppstår i samband med transport av farligt gods på väg och järnväg i närheten av stationsuppgångarna.

Inledning och arbetsgång

Denna bilaga utgör en riskutredning med kvantitativ riskanalys som avser att utreda risknivåerna för personer som använder tunnelbanestationerna med avseende på stationernas närhet till transportleder för farligt gods.

De aktuella transportlederna för farligt gods som utreds är:

- Södra länken - passerar i närheten av station Årstaberg och station Årstafältet)
- Åbyvägen och anslutning av Åbyvägen till Södra länken - passerar i närheten av station Årstafältet
- Västra stambanan - passerar i närheten av station Årstaberg och station Älvsjö

I denna bilaga presenteras inledningsvis metodiken för riskutredningen och begrepp och definitioner som används. Därefter presenteras en riskidentifiering för olyckor med farligt gods följt av en kvantitativ skattning av riskernas sannolikhet och konsekvens. Därefter värderas riskerna och vid behov, om risknivåerna överskrider ansatta acceptanskriterier, ges förslag på riskreducerande åtgärder.

Metodik

Nedan presenteras metod för riskidentifiering, riskuppskattning, riskvärdering samt hantering av osäkerheter.

Metod för riskidentifiering

I riskidentifieringen kartläggs vilka typer av olycksscenarier eller oönskade händelser som kan inträffa vid en olycka med farligt gods.

Underlag för risker som identifierats har hämtats från statistik, relevant facklitteratur, myndigheter, tidigare erfarenheter och riskutredningar. Utifrån detta underlag har dimensionerande olycksscenarier arbetats fram.

Metod för riskuppskattning

I denna riskutredning har en *kvantitativ riskanalys* genomförts, vilket innebär att sannolikhet för och konsekvens av varje identifierad olyckshändelse/skadehändelse beskrivs med absoluta värden. Sannolikhet och konsekvens har sedan sammanvägts och risken illustreras med riskmåtten individrisk och samhällsrisk.

Riskuppskattningen är en del av riskanalysen och syftar till att bestämma storleken på riskerna. Riskernas storlek är beroende av sannolikheten för, och konsekvensen av en olycka/händelse. Riskscenariernas frekvenser och

möjliga händelseförlopp har bedömts utifrån relevant facklitteratur, tidigare erfarenheter och riskanalyser samt logiska resonemang där konservativa antaganden har gjorts.

Mjukvarorna EFFECTS (Gexcon, 2022) och RISKCURVES (Gexcon, 2022), framtagna av Gexcon har använts för att kvantitativt beräkna storleken på risken genom att beräkna individrisken och samhällsrisken. *Coloured Books* utgör basen för mjukvarorna och består av fyra böcker: *Yellow Book*, *Green Book*, *Purple Book* och *Red Book*. De flesta modeller i mjukvaran utgår från *Coloured Books*, men modellerna har vidareutvecklats efter att *Couloured Books* senast uppdaterades, år 2005, för att ta hänsyn till den senaste forskningen och vetenskapliga data (Gexcon, 2022).

Yellow Book (VROM, 2005) beskriver möjliga riskscenarier och fysikaliska fenomen vid ett utsläpp av farliga ämnen och *Green Book* (Committee for the Prevention of Disasters, 1989) beskriver metoder för att bedöma hur sådana fenomen kan påverka människor i omgivningen. Mjukvarorna använder främst dessa två böcker för att modellera utsläppsscenarion och deras konsekvenser. *Purple Book* (VROM, 2005) beskriver hur man ska genomföra en kvalitativ riskanalys med riskmåtten individrisk och samhällsrisk och presenterar generiska felfrekvenser för komponenter som används vid hantering av farliga ämnen. Denna bok används således av mjukvaran för att beräkna risknivåer (Gexcon, 2022).

Metod för riskvärdering

Räddningsverket föreslår i rapporten *Värdering av risk* (Davidsson, Mett, & Lindgren, 1997) acceptanskriterier lämpade för värdering av risker presenterade med riskmåtten individrisk och samhällsrisk.

Acceptanskriterierna presenteras i form av ett intervall, vilket vanligen kallas för ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable). Risker som överstiger ALARP-området är för stora och åtgärder måste vidtas för att reducera risknivån. För risker inom ALARP-området ska risknivån reduceras så långt det är praktiskt möjligt och ekonomiskt försvarbart. Risker understigande ALARP-området bedöms som tolerabla, men om risker som med teknisk och ekonomiskt rimliga medel kan elimineras eller minskas, så ska det göras.

I denna riskutredning har riskerna värderats mot kriterier som presenteras i *Värdering av risk* (Davidsson, Mett, & Lindgren, 1997), även kända som DNV-kriterierna. Kriterier för individ- respektive samhällsrisk presenteras nedan.

Individrisk
Följande acceptanskriterier vid bedömning av individrisk för allmänheten, även kallad tredje person, har använts:

- Övre gräns för ALARP-området har varit 10^{-5} per år oberoende avstånd från riskkällan.
- Undre gräns för ALARP-området har varit 10^{-7} per år oberoende avstånd från riskkällan.

Samhällsrisk
Följande acceptanskriterier vid bedömning av samhällsrisk för allmänheten, även kallad tredje person, har använts:

- Övre gräns för ALARP-området har varit 10^{-4} per år för N = 1, med en lutning på FN-kurva på -1.
- Undre gräns för ALARP-området har varit 10^{-6} per år för N = 1, med en lutning på FN-kurva på -1.

Hantering av osäkerheter
Riskanalyser av den typ som redovisas i denna rapport är generellt behäftade med stora osäkerheter. Dessa osäkerheter tillskrivs främst indata, underlagsmaterial, beräkningsmodeller, expertbedömningar och statistiska underlag.

Generellt har osäkerheter hanterats genom konservativa bedömningar och antaganden. Detta innebär att bedömningar gjorts så att risken snarare överskattas än underskattas när osäkerheter förelegat. Anledningen till detta är att säkerställa att risken inte underskattas eftersom konsekvensen av en underskattad risk medför större sannolikhet att människor omkommer medan en något överskattad risk medför att kostnaden för åtgärder riskerar att bli högre.

Nedan presenteras några av de konservativa antaganden och/eller bedömningar som gjorts i utredningen:

- Beräkningarna för brandfarlig gas har utförts för kondenserad gas, vilket har bedömts vara konservativt eftersom de förväntade konsekvenserna är högre för kondenserade gaser jämfört med komprimerade gaser.
- Utsläpp av giftig gas har antagits ske med svaveldioxid på väg och klor på järnväg vilka båda utgör mycket giftiga gaser. Att samtliga transporter med giftig gas utgörs av dessa gaser har bedömts vara ett konservativt antagande.
- Transporttanken antas alltid vara fylld när olyckan sker, i verkligheten kommer fyllnadsgraden att variera.
- Utsläppet antas alltid ske vid tankens botten vilket innebär att hela innehållet kan läcka ut.

- Det antas att samtliga brandfarliga vätskor som transporteras på vägen utgörs av Hexan, som har både högre förbränningshastighet och energivärde jämfört med exempelvis bensin. En stor del av den transporterade mängden av brandfarliga vätskor i Sverige utgörs av betydligt mindre brandfarliga vätskor så som exempelvis diesel och andra oljor. Detta har därför bedömts vara ett konservativt antagande.

Riskidentifiering

På identifierade transportleder för farligt gods som passerar förbi tunnelbanestationerna förväntas farligt gods frekvent transporteras förbi stationerna. Dessa transporter innebär risker som kan påverka personer som använder stationerna. Om det sker en olycka som inkluderar en lastbil eller tågvagn som innehåller farligt gods, på någon av transportlederna i närheten av en stationsentré, kan det innebära konsekvenser för resenärer som befinner sig i eller i anslutning till stationen.

I tabellen nedan presenteras de olika klasserna av farliga ämnen på väg (ADR) och järnväg (RID) samt möjliga skadehändelser och exempelbeskrivning av konsekvens för respektive klass.

Tabell 10. Klassindelning över farliga ämnen samt vad de skulle kunna ge upphov till för konsekvenser vid en olycka.

	Skadehändelse				
ADR/RID-klass	Explosion	Brand	Förgiftning	Övrigt	Exempel på konsekvens av olycka
1. Explosiva ämnen och föremål	X				Övertryck som kan skada/rasera byggnader, ge upphov till splitter och skada på människor.
2. Gaser	X	X	X		Brännbara gaser Värmestrålning genom jetflamma, BLEVE (boiling liquid expanding vapor explosion), brännbart gasmoln eller gasmolnsexplosion som kan påverka människor och egendom. Giftiga gaser Toxiska effekter genom giftiga gasmoln som kan påverka miljö och människor.
3. Brandfarliga vätskor	X	X	X		Värmestrålning genom pölbrand som kan påverka människor och egendom. Även gasmolnsbränder kan vid vissa väderförhållanden skada människor.
4. Brandfarliga fasta ämnen, självantändande ämnen och ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid vattenkontakt		X			Värmestrålning genom brand i materialet som kan påverka människor och egendom lokalt med korta konsekvensavstånd.
5. Oxiderande ämnen och organiska peroxider	X	X			Värmestrålning genom brand i materialet som kan påverka människor och egendom. Explosion i händelse av blandning med andra brännbara ämnen som exempelvis organiska material (oljor eller drivmedel). Reaktionen mellan ämnena kan leda till brand och/eller explosion med tryck- och värmestrålningsskador som följd.
6. Giftiga och smittsamma ämnen			X		Toxiska effekter på miljö och människa.

	Skadehändelse				
ADR/RID-klass	Explosion	Brand	Förgiftning	Övrigt	Exempel på konsekvens av olycka
7. Radioaktiva ämnen			X	X	Strålskada på miljö, människa och egendom.
8. Frätande ämnen				X	Frätskador på egendom och människor.
9. Övriga farliga ämnen och föremål				X	Konsekvenser är generellt begränsade till det direkta närområdet.

Att döma av tabellen ovan är det främst farligt gods i ADR/RID-klasserna 1, 2, 3 och 5 som förväntas leda till dödliga konsekvenser för tredje man bortom vägens/järnvägens direkta närområde. Risken förknippad med transport av dessa varor kommer därför att utredas närmare.

Södra länken

Södra länken är nedsänkt i förhållande till sin omgivning vilket innebär att riskerna generellt är mindre vid en farligt gods olycka för personer som inte befinner sig i vägens direkta närhet. Vissa typer av olyckor kan dock innebära konsekvenser även om det finns en höjdskillnad, framförallt utsläpp av gaser. I den kvantitativa riskanalysen har södra länken konservativt antagits vara i samma nivå som sin omgivning.

Vägen utgör en motorväg och hastighetsbegränsningen förbi de aktuella stationerna Årstaberg och Årstafältet är 70 km/h. Trafikmängderna på vägen år 2022 har erhållits från Trafikverkets nationella vägdatabas, NVDB (Trafikverket, 2022). För att ta hänsyn till trafikutvecklingen i samband med byggnation av Tvärförbindelsen (två mil mötesfri motortrafikled söder om Stockholm som bedöms avlasta trafiken på Södra länken till viss del) har trafikmängder för år 2045 hämtats från prognoser framtagna i projektet Tvärförbindelse Södertörn (Trafikverket B, 2019). Trafikverkets kalkylverktyg EVA (Trafikverket A, 2023) har sedan använts för att beräkna den prognosticerade årsmedeldygnstrafiken för år 2050. Resultatet av ÅDT uppräknad till år 2050 har använts i riskanalysen. Samtliga ÅDT för år 2019, 2045 och 2050 redovisas i Tabell 11.

Tabell 11. Trafikmängder Södra länken.

Årsmedeldygnstrafik (ÅDT)	Uppmätt år 2022 (Trafikverket, 2022)	År 2045 från Tvärförbindelsen Södertörn (Trafikverket B, 2019)	Uppräknat från 2045 till 2050 (Trafikverket A, 2023)
Tung trafik (lastbilar) - österut	3 980	4 456	4 765
Samtliga fordon - österut	49 090	55 700	56 965

Årsmedeldygnstrafik (ÅDT)	Uppmätt år 2022 (Trafikverket, 2022)	År 2045 från Tvärförbindelsen Södertörn (Trafikverket B, 2019)	Uppräknat från 2045 till 2050 (Trafikverket A, 2023)
Tung trafik (lastbilar) - västerut	3 920	3 934[2]	4 206
Samtliga fordon - västerut	49 800	56 200	57 476

Enligt statistik från Trafikanalys (2021) transporterade i genomsnitt 1 % av den tunga trafiken i Sverige farligt gods mellan åren 2015–2021. Andelen varierar för olika vägar med farligt gods, inga exakta siffror kunde hittas för Södra länken. Eftersom det är en begränsad mängd verksamheter som kan tänkas använda Södra länken för transport av farligt gods på den östra sidan av Stockholm har det utifrån den nationella statistiken bedömts att 1% av tung trafik på södra länken utgör farligt gods.

Fördelningen baseras på nationell statistik för antalet körda kilometer med farligt gods, framtagen av trafikanalys lastbilstrafik mellan år 2015–2021 (Trafikanalys, 2021).

Eftersom Södra länken har stort ÅDT och en mittremsa som innebär relativt långt avstånd mellan filerna i de två färdriktningarna samt påverkar två olika stationer i olika riktningar, Årstaberg i norr och Årstafältet i syd, har vägen delats upp i två delar i analysen. Detta innebär att beräkningarna blir mer nyanserade och att respektive vägriktning har ett separat bidrag till beräknad risknivå.

I Tabell 12 presenteras ett medelvärde av farligt godsfördelning baserat på nationella snittet i Sverige som använts i analysen för Södra länken.

Tabell 12. Fördelning av de olika ADR-klasserna baserat på det nationella snittet mellan år 2015–2021 för antalet körda kilometer med farligt gods på väg.

Inget data	ADR-klass	Fördelning (%)
1	Explosiva ämnen och föremål	1,32 %
2.1	Brandfarliga gaser	5,12 %
2.2	Icke brandfarliga, icke giftiga gaser	16,5 %
2.3	Giftiga gaser	0,03 %
3	Brandfarliga vätskor	49,58 %
4.1	Brandfarliga fasta ämnen	0,32 %

[2] ÅDT motsvarande idag eftersom stor del av trafiken som idag går på Södra länken förväntas i framtiden gå på Tvärförbindelsen. Detta är också förklaringen till den begränsade ökningen mellan 2019 och 2045 för samtliga rader i tabellen

Inget data	ADR-klass	Fördelning (%)
4.2	Självantändande ämnen	1,29 %
4.3	Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid vattenkontakt	2,02 %
5.1	Oxiderande ämnen	2,45 %
5.2	Organiska peroxider	0,04 %
6.1	Giftiga ämnen	6,59 %
6.2	Smittsamma ämnen	1,05 %
7	Radioaktiva ämnen	0,04 %
8	Frätande ämnen	9,65 %
9	Övriga farliga ämnen	3,99 %

Åbyvägen

Vägen utgör en flerfältsväg och hastighetsbegränsningen för vägen är 70 km/h. Mätningar för trafikmängder på vägen finns inte i Trafikverkets nationella vägdatabas, NVDB (Trafikverket, 2022). Dock finns det i projekt Tvärförbindelse Södertörn prognoser framtagna för trafikmängder på bland annat Åbyvägen för år 2045 (Trafikverket B, 2019). Trafikverkets kalkylverktyg EVA (Trafikverket A, 2023) har sedan använts för att beräkna den prognosticerade årsmedeldygnstrafiken för år 2050. Resultatet av ÅDT uppräknad till år 2050 har använts i riskanalysen. Samtliga ÅDT för år 2019, 2045 och 2050 redovisas i Tabell 13.

Tabell 13. Trafikmängder Åbyvägen.

Årsmedeldygnstrafik (ÅDT)	År 2045 från Tvärförbindelsen Södertörn (Trafikverket B, 2019)	Uppräknat till år 2050 (Trafikverket A, 2023)
Tung trafik (lastbilar)	4 046	4 327
Samtliga fordon	28 900	29 556

För att uppskatta andelen farligt gods på Åbyvägen användes resultatet för en inventering som genomfördes 2018 (Tyréns, 2018). Inventeringen genomfördes för Huddingevägen och avsåg att inventera vilka verksamheter som finns längs med Huddingevägen eller som kan tänkas använda Huddingevägen som har betydande transporter av farligt gods. Eftersom Åbyvägen och Huddingevägen ansluter till varandra och båda ansluter Årstatunneln och Södra länken bedöms denna inventering vara tillämplig även för Åbyvägen och en bättre estimering än att använda det nationella snittet. Inventeringen visade att antalet farligt godstransporter per år är 6455 vilket utgör 0,4% av all tung trafik. Fördelningen av farligt gods är utifrån inventeringen fördelat på ADR klass 2.1 - 40% och ADR klass 3 - 60%.

Västra Stambanan

Största tillåtna hastighet förbi aktuella stationer Älvsjö och Årstaberg är 90–119 km/h enligt *NJDB på webb* (Trafikverket A, 2019). Tåg som passerar stationerna antas passera med en maximal hastighet om cirka 100 km/h. Detta utgör ett konservativt antagande eftersom godståg vanligtvis inte kör i så höga hastigheter som 100 km/h.

Antalet tåg på västra stambanan mellan Stockholm S och Älvsjö baseras på statistik från Trafikverket för prognosticerade värden år 2040 (Trafikverket B, 2023) och presenteras i Tabell 14. Trafikvärden för år 2040 har sedan räknats upp för år 2050 enligt Instruktion om tillväxttal för godstrafik på järnväg 2017-2040-2065 (Trafikverket B, 2023)

Tabell 14. Uppskattad trafikmängd per dygn på järnvägen fördelad på olika trafikslag.

Årsmedeldygnstrafik (ÅDT)	Prognosticerade värden 2040	Uppräknade värden 2050
Godståg	19	22
Samtliga tåg	824	824

I Tabell 15 nedan presenteras ett medelvärde av farlig godsfördelning som baseras på nationell statistik framtagen ur *Trafikanalys 2020* för godstrafik år 2015–2020 (Trafikanalys, 2020). Statistiken visar att farligt gods klass 1 inte transporteras på järnväg och hanteras därför inte vidare i analysen.

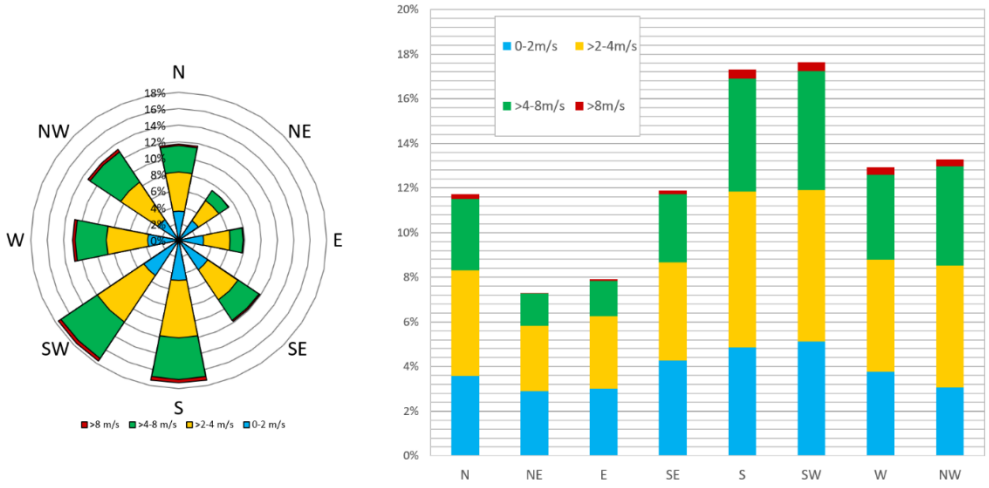
Tabell 15. Tabell över fördelning av de olika RID-klasserna från statistik under åren 2015-2022.

Inget data	RID-klass	Fördelning (%)
1	Explosiva ämnen och föremål	0,0 %
2.1	Brandfarliga gaser	22,63 %
2.2	Icke brandfarliga, icke giftiga gaser	0,79 %
2.3	Giftiga gaser	7,57 %
3	Brandfarliga vätskor	31,61 %
4.1	Brandfarliga fasta ämnen	0,2 %
4.2	Självantändande ämnen	0,02 %
4.3	Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid vattenkontakt	2,34 %
5.1	Oxiderande ämnen	13,81 %
5.2	Organiska peroxider	0,5 %
6.1	Giftiga ämnen	1,81 %
6.2	Smittsamma ämnen	0,0 %
7	Radioaktiva ämnen	0,01 %
8	Frätande ämnen	17,82 %
9	Övriga farliga ämnen	0,89 %

Riskuppskattning och värdering

Förutsättningar – vindförhållanden

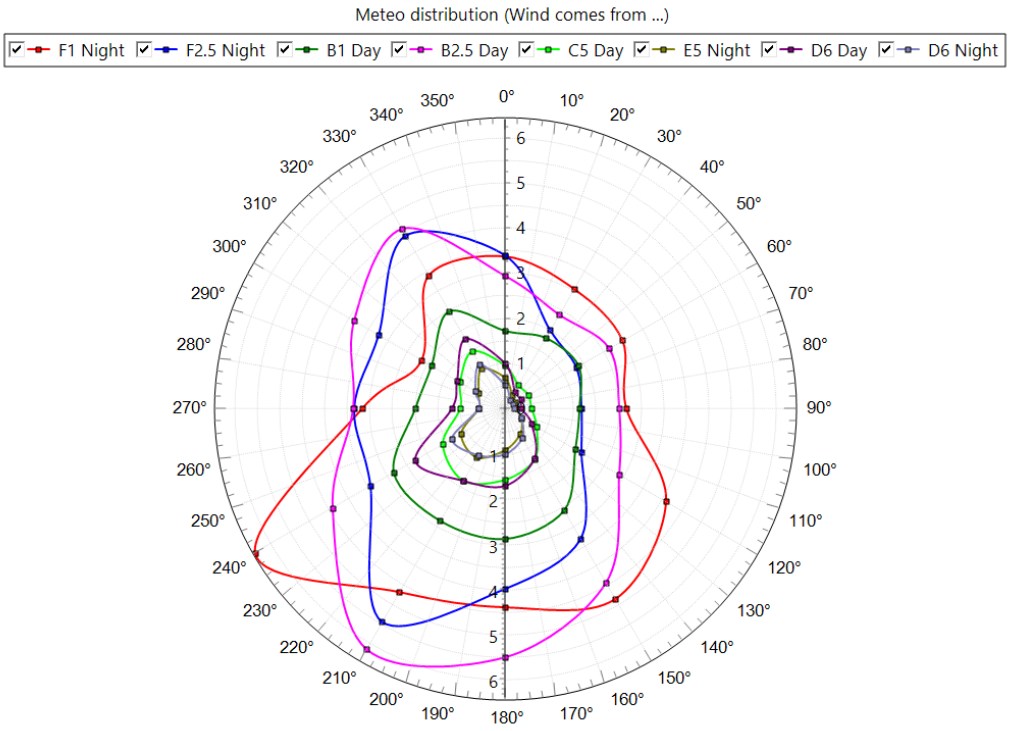
Vindriktning och vindens hastighet är betydande vid beräkning av konsekvenser vid utsläpp av farligt gods. Vinddata har inhämtats från närmaste aktiva representativa SMHI-vädermätstation Tullinge A i södra Stockholm, och presenteras i Figur 33 nedan i en vindros och ett diagram (SMHI, 2023). Figuren visar att vindarna blåser mestadels från väst och sydväst. Vindhastigheten är varierad över de studerade intervallen, dock är vindhastigheten sällan över 8 m/s.



Figur 33. Vindros och diagram för vind framtagen med vinddata från mätstation Tullinge A i södra Stockholm (SMHI, 2023).

Utifrån denna vinddata har en fördelning av väderklasser innehållandes stabilitetsklass samt vindhastighet tagits fram och ansatts i *RISKCURVES*. Stabilitetsklass bestäms av vindhastighet samt inkommande solstrålning dagtid respektive molntäcke nattetid (Pasquill, 1961). Genom att konservativt anta att den inkommande solstrålningen alltid är låg dagtid och molntäcket alltid är litet nattetid erhålls stabilare väderklasser vilket är ogynnsamt då stabilare väder innebär att ett utsläppt gasmoln sprider sig längre ifrån utsläppspunkten.

I figuren nedan presenteras en vindros med vindriktning, väderklasser och vindhastighet som den redovisas i mjukvaran RISKCURVES. 0 grader utgör nordlig vindriktning. De olika konturerna i figuren representerar väderklasser där bokstaven står för stabilitetsklass A-F, A är instabilt och F är mycket stabilt, och siffran betecknar vindhastigheten i meter per sekund. Exempelvis betyder F1 stabilitetsklass F och vindhastighet 1 meter per sekund. Sannolikheten för respektive väderklass presenteras av den lodräta skalan i figuren.



Figur 34. Vindros som använts vid beräkningar. 0 grader utgör nordlig vindriktning, bokstaven står för stabilitetsklass A-F, där A är instabilt och F är mycket stabilt, och siffran betecknar vindhastigheten.

Sannolikhetsbedömningar

För att kunna uppskatta risknivån för transporter av farligt gods behöver en bedömning av sannolikhet för en olycka med efterföljande utsläpp av farligt gods göras.

Olycka med farligt gods på väg

För transport med farligt gods görs sannolikhetsbedömningen mot bakgrund av olycksfrekvensmodell från Räddningsverket (Hedenström & Lange, 1997). Med hjälp av denna modell uppskattas sannolikheten för en trafikolycka med utsläpp av farligt gods.

Olyckor på den aktuella vägsträckan med omedelbara dödliga konsekvenser på tredje person har enbart bedömts kunna uppstå ifall en eventuell olycka på den aktuella vägsträckan involverar en transport med farligt gods.

Nedanstående beräkningsmetodik har använts för att uppskatta sannolikheten för en farlig godsolycka (Hedenström & Lange, 1997).

Ekvation 1. Beräkning av sannolikhet för farligt godsolycka.

$$P_{olycka} = N * W_{ADR}Q * 10 - 6 * s * 365 * ((X * Y) + (1 - Y)(2X - X^2)) * I_{FG}$$

där

P_{olycka}	=	Frekvensen för en olycka med efterföljande utsläpp av farligt gods
N	=	ÅDT (årsdygnsmedeltrafik)
W_{ADR}	=	Andel för den specifika klassen farligt gods
Q	=	Olyckskvot (antal olyckor/miljon fordonskilometer)
s	=	Sträcka där olycka kan påverka utredningsområdet (km)
365	=	Antal dagar på ett år
X	=	Andelen fordon skyltade med farligt gods
Y	=	Andelen singelolyckor
I_{FG}	=	Index för farligt gods olycka

I Tabell 16 presenteras indata i ovanstående ekvation för Södra länken och Åbyvägen.

Tabell 16. Indata för sannolikhetsfördelningar för Södra länken och Åbyvägen.

Indata	Värde Södra länken	Värde Åbyvägen	Kommentar
N	Österut – 56 965 Västerut – 57 476	29 556	Årsdygnstrafik uppräknad till år 2050, se Tabell 11 och Tabell 13
W_{ADR}	-Inget data	- Inget data	Andel för respektive farligt godsklass, se Tabell 12 för Södra länken. För Åbyvägen: 40% klass 2.1 och 60% klass 3
Q	0,6	0,6	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 70 km/h inom tätort av vägtyp motorväg respektive flerfältsväg
S	1	1	Har ansatts till 1,00 för att beräkna olycka per kilometer och år
X	Österut – 0,0008 Västerut – 0,0007	0,0006	Baserat på att cirka 1 % respektive 0,4 % av den tunga trafiken på aktuella vägar antas transportera farligt gods. Värdet är andelen av total trafik, inte andelen av tung trafik.
Y	0,3	0,3	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 70 km/h inom tätort av vägtyp motorväg respektive flerfältsväg
I_{FG}	0,13	0,13	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 70 km/h inom tätort av vägtyp motorväg respektive flerfältsväg

Med ekvation 1 och indata som presenteras ovan har den totala frekvensen för en farligt godsolycka på Södra länken österut beräknats till $2{,}32 \cdot 10^{-3}$ per km och år, vilket motsvarar cirka en olycka på 432 år. På Södra länken

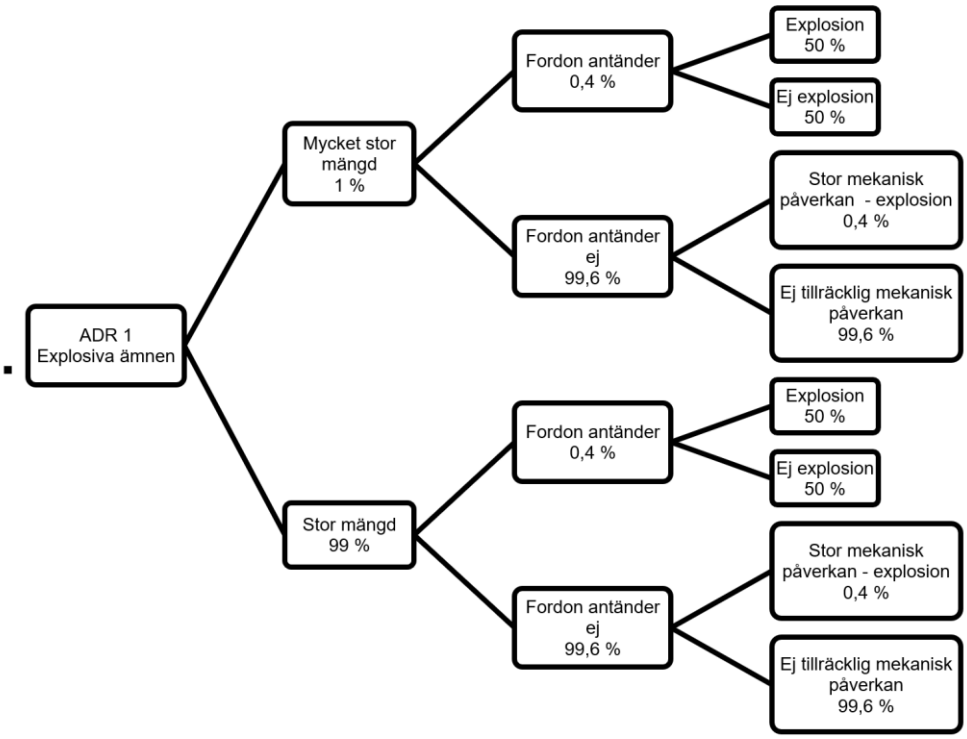
söderut har den totala frekvensen för en farligt godsolycka beräknats till $2{,}03 \cdot 10^{-3}$ per km och år, vilket motsvarar cirka en olycka på 493 år. På Åbyvägen har den totala frekvensen för en farligt godsolycka beräknats till $8{,}56 \cdot 10^{-4}$ per km och år, vilket motsvarar cirka en olycka på 1169 år.

Händelseförlopp vid utsläpp av explosiva ämnen – ADR-klass 1

Exempel på explosiva varor är ammunition, tårgas, krut, fyrverkerier och trotyl. Vid en antändning av explosiva varor uppstår en kraftig och kortvarig tryckvåg som kan skada människor och byggnader. Generellt klarar människor en tryckvåg mycket bättre än en byggnad eller konstruktion. Människor kan dock skadas allvarligt av nedfallande eller kollapsande byggnadsdelar.

Det är endast så kallade massexplosiva varor (ADR-klass 1.1) som bedöms kunna skada människor allvarligt på längre avstånd, 10–110 meter (Linderstad & Ander, 1997). Massexplosiva varor är explosivämnen som har en benägenhet att explodera i sin helhet och därför åstadkomma stora skador. I denna riskutredning inkluderas därför endast transporter med massexplosiva varor.

Händelseträdet i Figur 35 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med explosiva varor på väg.



Figur 35. Händelseträd för ADR-klass 1 - Explosiva varor för scenarier vid vägtrafikolycka.

På väg är det tillåtet att lasta upp till maximalt 16 ton explosivämnen. Eftersom strikta samlastningsregler gäller för explosivämnen bedöms det

att merparten av transporter inte lastas med så stora mängder. I denna utredning bedöms 1 % av alla transporter på väg med explosivämnen vara lastade med maximalt tillåten last som är 16 ton, och alla övriga transporter vara lastade med max 1000 kg.

För att en explosion ska inträffa vid en olycka måste antingen en brand i fordonet uppstå och sprida sig till explosivämnet. Alternativt behöver de mekaniska påkänningarna vid kollisionen vara tillräckligt stora och därigenom utlösa en detonation. Sannolikheten för att en brand uppstår efter en trafikolycka är relativt liten. För vägtrafikolycka bedöms den vara cirka 0,4 %. Av dessa bränder släcks sannolikt ett flertal av föraren eller av räddningstjänsten innan branden hunnit påverka lasten. Hur stor andel bränder som faktiskt släcks är dock mycket osäkert då denna typ av statistik inte funnits tillgänglig under riskutredningen. Vid större transporter av explosiv vara (>1000 kg) måste varorna förvaras i brandklassade skåp för att minska sannolikheten för att utvändig brand ska kunna påverka lasten. Detta innebär att även om en brand inte släcks är sannolikheten låg för att branden ska kunna antända de explosiva varorna. Vidare kommer flertalet explosivämnen att brinna upp i stället för att detonera vid en brand. Sannolikheten för att en brand ska antända de explosiva varorna bedöms konservativt till 50 %.

Med mekanisk påverkan på de explosiva varorna avses den stöt som uppstår vid en trafikolycka. Hur stor stöt som krävs för att de explosiva varorna ska antända är oklart. Ett flertal explosiva varor kräver kollisionshastigheter som överstiger flera hundra m/s för att antända, vilket motsvarar hastigheten hos en projektil från ett vapen. Vidare är moderna lastbilar konstruerade med deformationszoner, vilka tar upp energi vid kollision och minskar påfrestningarna på lasten. Detta tyder på att en kollision sannolikt inte kan orsaka en antändning. Denna bedömning är dock förknippad med osäkerheter. En konservativ bedömning är att det är lika sannolikt med tillräckligt stor mekaniska påverkan vid en trafikolycka som det är att det uppstår en brand vid en trafikolycka med tung trafik, alltså 0,4 % för en vägtrafikolycka.

Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga gaser – ADR-klass 2.1

Ett utsläpp av brandfarliga gaser kan skada människor dels genom förgiftning, dels genom värmestrålning eller tryckpåverkan, om gasen skulle antända. Om ett utsläpp av brandfarlig gas inte antänder i direkt anslutning till olycka skulle ett drivande gasmoln kunna uppstå som sannolikt har toxiska effekter för människor. Ett sådant gasmoln skulle vara lättantändligt då en brännbar blandning bildas tillsammans med luftens syre. Energin i ett fordon, en cigarett eller gatljus skulle kunna antända gasmolnet. Detta innebär att ett gasmoln med tillräckligt hög koncentration för att förgifta människor sannolikt antänder och leder till brännskador långt innan allvarlig förgiftning uppstår. Människor förväntas därmed inte

skadas allvarligt förrän läckaget antänder. I denna riskutredning undersöks endast strålningspåverkan och de toxiska effekterna.

Givet en olycka där det farliga ämnet transporteras under tryck i tank har sannolikheten för farligt godsolycka antagits vara 30 gånger lägre än för vanliga tankar på grund av de krav på tjocklek med mera som gäller för dessa tankar (Hedenström & Lange, 1997).

Skulle ett läckage uppstå är konsekvenserna starkt beroende av utsläppets storlek. I denna riskutredning bedöms utsläppscenarier i Tabell 17 nedan vara representativa.

Tabell 17. Utsläppscenarier för farliga godsolyckor på väg vid ett utsläpp av brandfarlig gas (Hedenström & Lange, 1997).

Utsläppsbeskrivning	Håldiameter (mm)	Sannolikhet
Litet utsläpp	10	0,625
Medelstort utsläpp	30	0,208
Stort utsläpp	110	0,167

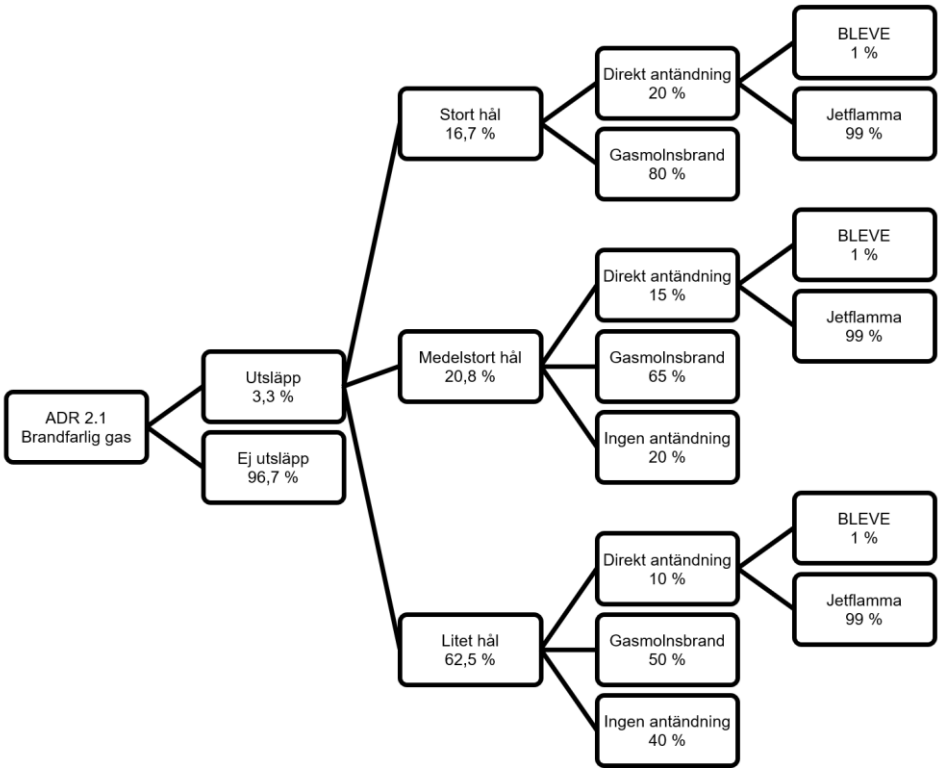
Vid ett läckage kan utsläppet antända direkt, inte antända alls eller så sker det en fördröjd antändning. När eller om gasen antänder erhålls stor inverkan på konsekvensernas omfattning. Nedan i Tabell 18 presenteras de antändningsscenarier som har beräknats.

Tabell 18. Antändningsscenarier vid utsläpp av brandfarlig gas (Purdy, 1993) för väg.

Utsläpp	Direkt antändning (sannolikhet)	Ingen antändning (sannolikhet)	Fördröjd antändning (sannolikhet)
Litet utsläpp	0,1	0,4	0,5
Medelstort utsläpp[3]	0,15	0,2	0,65
Stort utsläpp	0,2	0	0,8

Händelseträdet i Figur 36 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med brandfarlig gas.

[3] Sannolikheterna är interpolerade från sannolikheterna för litet och stort utsläpp i (Purdy, 1993).



Figur 36. Händelseträd för ADR-klass 2.1 – Brandfarliga gaser.

Om ett utsläpp av brandfarlig gas antänds kan någon av följande skadehändelser/scenarier inträffa. Gasen skulle kunna antända direkt efter utsläppet och ge upphov till jetflamma. Jetflamman kan skada människor och egendom genom värmestrålning från flamman.

Det andra scenariot har låg sannolikhet, men kan inträffa om två tryckkärl transporteras med samma fordon och tryckkärlens säkerhetsventil är ur funktion. Skadehändelsen/scenariot kallas BLEVE och kan inträffa om ett tryckkärl med kondenserad brandfarlig gas utsätts för upphettning. Tryckkärlet förlorar då sin tryckbärande förmåga och briserar med ett stort eldklot och tryckpåverkan som följd. Människor och egendom kan då skadas av värmestrålning och splitter eller stora kaststycken från till exempel tryckkärlet. Denna händelse förväntas endas ske som en dominoeffekt av en jetflamma eller kraftig fordonsbrand, som i sin tur hettar upp det lastade tryckkärlet. En BLEVE antas konservativt utgöra 1 % av samtliga farligt godsolyckor med brandfarlig gas där direkt antändning sker.

Det tredje scenariot är gasmolnsbrand eller gasmolnsexplosion. Dessa skadehändelser kan inträffa om gasmolnet inte antänder direkt efter att utsläpp inträffat. Då kan ett gasmoln driva i väg i vindriktningen och antända långt ifrån utsläppskällan. Vid en gasmolnsbrand bedöms endast allvarliga skador uppstå på de personer och byggnader som är inom molnet. Vid en gasmolnsexplosion kan en tryckvåg uppstå som skadar byggnader

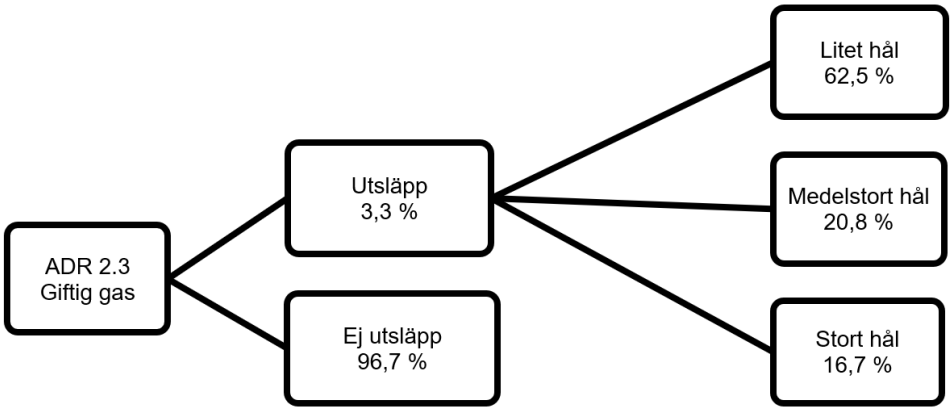
och i sin tur människor utanför gasmolnet. För att en gasmolnsexplosion ska inträffa krävs dock stora mänger gas i gasmolnet och gasen måste var väl omblandad med luft så att rätt koncentrationer uppstår. En gasmolnsexplosion bedöms därför ha låg sannolikhet och gasmolnsbrand och gasmolnsexplosion hanteras därför i denna riskutredning under samma scenario.

Vindriktningen styr om personer inom det aktuella utredningsområdet exponeras för gasmolnet, och även vindhastigheten påverkar spridningen, se vindros i Figur 33.

Händelseförlopp vid utsläpp av giftiga gaser – ADR-klass 2.3
Farlig godsklass 2.3, giftiga gaser, kan ha en starkt toxisk effekt om människor exponeras för något av dessa ämnen. Konsekvenserna som uppstår vid ett utsläpp av giftig gas beror bland annat på läckagets storlek, gasens toxicitet, vind- och väderförhållanden och områdets topografiska förutsättningar.

De vanligaste giftiga gaserna med hög toxicitet som transporteras på svenska trafikleder är klor, ammoniak och svaveldioxid. Svaveldioxid har använts som dimensionerande ämne i beräkningar för utsläpp vid farligt godsolycka på väg. På väg transporteras vanligen inte större mängder än 40 ton gas. De ovan beskrivna gaserna transporteras vanligen i tjockväggiga tryckkärl vilka klarar relativt stora påfrestningar vid en trafikolycka utan att punktering och utsläpp av gasen sker.

Givet en olycka där det farliga ämnet transporteras under tryck i tank har sannolikheten för farligt godsolycka antagits vara 30 gånger lägre än för vanliga tankar på grund av de krav på tjocklek med mera som gäller för dessa tankar (Hedenström & Lange, 1997). Händelseträdet i Figur 37 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med giftig gas.



Figur 37. Händelseträd för ADR-klass 2.3 – Giftiga gaser.

Utsläppets storlek har antagits på motsvarande sätt som för brandfarlig gas, se Tabell 19 nedan.

Tabell 19. Utsläppscenarier för farligt godsolyckor på väg vid ett utsläpp av brandfarlig gas (Hedenström & Lange, 1997).

Utsläppsbeskrivning	Håldiameter (mm)	Sannolikhet
Litet utsläpp	10	0,625
Medelstort utsläpp	30	0,208
Stort utsläpp	110	0,167

Vindriktningen styr om personer inom det aktuella utredningsområdet exponeras för den utsläppta gasen, och även vindhastigheten påverkar spridningen, se vindros i Figur 33.

Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga vätskor – ADR-klass 3

Vid ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle människor i närheten av utsläppet kunna skadas allvarligt om utsläppet antänder. Några exempel på brandfarliga vätskor är bensin, E85 (etanol) och diesel. De fysikaliska egenskaperna hos olika brandfarliga vätskor gör att de har olika stor benägenhet att antända, exempelvis antänder sannolikt bensin och E85 enklare än diesel. Då transportfördelningen mellan olika brandfarliga vätskor är okänd behandlas samtliga transporter med brandfarliga vätskor som transporter med en lättantändlig vätska, hexan.

Nedan i Tabell 20 presenteras sannolikheten för olika utsläpp vid en farligt godsolycka med brandfarlig vätska.

Tabell 20. Sannolikhet för utsläpp av brandfarlig vätska givet olycka (Hedenström & Lange, 1997).

Utsläppsbeskrivning	Sannolikhet
Medelstort/litet kontinuerligt utsläpp	0,75
Stort utsläpp, allt släpps ut momentant	0,25

Ett utsläpp av en brandfarlig vätska med efterföljande antändning, resulterar sannolikt i en pölbrand. Konsekvenserna för människor av denna händelse härleds främst till den värmestrålning som pölbranden ger upphov till. Dödliga skador bedöms osannolikt på ett avstånd om mer än 50 meter från en pölbrand, men kan ske längre från branden vid olyckliga omständigheter.

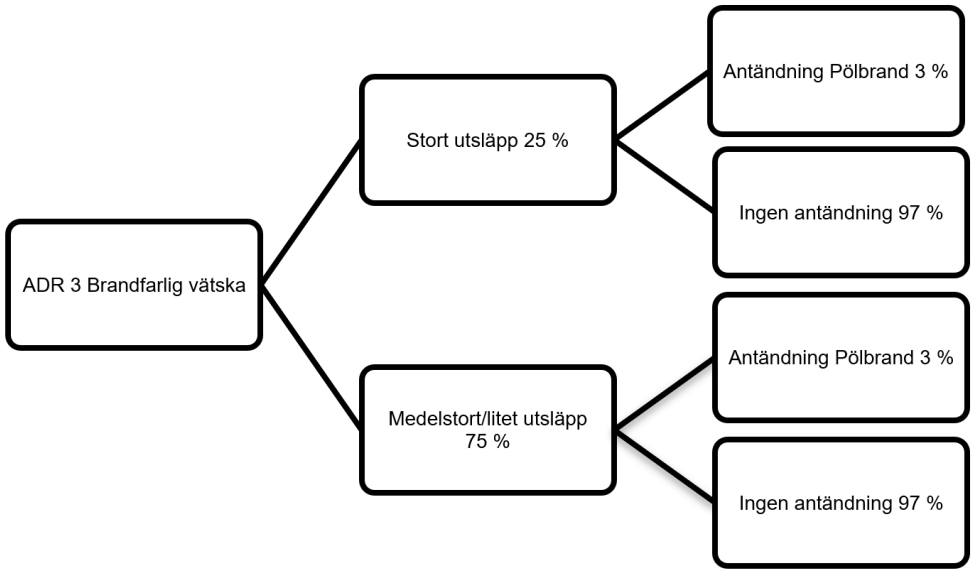
Ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle kunna ge upphov till en gasmolnsbrand vid fördröjd antändning. Om ett stort utsläpp sker en varm dag och vätska är flyktig skulle ett ångmoln kunna bildas och driva i väg. Ångmolnet skulle kunna antända och skada människor och byggnader bortom utsläppsplatsen. Simuleringar som genomförts i mjukvaran RISKCURVES visar dock att gasmolnsbrand inte är aktuellt vid utsläpp av brandfarlig vätska med aktuella förutsättningar.

I tabellen nedan presenteras sannolikheten för de olika antändningsscenarierna. Händelseträdet i Figur 38 nedan redovisar

tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med brandfarlig vätska på väg.

Tabell 21. Antändningsscenarier vid utsläpp av brandfarlig vätska för väg.

Utsläpp	Direkt antändning (sannolikhet) (Purdy, 1993)	Ingen antändning (sannolikhet)[4]
Litet utsläpp	0,03	0,97
Stort utsläpp	0,03	0,97



Figur 38. Händelseträd för ADR-klass 3 – Brandfarliga vätskor.

Händelseförlopp vid utsläpp av oxiderande ämnen – ADR-klass 5.1

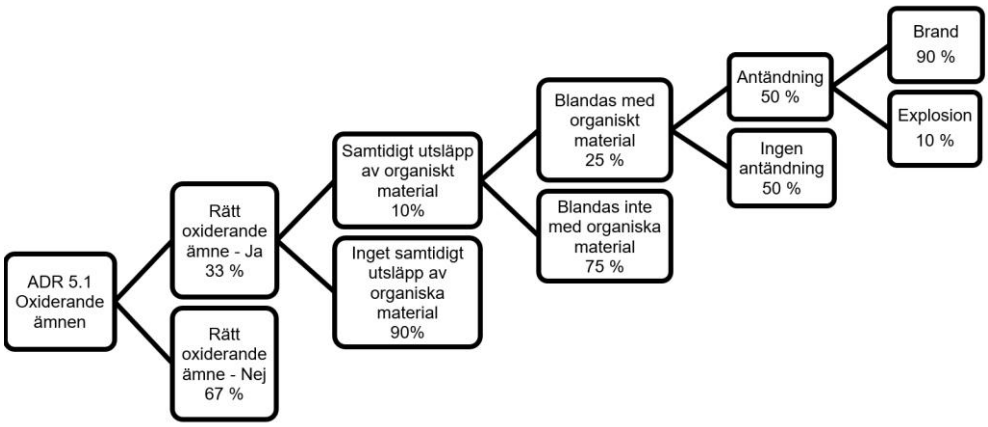
Ett utsläpp av ämnen i ADR-klass 5.1 leder i de flesta fall inte till några personskador. Skulle dock oxiderande ämnen komma i kontakt med organiska material som oljor och drivmedel skulle blandningen kunna självantända med ett explosionsartat brandförlopp som följd. Det explosionsartade händelseförloppet skulle kunna skada människor dels genom den tryckuppbyggnad som uppstår, dels genom den värmestrålning som uppstår. Ammoniumnitrat har historiskt sett inblandat i olyckor med kraftiga bränder och explosioner. En stor del av de oxiderande ämnen som dock transporteras bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material.

I denna analys har det antagits att en tredjedel av ämnena i klass 5 som transporteras på väg kan leda till allvarliga konsekvenser vid ett utsläpp.

[4] Baseras på 94% sannolikhet för ingen antändning (Purdy, 1993) och resultatet av simuleringar i RISKCURVES som visar att gasmolnsbrand inte är aktuellt vid utsläpp av brandfarlig vätska med aktuella förutsättningar.

Vid en trafikolycka på väg med oxiderande ämnen antas det samtidigt ske ett utsläpp av organiskt material i 10 % av fallen. Sannolikheten att det oxiderande ämnet sedan kommer i kontakt med det organiska materialet antas till 25 %. Sannolikheten för att blandningen därefter ska antända bedöms vara 50 %. Ofta blandas en stabilisator in i det oxiderande ämnet vilken minskar reaktionsbenägenheten, därför bedöms det sannolikare att det uppstår en brand (90 %) än en explosion (10 %).

Händelseträdet i Figur 39 nedan redovisar tänkbara händelseförlopp vid farligt godsolycka med oxiderande ämnen.



Figur 39. Händelseträd för ADR-klass 5.1 – Oxiderande ämnen.

Olycka med farligt gods på järnväg

För transport av farligt gods görs denna bedömning mot bakgrund av två olycksfrekvensmodeller från Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) (Hedenström & Lange, 1997) och från Banverket (Fréden, 2001). Med hjälp av dessa modeller uppskattas sannolikheten för en trafikolycka med utsläpp av farligt gods. Vad som sker efter att utsläppet uppstått beskrivs separat för respektive farligt godsklass i nedanstående underkapitel.

Banverkets modell för skattning av olycksfrekvensen på järnväg utgår från följande tänkbara skadehändelser för att uppskatta olycksfrekvensen (Fréden, 2001):

- Urspårning
- Kollision i samband med urspårning
- Sammanstötning mellan tåg
- Bränder
- Plankorsningsolycka
- Olycka vid växling/rangering

Nedan redovisas en beskrivning av respektive skadehändelse.

Urspårning

Frekvens för urspårning har beräknats med ekvation hämtad ur rapport från International Union of Railways (UIC) (UIC, 2002). Denna grundar sig i europeisk urspårningsstatistik. Värden för urspårningsfrekvens per tågkilometer som används i formeln stämmer även väl överens med svensk urspårningsstatistik (Andersson, 2014).

Ekvation 2. Frekvens för urspårning (UIC, 2002).

$$F = e_r \times d \times Z_d \times 365 \times 10^{-3}$$

I Tabell 22 nedan beskrivs ekvationens variabler.

Tabell 22. Indata för att uppskatta urspårningsfrekvens.

Variabel	Beskrivning	Värde
F	Frekvens för urspårning	- Inget data
e_r	Urspårningsfrekvens per tågkilometer	Godståg spår utan växlar: 2,5 * 10^{-8} spår med växlar: 25 * 10^{-8} Passagerartåg spår utan växlar: 0,25 * 10^{-8} spår med växlar: 2,5 * 10^{-8}
d	Den längsta sträckan som den urspårade vagnen kan gå längs med spåret	d = v^2 / 100 , där v är tågets hastighet vid urspårning (100 km/h)
Z_d	Antal tåg per dygn	-Inget data

Det har i beräkningar ansatts att spåren har växlar. För godståg har frekvensen beräknats till $3{,}47 \times 10^{-4}$ urspårningar per år, vilket motsvarar en urspårning på 2884 år, inom ett avstånd om 1 km vid utredningsområdet. Denna frekvens har tillsammans med fördelningen av RID-klasser, Tabell 15, och antagandet att sannolikheten för att en urspårning av godståg innebär urspårning av tågvagn med farligt gods är 5 %, använts som indata till mjukvaran. Antagandet om 5 % sannolikhet baseras på att farligt gods utgjorde 5 % av all godstrafik år 2021 enligt rapport från Trafikanalys (2022).

Utöver att leda till farligt godsolycka kan urspårningen även i innebära en direkt risk för människors liv i nära anslutning till järnvägen till följd av påkörning, vilket påverkar individrisken. Dock bedöms inte tredje person befinna sig stadigvarande i järnvägens direkta närhet.

För att göra en uppskattning av sannolikheten för påkörning används ekvationen nedan från UIC (UIC, 2002).

Ekvation 3. Sannolikheten för påkörning (UIC, 2002).

$$P = \left[\left(\frac{b-a}{b}\right)^2 + \left(\frac{b-(a+4{,}2)}{b}\right)^2\right] \times 0{,}25 \times \frac{c}{d}$$

I Tabell 23 nedan beskrivs ekvationens variabler.

Tabell 23. Indata för att uppskatta urspårningsfrekvens.

Variabel	Beskrivning	Värde
P	Sannolikhet för kollision med byggnad	Varierar för olika avstånd a
a	Vinkelrätt avstånd mellan spår och byggnad	- Inget data
b	Maximala vinkelräta avståndet från spåret som vagnen kan hamna	$B = v^{0,55}$ = 11,14 meter, där v är tågets hastighet vid urspårning (80 km/h)
c	det parallella avståndet längs spåret där byggnad löper risk att träffas av urspårad vagn på ett avstånd a	$c = \frac{d}{b} \times (b - a)\ om\ b > a,$ $annars\ c = 0$
d	Den längsta sträckan som den urspårade vagnen kan gå längs med spåret	$d = v^2 / 100$, där v är tågets hastighet vid urspårning (100 km/h)

Genom att multiplicera frekvensen för urspårning med sannolikheten för kollision i samband med urspårning fås frekvens för kollision med byggnad. Genom att variera avståndet till byggnad (a) kan frekvens för kollision med byggnad vid ett visst avstånd beräknas.

Ekvationerna är hämtade ur rapport från UIC (UIC, 2002) som tillämpas för konstruktioner som byggs intill järnväg och deras förmåga att klara kollision med urspårat tåg, exempelvis broar som byggs över järnväg, vilket innebär att ekvationen har brister vid tillämpning på påkörning av personer i järnvägens närhet. Eftersom tredje person inte kommer vistas i järnvägens direkta närhet bedöms ekvationen kunna tillämpas för förenklade beräkningar av individrisk. Frekvensen för kollision med byggnad likställs med påkörning av person på motsvarande plats och person som blir påkörd antas omkomma. I järnvägens direkta närhet, cirka 15 meter, utgör risken för påkörning huvuddelen av den totala individrisken.

Kollision med annat tåg i samband med urspårning

Ett urspårat tåg kan hamna inom intilliggande spårområde och orsaka en kollision. Detta kan i sin tur leda till en farligt godsolycka. Sannolikheten för kollision med en godsvagn som transporterar farligt gods i samband med en urspårning är liten, då det förutsätter att urspårning av farligt godsvagn sker till annat spår samtidigt som ett annat tåg passerar utan att ha tillräcklig signalavstånd, reaktionssträcka och bromssträcka.

Sammanstötning mellan tåg

Sannolikheten för sammanstötning mellan tåg har bedömts vara så låg att den inte är relevant i denna riskutredning (Fréden, 2001).

Bränder

Bränder kan orsakas av tågvagnar, till exempel om bromsarna ligger på permanent under drift. Heta järnpartiklar kan då antända brännbart material i närheten av rälsen. Den mest sannolika konsekvensen av detta är

en gräsbrand, vilket ej skulle påverka stationslägena. Denna händelse utreds därför ej vidare i denna riskutredning.

Plankorsningsolycka
Enligt kartstudier finns inga plankorsningar längs med den beaktade spårsträckan, varpå detta inte har ingått i beräkningarna.

Växling- eller rangeringsolycka
Inom det aktuella området finns växlar. Den förhöjda risken för olycka till följd av växling bedöms ha inkluderats i urspårningen då faktorn ”urspårningsfrekvens per tågkilometer, e_r” i ekvationen för urspårning tar hänsyn till växlar med en faktor 10.

Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga gaser – RID-klass 2.1
Ett utsläpp av brandfarliga gaser kan skada människor dels genom förgiftning, dels genom värmestrålning eller tryckpåverkan, om gasen skulle antända. Om ett utsläpp av brandfarlig gas inte antänder i direkt anslutning till olycka skulle ett drivande gasmoln kunna uppstå som sannolikt har toxiska effekter för människor. Ett sådant gasmoln skulle vara mycket lättantändligt då en brännbar blandning bildas tillsammans med luftens syre. Mindre mängder energi kan antända gasmolnet. Detta innebär att ett gasmoln med tillräckligt hög koncentration för att förgifta människor sannolikt antänder och leder till brännskador långt innan allvarlig förgiftning uppstår. Människor förväntas därmed inte skadas allvarligt förrän läckage antänder.

Om ett utsläpp av brandfarlig gas antänds kan någon av följande skadehändelser/scenarier inträffa. Gasen skulle kunna antända direkt efter utsläppet och ge upphov till jetflamma. Beroende på utsläppets storlek och trycket i det tryckkärl som gasen förvaras i kan jetflamman få olika storlek. Jetflamman kan skada människor och egendom dels genom en direkt träff av jetflamman, dels genom värmestrålning från flamman.

Det andra scenariot bedöms ha mycket låg frekvens, men kan inträffa om tryckkärl värms upp av en extern brand och tryckkärlets säkerhetsventil är ur funktion. Skadehändelsen/scenariot kallas BLEVE och kan inträffa om ett tryckkärl med kondenserad brandfarlig gas utsätts för extrem upphettning. Tryckkärlet förlorar då sin tryckbärande förmåga och briserar med ett stort eldklot som följd. Människor och egendom kan då skadas av värmestrålning och splitter eller stora kaststycken från till exempel tryckkärlet. Denna händelse förväntas endas ske som en dominoeffekt av en jetflamma eller mycket kraftig fordonsbrand, som i sin tur hettar upp det lastade tryckkärlet.

Det tredje scenariot är gasmolnsbrand eller gasmolnsexplosion. Dessa skadehändelser kan inträffa om inte gasmolnet antänder direkt efter att utsläppet inträffat. Då kan ett gasmoln driva iväg i vindriktningen och antända långt ifrån utsläppskällan. Vid en gasmolnsbrand bedöms endast

allvarliga skador uppstå på de personer och byggnader som är inom molnet. Vid en gasmolnsexplosion kan en tryckvåg uppstå som skadar byggnader och i sin tur människor utanför gasmolnet. För att en gasmolnsexplosion ska inträffa krävs dock mycket stora mänger gas i gasmolnet och gasen måste var väl omblandad med luft så att rätt koncentrationer uppstår.

Skulle ett läckage uppstå så är konsekvenserna starkt beroende av utsläppets storlek. För järnväg representeras utsläppets storlek för gaser vanligtvis av ett litet (10 mm hål), medelstort (30 mm hål) och stort (110 mm hål) utsläpp (Helmersson, 1994). I denna riskutredning antas i stället ett stort hål konservativt motsvara ett momentant utsläpp, där allt innehåll i transportbehållaren släpps ut på en gång för att även inkludera det värsta troliga scenariot. Givet en olycka är sannolikheten för utsläpp 0,5 % för litet respektive medelstort hål och 1 % för stort hål (Fréden, 2001).

Vid ett läckage kan utsläppet antända direkt, inte antända alls eller så sker en fördröjd antändning. När, eller om, gasen antänder får stor inverkan på konsekvensernas omfattning. Nedan i Tabell 24 följer de antändningsscenarier som har beräknats.

Tabell 24. Antändningsscenarier vid utsläpp av brandfarlig gas (Purdy, 1993).

Utsläpp järnväg	Omedelbar antändning	Fördröjd antändning	Ingen antändning
Litet utsläpp	10 %	0 %	90 %
Medelstort utsläpp	10 %	0 %	90 %
Stort utsläpp	20 %	50 %	30 %

En BLEVE bedöms mycket konservativt inträffa i 5 % av fallen med direkt antändning.

Vid transport av brandfarlig gas har tryckkondenserad propan konservativt ansatts som den dimensionerande gasen eftersom propan är en vanlig brandfarlig gas och konsekvenserna vid utsläpp av kondenserad gas förväntas vara högre än för komprimerad brandfarlig gas, då BLEVE endast kan uppstå för kondenserad gas. Transportbehållarens volym har konservativt ansatts till 100 m^3 med 80 % fyllningsgrad vilket motsvarar drygt 40 ton propan.

Händelseförlopp vid utsläpp av giftiga gaser – RID-klass 2.3

Farligt godsklass 2.3, giftiga gaser, kan ha en starkt toxisk effekt om människor exponeras för något av dessa ämnen. Konsekvenserna som uppstår vid ett utsläpp av giftig gas beror bland annat på läckagets storlek, gasens toxicitet, vind- och väderförhållanden och områdets topografiska förutsättningar.

De vanligaste giftiga gaser med hög toxicitet som transporteras på svenska trafikleder är klor, ammoniak och svaveldioxid, där klor är den giftigaste av dem. Klor har konservativt ansatts som dimensionerande utsläpp i riskutredningen. Transportbehållarens volym har likt för RID 2.1 antagits vara 100 m^3 med 80 % fyllnadsgrad. Gaserna transporteras vanligen i tjockväggiga tryckkärl vilka klarar relativt stora påfrestningar vid en trafikolycka utan att punktering och utsläpp av gasen sker. Om ett sådant utsläpp ändå sker är skadeområdet starkt beroende av utsläppets storlek, vind- och väderförhållanden samt geografiska och topografiska förhållanden inom utredningsområdet.

Vindriktningen styr om personer inom det aktuella utredningsområdet exponeras för den utsläppta gasen, vindriktning i området har beskrivits genom vindrosen som skapats i mjukvaran, se Figur 33.

Skulle ett läckage uppstå så är konsekvenserna starkt beroende av utsläppets storlek. För järnväg representeras utsläppets storlek för gaser vanligtvis av ett litet (10 mm hål), medelstort (30 mm hål) och stort (110 mm hål) utsläpp (Helmersson, 1994). I denna riskutredning antas i stället ett stort hål konservativt motsvara ett momentant utsläpp, där allt innehåll i transportbehållaren släpps ut på en gång för att även inkludera det värsta troliga scenariot. Givet en olycka är sannolikheten för utsläpp 0,5 % för litet respektive medelstort hål och 1 % för stort hål (Fréden, 2001).

Händelseförlopp vid utsläpp av brandfarliga vätskor – RID-klass 3
Vid ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle människor i närheten av utsläppet kunna skadas allvarligt om utsläppet antänder. Några exempel på brandfarliga vätskor är bensin, E85 (etanol) och diesel. De fysikaliska egenskaperna hos olika brandfarliga vätskor gör att de har olika stor benägenhet att antända, exempelvis antänder sannolikt bensin och E85 mycket enklare än diesel. Då transportfördelningen mellan olika brandfarliga vätskor är okänd behandlas samtliga transporter med brandfarliga vätskor som transporter med en lättantändlig vätska, vilket i beräkningarna har bedömts motsvara ämnet hexan.

Ett utsläpp av en brandfarlig vätska med efterföljande antändning, resulterar sannolikt i en pölbrand. Konsekvenserna för människor av denna händelse härleds främst till den värmestrålning som pölbranden ger upphov till. Ett utsläpp av brandfarlig vätska skulle även kunna ge upphov till en gasmolnsbrand. Om ett stort utsläpp sker en varm dag och vätska är flyktig skulle ett ångmoln kunna bildas och driva i väg. Ångmolnet skulle kunna antända och skada människor och byggnader bortom utsläppsplatsen. Använd mjukvara från Gexcon ger endast pölbrand som aktuellt antändningsfenomen utifrån aktuella förutsättningar och händelsen bedöms därför inte inträffa. Nedan i Figur 34 presenteras

sannolikheten för olika utsläpp vid en farlig godsolycka med brandfarlig vätska.

Tabell 25. Sannolikhet för utsläpp av brandfarlig vätska givet olycka *(Fréden, 2001).*

Utsläppsbeskrivning	Sannolikhet
Inget utsläpp	70 %
Medelstort utsläpp	12,5 %
Litet utsläpp	12,5 %
Stort utsläpp	5 %

I tabellen nedan presenteras sannolikheten för olika antändningsscenarier för respektive utsläppsstorlek.

Tabell 26. Antändningsscenarier vid utsläpp av brandfarlig gas (Purdy, 1993).

Utsläpp järnväg	Omedelbar antändning	Fördröjd antändning	Ingen antändning
Litet utsläpp	10 %	0 %	90 %
Medelstort utsläpp	10 %	0 %	90 %
Stort utsläpp	20 %	10 %	70 %

Även om inget läckage sker har det konservativt antagits kunna ske en tågbrand till följd av olyckan vid 5 % av fallen och i givet en tågbrand har sannolikheten att branden sprider sig till last ansatts till 10 %. Ett sådant händelseförlopp bedöms motsvara en stor pölbrand och har adderats till sannolikheten för ett stort utsläpp och omedelbar antändning av brandfarlig vätska.

Händelseförlopp vid utsläpp av oxiderande ämnen – RID-klass 5
Ett utsläpp av ämnen i RID-klass 5 leder i de flesta fall inte till några personskador. Skulle dock oxiderande ämnen komma i kontakt med organiska material som oljor och drivmedel skulle blandningen kunna självantända med ett explosionsartat brandförlopp som följd. Det explosionsartade händelseförloppet skulle kunna skada människor dels genom den tryckuppbyggnad som uppstår, dels genom den värmestrålning som uppstår. Ammoniumnitrat har historiskt sett varit inblandat i olyckor med kraftiga bränder och explosioner.

I denna analys har det antagits att 90% av ämnena i klass 5 som transporteras på järnväg kan leda till allvarliga konsekvenser vid ett utsläpp.

Det antas att klass 5 ämnen transporteras i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage antas därför till 30%.

Regler kring tågtransport såsom användandet av skyddsvagnar mellan vagnar med farligt gods gör det mycket osannolikt att oxiderande ämnen kommer i kontakt med innehållet i en annan vagn med till exempel brandfarliga vätskor. Därför antas sannolikheten för att det utläckta ämnet kommer i kontakt med väl blandat och organiskt material till 1 %. Givet att en blandning skett, antas en antändning uppstå med sannolikheten 10 %. Av dessa 10 % som en blandning antänt antas 10 % leda till explosion medan 90 % leder till en stor pölbrand.

Konsekvensbedömningar

I följande avsnitt beskrivs skadekriterier för konsekvensbedömningar och de beräknade konsekvensavstånden.

Skadekriterier

Nedan presenteras skadekriterier för strålning, övertryck samt toxicitet.

Strålning

För samtliga antändningsfenomen som ger en flamma (gasmolnsbrand, jetflamma och eldklot) ansätts 100 % dödlighet inom flammans utbredning, vilket bedöms vara ett konservativt antagande. För momentana och kortvariga flammor som uppkommer vid gasmolnsbrand och eldklot, har det antagits att personer inte omkommer utanför flammans utbredningsområde.

För scenarier där värmestrålning kan pågå under en längre tid (jetflamma och pölbrand) beräknas dödligheten genom en sårbarhetsmodell i *Green Book* (Committee for the Prevention of Disasters, 1989) som baseras på en probitfunktion, se ekvationen nedan där q är infallande strålning och t är tiden för exponering.

Ekvation 4. Dödlighet till följd av värmestrålning.

$$Pr = -36{,}38 + 2{,}56 \times \ln\left(q^{4/3} \times t\right)$$

Övertryck

Vid en explosion kan människor skadas via direkta tryckskador eller via indirekta skador, som till exempel splitter, nedfallande föremål eller att de kastas omkull av tryckvågen. Generellt hanterar människor en tryckvåg bättre än en byggnad eller konstruktion, där speciellt fönster är känsliga. Detta innebär att personer i eller i närheten av byggnader löper en större risk för att omkomma till följd av övertryck.

För att ta hänsyn till att även indirekta skador (orsakade av splitter, nedfallande byggnadsdelar och andra föremål) antas dödligheten för personer konservativt vara 100 % vid övertryck som innebär att byggnader kollapsar. För personer som vistas inomhus antas det även att cirka 2,5 % av personer omkommer vid lägre tryckverkan till följd av glassplitter. Övertrycket som likställs med 100 % dödlighet sätts till 30 kPa och

övertrycket för 2,5 % dödlighet sätts till 10 kPa i enlighet med angivna värden i Purple Book (VROM, 2005).

Toxicitet

Dödligheten vid utsläpp av toxiska ämnen beräknas i mjukvaran genom ämnesspecifika toxiska probitvärden som hämtas från kemikalie-databasen DIPPR. Varje toxiskt ämne har sina egna probitvärden (a, b och n) som anger dödligheten vid olika koncentrationer (C) och tidsintervall (t).

Ekvation 5. Dödligheten vid utsläpp av toxiska ämnen.

$$Pr = a + b \times \ln\left(C^n \times t\right)$$

Dödligheten inomhus antas vara 10 % av dödligheten utomhus då endast en del av de toxiska gaserna kan ta sig in genom ventilation eller öppna fönster. Vid långvarig exponering kan koncentrationen inomhus öka till samma koncentrationer som utomhus, dock bedöms personer stänga fönster och ventilation efter att VMA utfärdas och därför bedöms 10 % dödlighet inomhus vara ett konservativt antagande.

Personer bedöms inom 30 minuter från att de utsätts för toxiska gaser kunna sätta sig själv i säkerhet genom att gå in och stänga fönster och ventilation. Enligt en förenkling i programvaran bedöms således den maximala tiden som en person utsätts för toxiska gaser vara 30 minuter.

Konsekvensavstånd

Mjukvaran *RISKCURVES* simulerar konsekvensavstånd baserat på ämnets egenskaper, utsläppsscenario, omgivningens förutsättningar samt vindförhållanden. I detta avsnitt ges en överblick över vilka utsläppsscenarier som ger korta respektive långa konsekvensavstånd vid transport av farligt gods på väg och järnväg.

Vid simulering i mjukvaran erhålls för de olika riskfenomenen konsekvensavstånd för olyckor med farligt gods på väg. I tabellerna redovisas det maximala konsekvensavståndet för de olika ADR/RID-klasserna som utretts i denna utredning samt vilket riskfenomen som lett till största konsekvensavstånd.

Tabell 27. Maximala konsekvensavstånd vid farligt godsolycka på väg.

ADR-klass	Riskfenomen	Maximalt konsekvens-avstånd från väg (1 % dödlighet utifrån ovan presenterade skadekriterier)
1 Explosiva ämnen och föremål	Explosion	199 meter

ADR-klass	Riskfenomen	Maximalt konsekvens-avstånd från väg (1 % dödlighet utifrån ovan presenterade skadekriterier)
2.1 Brandfarliga gaser	Fördröjd gasmolnsexplosion	297 meter[5]
2.3 Giftiga gaser	Toxiskt moln	1182 meter
3 Brandfarliga vätskor	Pölbrand	44 meter[5]
5 Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Explosion	114 meter

Tabell 28. Maximala konsekvensavstånd vid farligt godsolycka på järnväg.

RID-klass	Riskfenomen	Maximalt konsekvens-avstånd från Västra stambanan (1 % dödlighet utifrån ovan presenterade skadekriterier)
1 Explosiva ämnen och föremål	Explosion	199 meter
2.1 Brandfarliga gaser	Fördröjd gasmolnsexplosion	350 meter
2.3 Giftiga gaser	Toxiskt moln	5447 meter[6]
3 Brandfarliga vätskor	Pölbrand	73 meter
5 Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Explosion	114 meter

Individrisk

I detta avsnitt beskrivs den beräknade individrisken från transportlederna i anslutning till de aktuella stationerna.

Tabell 29. Avstånd mellan aktuella transportleder och stationer samt avstånd från transportleder till tolerabla risknivåer.

Transportled	Station	Avstånd mellan transportled och station	Beräknat avstånd från transportled till tolerabla risknivåer
Södra länken (norrgående)	Årstaberg	160 meter	30 meter
Södra länken (södergående)	Årstafältet	55 meter	28 meter

[5] Samma avstånd för Södra länken och Åbyvägen eftersom det har gjorts samma antaganden kring händelseförloppet på båda vägarna.

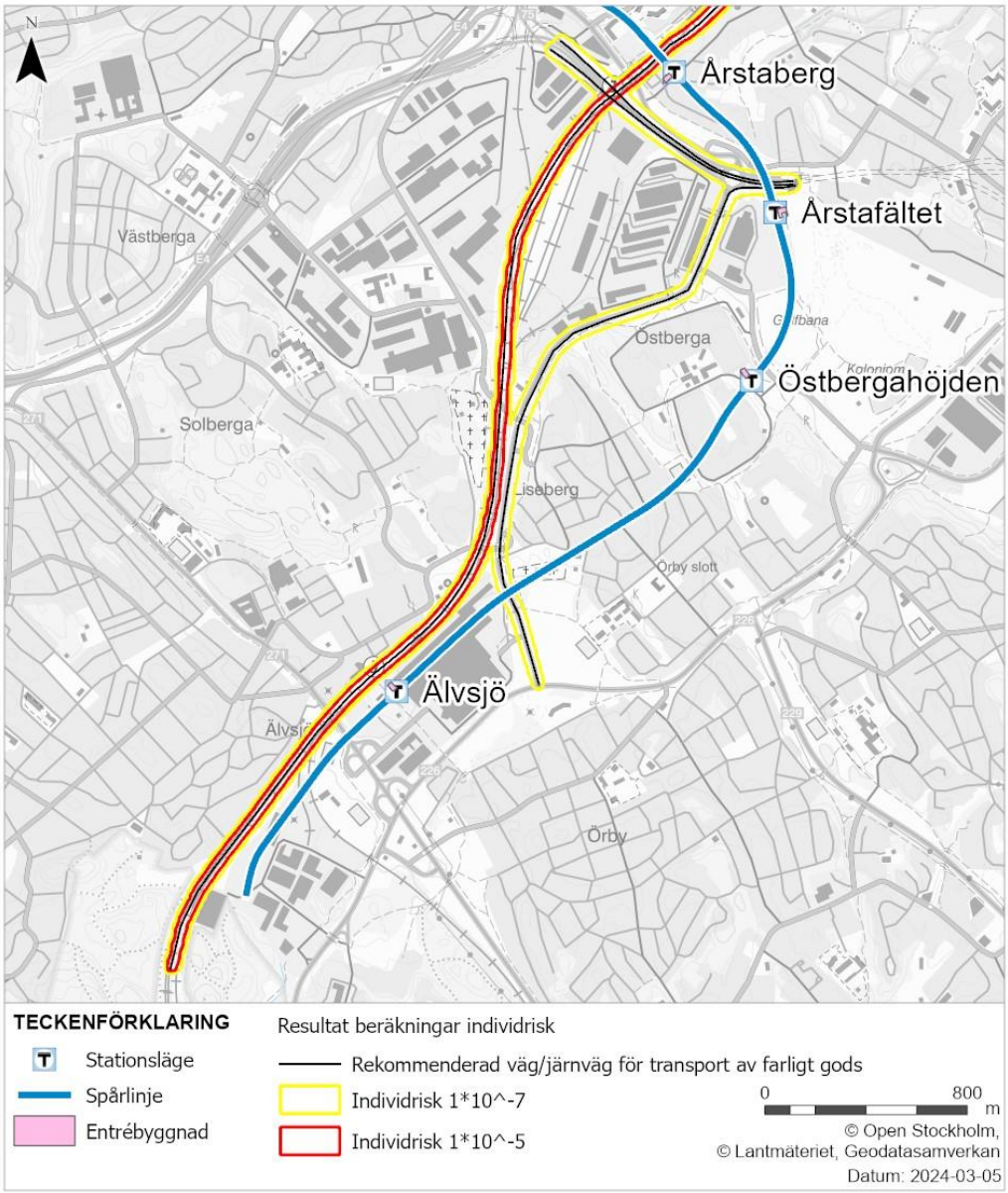
[6] De beräknade maximala konsekvensavstånden är större för järnväg än för väg eftersom tankvolymen antagits vara större på järnväg än på väg samt att klor används som dimensionerande ämne på järnväg medans svaveldioxid används för väg. Klor är giftigare än svaveldioxid.

Transportled	Station	Avstånd mellan transportled och station	Beräknat avstånd från transportled till tolerabla risknivåer
Västra stambanan	Årstaberg	70 meter	48 meter
Västra stambanan	Älvsjö	45 meter	41 meter
Åbyvägen eller anslutning av Åbyvägen till Södra länken	Årstafältet	45 meter	29 meter

Utifrån dessa resultat bedöms individrisken vara tolerabel, understiger 10^{-7}, för personer i och i anslutning till entrébyggnaderna eftersom avståndet mellan stationer och aktuella transportleder är större än det beräknade avståndet till tolerabla risknivåer.

Individriskkonturerna illustreras i Figur 40 och Figur 41 nedan.

Figur 40. Individriskkontur för norra delen av tunnelbanans spårlinje.



Figur 41. Individriskkonturer för södra delen av tunnelbanans spårlinje.

I *Värdering av risk* (Davidsson, Mett, & Lindgren, 1997), där individriskkriterierna som använts för uppskattning av risken i beräkningarna har hämtats från, föreslås tillämpning av kriterierna. Bland annat föreslås att individen ska vara kontinuerligt närvarande vid beräkning av risknivå. Eftersom individerna som använder tunnelbanan endast vistas på stationerna tillfälligt förväntas tolerabel risknivå vara högre än vad som använts i beräkningarna.

Samhällsrisk

Personantalet är en väsentlig del av beräkningar för samhällsrisk. Samhällsrisken har inledningsvis beräknats med avseende på boende i

befintliga bostäder som ligger inom cirka 1 km² från de aktuella stationerna Årstaberg, Årstafältet och Älvsjö, eftersom de utgör stationer som ligger i närheten av farligt godsleder. Detta utgör en beräkning av samhällsrisk som är representativ för nollalternativet. Därefter har kompletterande beräkning av samhällsrisk gjorts med avseende på både boende i befintliga bostäder och tillkommande personer som förväntas använda tunnelbanestationerna och därmed vistas i eller i anslutning till stationsentréerna.

Beräkningarna utgör inte en fullständig samhällsriskberäkning eftersom personer som vistas i närliggande verksamheter till farligt godslederna inte har inkluderats. Endast boende i befintliga bostäder samt tillkommande personer som förväntas använda tunnelbanestationerna har inkluderats. Anledningen till att personantalet i verksamheter i närheten av farligt godsleder inte har inkluderats i beräkningarna är att det finns stora osäkerheter i data. I stället för att göra antaganden kring hur många personer som vistas i respektive verksamhet och under hur lång tid har beräkningarna fokuserat på de boende i befintliga bostäder. Detta personantal finns det uppdaterad data för. Eftersom alla människor som finns i närheten av farligt godslederna inte har inkluderats visar inte resultat av samhällsrisken den faktiska samhällsrisken utan syftet med den beräknade samhällsrisken är i stället att jämföra skillnaden vid nollalternativet och utbyggnadsalternativet.

Statistik över boende i befintliga bostäder har hämtats från Lantmäteriets geografiska data över befolkningsfördelning (Lantmäteriet, 2022).

Statistiken över förväntat personantal vid respektive station är hämtad från *Projekteringsförutsättningar Resenärsmängder*. I detta underlag har det gjorts en uppskattning över hur många påstigande- och avstigande resenärer det är under ett dygn samt under dygnets maxtimme för respektive station.

I beräkningar har antalet personer som förväntas vistas samtidigt på stationen beräknats genom att dividera antalet personer per timme ur projekteringsförutsättningarna med antalet tåg per timme. På så sätt fås ett genomsnittligt permanent personantal på och i anslutning till stationen. Det har antagits att tågen i genomsnitt går 5,4 gånger en vanlig timme baserats på dagens tidtabeller för Stockholms olika tunnelbanor. Under rusningstrafik, så kallad maxtimme, går tågen 12 gånger i timmen i vardera riktningen utifrån projekteringsförutsättningarna och rusningstrafik antas vara 6 timmar per dag.

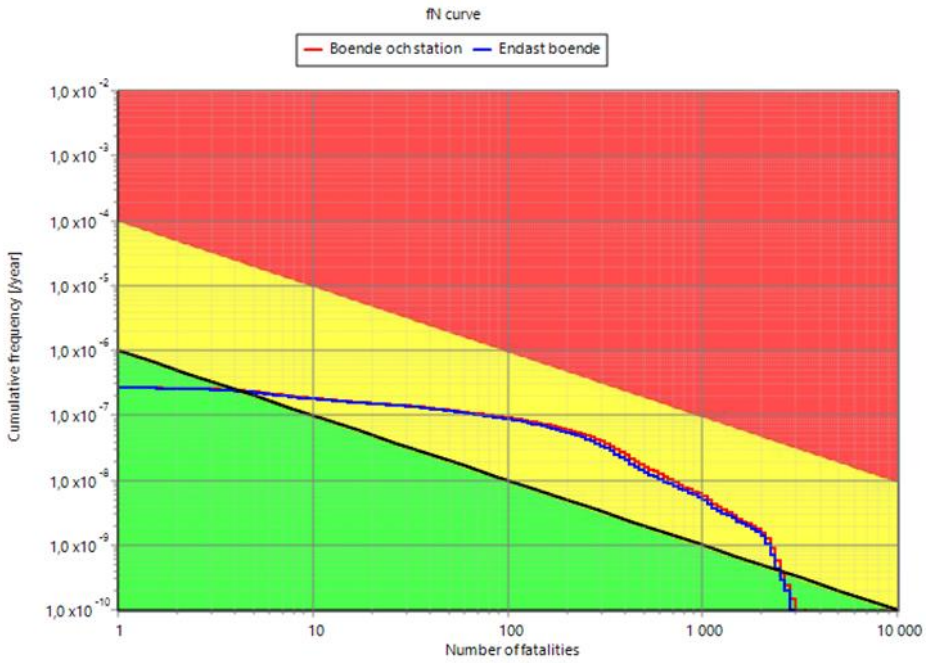
Tabell 30. Permanent personantal vid stationer som använts i beräkningar av samhällsrisk.

Station	Personantal maxtimme	Personantal övrig tid
Årstaberg	255	189
Årstafältet	178	132
Älvsjö	218	161

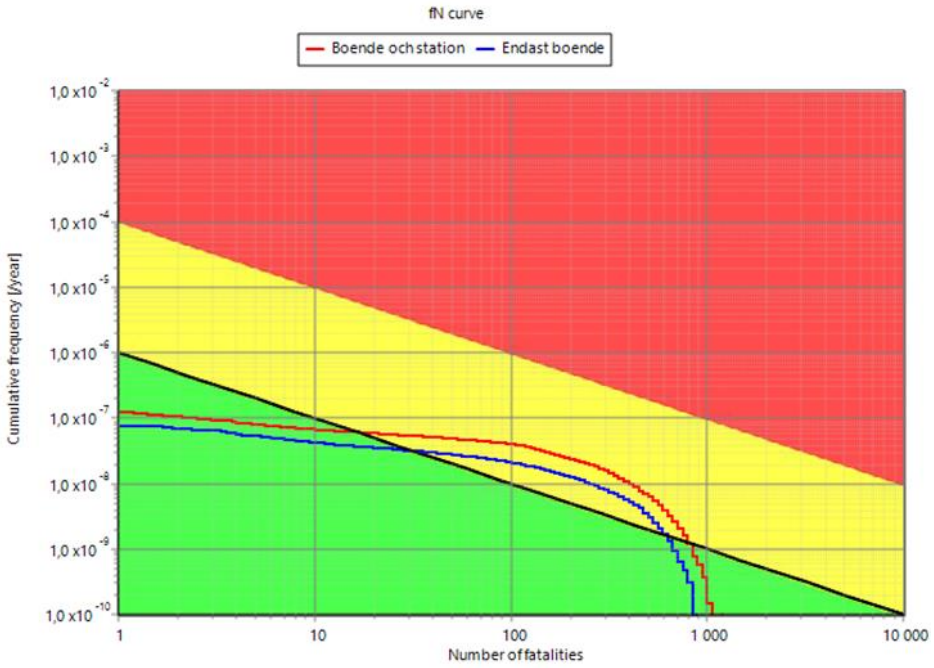
I beräkningarna har det antagits att hälften av boende vistas på annan plats under dagtid och att samtliga boende vistas i sin bostad under nattid.

Personer i bostäder har i beräkningarna generellt antagits vistas inomhus 93 % av tiden under dagen och 99 % av tiden under natten. Personer vid stationerna har antagits visats inomhus 50 % av tiden under både dagen och natten.

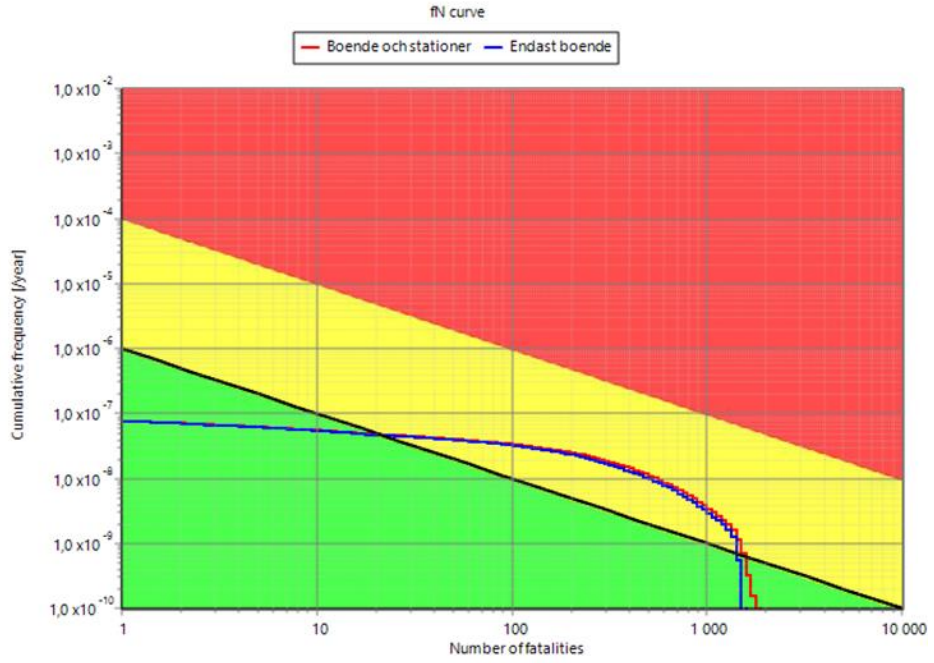
I figurerna nedan presenteras resultatet av beräkningar för samhällsrisken som FN-kurvor för de tre aktuella stationerna Årstaberg, Årstafältet och Älvsjö. Den blå kurvan illustrerar en FN-kurva för endast boende i närheten av respektive station och den röda kurvan illustrerar en FN-kurva för både boende och personer som använder stationen.



Figur 42. Beräkningar av samhällsrisk – Station Årstaberg.



Figur 43. Beräkningar av samhällsrisk – Station Årstafältet.



Figur 44. Beräkningar av samhällsrisk – Station Älvsjö.

Beräkningar av samhällsrisk visar att skillnaden för nollalternativet och utbyggnadsalternativet är liten. Samhällsrisken bedöms inte förändras mer än marginellt vid utbyggnad av tunnelbanan. Både för nollalternativet och utbyggnadsalternativet är samhällsrisken inom ALARP-området, det gula området i figurerna. Om befolkningen på samtliga verksamheter i närheten

av farligt godslederna inkluderats i beräkningarna hade den totala samhällsrisken varit högre men skillnaden mellan FN-kurvorna hade varit densamma eller lägre. Syftet med beräkningen av samhällsrisken är i detta fall att presentera den ökade risken som byggnationen av tunnelbanan tillför och oavsett om personerna på verksamheterna runt om farligt godslederna inkluderats eller inte hade ökningen varit marginell.

För att minska samhällsrisken vid stationerna behöver det genomföras riskreducerande åtgärder kring de befintliga farligt godslederna samt för de boende i närheten av dessa. Beräkningarna av samhällsrisken har inte tagit hänsyn till om det finna implementerade åtgärder.