

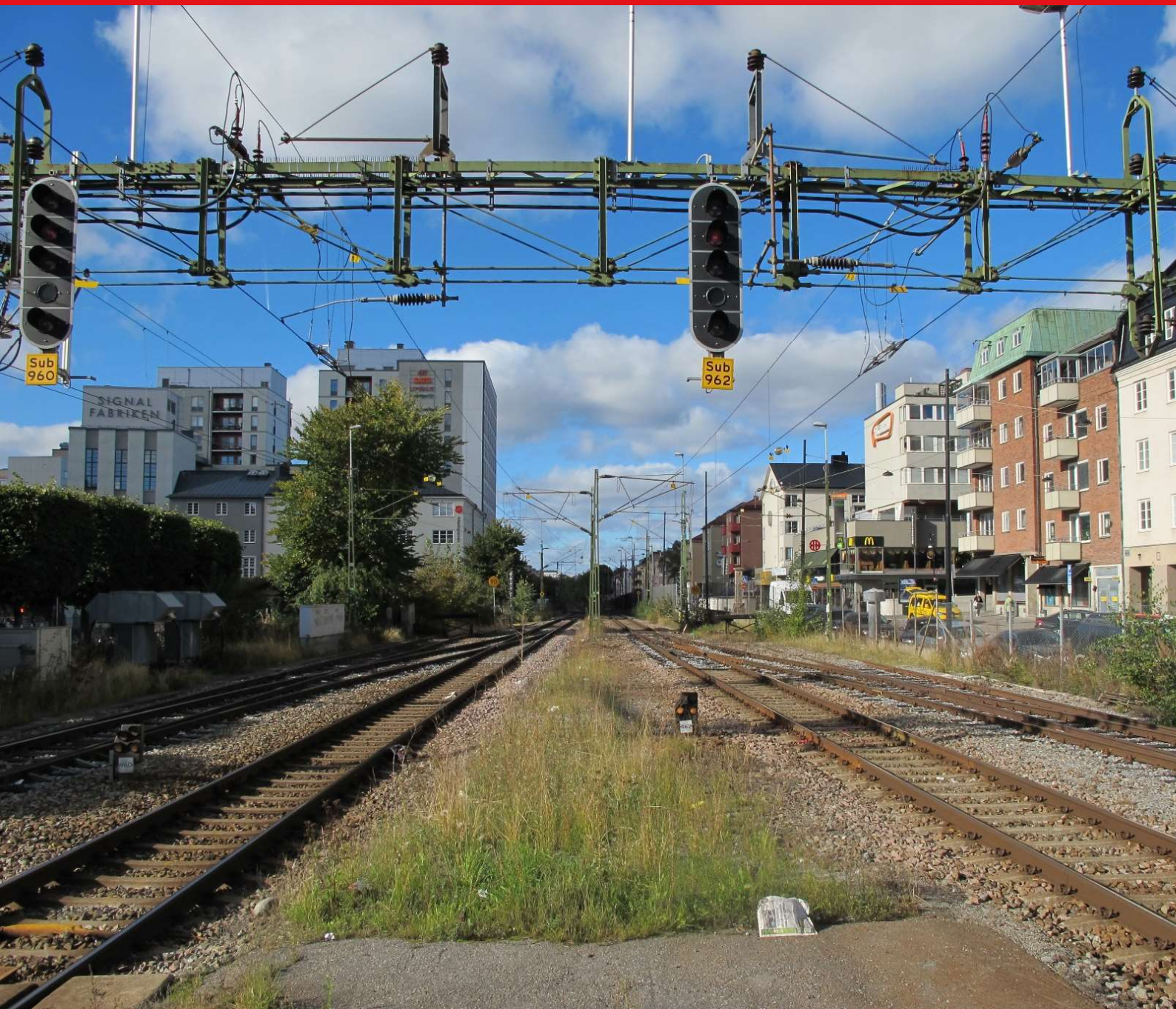
Underlagsrapport till miljökonsekvensbeskrivning för järnvägsplan Mälarbanan Huvudsta - Duvbo

Solna, Stockholm och Sundbybergs kommuner, Stockholms län

Underlagsrapport: Risk och säkerhet

TRV 2015/87751

2020-01-15



Dokumenttitel: Mälarbanan Huvudsta – Duvbo. Underlagsrapport: Risk och säkerhet

Publiceringsdatum: 2020-01-15

Ärendenummer: TRV 2015/87751

Utgivare: Trafikverket

Projektchef: T.f. Tommy Hansen, Trafikverket

Kontaktperson: Jenny Bergh, Trafikverket

Ansvarig konsult: Karin Magnusson, WSP Sverige AB

Kartmaterial: ©Lantmäteriet, Geodatasamverkan

Distributör: Trafikverket, Projekt Mälarbanan, 172 90 Sundbyberg

Telefon: 0771-921 921

Sammanfattning

Denna rapport gällande risk och säkerhet utgör underlag till den miljökonsekvensbeskrivning (MKB) som upprättas i samband med framtagandet av järnvägsplan för Mälarbanan, sträckan Huvudsta-Duvbo.

Målet med rapporten är att utvärdera riskerna för tredje man, resenärer och ombordpersonal på tåg. Detta genomförs för byggskedet och för den driftsatta anläggningen. Där risknivåerna pekar på en icke acceptabel risknivå ska förslag på riskreducerande åtgärder ges och inarbetas. Fokus ligger på risker avseende människors hälsa (tredje man och resenärer/personal). Skador på naturmiljö beaktas inte i denna rapport utan behandlas i kapitel 9.4 i MKB samt i *PM Ytvatten*.

Projekt Mälarbanan omfattar en utbyggnad från två till fyra spår mellan Tomtebodavägen och Kallhäll. Utbyggnaden innebär att kapaciteten på banan ökar och att pendeltågstrafiken kan separeras från övrig tågtrafik till egna spår. Detta skapar bland annat förutsättningar för en ökad turtäthet och minskade störningar i tågtrafiken. Liksom i nuläget kommer sträckan att trafikeras av godstrafik (inklusive farligt gods-transporter) även i framtiden. Utbyggnaden av Mälarbanan sker etappvis.

Under byggskedet och vid utbyggd anläggning bedöms det möjligt att uppnå acceptabla risknivåer om riskreducerande åtgärder vidtas. Risknivåerna för nuläget bedöms oacceptabla längs med hela delsträckan Huvudsta - Duvbo.

De riskreducerande åtgärder som krävs för att erhålla acceptabla risknivåer är främst åtgärder för att begränsa skadeeffekter från urspårade tåg på befintlig bebyggelse inom 30 meter från järnvägen. För att uppnå acceptabla risknivåer för byggnader inom 30 meter krävs åtgärder i form av urspårningsskydd såsom fysisk barriär eller skyddsräll. Längs med vissa byggnader finns dock lokala förutsättningar som utgör en fysisk barriär, exempelvis topografiska höjdskillnader, varpå inga ytterligare riskreducerande åtgärder krävs för dessa byggnader.

För station och tunnarna har brand- och utrymningssimuleringar genomförts för att säkerställa att självutrymning är möjlig vid brand, vilket är den huvudsakliga strategin vid en brandhändelse. För att underlätta en självutrymning föreskrivs ett flertal säkerhetshöjande åtgärder på station och i tunnarna. Exempel på säkerhetshöjande åtgärder är brand- och utrymningslarm, skyltade utrymningsvägar, och nödbelysning. Genomförda brand- och utrymningssimuleringar indikerar att utrymningssäkerheten i tunnarna och på stationen är hög.

För Mälarbanans tunnlar kommer det att finnas en viss risk för olyckor som innebär mycket stora konsekvenser. Analysresultaten visar att det finns en mycket låg, men inte försumbar sannolikhet för olyckor med ett potentiellt mycket stort antal omkomna (fler än 1 000 individer). Den sammanlagda bedömningen är dock att detta faktum kan accepteras baserat på att; frekvensen för dessa stora olyckor är extremt låg, att utbyggnaden innebär en total minskning av samhällsriskerna för tredje man samt att individrisken för resenärer och tredje man ligger inom acceptabla nivåer. Vidare innebär utbyggnaden av Mälarbanan en stor samhällsvinst med ökad transportkapacitet och möjlighet för stadsutveckling i Solna stad och Sundbybergs stad.

Risknivån för hela anläggningen under de olika skedena bedöms acceptabel om de redovisade riskreducerande åtgärderna i säkerhetskonceptet och kapitel 6 vidtas.

Definitioner

Nedan presenteras och definieras de mest centrala begreppen inom riskhantering.

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 (det vill säga hur ofta något inträffar under en viss tidsperiod) är känd. Konsekvens anger möjlig negativ påverkan på människa och miljö.

Riskanalys omfattar riskidentifiering och riskuppskattning. Med begreppet menas därför både den identifiering och inventering av händelseförlopp (olycksscenarioer) som 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 scenarioer som kan medföra oönskade konsekvenser för det som definierats som skyddsvärt, det vill säga det som påverkas.

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 följd effekter 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.

Riskvärdering ingår tillsammans med riskanalysen i det som kallas riskbedömning. Riskvärderingen innebär att avgöra om uppskattade risker kan accepteras, om det finns behov av riskreducerande åtgärder samt att verifiera olika alternativ.

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.

Samhällsviktig verksamhet används i denna rapport synonymt med MSB:s definition av samma begrepp: (1)

En samhällsviktig verksamhet utgörs av en verksamhet som uppfyller minst ett av följande villkor:

- 1. Ett bortfall av eller en svår störning i verksamheten kan ensamt eller tillsammans med motsvarande händelser i andra verksamheter på kort tid 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.*

Skyddsvärt objekt är ett objekt som är värt att skydda mot olyckshändelser. I denna underlagsrapport har de skyddsvärda objekt som identifierats utmed aktuell sträcka delats in i människors liv och hälsa, miljö (inkluderar samhällsviktig verksamhet) och järnvägsanläggningen.

Tredje man utgörs av individer som befinner sig i anläggningens närhet men som ej aktivt nyttjar transportsystemet. Passagerare, ombordpersonal, eller individer på stationen ingår ej i gruppen tredje man då dessa individer aktivt utnyttjar transportsystemet.

Säkerhetsvärdering avser det som i TDOK 2016:0231 benämns "säkerhetsanalys".

Säkerhetsanalys är en sammanfattade benämning på riskhanteringsprocessen för järnvägstunnlar innefattande etablera kontext, riskbedömning, riskbehandling/riskuppföljning samt stödjande analyser.

Säkerhetskoncept utgör en beskrivning av tekniska och administrativa åtgärder för att minska sannolikheten för och konsekvenserna av olyckor till en för objektet godtagbar nivå.

Driftsatt utbyggd anläggning avser färdigbyggd driftsatt anläggning år 2030.

Tillfällig anläggning avser den järnvägsanläggning som byggs för att upprätthålla trafik under byggtiden innan den norra anläggningen kan tas i drift.

Anläggningstekniska krav järnväg (AKJ) är ett kravdokument som upprättas av Trafikverket i samband med projektering av ny järnväg. Dokumentet innehåller krav som ska beaktas vid projekteringen och under entreprenaden av järnvägsanläggningen.

Innehåll

1	Bakgrund.....	9
1.1	Syfte & Mål.....	10
1.2	Omfattning.....	10
1.3	Avgränsningar.....	12
1.4	Internkontroll	13
1.5	Samråd	13
1.6	Rapportstruktur och läsanvisning	14
2	Beskrivning av anläggningen mellan Huvudsta-Duvbo	16
2.1	Beskrivning av alternativ och skeden	16
2.1.1	Nuläge och nollalternativ	16
2.1.2	Utredningsalternativ - Byggskedet.....	16
2.1.3	Utredningsalternativ – Driftsatt utbyggd anläggning.....	20
2.1.4	Rivningsskede.....	25
2.2	Trafikflöden	25
2.3	Transport av farligt gods.....	26
3	Beskrivning av omgivningen.....	29
3.1	Skyddsvärda objekt och/eller intressen.....	29
3.1.1	Människors liv och hälsa	29
3.1.2	Miljö.....	30
3.1.3	Järnvägsanläggningen som skyddsvärt objekt.....	33
3.2	Riskobjekt	33
3.2.1	Verksamheter och industrier.....	33
3.2.2	Infrastruktur.....	34
3.2.3	Järnvägsanläggningen som riskobjekt.....	34
4	Riskidentifiering	37
4.1	Yttre händelse	38
4.2	Plankorsningsolyckor	38
4.3	Urspårning.....	38
4.4	Sammanstötning.....	39
4.5	Brand.....	39
4.6	Transporter av farligt gods	39

4.7	Obehörigt intrång, personpåkörning och suicid.....	40
4.8	Allvarlig händelse utan dödlig utgång	40
5	Riskuppskattning och riskvärdering.....	41
5.1	Värderingskriterier	41
5.1.1	Tredje man.....	41
5.1.2	Resande och tågpersonal.....	44
5.2	Riskenivåer för omgivning och resenärer under byggskedet	47
5.2.1	Tillfällig anläggning	47
5.2.2	Norra anläggningen i drift.....	50
5.3	Riskenivåer för omgivning och resenärer vid driftsatt utbyggd anläggning.....	53
5.3.1	Kvantitativt analyserade scenarier för tredje man	53
5.3.2	Kvalitativt hanterade scenarier	68
5.3.3	Säkerhetsvärdering för tunnlarna	69
5.3.4	Sundbyberg station.....	72
5.3.5	Huvudsta station	73
6	Riskreducerande åtgärder.....	74
6.1	Påverkan på omgivningen.....	74
6.2	Påverkan på anläggningen och individer ombord tågen	75
6.3	Effekt av riskreducerande åtgärder	75
6.3.1	Tillfällig anläggning.....	76
6.3.2	Driftsatt utbyggd anläggning.....	78
6.4	Kvalitativt hanterade olycksrisker	80
6.5	Sammanställning av riskreducerande åtgärder för markspår.....	82
7	Värdering av olyckor med mycket stora konsekvenser	87
7.1	Potential för olyckor med mycket stora konsekvenser i tunnlarna	87
7.2	Åtgärder	89
7.3	Samhällsnytta	94
7.3.1	Hållbarhet och kapacitetsökning.....	94
7.3.2	Stadsutveckling.....	94
7.3.3	Riskminskning för tredje man.....	94
8	Diskussion.....	96
8.1	Osäkerheter.....	96
8.2	Känslighetsanalys	97
8.3	Sammanställning	99

9	Fortsatt arbete i kommande projektskeden.....	100
9.1	Byggskedet	100
9.2	Kommande planarbeten	100
9.3	Beredskap, insats och åtgärder	100
10	Slutsatser.....	102
10.1	Byggskedet.....	102
10.2	Driftskedet - Omgivningspåverkan	102
10.3	Driftskedet – Påverkan på resenärer och ombordpersonal	103
10.4	Övriga olycksscenarier.....	103
10.5	Hela anläggningen.....	103
11	Referenser	104
	Metod- och beräkningsbilaga.....	109
A	Omfattning av riskhantering och metod.....	110
B	Yttre händelser	122
C	Farligt gods-klasser	127
D	Frekvensberäkningar	131
E	Konsekvensberäkningar.....	143
F	Känslighetsanalys.....	156
G	Åtgärder för utsatta fastigheter, driftsatt utbyggd anläggning	161
H	Åtgärder för utsatta fastigheter, tillfällig anläggning	180

1 Bakgrund

Mälarbanan utgör en viktig del av Mälardalens järnvägsnät och fungerar som en länk mellan bland annat Stockholm, Västerås och Örebro. På sträckan Stockholm C – Bålsta trafikeras banan av pendel-, regional-, fjärr- och godståg. Det stora antalet tåg och tågtyper med olika hastigheter och stopp på stationerna leder till kapacitetsproblem och därmed störningar i tågtrafiken med förseningar som följd.

Utbyggnaden mellan Tomtebodavägen – Kallhäll innebär att kapaciteten på banan ökar och att pendeltågstrafiken kan separeras från övrig tågtrafik, vilket bland annat skapar förutsättningar för en ökad turtäthet och minskade störningar i tågtrafiken.

Projekt Mälarbanan omfattar en utbyggnad i två etapper från två till fyra spår mellan Tomtebodavägen och Kallhäll. Den första etappen omfattar sträckan Barkarby – Kallhäll och den andra etappen omfattar sträckan Tomtebodavägen – Barkarby. Nu aktuell järnvägsplan behandlar sträckan Huvudsta – Duvbo som ingår i den andra etappen.

Utbyggnaden sträcker sig från Huvudsta i Solna till Duvbo i Sundbyberg, en sträcka på cirka 3,6 kilometer. Befintligt spårområde breddas med två nya spår och en ny spåranslutning för godståg byggs mellan Huvudsta och Tomtebodavägen bangård.



Figur 1. Sträckning Mälarbanan Huvudsta – Duvbo.

I Huvudsta byggs spåren i ytläge (markspår) fram till korsningen Nybodagatan/Ankdammsgatan. Från Nybodagatan/Ankdammsgatan fram till Frösundaleden fortsätter järnvägsanläggningen i den så kallade Huvudstatunneln. Tunneln är cirka 500 meter lång och förlagd i ytläge (intunnling). Huvudstatunneln är uppbyggd av två separata tunnelrör med två spår i varje.

Mellan Frösundaleden och broarna vid Ekensbergsvägen, en sträcka på 600 meter, förläggs den nya järnvägsanläggningen strax under omgivande marknivå, ett så kallat tråg.

På sträckan genom centrala Sundbyberg är den nya järnvägsanläggningen placerad under marknivå (överdäckning), den så kallade Sundbybergstunneln. Tunneln är cirka 1,4 kilometer lång och är likhet med Huvudstatunneln uppbyggd av två separata tunnelrör med två spår i varje. I västra änden av Sundbyberg övergår tunneln från en överdäckning till en 300 meter lång intunnling. Utmed resterande delar av sträckan är spåren förlagda i ytläge (markspår).

På sträckan kommer det att finnas två stationer. Sundbybergs nya regional- och pendeltågsstation anläggs i tråget och delvis i Sundbybergstunneln och får två plattformanslutningar. I Sundbybergs centrum byggs en plattformanslutning med en stationsentré. I Solna Business Park byggs en plattformanslutning med stationsentré Solna Business Park och stationsentré Lilla Alby.

I direkt anslutning till Huvudstagatans bro anläggs en ny pendeltågsstation, Huvudsta station, med entré mot Huvudstagatan. Huvudstagatans bro byggs om och anpassas till den nya stationen.

Utbyggnaden på sträckan Huvudsta-Duvbo, med bland annat en intunnling i Solna och en överdäckning i Sundbyberg, skapar möjligheter för kommunernas stadsutveckling.

Under hela byggskedet måste dagens trafikering på Mälarbanan upprätthållas. För att klara detta kommer tågen under en del av byggskedet att trafikera en tillfällig järnvägsanläggning med en tillfällig stationslösning i ytläge. När den finns på plats kan bygget av den nya utbyggda anläggningen påbörjas, vilket bedöms ta cirka 8 år.

1.1 Syfte & Mål

Syftet med denna rapport är att ta fram underlag till miljökonsekvensbedömningen avseende hur risksituationen för omgivning och resenärer förändras vid en utbyggnad av Mälarbanan på delsträckan Huvudsta – Duvbo.

Målet med denna rapport är att kvantitativt eller kvalitativt, utvärdera riskerna för tredje man, resenärer och ombordpersonal på tåg. Detta genomförs för nuläge, nollalternativ, byggskedet och för den driftsatta utbyggda anläggningen. Där risknivåerna pekar på en icke acceptabel risknivå utvärderas och presenteras även riskreducerande åtgärder.

1.2 Omfattning

Denna handling utgör underlagsrapporten för risk och säkerhet till den miljökonsekvensbeskrivning (MKB) som tas fram i samband med utbyggnationen av Mälarbanan delsträckan Huvudsta – Duvbo.

De skyddsvärda objekt som behandlas utgörs av människors liv och hälsa, miljön¹, och järnvägsanläggningen i sig. Individer ombord tågen respektive individer i Mälarbanans närhet (tredje man) behandlas i olika bedömningar i denna underlagsrapport. Vilka individer som omfattas framgår innan respektive bedömning presenteras. Olycksrisker som behandlas i denna underlagsrapport omfattar påverkan på människors liv och hälsa och till viss del samhällsviktiga verksamheter. Påverkan på samhällsviktig verksamhet beaktas endast i den mån att utbyggnadens riskpåverkan inte får medföra en oacceptabel risknivå för de människor som vistas inom verksamheterna. De risker som beaktas utgörs i första hand av så kallade tekniska olycksrisker, vilket avser olyckor kopplade till verksamheter och transportsystem.

I denna underlagsrapport föreslås åtgärder som bedöms medföra en riskreducerande effekt. Dessa åtgärders effekt är dock beroende av befintliga förutsättningar (exempelvis topografi) som kan variera längs med sträckningen. Vidare kan de riskreducerande åtgärderna med fördel kombineras med övriga tänkbara skyddsåtgärder (exempelvis bullerreducerande åtgärder).

På en övergripande nivå görs fortlöpande utvärderingar av den nationella bedömningen av rådande hotbild angående antagonistiska hot och risker. De åtgärder som vidtas i de enskilda projekten anpassas till detta. Det kan till exempel avse preventiva åtgärder såsom övervakning, låsning, instängsling eller skadebegränsande åtgärder såsom utformning av papperskorgar, glaspartier, tillgång till utrymningsvägar etc.. Hanteringen sker löpande och är inte offentlig.

Vid riskbedömningen i denna underlagsrapport har statistik som finns tillgänglig för nuläget gällande transport av farligt gods använts och applicerats på trafikeringsprognosen för den driftsatta utbyggda anläggningen. Detta för att beräkna den framtida risknivån eftersom inga prognoser finns att tillgå för framtida transporter av farligt gods.

Om mängderna farligt gods som trafikerar utbyggnadsalternativet kraftigt överskattas finns risk att riskreducerande åtgärder genomförs som inte är samhällsekonomiskt lönsamma. Bedömningen är således att det är bättre att beskriva en mer trolig framtida mängd farligt gods baserad på nuvarande transportflöden.

Om mängderna istället skulle underskattas finns risk att de framtida risknivåerna överstiger de risknivåer som presenteras i denna underlagsrapport. Därför har känslighetsanalyser genomförts för att bedöma hur stor påverkan mängden och fördelningen av det framtida transporterade farliga godset bidrar med till beräknade risknivåer, se 8.2 Känslighetsanalys.

Vid beräkning av samhällsrisk för omgivningen (tredje man) görs ingen uppdelning av huruvida det rör sig om boende eller personer som av annan anledning vistas i närheten av spåren.

¹ Begreppet miljö har i miljöbalken en vid betydelse och omfattar en rad aspekter rörande bl.a. naturmiljö och kulturmiljö. Till kulturmiljö räknas i dessa sammanhang övrig fysisk miljö i form av t.ex. infrastruktur och bebyggelse, liksom de funktioner som t.ex. samhällsviktiga verksamheter (infrastruktur, vård, kommunikation, etc.) har.

Resenärernas och ombordpersonalens risknivåer beaktats i de olika säkerhetsvärderingarna som redovisas i denna underlagsrapport. Detta för att individer ombord på tågen inte ska utsättas för oacceptabla risknivåer.

Värdering av scenarier med en beräknad konsekvens på fler än 1 000 omkomna har behandlats separat i denna underlagsrapport och i säkerhetsvärderingarna. Detta till följd av att Trafikverkets kriterier (2) för resenärer och ombordpersonal som färdas genom tunnlar slutar vid en konsekvens på 1 000 omkomna.

1.3 Avgränsningar

Inga kända naturvärden förekommer inom planområdet. Risker för naturmiljö har ej beaktats i denna rapport. Risker för naturmiljö, såsom exempelvis risk för spridning av kemikalier till grundvatten i samband med farligt gods-olycka behandlas i kapitel 9.4 i miljökonsekvensbeskrivningen samt i underlagsrapport *PM Ytvatten*. Skador orsakade av långvarig exponering för avgaser, buller eller liknande har inte heller beaktats.

Nollalternativet är en beskrivning av hur rådande miljöförhållanden förväntas utveckla sig om planerad verksamhet eller åtgärd inte påbörjas eller vidtas, i förevarande fall att det inte blir någon spårutbyggnad på sträckan Huvudsta – Duvbo. Med hänsyn till att tunnelförläggningarna utgör en sådan betydande förutsättning för Sundbybergs och Solnas fortsatta utveckling i Mälarbanans närområde, bedöms ett nollalternativ där tunnelförläggningen inte genomförs i huvudsak motsvara de miljöförhållanden som råder i nuläget. Detta i kombination med att trafikeringen i nuläget bedöms motsvara anläggningens maximalkapacitet gör att riskpåverkan för nollalternativet bedöms likvärdigt som nuläget, eftersom både trafikering, markanvändning och bebyggelse (därmed även persontäthet) förväntas bli motsvarande.

De krav på riskreducerande åtgärder som ställs enligt Trafikverkets egna kravställande dokument omnämns nödvändigtvis inte i denna underlagsrapport. Exempel på dessa krav är implementering av skyddsräl i järnvägstunnlar enligt TDOK 2014:0389², samt påkörningsskydd för spårnära brostöd³ enligt TDOK 2014:0555 som kravställer fritt utrymme utmed bana.

I denna underlagsrapport med tillhörande beräkningar beaktas ej framtida stadsutveckling. Frågan hanteras i kommunernas detaljplanering i samverkan och samråd med Trafikverket. Dock beaktas antagna detaljplaner samt byggnader som tillhör järnvägsdriften. I beräkningarna och bedömningarna beaktas således enbart byggnader och verksamheter som existerar i nuläget eller framgår av antagna detaljplaner. Utöver de byggnader som är nödvändiga för att upprätthålla järnvägsdriften (stationsentréer och teknikbyggnader) beaktas ingen övrig bebyggelse på tunneltak eller överdäckningar. Däremot beaktas den prognostiserade befolkningsökningen i både

² Enligt TDOK 2014:0389: *Skyddsräler ska anordnas i tunnel med mer än ett spår och en längd överstigande 100 m. Tunnlar i följd med enskild längd över 50 m eller sammanlagd längd över 100 m och med mindre fritt mellanrum än 100 m räknas som en kontinuerlig tunnel. (70)*

³ Detta gäller för Frösundaledensvägbro för den driftsatta anläggningen och för brostöden för såväl Ekensbergsbron som Löfströms allé för den tillfälliga anläggningen.

Solna och Sundbyberg. Utgångspunkten för beräkningarna och bedömningarna har varit att ytor på tunneltak och överdäckningar är obebyggda ytor med samma befolkningstäthet som för ytorna bredvid tunneltaket/överdäckningen. För de delar av delsträckan som går i tunnlar har därför det personfria avståndet från järnvägen i beräkningarna ansatts till 0 m. Detta för att även täcka in de individer som i framtiden kan tänkas befinna sig på tunneltaken och överdäckningarna⁴.

Järnvägsplanen reglerar enbart de ytor som behövs för den färdiga järnvägsanläggningen samt de ytor som behövs tillfälligt under byggskedet. Inom ramen för separata detaljplaneprocesser kommer Solna, Stockholms och Sundbybergs stad att planlägga hur ytorna utmed/ovan järnvägen ska nyttjas och gestaltas. Om förutsättningarna för riskpåverkan från järnvägsanläggningen ändras behöver riskhanteringsprocessen beaktas inom ramen för planprocessen. Således kan denna underlagsrapport exempelvis ej användas för att motivera framtida byggnationer på tunneltak eller överdäckningar.

Risker och skyddsåtgärder för räddningstjänstens insatspersonal vid händelse av insats i anläggningen behandlas ej i denna rapport. I säkerhetskonceptet krävs ett flertal åtgärder för att minska riskerna för räddningspersonal vid en insats i tunnelarna. Bland annat ska impulsfläktar installeras vid tunnelmynningar och tillgången på brandvatten i tunneln ska säkerställas. I samråd med räddningstjänsten har även ett insatskoncept för anläggningen tagits fram.

Eftersom utbyggnaden mellan Huvudsta och Duvbo skapar nya förutsättningar för stadsutveckling planerar såväl Solna stad som Sundbybergs stad att ta ett större omtag i den kommunala planeringen. Den kommunala planeringen har kommit olika långt i de två kommunerna, men befinner sig i båda fall i ett tidigt skede. Miljökonsekvensbeskrivningen är framtagen för järnvägsplanen och bedömningarna är därav av de konsekvenser som orsakas av Trafikverkets järnvägsanläggning.

1.4 Internkontroll

Rapporten är utförd av Johan Björck (Civilingenjör Riskhantering), Olov Holmstedt Jönsson (Civilingenjör Riskhantering) och Malin Jyrinki (Civilingenjör Riskhantering) samt godkänd av Karin Magnusson (Teknikansvarig Risk & Säkerhet). I enlighet med WSP:s miljö- och kvalitetsledningssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001, omfattas denna handling av krav på internkontroll. Detta innebär bland annat att en från projektet fristående person granskar förutsättningar och resultat i rapporten. Ansvarig för denna granskning har varit Fredrik Larsson (Brandingenjör och Civilingenjör riskhantering).

1.5 Samråd

Samrådsmöten gällande beaktande av transport av farligt gods på Mälarbanan, omfattningen på arbetet och detaljeringsgrad, samt bedömnings- och acceptanskriterier har genomförts som en mötesserie där Länsstyrelsen i Stockholms län, Storstockholms brandförsvär, Trafikförvaltningen,

⁴ Detta kan omfatta en möjlig framtida gatu- eller parkmiljö, men inga byggnader.

Solna stad, Sundbybergs stad m.fl. har deltagit. Den omfattning av riskhantering avseende t.ex. val av skyddsvärda objekt och utredningsalternativ som beaktas är kommunicerad med Länsstyrelsen (3).

Projektet har antagits medföra en betydande miljöpåverkan, var på bland annat denna underlagsrapport upprättas. Länsstyrelsen har kontinuerligt informerats under projektets gång.

1.6 Rapportstruktur och läsanvisning

Rapporten är strukturerad utifrån sambandet påverkan-effekt-konsekvens i syfte att underlätta användningen av riskbedömningen som underlag till MKB:n.

I kapitel 2 beskrivs den aktuella sträckan mellan Huvudsta och Duvbo, med den planerade anläggningen. Kapitel 3 omfattar sedan en beskrivning av omgivningen med en inventering av skyddsvärda objekt samt riskobjekt som finns i anläggningens omgivning. Detta kapitel motsvarar de inledande delarna i riskhanteringsprocessens delmoment riskanalys.

I kapitel 4 bedöms vilken konsekvens olika olyckor kan medföra på de skyddsvärda objekt som har identifierats i tidigare kapitel. De olyckor som kan leda till betydande påverkan på en eller flera av de identifierade skyddsvärda objekten studeras vidare i nästkommande kapitel.

Riskenivån för respektive olycksscenario uppskattas i kapitel 5, antingen kvalitativt eller kvantitativt. I kapitlet redovisas resultaten för de olika beräkningarna för de olika byggskedena (som beaktas i denna handling) och delsträckorna. Det råder olika värderingskriterier för de olika beräkningarna, vilket framgår innan respektive beräkning redovisas. Kort kan sammanfattas att tillfällig anläggning utvärderas mot nuläget, säkerhetsvärderingarna mot TDOK 2016:0231, och risknivåerna för driftsatt utbyggd anläggning mot DNV:s kriterier (4). Riskuppskattningen ger underlag för bedömning av omfattningen av olyckornas påverkan på berörda skyddsvärda objekt. Detta ligger sedan till grund för värderingen av uppskattade risknivåer, jämfört med relevant värderingskriterium, för att avgöra vilken riskpåverkan som genereras samt om behov av åtgärder föreligger, i enlighet med relevant värderingskriterium.

Kapitel 6 beskriver åtgärdsförslag samt dess riskreducerande effekter utifrån anläggningens tekniska utformning. I detta kapitel redovisas det kvantitativt beräknade behovet av riskreducerande åtgärder mot urspårning. Den riskreducerande effekten från åtgärderna presenteras i detta kapitel utan att till exempel beakta lokala förutsättningar.

Kapitel 7 redogör för hur scenarier med en beräknad konsekvens på fler än 1 000 omkomna har bedömts i denna underlagsrapport och i säkerhetsvärderingarna.

Efterföljande kapitel 8 omfattar en allmän diskussion kring resultat och vilka osäkerheter som har identifierats vid genomförandet av riskbedömningen i denna underlagsrapport, samt hur dessa har hanterats för att möjliggöra ett så bra beslutsunderlag som möjligt.

Kapitel 9 beskriver fortsatt arbete som behöver genomföras i kommande projektskeden för att säkerställa en hög säkerhetsnivå under bygg- och driftskedet.

Avslutningsvis redovisas i kapitel 10 slutsatser avseende olyckors påverkan, effekt och konsekvens för människors liv och hälsa, och referenserna framgår i kapitel 11.

Indata och beräkningsgång redovisas i Metod- och beräkningsbilagan, som består av kapitel A till och med H.

Kapitel A innehåller en beskrivning av begrepp och definitioner, arbetsgång och omfattning av riskhantering samt de metoder som använts.

Kapitel B redovisar en förutsättningslös inventering av yttre händelser.

Kapitel C redovisar en övergripande beskrivning av möjliga konsekvenser för både liv och hälsa samt bebyggelse och samhällsviktiga funktioner uppdelar på respektive farligt gods-klass.

I de följande kapitlen D, E och F redovisas genomförda frekvens- respektive konsekvensberäkningar samt känslighetsanalyser.

Vilka riskreducerande åtgärder som erfordras och rekommenderas för respektive byggnad inom utsatta fastigheter till följd av den *driftsatta anläggningen* bedöms och redovisas i kapitel G.

Bedömning och redovisning av de åtgärder som erfordras och rekommenderas för respektive byggnad inom utsatta fastigheter till följd av den *tillfälliga anläggningen* bedöms och redovisas i kapitel H. Till skillnad från kapitel 6 tar bedömningarna av åtgärdsbehov i kapitel G och H hänsyn till lokala förutsättningar, exempelvis topografi.

2 Beskrivning av anläggningen mellan Huvudsta-Duvbo

Aktuell utbyggnad sträcker sig från Huvudsta i Solna till Ulvsundavägen i Duvbo, en sträcka på cirka 3,6 kilometer som berör tre kommuner: Solna stad, Sundbybergs stad och Stockholm stad. Dessutom tillkommer ett cirka 550 meter långt anslutningsspår till Tomtebodas bangård i Huvudsta. För en noggrannare beskrivning av själva anläggningen se avsnitt 1 *Bakgrund* samt 2.1.3 *Utredningsalternativ – Driftsatt utbyggd anläggning*.

2.1 Beskrivning av alternativ och skeden

I detta avsnitt beskrivs nuläget, nollalternativ samt utredningsalternativets bygg- respektive driftsskede.

2.1.1 Nuläge och nollalternativ

I nuläget och nollalternativet går delsträckan av Mälarbanan Huvudsta - Duvbo på markspår med ett spår i vardera riktningen. Spåren går bitvis mycket nära existerande bebyggelse, och den täta tågtrafiken på dessa två spår utgör i princip maximalkapaciteten på spåren.

Horisontåret för nollalternativet för Mälarbanan Huvudsta-Duvbo är den samma som för utbyggnadsförslaget, det vill säga år 2040. I nollalternativet förutsätts Mälarbanans övriga etapper Tomteboda-Huvudsta och Duvbo-Kallhäll vara utbyggda till fyra spår med ökad kapacitet för tågtrafiken. På sträckan Huvudsta-Duvbo kvarstår befintlig järnvägsanläggning och station. Den planerade kapacitetsökningen på Mälarbanan uppnås inte med två spår genom Sundbyberg.

Tunnelförläggningarna av järnvägen på delsträckan Huvudsta-Duvbo utgör förutsättningar för Sundbybergs respektive Solna stads vision för vidare kommunal stadsutveckling. I nollalternativet genomförs inte tunnelförläggningen varför endast begränsade exploateringar förutsätts kunna genomföras i centrala Sundbyberg och i Solna.

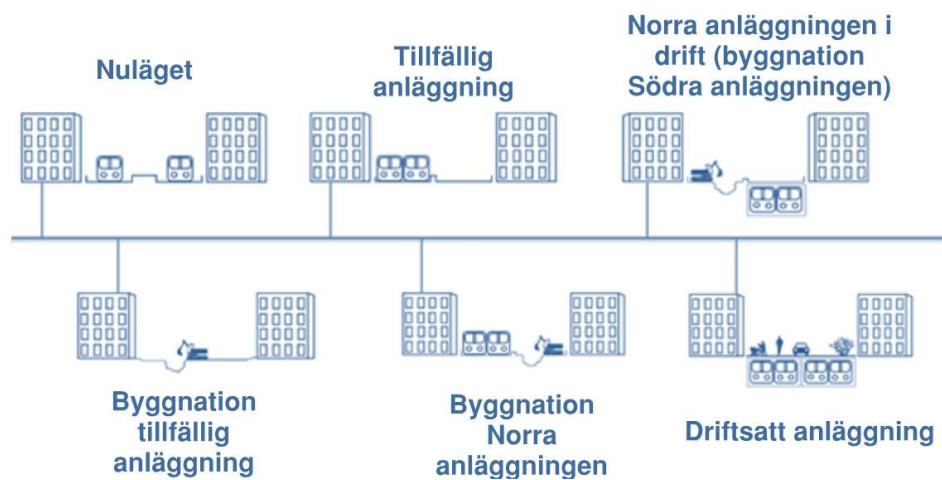
Tunnelförläggningarna utgör en betydande förutsättning för Sundbybergs och Solnas fortsatta utveckling i Mälarbanans närområde. Därför bedöms ett nollalternativ där tunnelförläggningen inte genomförs i huvudsak motsvara de miljöförhållanden som råder i nuläget år 2018.

Risken för nollalternativet bedöms likvärdigt med risken för nuläget. Detta eftersom trafikeringen i nuläget bedöms motsvara anläggningens maximalkapacitet samt att markanvändning (och därmed persontäthet) förväntas vara oförändrad.

2.1.2 Utredningsalternativ - Byggskedet

Trafikverket ska upprätthålla två spår i drift under hela byggskedet, med undantag för när inkopplingar sker. För att möjliggöra drift under byggtiden har byggnationen delats upp i tre huvuddelar: Tillfällig anläggning, byggnation av norra anläggningen (etapp 1) och byggnation av södra anläggningen (etapp 2). Först tas tillfällig anläggning i drift och det möjliggör att norra delen

av utbyggd anläggning kan byggas. När den är klar tas den i drift och den södra delen av utbyggd anläggning kan byggas. Se Figur 2 nedan för en illustration över byggprocessen av anläggningen.

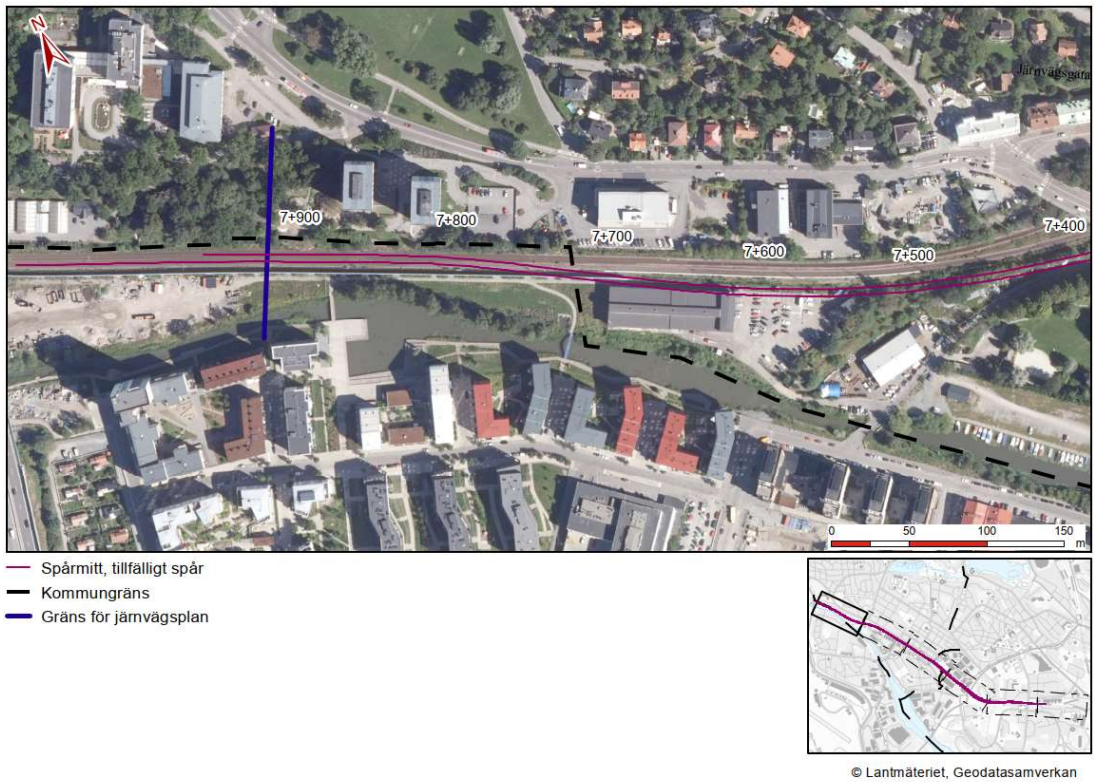


Figur 2. Illustration över byggprocessen

2.1.2.1 Tillfällig anläggning

Innan byggnationen av den nya anläggningen påbörjas kommer befintlig anläggning flyttas till ett tillfälligt läge, söder om nuvarande läge. Den tillfälliga anläggningen omfattar två spår samt en tillfällig lösning av Sundbyberg station. Den tillfälliga anläggningen kommer att vara i full drift under cirka 4 år fram till norra anläggningen kan tas i drift.

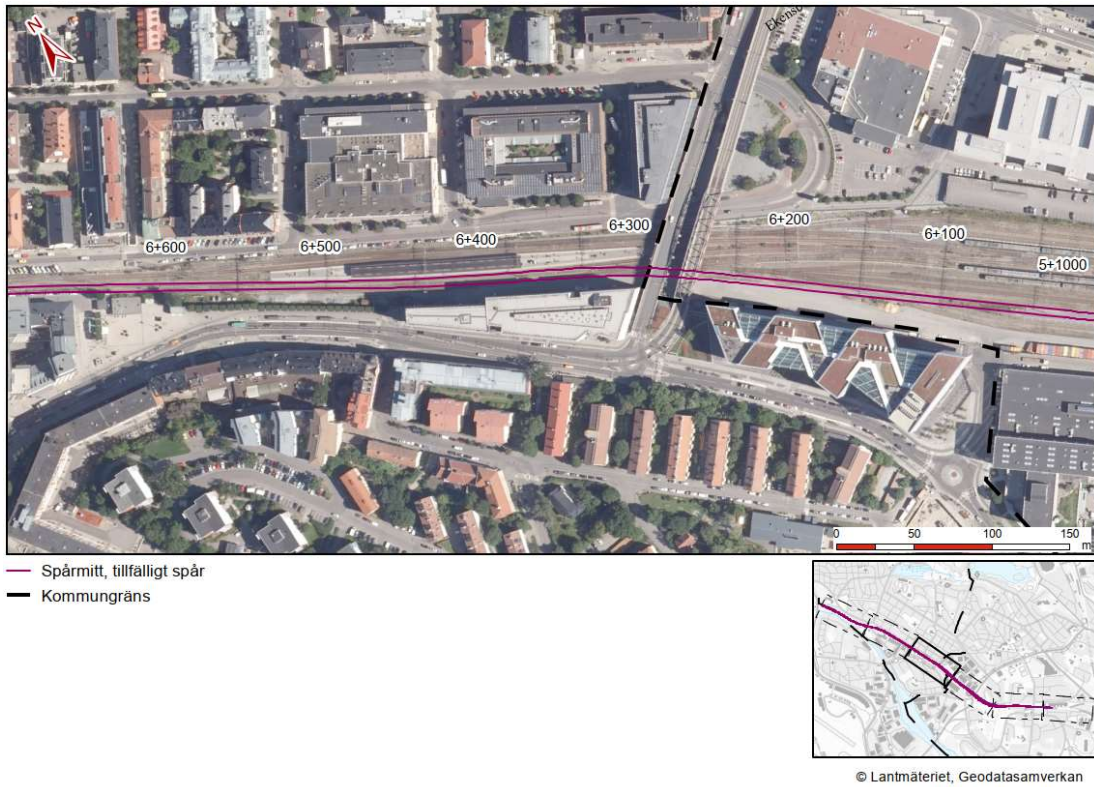
I nedanstående figurer visas ungefärlig placering av den tillfälliga anläggningen från väster till öster.



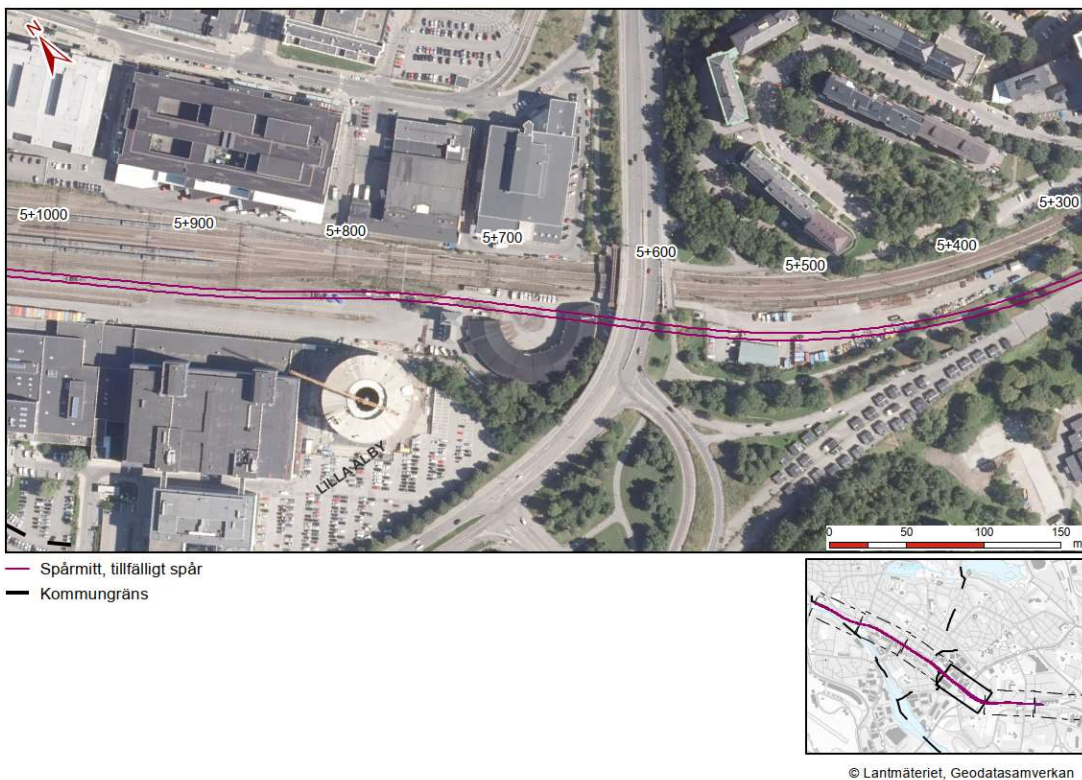
Figur 3. Spårlinje för tillfällig anläggning i förhållande till omgivande bebyggelse i Sundbyberg/Stockholm Stad.



Figur 4. Spårlinje för tillfällig anläggning i förhållande till omgivande bebyggelse i Sundbyberg.



Figur 5. Spårlinje för tillfällig anläggning i förhållande till omgivande bebyggelse i Sundbyberg/Solna.



Figur 6. Spårlinje för tillfällig anläggning i förhållande till omgivande bebyggelse i Solna.



Figur 7. Spårinje för tillfällig anläggning i förhållande till omgivande bebyggelse i Solna.

2.1.2.2 Byggnation av den norra anläggningen

Nästa etapp blir att färdigställa den norra anläggningens två spår med tillhörande anläggningsdelar. Den norra anläggningen består av ett tunnelrör i Sundbyberg (Sundbybergstunneln) och ett i Huvudsta (Huvudstatunneln).

Mellan tunnlar anläggs tråg där den norra plattformen för Sundbyberg station färdigställs. Den norra anläggningen är klar när markspåren öster och väster om tunnlar är byggda. Då kommer all järnvägstrafik att trafikera den norra anläggningen (dubbelriktad trafik, två spår) och den tillfälliga anläggningen kan rivas.

2.1.2.3 Byggnation av den södra anläggningen

Efter att den norra anläggningen färdigställts och tagits i drift påbörjas arbetet med den södra anläggningen. Den består av kvarstående tunnelrör för Sundbybergstunneln respektive Huvudstatunneln samt kvarstående markspår och tråg. Vidare färdigställs den södra plattformen, med plattformsanslutningar på Sundbyberg station samt Huvudsta station med mittplattform och entré.

2.1.3 Utredningsalternativ – Driftsatt utbyggd anläggning

Den utbyggda järnvägsanläggningen består av fyra spår som går i; Sundbybergstunnelns båda tunnelrör, i Huvudstatunnelns båda tunnelrör, i tråget och på markspår. Sundbyberg station

trafikeras med regional- och pendeltåg, med uppgångar mot Sundbyberg station och Solna Businesspark. Huvudsta station trafikeras av pendeltåg. Godståg kommer att passera både Sundbybergs och Huvudsta station men kommer inte normalfallet aldrig stanna vid stationerna.

Utbyggnaden från två till fyra spår medför ökad trafikeringskapacitet samt möjliggör separation mellan trafikslagen. Pendeltågstrafik kommer att trafikera innerspårerna medan gods- och regionaltrafik kommer att trafikera ytterspårerna.

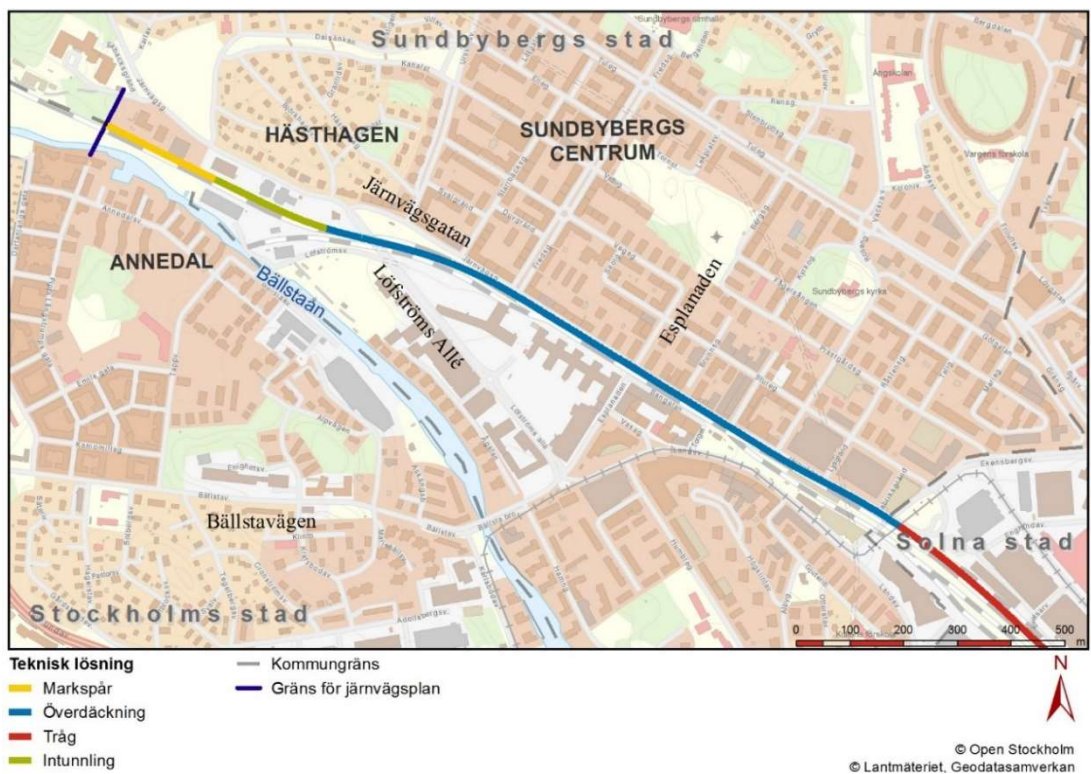
Mellan Huvudstagatan och Frösundaleden förläggs delar av anläggningen i en tunnel med två tunnelrör med två spår i varje tunnelrör, den så kallade Huvudstatunneln. Tunneln är cirka 500 meter lång och till stor del förlagd i ytläge (intunnling). Vid anläggningens korsning med Huvudstagatan uppförs Huvudsta station. Mellan Frösundaleden och broarna vid Ekenbergsvägen (väg och tvärbana) förläggs den nya järnvägsanläggningen i öppet och nedsänkt läge, så kallat tråg.

På sträckan genom centrala Sundbyberg är den nya järnvägsanläggningen förlagd under mark, i den så kallade Sundbybergstunneln. Tunneln är cirka 1,4 kilometer lång och utformad med två separata tunnelrör (överdäckning). I västra änden av Sundbyberg övergår tunneln från att vara en överdäckning till en intunnling på en sträcka av cirka 300 meter.

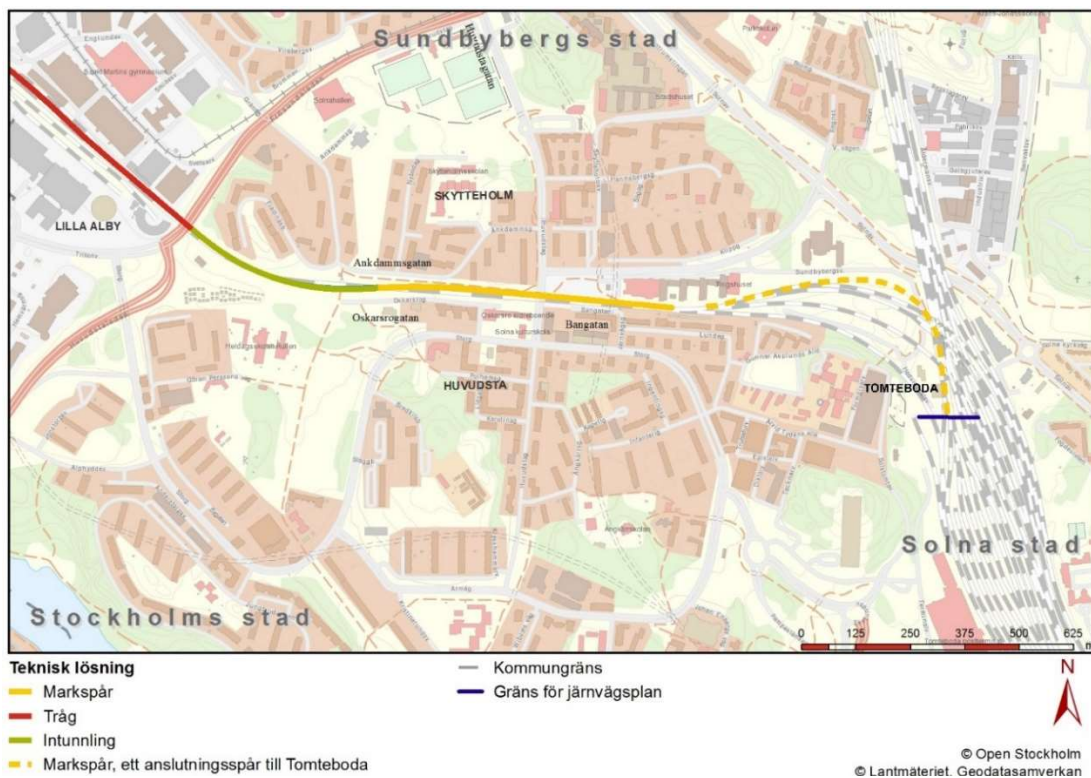
Sundbybergs nya station har två plattformar samt två stationsentréer, stationsentré Sundbyberg och stationsentré Solna Business Park.

Utmed resterande delar av sträckan Huvudsta-Duvbo, det vill säga öster om Huvudstagatan och väster om Sundbybergstunnelns mynning vid Duvbo, är spårerna förlagda i ytläge (markspår).

För illustration av planerad driftsatt utbyggd anläggning, se Figur 8 och Figur 9.



Figur 8. Planerad utbyggnation i Sundbyberg.



Figur 9. Planerad utbyggnad i Solna.

2.1.3.1 Översiktlig beskrivning av säkerhetskoncept för tunnelar

Hög säkerhet i Mälarbanan nås genom att säkerhetstänkandet finns med i alla skeden från planering, genom projektering och byggande, inför driftstart samt vid drift och underhåll av den utbyggda anläggningen. I säkerhetskonceptet redovisas en helhetsbild av personsäkerheten i driftsatt utbyggd anläggning. Detta omfattar bland annat uppgifter om anläggningens utformning och säkerhetstekniska system, samt organisatoriska förutsättningar.

Säkerhetskonceptet innefattar krav, strategier och skyddsåtgärder för säkerhet mot olyckor. Tyngdpunkten ligger på strategier för utrymning och räddningsinsats då dessa påverkar anläggningens utformning i stor utsträckning.

Självutrymning

Huvudstrategi vid brand i tåg är att tåget körs ut ur spårtunneln. Persontåg körs om möjligt till stationen för utrymning. Utrymning ska kunna ske från brinnande tåg på station med god marginal innan kritiska förhållanden uppstår och evakuering ska kunna ske från brinnande tåg i tunnelar i de allra flesta fallen utan skador på utrymmande. Brinnande godståg ska köras ut ur tunnelarna. Likaså ska brandutsatta norrgående persontåg som redan har passerat Sundbybergs station köras ut ur tunneln för att sedan utrymmas i det fria.

En detaljerad beskrivning av säkerhetskonceptet ingår i systemhandlingen för den aktuella anläggningen.

2.1.3.2 Stationerna

Längs med den aktuella delsträckan av Mälarbanan kommer två nya stationer att anläggas, Sundbyberg station och Huvudsta station. Sundbyberg station kommer vara öppen för både regional och pendeltåg medan Huvudsta station enbart kommer vara öppen för pendeltåg.

Sundbyberg station

Mellan Frösundaledens och Ekensbergsvägens broar planeras en ny järnvägsstation, Sundbyberg station. Spår och plattformar förläggs i botten av ett så kallat tråg, cirka 2-8 meter under befintlig marknivå. Plattformarna kommer även sträcka sig in i Sundbybergstunneln vid uppgången till Sundbybergs centrum.

Stationens plattformar blir drygt 355 meter långa och får en bredd på mellan 10 till 12 meter. Varje perrong utformas med två uppgångar, och varje uppgång ansluter till en tillhörande biljetthall i markplan, en vid Solna business park och en vid Sundbyberg centrum. På stationen kommer trappor, rulltrappor och hissar att finnas.

Enligt resenärsprognos för år 2030 förväntas stationen ha cirka 1800 påstigande och cirka 3900 avstigande resenärer under förmiddagens maxtimme (5).

För den del av stationen som är förlagd i tunnel tillämpas vid brandskyddsprojekteringen krav och råd i: *”Vägledning för Trafikverkets krav och råd avseende brandskydd för undermarkstationer”*. För övriga delar av stationen tillämpas Boverket byggregler vid brandskyddsprojekteringen.

Följande gränsdragning gäller mellan de olika regelverken:

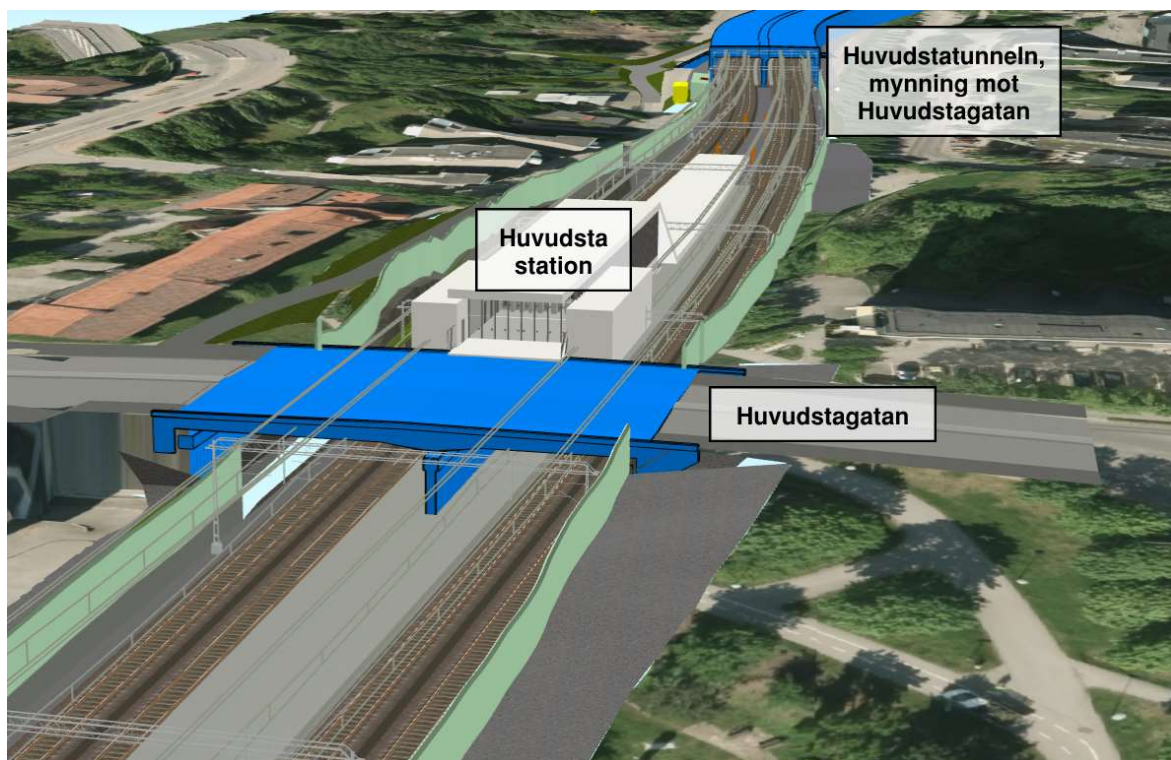
- Stationsentréer, betraktas som byggnad enligt PBL och dimensioneras därför efter Boverkets byggregler (BBR).
- Plattformrum, spårområde och tunneldelar klassificeras som annan anläggning och dimensioneras enligt Plan- och bygglagen (PBL) och Plan- och byggförordningen (PBF).
- Brandavskiljningen mot uppgångarna/rulltrapporna på plattformarna utgör gränsdragningen mellan byggnadsverken.



Figur 10. Konceptuell utformning av Sundbyberg station.

Huvudsta station

Öster om Huvudstatunneln kommer en markstation att anläggas. Denna station kommer enbart vara öppen för pendeltåg. Avståndet mellan änden på plattformen och tunnelmynningen uppgår till drygt 180 meter. Avståndet mellan stationsbyggnaden och tunnelmynningen är cirka 300 meter.



Figur 11. Konceptuell utformning av Huvudsta station.

2.1.4 Rivningsskede

Delsträckan Huvudsta – Duvbo längsmed Mälarbanan byggs och dimensioneras för att vara i drift i över 100 år från driftstart. Dock är det oklart vad som kommer hända i framtiden och vilka behov och önskemål som finns på anläggningen i framtiden, både innan och efter 100 år från driftstart.

I ett framtida rivningsskede och eventuell återställning av mark anses inte anläggningen utgöra någon risk annat än ur arbetsmiljösynpunkt, vilket anses vara acceptabelt givet att rivning och återställning sker i enlighet med framtida gällande lagstiftning. Rivningsskedet kommer därför inte behandlas vidare i denna underlagsrapport.

2.2 Trafikflöden

Vid beräkning av sannolikhet för och konsekvens av en olycka utgör antal och typ av tågtransporter per år grundläggande ingångsvärden. Samtliga tågtyper som trafikerar sträckan är aktuella att beakta vid uppskattning av exempelvis urspårningsolyckor, medan godståg med farligt gods även är av intresse för att bedöma olyckor med efterföljande brand, explosion och/eller utsläpp av toxiska ämnen.

De trafikflöden som använts som ingångsvärden redovisas i Tabell 1. Nuläget baseras på trafikmängder för år 2010. Trafiksiffrorna för såväl år 2010 som år 2040 bedöms motsvara kapacitetstaket för nuvarande respektive utbyggd anläggning och representerar inte nödvändigtvis den faktiska trafikeringen. Trafikeringen enligt tabellen indikerar att ingen ökning

av antal godståg förväntas mellan nuläget och horisontår 2040, utan att den stora förändringen sker i persontrafiken där både pendeltåg och regionalståg/fjärrtåg ökar markant.

Eftersom en av grundtankarna med den tillfälliga anläggningen är att kunna upprätthålla dagens tvåspårdrift i ytläge under tunnelns byggskede utgår bedömningen för den tillfälliga anläggningen från dagens trafikering (dvs. trafik år 2010 enligt AKJ⁵ (6)) (7).

Tabell 1. Trafikflöden (två riktningar) vid nuläge (2010) och utbyggd anläggning (2040). (6)

Tågtyp	Antal tåg per riktning under maxtimme		Antal tåg per dygn (tåg/dygn)	
	2010	2040	2010	2040
Pendeltåg	8	12	160	264
Regionalståg/fjärrtåg	3	5	50	114
Godståg	1	1	10	10

2.3 Transport av farligt gods

Farligt gods delas upp i nio klasser enligt Tabell 2 nedan. För en noggrannare genomgång av de olika farligt gods-klasserna se Bilaga C.

Tabell 2. Uppdelning av farligt gods enligt RID/ADR-klassningssystemet

Klass	Kategori
1	Explosiva ämnen och föremål
2	Gaser
3	Brandfarliga vätskor
4	Brandfarliga fasta ämnen
5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider
6	Giftiga ämnen, smittförande ämnen
7	Radioaktiva ämnen
8	Frätande ämnen
9	Övriga farliga ämnen och föremål

Statistiken som ligger till grund för de kvantitativa analyserna baseras på ett utdrag från Trafikverkets databas LUPP (Leveransuppföljningssystemet). Statistiken innefattar: antal godståg-, antal godståg med farligt gods-, antal vagnar med farligt gods-, antal ton farligt gods- samt

⁵ Anläggningstekniska krav järnväg (AKJ) är ett kravdokument som upprättas av Trafikverket i samband med projektering av järnväg. Dokumentet innehåller krav som ska beaktas vid projekteringen och under entreprenaden av järnvägsanläggningen.

mängder av och fördelningen mellan transporterade RID-klasser på sträckan Huvudsta – Duvbo under tidsperioden 2008-2016 (8). Statistiken omfattar ej start- och målpunkter för transporterna.

Ovanstående statistik är dock konfidentiell och kan ej redovisas i rapporten. Statistiken ligger likväl till grund för de kvantitativa analyserna.

Sett över hela tidsperioden 2008 till 2016 så transporterades inga betydande mängder farligt gods på Mälarbanan genom Sundbyberg. Andelen farligt gods-vagnar (FAGO-vagnar) på Mälarbanan har varit betydligt lägre än det nationella snittet på 5 % (9). År 2014 skedde dock en kraftig ökning av farligt gods-trafiken på Mälarbanan jämfört med övriga år från underlaget. Ökningen utgjordes i princip uteslutande av RID-klass 3 (brandfarlig vätska) och ledde till att den totala andelen farligt gods på Mälarbanan närmade sig det nationella snittet på 5 %. Green Cargo som står för den största andelen godstransporter på Mälarbanan kunde dock inte säga vad den kraftiga ökningen berodde på (10). Ökningen som skedde år 2014 var dock inte bestående, år 2015 och 2016 var andelen transporter av farligt gods återigen betydligt lägre än riksgenomsnittet.

Av RID-klasserna bedöms enbart olyckor med klass 1, 2, 3 och 5 kunna resultera i en negativ påverkan på tredje man och närliggande bebyggelse utmed Mälarbanan. RID-klass 3 utgör en majoritet av det transporterade farliga godset bland klass 1, 2, 3 och 5.

Klass 2 delas upp i klass 2.1 (brandfarliga gaser), klass 2.2 (inerta gaser) och klass 2.3 (giftiga gaser). Enbart klass 2.1 och klass 2.3 bedöms kunna medföra negativ påverkan på omgivningen. Utsläpp av inerta gaser i tunnlarna kan resultera i en minskad volymkoncentration av syrgas. I säkerhetsanalyserna för tunnlarna har dock inte olycksscenarioer med RID-klass 2.2 beaktats. För att kompensera för detta antas alla transporter av klass 2 utgöras av giftiga samt brännbara gaser. Baserat på transportflödena som uppmätts 2006 (11), antas 87 % av transporterna inom RID-S-klass 2 utgöras av brandfarliga gaser (RID-klass 2.1) och 13 % antas vara giftiga gaser (RID-klass 2.3).

I analysen antas trafikeringen, vid nuläget samt vid driftsskede år 2040, motsvaras av dimensioneringskravet enligt AKJ det vill säga 10 godståg per årsmedeldygn (6). Andelen farligt gods-vagnar samt fördelningen mellan transporterade RID-S-klasser antas år 2040 motsvara medelvärdet för Mälarbanan Huvudsta - Duvbo år 2008 - 2016.

Andelen farligt gods av total mängd transporterat gods är en osäker variabel. Eftersom restriktioner avseende mängder och/eller specifika RID-klasser inte är möjligt med rådande regelverk behöver analysen ta höjd för att mängder och fördelning av farligt gods kan komma att ändras i framtiden.

Trafikeringen kan komma att understiga dimensioneringskravet enligt AKJ. Att trafikeringen skulle överstiga AKJ anses som mindre troligt enligt *Trafikverkets basprognos år 2040*: Trafikverkets basprognos för Mälarbanan år 2040 (12) är 6 godståg per dygn medan AKJ anger 10 godståg per årsmedeldygn. Detta bör beaktas i analysen för att nyansera resultatet, vilket görs genom känslighetsanalyser med indata enligt följande möjliga framtidsscenarioer för horisontår 2040:

1. *Trafikverkets basprognos år 2040*: Trafikeringen enligt AKJ med 10 godståg per årsmedeldygn bör betraktas som ett konservativt ingångsvärde, varför det i

känslighetsanalysen beaktas ett framtidsscenario med endast 6 godståg per dygn på sträckan år 2040. Som ingångsvärden avseende mängder och fördelning av farligt gods används medelvärdet för Mälarbanan Huvudsta - Duvbo år 2008 – 2016 (13).

2. *Toppnotering Mälarbanan år 2014:* År 2014 skedde en kraftig ökning av farligt gods-trafiken på Mälarbanan Huvudsta - Duvbo. Den totala andelen farligt gods på Mälarbanan låg dock fortfarande relativt långt under rikssnittet på 5 %. Ökningen utgjordes i princip uteslutande av RID-klass 3 (brandfarlig vätska). Som ett möjligt framtidsscenario antas att farligt gods-mängder och fördelning år 2040 motsvarar toppnoteringen år 2014. Trafikeringen motsvaras av dimensioneringskravet enligt AKJ.
3. *Rikssnittet år 2014:* Scenariot representerar en händelseutveckling där omfattningen av farligt gods-transporter på Mälarbanan i framtiden ökar kraftigt och motsvarar rikssnittet för Sverige år 2014. RID-klassat gods utgjorde år 2014 i Sverige 5 % av den totala mängden transporterat gods på järnväg (14).

3 Beskrivning av omgivningen

I detta kapitel görs en beskrivning av skyddsvärda objekt och riskobjekt i Mälarbanans omgivning längs med den aktuella sträckan. Kapitlet syftar till att utgöra underlag för kommande bedömning av vilka olyckskonsekvenser som kan uppstå för omgivningen och för järnvägsanläggningen i sig.

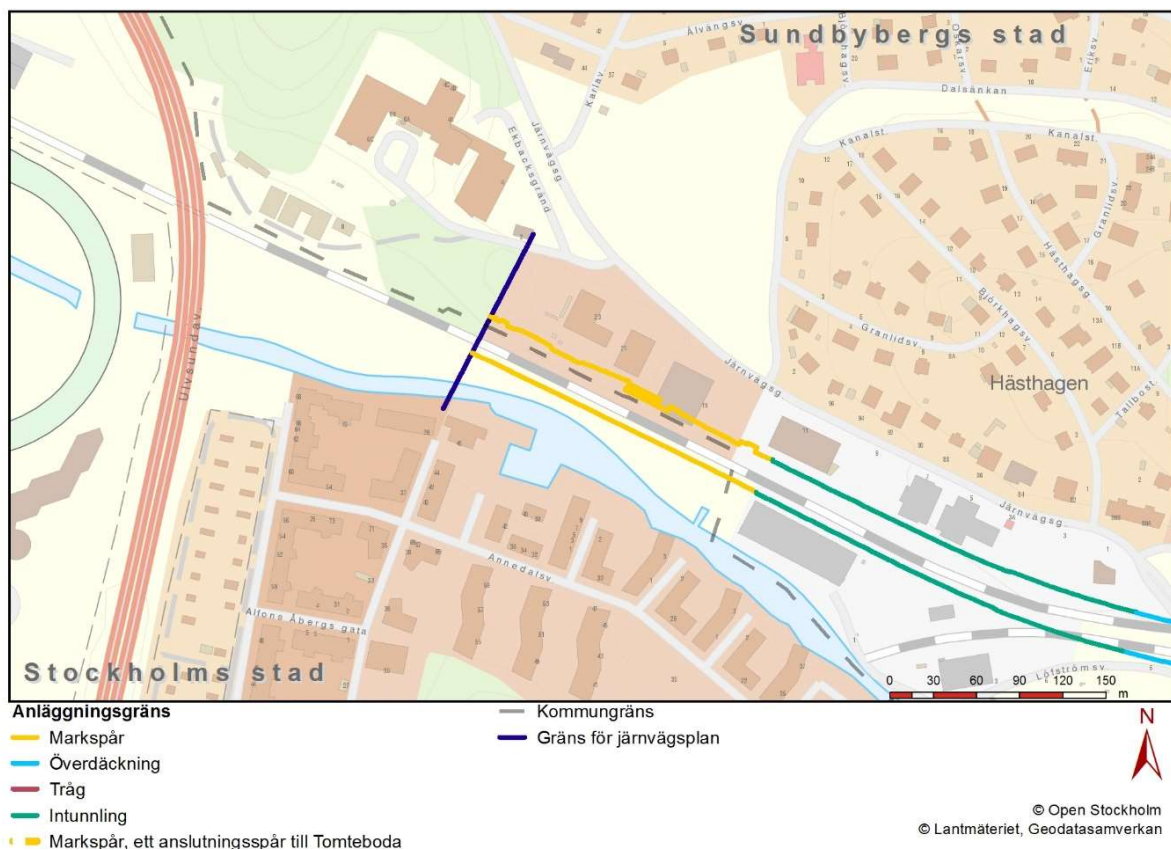
3.1 Skyddsvärda objekt och/eller intressen

De skyddsvärda objekt som identifierats utmed aktuell sträcka har delats in i människors liv och hälsa (inkluderar samhällsviktig verksamhet) och järnvägsanläggningen.

3.1.1 Människors liv och hälsa

Uppskattning av riskmåttet *samhällsrisk* innefattar en bedömning av förväntat antal människor som kan komma att förolyckas vid en olycka. Således har en uppskattning av persontätheten längs den aktuella järnvägssträckan gjorts baserat på schablonmässiga persontätheter för Sundbyberg och Solna. Därutöver genomförs en känslighetsanalys avseende persontätheter för att bedöma i vilken utsträckning personantalet påverkar samhällsrisk. Persontätheten antas vara homogen inom berörda områden, vilket utgör en förenkling av verkligheten som av naturliga skäl har lokala variationer beroende på bland annat bebyggelsetäthet, typ av bebyggelse och öppna ytor.

Bansträckningen sträcker sig över Solna, Sundbyberg och Stockholm stad. Kommungränsen mellan Solna och Sundbyberg löper väster om Ekensbergsvägens vägbro. Gränsen mellan Stockholms stad och Sundbybergs stad löper i längsled mellan upp- och nedspårssidan i Duvbo, se Figur 12. Det är endast en begränsad del av Stockholms stad som ligger längsmed Mälarbanan och befolkningstätheten för denna begränsade del bedöms vara samma som befolkningstätheten för Sundbyberg. I denna rapport avses därmed också den begränsade delen av Stockholm stad då Sundbyberg nämns.



Figur 12. Kommungräns mellan Sundbyberg och Stockholms stad.

Berörda kommuner och område har persontätheter enligt Tabell 3 nedan, i enlighet med befolkningsprognoser för respektive kommun. Se Bilaga E.1 för mer information om uppskattningarna om persontäthet.

Tabell 3. Persontätheter för respektive kommun eller område och skede.

Personer/km ²	Nuläge	Vid driftsatt tillfällig anläggning (år 2025)	Vid driftsatt anläggning
Kommun/område			
Sundbyberg	4 899 (15)	4899	7 800 (16)
Solna	3 900 (17)	3 900	6 850 (beräknat genom extrapolering från år 2025)

3.1.2 Miljö

Begreppet miljö har i miljöbalken en vid betydelse och omfattar en rad aspekter rörande bl.a. naturmiljö och kulturmiljö. Till kulturmiljö räknas i dessa sammanhang övrig fysisk miljö i form av t.ex. infrastruktur och bebyggelse, liksom de funktioner som till exempel samhällsviktiga verksamheter (infrastruktur, vård, kommunikation, etc.) har. Det förekommer inga kända

naturvärden inom planområdet. Därför kommer endast kulturmiljö i form av samhällsviktiga verksamheter beaktas i rapporten.

3.1.2.1 Samhällsviktiga verksamheter

Identifieringen av samhällsviktiga verksamheter utgår från Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps (MSB) definition av samhällsviktig verksamhet: (1)

En samhällsviktig verksamhet utgörs av en verksamhet som uppfyller minst ett av följande villkor:

- 1. Ett bortfall av eller en svår störning i verksamheten kan ensamt eller tillsammans med motsvarande händelser i andra verksamheter på kort tid 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.*

Generella exempel på samhällsviktiga verksamheter är skolor, vårdcentraler, sjukhus, banker, apotek, räddningstjänst, polis, infrastruktur, energiförsörjning och livsmedelsdistribution.

Mälarbanan utgör därmed i sig en samhällsviktig verksamhet men beaktas separat i detta kapitel.

Med skydd av samhällsviktig verksamhet avses åtgärder och aktiviteter som behöver vidtas för att säkerställa förmåga och kontinuitet hos samhällsviktig verksamhet, det vill säga aktiviteter som bidrar till förmågan till resiliens, att motstå eller begränsa konsekvenserna av allvarliga störningar, samt förmågan att återhämta sig från sådana störningar. Med allvarlig störning i samhällsviktig verksamhet avses en störning som innebär att verksamheten inte kan upprätthållas ens på lägsta acceptabla nivå. (18)

Vid en översiktlig inventering genom kartstudier har följande verksamheter, varav vissa kan betraktas som samhällsviktiga, återfunnits inom 150 meter från järnvägen:

- Transformatorstation vid 4+1100, 29 meter från järnvägen
- El-station vid 5+080, 41 meter från järnvägen
- Förskola vid 5+300, 120 meter från järnvägen
- Axfood snabbgross vid 5+650, 25 meter från järnvägen
- ICA Maxi vid 5+800-900, 25 meter från järnvägen
- Medmera bank vid 6+050, 60 meter från järnvägen
- Coop huvudkontor vid 6+050, 60 meter från järnvägen
- Kronans apotek och vårdcentral vid 6+250, 130 meter från järnvägen
- Arbetsförmedlingen vid 6+250, 100 meter från järnvägen
- Svenska kraftnät (kontor) vid 6+250, 100 meter från järnvägen
- Hemköp vid 6+350, 100 meter från järnvägen
- Ikano bank vid 6+400, byggnaden i direkt anslutning till den tillfälliga plattformen
- Apotek hjärtat vid 6+400, byggnaden i direkt anslutning till den tillfälliga plattformen

- Svea Vaccin vid 6+400, byggnaden i direkt anslutning till den tillfälliga plattformen
- Skatteverket vid 6+450, 40 meter från järnvägen
- Handelsbanken vid 6+450, 110 meter från järnvägen
- Lidl vid 6+500, 40 meter från järnvägen
- ICA supermarket vid 6+650, 90 meter från järnvägen
- Nordea vid 6+700, 90 meter från järnvägen
- SEB vid 6+700, 130 meter från järnvägen
- Willys vid 6+800, 100 meter från järnvägen
- Kemikalieinspektionen vid 6+950, 20 meter från järnvägen
- Ekbackens Förskola vid 7+800, cirka 85 meter från järnvägen
- Solna Polisstation vid 4+600 till 4+300, cirka 12 meter från järnvägen
- Ostkustbanan i direkt anslutning vid Tomtebodas cirka från 3+900
- Korsande fjärrvärme/kylledningar, i direkt anslutning vid olika ställen
- Korsande/längsgående VA ledningar, i direkt anslutning vid olika ställen
- Kraftledningar i mark, i direkt anslutning vid olika ställen
- Tunnelbanan, blå linje
- Tvärbanan, korsningen mellan järnvägen och Ekensbergsbron

Endast ett fåtal av dessa ligger så pass nära spårområdet att de skulle ta skada vid exempelvis en urspårning. Ett specialfall är tunnelbanans blåa linje som ligger *under* järnvägsanläggningen. Tunnelbanan bedöms dock inte påverkas av utbyggnaden av Mälarbanan.⁶ Hur utbyggnaden av Mälarbanan kan påverka risken för en allvarlig störning enligt MSB:s definition av de potentiellt samhällsviktiga verksamheterna som återfinns inom 150 meter från anläggningen har inte analyserats i denna utredning. Påverkan till följd av utbyggnaden beaktas i den mån att järnvägen inte får medföra en oacceptabel risknivå för de människor som vistas eller verkar inom verksamheterna.

⁶ Inom Stockholms Läns Landstings (Förvaltningen för Utbyggd Tunnelbana) projekt *Tunnelbana Akalla – Barkarby station* har frågan om till exempel en explosion med ADR/RID klass 1.1 i tunnel i Förbifart Stockholm och eventuell påverkan på tunnelbanan studerats. Där har Forsvarets forskningsinstitut (FOI) gjort bedömningen att det är ”extremt osannolikt” att en explosion med ett ton TNT skulle ge genomslag i tunneln. (76). Då förutsättningarna bedöms likvärdiga eller bättre för projekt Mälarbanan, har bedömning gjorts att olycka på Mälarbanan inte skulle påverka tunnelbanan eller tunnelbanestationen. Bedömningen baseras på att avståndet mellan Mälarbanan och tunnelbanan är ca 7 meter, jämfört med 5 meter mellan anläggningarna i referensprojektet. I båda projekten korsar dessutom anläggningarna varandra över en begränsad sträcka, varför sannolikheten för påverkan är lokalt betingad i båda fallen. Vidare visar kvantitativa analyser att sannolikheten för en sådan olycka är extremt liten i Mälarbanan, precis som i referensprojektet. Frågan utreds ej ytterligare inom ramen för denna underlagsrapport.

3.1.3 Järnvägsanläggningen som skyddsvärt objekt

I händelse av en olycka på järnvägen eller vid intilliggande riskobjekt utgör järnvägsanläggningen i sig ett skyddsvärt objekt som behöver beaktas för att möjliggöra en helhetsbedömning av riskbilden kopplad till projektet. Vad som är skyddsvärt i anläggningen kan variera. I detta skede har eventuella olyckors påverkan på säkerheten för resenärer och ombordpersonal analyserats. Vidare har externa/yttrre händelser som kan få konsekvenser på anläggningen analyserats kvalitativt.

Då järnvägsanläggningen inte bara är ett skyddsvärt objekt utan även ett riskobjekt behandlas den även i följande avsnitt 3.2 *Riskobjekt*, se 3.2.3 *Järnvägsanläggningen som riskobjekt*.

3.2 Riskobjekt

De riskobjekt som identifierats utmed aktuell sträcka kan delas in i verksamheter och industrier, infrastruktur och järnvägsanläggningen.

3.2.1 Verksamheter och industrier

Inom korridoren på 300 meter med järnvägen i centrum ligger Arvid Nordquist HAB (19), en lokal som vid en olycka skulle kunna påverka järnvägsanläggningen och även tvärtom.

Arvid Nordquist HAB:s anläggning i Solna stad klassas som farlig verksamhet i enlighet med 2 kap 4 § i Lag (2003:778) om skydd mot olyckor (LSO). Däremot omfattas inte anläggningen av Sevesolagstiftningen. Den största risken förknippad med denna verksamhet är användandet av gasol i processen. Gasol förvaras inom verksamheten i en 18 m³ stor cistern som fylls på med cirka 5 ton gasol en gång i veckan via tankbil. Cisternen är lokaliserad cirka 120 meter från den driftsatta utbyggda anläggningen. (20)

I företagets egna riskbedömningar gällande gasolanläggningen respektive tankbilstransporterna innebär de värsta scenarierna skadeutfall med flera skadade personer och enstaka dödsfall. I Storstockholms brandförsvares egen analys anges det dimensionerande scenariot till ett större läckage av gasol i vätskefas som vid antändning skulle kunna ge allvarliga konsekvenser upp till 100 meter från läckagepunkten. (20)

Med avseende på det stora avståndet mellan gasolcisternen och spårområdet bedöms risken för olyckshändelser relaterade till gasolanläggningen inte medföra en oacceptabel risk för järnvägen. Inte heller de gasoltransporter som passerar parallellt med järnvägen på sin väg mot gasolcisternen bedöms utgöra en allvarlig risk med utgångspunkt i att de passerar sällan samt inte uppehåller sig i järnvägens närområde.

I övrigt finns ett fåtal bensinstationer i närområdet som alla ligger väl bortom 200 meter från järnvägen. (19)

3.2.2 Infrastruktur

Utifrån Trafikverkets nationella vägdatabas har nedanstående transportleder för farligt gods identifierats inom 150 meter från den aktuella sträckan av Mälarbanan:

Väg 279 (Ulvsundavägen) rekommenderas som primär transportled för farligt gods, vilket innebär att transporter av samtliga farligt gods-klasser kan/får förekomma längs vägsträckan. Väg 279 (Ulvsundavägen) korsar järnvägen efter Sundbyberg och befinner sig därmed mycket nära järnvägen.

Frösundaleden rekommenderas som sekundär transportled för farligt gods vilket innebär att den används för transporter mellan primära transportleder och avsändare och/eller mottagare av godset. Frösundaleden korsar järnvägen mellan Sundbyberg och Solna och befinner sig därmed mycket nära järnvägen.

Den aktuella delsträckan av Mälarbanan ligger även i närhet av Ostkustbanan, där transport av farligt gods förekommer.

Utgångspunkten i denna underlagsrapport har varit att olika infrastrukturer måste tillåtas att korsa varandra, dock kan påverkan på järnvägsanläggningen som samhällsviktig verksamhet ske till följd av olycka på de tidigare nämnda transportlederna.

Dessa risker bedöms dock inte öka i och med utbyggnationen av Mälarbanan. Konsekvenserna som kan uppstå blir att järnvägstrafiken blir stillastående, eller får begränsad framkomlighet, i kortare eller längre perioder. Järnvägsanläggningen i sig kan också skadas med förstörd bana och/eller förstörd el- och signalsystem. Detta till följd av att tunga fordon möjligen kan forcera räcken på broar.

Broarna över järnvägsanläggningen förutsätts vara utrustade med avåkningsskydd enligt gällande föreskrifter. Ytterligare riskreducerande åtgärder som kan antas inom järnvägsplanens rådighet har ej identifierats.

3.2.3 Järnvägsanläggningen som riskobjekt

Järnvägsanläggningen utgör i sig själv ett riskobjekt som behöver beaktas för att möjliggöra en helhetsbedömning av riskbilden kopplad till projektet. I detta skede har eventuella olyckors påverkan på driften samt individer bedömts som relevanta att belysa.

Med en större mängd teknik, växlar och ökande trafikering på sikt kan frekvensen för en oönskad händelse öka. Dock anses inte nya typer av olycksscenarier uppstå till följd av detta.

3.2.3.1 Farligt gods-olycka i tunnel och tunnelmynningseffekter

Tunnlarna kommer att utgöra en fysisk barriär mellan järnvägen och omgivningen. Denna barriär, inneslutningen, anses innebära att konsekvenserna antingen avskärmas helt, inte alls⁷, eller får sin verkan kring tunnelmynningarna. Detta avser riskpåverkan på tredje man till följd av olyckor i tunnlar (gäller ej passagerare och individer på stationen).

De olyckor som anses ha sådan konsekvens att ingen avskärmning sker, dvs. samma konsekvens som för markspår, är:

- Explosion RID-klass 1.1,
- BLEVE, RID-klass 2.1,
- Explosion RID-klass 5.1.
- Explosion RID-klass 5.2.

De olyckor som anses ha sådan konsekvens att områdena kring tunnelmynningarna påverkas är:

- Explosion RID-klass 1.1,
- BLEVE, RID-klass 2.1,
- Stort utsläpp av giftig gas, RID-klass 2.3,
- Explosion RID-klass 5.1.
- Explosion RID-klass 5.2.

Övriga konsekvenser anses bli avskärmade till följd av tunnelns inneslutning av spåren.

För en noggrannare genomgång av konsekvenserna för farligt gods-olyckor i tunnel, och de tunnelmynningseffekter som kan uppstå, se Bilaga E.

Beredskapsplaner för hantering av farligt gods-olycka i tunneln kommer att tas fram i kommande projektskeden i samråd med Räddningstjänsten.

3.2.3.2 Farligt gods-olycka i tråg

I konsekvensbedömningen för olyckor i tråget beaktas nivåskillnaden, vilken bedöms medföra en betydande riskreduktion. Nivåskillnaden mellan spår och omgivning längs med tråget bedöms eliminera risken för mekanisk påverkan på omgivningen vid urspårningar. Tråget begränsar även utbredningen och därmed konsekvensavståndet från eventuella utsläpp av brandfarlig vätska.

⁷ Vid dessa händelser anses genomslag av tunneltak ske och därmed exponeras omgivningen för dessa konsekvenser. Dock lär tunneltaket ha en viss reducerande effekt på konsekvensen, men då denna reduktion är svår att definiera kvantitativt har det konservativt antagits att händelsen får samma konsekvens som vid markspår.

Räddningstjänstens möjlighet till insats i tråget försvåras jämfört med nuläget. Detta hanteras inom ramen för systemhandlingen där räddningstjänstens möjlighet till insats säkerställs.

4 Riskidentifiering

Riskidentifieringen innebär en systematisk genomgång av de riskkällor som förekommer i eller omkring järnvägsanläggningen för att fastställa vilka olyckor som kan inträffa. För en djupare beskrivning av riskhanteringsprocessen, se Bilaga A.

Olyckstypen *yttre händelser* utreds dock utan att specifik grundorsak identifieras. Dessa kan vara orsakade av flera olika riskkällor och följdhändelser, så kallade dominoeffekter. De kan vidare ha sitt ursprung i eller omkring järnvägsanläggningen.

Risker utvärderas mot de definierade konsekvenserna för allvarliga händelser. Dessa är sedan 2007 definierade som:

- **Allvarlig personskada** som definieras ”personskada till följd av olycka, vilken medförde mer än 24 timmars sjukvård” (21).
- **Allvarlig materiell skada**, hit räknas ”skada på järnvägsfordon, spårfordon, järnvägsinfrastruktur, spåranläggning, miljö eller egendom som inte transporterades med fordonet, värderad till mer än 150 000 € eller 1 400 000 SEK” (21).
- **Allvarlig försening**, hit räknas ”totalt stopp i trafiken i sex timmar eller mer” (21).

Vanligen brukar olyckstypen ”allvarlig personskada” avse personskada som medför dödsfall. Detta är den konsekvenstyp som också studeras kvantitativt.

Olyckstyper som bedöms kunna medföra livshotande konsekvenser utifrån den utbyggda driftsatta anläggningen sammanfattas i Tabell 4 nedan.

Tabell 4. Olyckstyper vilka kan ha en av många riskkällor som orsak.

Olyckstyp
Plankorsningsolyckor
Urspårning
Sammanstötning
Brand
Farligt gods olycka
Obehörigt intrång, personpåkörning och suicid
Allvarlig händelse utan dödlig utgång (21)

Antagonistiska händelser beaktas inte i riskvärderingen. Skydd mot antagonistiska händelser är särskilt känsligt och av detta skäl hanteras och omhändertas denna typ av händelser separat.

4.1 Yttre händelse

Externa/yttre händelser omfattar scenarier med konsekvenser på järnvägsanläggningen men som sker oberoende av anläggningen och dess verksamhet.

För identifiering och värdering av yttre händelser som kan medföra en oönskad påverkan på järnvägsanläggningen, se Bilaga B. Med hjälp av utvärderingskriterier har en kvalitativ analys av yttre händelser genomförts.

De yttre händelser som bedömts kunna påverka järnvägsanläggningen har hanterats antingen via ett antal olyckstyper för vilka fullständiga analyser genomförts, eller, via förutsättningar i samband med projekteringen.

Ur bedömningen framgår att vissa av de yttre händelserna kräver beredskap och insatser för att förhindra allvarlig händelse i form av allvarlig försening. Detta gäller exempelvis händelser såsom kraftigt nederbörd/isbildning samt bortfall av el.

Åtgärder vidtas i samband med projekteringen för att minimera konsekvenser av blixtnedslag. Det kan dock inte uteslutas att blixtnedslag i exempelvis ställverk kan medföra kraftiga trafikstörningar på sträckan.

4.2 Plankorsningsolyckor

Befintliga plankorsningar för fordonstrafik utmed aktuell sträcka byggs bort i samband med utbyggnaden av Mälarbanan Huvudsta - Duvbo. En ny plankorsning för gång- och cykeltrafik kommer att anläggas över anslutningsspåret till Tomtebodas godsbangård. Plankorsningen kommer att utföras med ljud- och ljussignaler samt bommar.

De olyckor vid plankorsningar som kvalitativt beaktas är kollision med fordon som leder till urspårning. Plankorsningsolyckor är därmed inte aktuella för de kvantitativa bedömningarna för driftsatt utbyggd anläggning. Risker för individer som går alternativt cyklar över plankorsning behandlas kvalitativt för den driftsatta utbyggda anläggningen.

4.3 Urspårning

Den dominerande risken (med avseende på sannolikhet) i anslutning till järnväg är urspårning. Konsekvenserna till följd av urspårning kan medföra att människor förolyckas antingen utomhus, i intilliggande byggnader, eller på spårnära broar som påverkas av händelsen. Dock är den vanligaste konsekvensen av en urspårning materiella skador på järnvägsanläggningen och/eller på tåg. Risken för mekanisk påverkan på människor, byggnader, eller på spårnära broar är oberoende av om det rör sig om persontåg eller godståg.

Alla urspårningar leder inte till negativa konsekvenser för omgivningen. Konsekvenserna av en urspårning är direkt beroende av hur långt ifrån spåret som tåget hamnar. Urspårningar bedöms generellt ha ett konsekvensområde (med avseende på mekaniska skador) på maximalt cirka 30 meter från spåret, vilket är det avstånd som urspårade vagnar i de flesta fall hamnar inom (22).

Risken för mekanisk påverkan på omgivningen vid händelse av urspårning bedöms endast föreligga på de sträckor där spåren ligger i nivå med omgivningen. På de sträckor där spåren går i tråg eller i tunnel bedöms risken för mekanisk påverkan på omgivningen vara försumbar på grund av nivåskillnaden mellan spår och omgivning.

4.4 Sammanstötning

Sammanstötning mellan tåg kan uppstå mellan tåg på samma spår i form av upphinnandeolyckor eller mellan tåg på olika spår till följd av urspårning. Frontalkollisioner mellan mötande tåg på samma spår bedöms inte vara aktuella då planerad järnvägsanläggning omfattar fyra spår med två spår i vardera riktningen. Däremot kan en urspårning längs något av spåren leda till kollision med mötande tåg om det urspårade tåget hamnar inom det fria rummet för ett angränsande spår. Kollision mellan två tåg bedöms, precis som vid urspårning, medföra skador upp till ett avstånd av maximalt 30 meter från spåret.

Risken för mekanisk påverkan på omgivningen vid händelse av sammanstötning bedöms endast föreligga på de sträckor där spåren ligger i nivå med omgivningen. På de sträckor där tågen går i tråg eller i tunnel bedöms risken för mekanisk påverkan på omgivningen vara försumbar på grund av nivåskillnaden mellan spår och omgivning.

4.5 Brand

Brand kan uppstå på antingen tåg eller station till följd av många olika anledningar och händelseförlopp. Dessa scenarier innebär i princip konsekvenser för resenärer och personal ombord på tåg eller på station. Därför anses inte tredje man påverkas av scenarier till följd av brand på Mälarbanan. Dock kan bränder på Mälarbanan leda till farligt gods-olyckor vilket kan ha en omfattande påverkan på tredje man men dessa scenarier behandlas emellertid separat, se nästkommande stycke.

4.6 Transporter av farligt gods

Transport av farligt gods omfattas av regelsamlingar (23) som tagits fram i internationell samverkan. Farligt gods på järnväg delas in i nio olika klasser enligt det så kallade RID-systemet, som baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. I Bilaga C redovisas klassindelningen av farligt gods och en beskrivning av vilka konsekvenser som kan uppstå vid en olycka.

Baserat på konsekvensbeskrivningarna samt statistik över transporterade mängder (per transport), behandlas följande olycksscenarier avseende transporter med farligt gods vidare i analysen:

- Farligt gods-olycka med explosiva ämnen (klass 1).
- Farligt gods-olycka med gas (klass 2): Brandfarlig gas (klass 2.1) och giftig gas (klass 2.3).
- Farligt gods-olycka med brandfarlig vätska (klass 3).

- Farligt gods-olycka med oxiderande ämnen och/eller organiska peroxider (klass 5).

Övriga klasser transporteras endast i begränsad mängd, eller bedöms inte ge signifikanta konsekvenser utöver olycksfordonets omedelbara närhet och behandlas därmed inte vidare i analysen.

4.7 Obehörigt intrång, personpåkörning och suicid

Risker såsom obehörigt intrång, personpåkörning och suicid bedöms generellt minska till följd av att många plankorsningar byggs bort samt att tunnlar och trång medför fysiska barriärer mot omgivningen.

Riskerna utreds mer i detalj i PM R51 – *Riskanalys station*.

4.8 Allvarlig händelse utan dödlig utgång

Trafikanalys har tagit fram definitioner anpassade till EU:s järnvägssäkerhetsdirektiv för olyckor kopplat till järnvägstransporter. Enligt dessa definitioner omfattar olyckshändelser *inte* händelser orsakade av sabotage, självmord alternativt försök till självmord, eller tekniska fel som inte uppfyller något av kraven för en *allvarlig* händelse (se punktlistan i början av kapitel 4). Vidare utesluts många olyckor med högspänningsledning till följd av att det generellt krävs att ett spårfordon har varit i rörelse. (21)

En händelse räknas som en *allvarlig händelse* om en eller flera av de tre kriterierna för allvarlig händelse är uppfyllda, se inledningen av kapitel 4 för definitionen. Oberoende av dessa kriterier räknas alla händelser med en eller flera omkomna *alltid* som *allvarliga händelser*.

Scenarier som resulterar i en allvarlig händelse anses inte vara av annan karaktär än de tidigare nämnda i detta kapitel. Även om *allvarlig händelse* inte omnämns vidare i denna rapport beaktas olyckor med konsekvensen *allvarlig händelse* i de kvantitativa bedömningarna.

Olyckor som *högst* resulterar i en *allvarlig händelse* och inte i något dödsfall inkluderas inte i de kvantitativa bedömningarna. Detta eftersom det saknas värderingskriterier.

Sannolikheten för *enbart allvarlig händelse* anses beaktad i rimlig utsträckning till följd av den konservativa hållningen vid beräkandet av konsekvenserna med en eller fler omkomna.

5 Riskuppskattning och riskvärdering

För att avgöra vilken risknivå som olyckshändelser kan generera genomförs *riskuppskattning* respektive *riskvärdering*. Risknivån bestäms genom att frekvens och konsekvens skattas för de scenarier som i föregående kapitel bedömts medföra betydande påverkan på respektive skyddsvärt objekt.

I detta kapitel presenteras de beräknade risknivåerna för byggskedet samt för driftsatt utbyggd anläggning, enligt följande uppdelning:

- 5.1 Värderingskriterier
- 5.2 Risknivåer för omgivning och resenärer under byggskedet
- 5.3 Risknivåer för omgivning och resenärer vid driftsatt utbyggd anläggning

5.1 Värderingskriterier

I detta avsnitt redovisas de utvärderingskriterier mot vilka uppskattade risknivåer för tredje man respektive resenärer utvärderas mot.

5.1.1 Tredje man

I Sverige finns inget nationellt beslut om vilket tillvägagångssätt eller vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planlägningsprocessen. Praxis vid riskvärderingen är att använda Det Norske Veritas förslag på kriterier för individ- och samhällsrisk (4) (används dock inte i säkerhetsvärderingar för tunnlar). Länsstyrelsen i Stockholm har tagit fram regionala riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods (24), där det rekommenderas att DNVs kriterier bör gälla. Dessa värderingskriterier har därför valts och använts för att beskriva och utvärdera risk för tredje man, där risker kategoriskt kan delas upp i;

- oacceptabla,
- risker accepteras när alla rimliga åtgärder är vidtagna, och
- acceptabla.

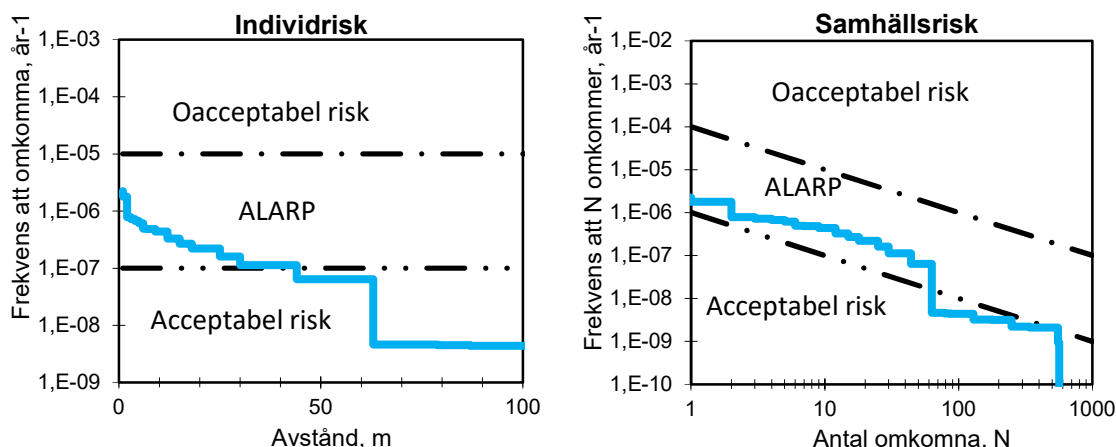
Risker som klassificeras som **oacceptabla** värderas som oacceptabelt höga och tolereras ej. Dessa risker kan vara möjliga att reducera genom att åtgärder vidtas.

De risker som bedöms vara **risker som kan accepteras när alla rimliga åtgärder är vidtagna** behandlas enligt ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, accepteras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor, och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området behöver inte lika hårda krav ställas på riskreduktion, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Underlåtenhet att genomföra ytterligare åtgärder ska motiveras. Ett hjälpmedel för att kvantitativt värdera åtgärderna är kostnads-nyttoanalys, men även andra bedömningsanalyser kan användas.

För de risker som klassificeras som **acceptabla** behöver riskreducerande åtgärder ej beaktas. Dock ska möjligheter för ytterligare riskreduktion undersökas där åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra, genomförs. I Tabell 5 redogörs för DNV:s uppställda kriterier för värdering av individ- och samhällsrisk enligt ovan nämnd kategorisering. Kriterier återfinns i riskvärderingen för bedömning av huruvida risknivån är acceptabel eller ej. Gränserna markeras med streckade linjer i Figur 13. Dessa uppställda kriterier har emellertid inte använts för utvärdering av resultaten i säkerhetsvärderingarna för tunnlarna.

Tabell 5. Förslag till kriterier för värdering av individ- och samhällsrisk enligt DNV (4).

Riskmått	Acceptabel risk	ALARP	Oacceptabel risk	Lutning på kurvorna för ALARP-områdets gränser
Individrisk	$< 10^{-7}$	10^{-7} till 10^{-5}	$> 10^{-5}$	0
Samhällsrisk	$< 10^{-6}$	10^{-6} till 10^{-4}	$> 10^{-4}$	- 1



Figur 13. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV (4).

Individrisk – Sannolikheten att en individ som kontinuerligt vistas i en specifik punkt omkommer. Individrisken är platsspecifik och oberoende av hur många personer som vistas inom det givna området. Syftet med riskmålet är att kvantifiera risken på individnivå för att säkerställa att enskilda individer inte utsätts för oacceptabel risk.

Individrisk redovisas ofta med en individriskprofil (t.v. i Figur 13) som beskriver frekvensen att omkomma som en funktion av avståndet till en riskkälla. Kan även redovisas som konturer på karta.

Samhällsrisk – Beaktar hur stor konsekvensen kan bli med avseende på antalet personer som påverkas vid olika scenarier där hänsyn tas till befolkningstätheten inom det aktuella området. Hänsyn tas även till eventuella tidsvariationer, som t.ex. att persontätheten i området kan vara hög under en begränsad tid på dygnet eller året och låg under andra tider.

Samhällsriskerna redovisas ofta med en F/N-kurva (t.h. i Figur 13) som visar den totala frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna. DNV:s kriterier har inte någon strikt gräns för maximal konsekvens (storleken på N) (4):

Någon strikt övre gräns (när det gäller konsekvenser) för tillämpning av kriteriet har ej föreslagits. Dock är det så att de aktuella frekvenserna i den övre delen av konsekvensaxeln (dvs där antalet omkomna (N) är i storleksordningen 1000 eller större) är så låga att relevansen av analysen i många fall måste ifrågasättas (4 ss. 8-VIII).

Anledningen till att DNV inte föreslår någon övre strikt gräns för maximal konsekvens (storleken på N) motiveras av:

Vissa internationella kriterier (Hong Kong och, tidigare, Groningen) har i kriteriet haft en övre gräns för tillåtna möjliga konsekvenser. Detta kan möjligen åstadkomma en reduktion i förhållandet mellan olyckor med högt och lågt antal omkomna. Denna metod förefaller dock ignorera den grundläggande probabilistiska naturen av risker (givet ett tillräckligt antal osannolika kombinationer finns det många verksamheter som kan resultera i extremt stora olyckor). Det finns också en fara i att riskanalysen och riskhanteringen fokuseras på modellering och förebyggande av de största och mest osannolika olyckorna på bekostnad av vanligare, och mer betydelsefulla olyckor. Dessutom är, som påpekats ovan, frekvenserna för denna typ av olyckor så låga att relevansen av analysen ofta kan diskuteras

Något övre gränsvärde har ej föreslagits som en del av kriteriet för samhällsrisk. Denna typ av frågor bör snarare adresseras kvalitativt. (4 ss. 8-X).

I enighet med DNV:s rekommendation presenteras ett förfarande för att adressera värderingen av risker med mycket stora konsekvenser i kapitel 7.

Även vissa olycksscenarier med begränsade konsekvenser har hanterats kvalitativt. Detta till följd av att de saknar kvantitativa bedömningskriterier. De kvalitativa bedömningarna för olyckor med begränsade konsekvenser utgår ifrån huruvida olycksscenarierna kvarstår efter det att anläggningen är färdigbyggd eller inte. Om risken kvarstår utvärderas huruvida risknivån för olycksscenariot ökar eller minskar. Eftersom bedömningsgrunder saknas utgår analysen ifrån att risknivån inte ska öka jämfört med nuläget, men att ytterligare riskreduktion ska undersökas, och åtgärder som med hänsyn till kostnad anses rimliga att genomföra ska genomföras.

För de delar av delsträckan som går i tunnlar har det personfria avståndet från spårens centrumlinje i beräkningarna ansatts till 0 m. Detta för att även täcka in de individer som i framtiden kan tänkas befinna sig på tunneltaken.

Riskbedömningen för den **tillfälliga anläggningen** bedöms utifrån DNV:s kriterier men med förutsättningen att risknivån accepteras så länge risknivån inte försämras för omgivningen jämfört med nulägets spårplacering. Den tillfälliga järnvägsanläggningen kommer att vara i drift under byggskedet men betraktas i miljökonsekvensbeskrivningen inte som en del av själva byggskedet.

Detta då den tillfälliga järnvägsanläggningen byggs för att säkerställa att Mälarbanans trafikering upprätthålls även under byggskedet. Tillfälliga anläggning betraktas som drift av befintlig järnvägsanläggning. De bedömningar som görs av den tillfälliga järnvägsanläggningen vad gäller olycksrisk är därför satta utifrån att situationen inte får försämrats jämfört med idag.

Då utvärdering sker mot DNV:s kriterier och visar på en risknivå inom ALARP-området gäller följande.

- Om risknivån ligger i den övre delen av ALARP-området anses utformningen vara acceptabel om nyttan med verksamheten bedöms vara mycket stor, samt att det är praktiskt omöjligt att vidta ytterligare riskreducerande åtgärder.
- För risknivåer i den undre delen av ALARP-området behöver inte lika hårda krav ställas på riskreduktion, men möjliga åtgärder till riskreduktion ska beaktas. Underlåtenhet att genomföra ytterligare åtgärder skall motiveras.

För den tillfälliga anläggningen anses risknivån vara acceptabel om den inte försämrats för omgivningen jämfört med nulägets risknivåer.

5.1.2 Resande och tågpersonal

För att säkerställa att resenärer och ombordpersonal inte utsätts för oacceptabla risknivåer när de färdas genom tunnarna genomförs en säkerhetsvärdering.

Från och med 1 januari 2017 ersätter TDOK 2016:0231 (Krav Tunnelbyggande) följande styrande och vägledande dokument vid projektering av järnvägstunnlar:

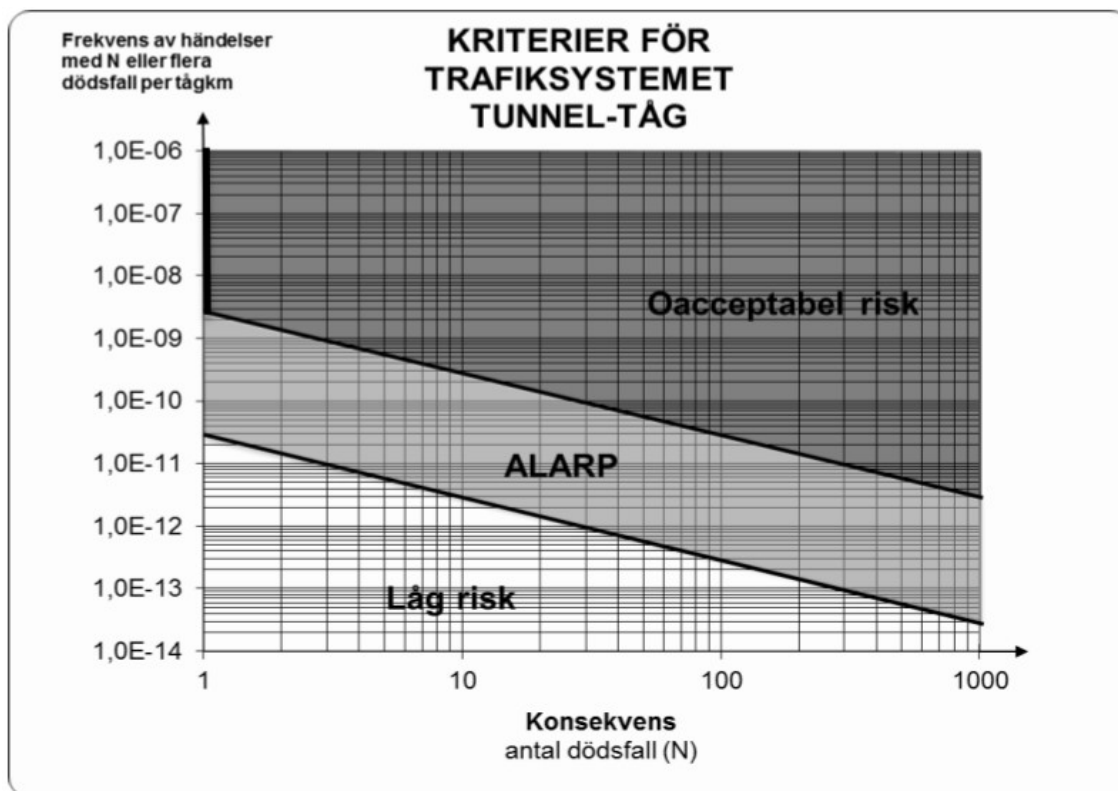
- TRVK Tunnel 11 (TRV publ 2011:087)
- TDOK 2015:0166 "BVH 585.30 – Personsäkerhet i järnvägstunnlar. Handbok för analys och värdering av personsäkerheten i järnvägstunnlar"
- BVS 1585.45 – Personsäkerhet i järnvägstunnlar.

I TDOK 2016:0231 stipuleras följande kriterier för utvärdering av samhällsrisk i samband med tågtrafik i järnvägstunnlar:

- Gränserna för ALARP ska vara räta linjer i ett log-logdiagram.
- Den övre gränsen för ALARP ska vid $N = 1$ vara $f = 2,8 \cdot 10^{-6}$.
- Den övre gränsen för ALARP ska för $N \geq 2$ vara en linje mellan punkterna:
 - $N = 1$ och $f = 2,8 \cdot 10^{-9}$
 - $N = 1000$ och $f = 2,8 \cdot 10^{-12}$
- Den undre gränsen för ALARP ska vara en linje mellan punkterna:
 - $N = 1$ och $f = 2,8 \cdot 10^{-11}$
 - $N = 1000$ och $f = 2,8 \cdot 10^{-14}$

I ovanstående är N = konsekvens i antal dödsfall och f = frekvens av händelser med N eller flera dödsfall per tågkilometer.

Kriterierna presenteras i ett F/N-diagram (Figur 14) där Y-axeln visar den totala frekvensen, F, av olyckor per tågkilometer och x-axeln visar konsekvensen av olyckan som antalet omkomna.



Figur 14. Trafikverkets kriterier för utvärdering av samhällsrisk i järnvägstunnlar omsatt till ett FN-diagram enligt TDOK 2016:0231. (2)

Oacceptabel risk: Beräknad samhällsrisk får inte ligga inom området "oacceptabel risk" dvs. ovanför övre gränsen för ALARP. (2)

ALARP: Risken bedöms som godtagbar. Om byggherren så anger ska åtgärder för att ytterligare reducera samhällsriskerna vidtas. (2)

Låg risk: Risknivån accepteras.

Individriskerna ska beräknas för resenärer och tågpersonal och jämföras med andra liknande tunnlar. Individriskerna för resenärer och tågpersonal ska vara på en låg nivå, och anges vanligtvis som en risknivå per passage.

I enlighet med tidigare genomförda säkerhetsanalyser för järnvägstunnlar i Sverige har möjligheten till självutrymning från brandutsatta tåg i tunnlar värderats. Säker självutrymning för studerat brandscenario bedöms vara uppfyllt om inget av acceptanskriterierna i BVH 585.30 har överskridits. För vidare beskrivning av acceptanskriterierna vid självutrymning i järnvägstunnlar hänvisas till systemhandlingen.

I säkerhetsvärderingen för Huvudstatunneln har en jämförande analys gjorts mellan Sundbybergstunneln och Huvudstatunneln då dessa båda tunnlar är konstruerade på samma sätt

och ligger i nära anslutning till varandra. Analysens metodik innebär att 45 riskfaktorer, uppdelade i 8 kategorier, ska jämföras mellan tunnlarna. Dessa värderas kvalitativt genom att bedöma om respektive riskfaktor är lägre, ingen märkbar skillnad, högre, eller avsevärt högre.

Acceptanskriteriet för den jämförande säkerhetsanalysen har varit:

Värderad tunnel ska vara *lika bra eller bättre* jämfört med referenstunneln.
Vid en högre risknivå ska vidare riskbedömning utföras för att påvisa en godtagbar risknivå för respektive riskfaktor.

Anläggningen som helhet har bedömts genom att betrakta samtliga delanalyser för respektive skede. Ligger samtliga risknivåer för de olika delanalyserna för ett skede inom området för acceptabla risknivåer accepteras risknivån för anläggningen i helhet. Om risknivåerna för de olika delanalyserna ligger under oacceptabla risknivåer, även om någon eller några risknivåer ligger inom ALARP-området, bedöms risknivån för anläggningen i helhet som acceptabel om nyttan med verksamheten anses mycket stor.

I de fall då tunnelns risknivå ligger inom ALARP-området vid utvärdering mot kriterierna i TDOK 2016:0231 undersöks och vidtas ytterligare riskreducerande åtgärder, om byggherren så anger. I annat fall anses utformningen vara acceptabel.

5.2 Risknivåer för omgivning och resenärer under byggskedet

I detta avsnitt redovisas anläggningens omgivningspåverkan under byggskedet. Vidare redovisas den säkerhetsvärdering avseende personsäkerheten för resenärer som utförts för den norra järnvägsanläggningens tunneldelar (ett tunnelrör i Sundbybergs- respektive Huvudstatunneln).

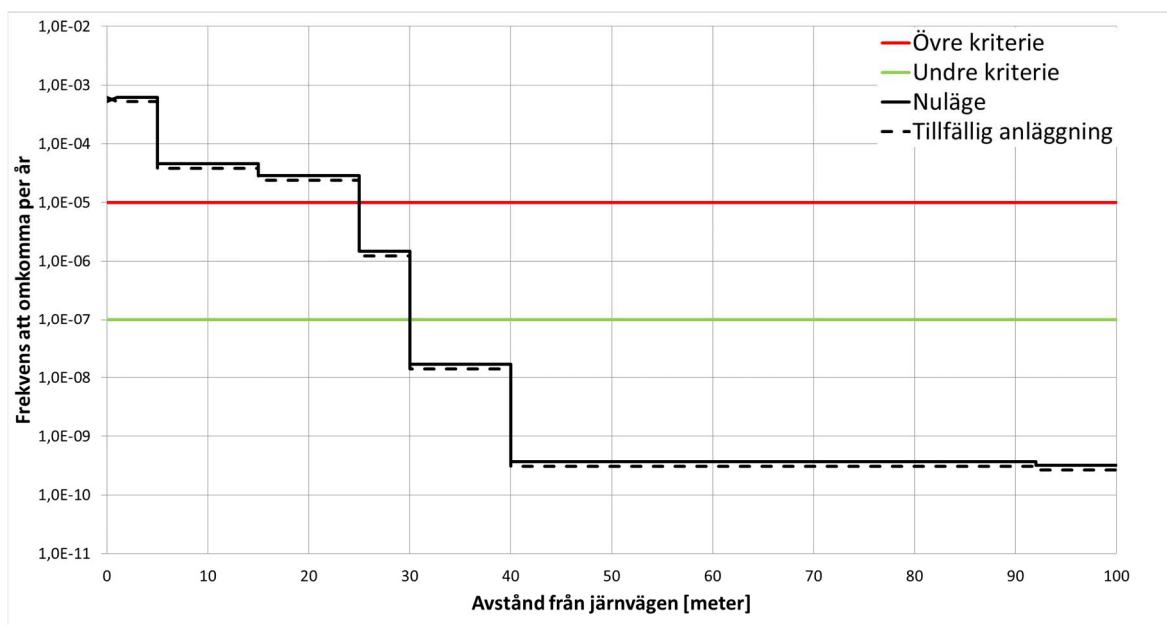
5.2.1 Tillfällig anläggning

Den tillfälliga anläggningen kommer enbart bestå av spår i markplan och i avsnittet redovisas individrisknivåerna tillsammans med risknivåerna för nuläget. Samhällsrisknivån för den tillfälliga anläggningen jämförs med nuläget. Avsnittet behandlar risknivåer för tredje man.

Riskbedömningen för den tillfälliga anläggningen utgår från förutsättningen att risknivån inte ska försämrats för omgivningen jämfört med nuläget. Praxis vid riskvärderingen är dock att använda Det Norske Veritas (DNV) förslag på kriterier för individ- och samhällsrisk (4). Därför kommer risknivåerna även att presenteras i förhållande till DNV:s kriterier.

Till följd av att trafikeringen för nuläget i princip motsvarar maxkapaciteten för Mälarbanan antas samma trafikering råda för den tillfälliga anläggningen som för nuläget. Detta eftersom det enbart kommer finnas två spår i drift under den tillfälliga anläggningen så som för nuläget.

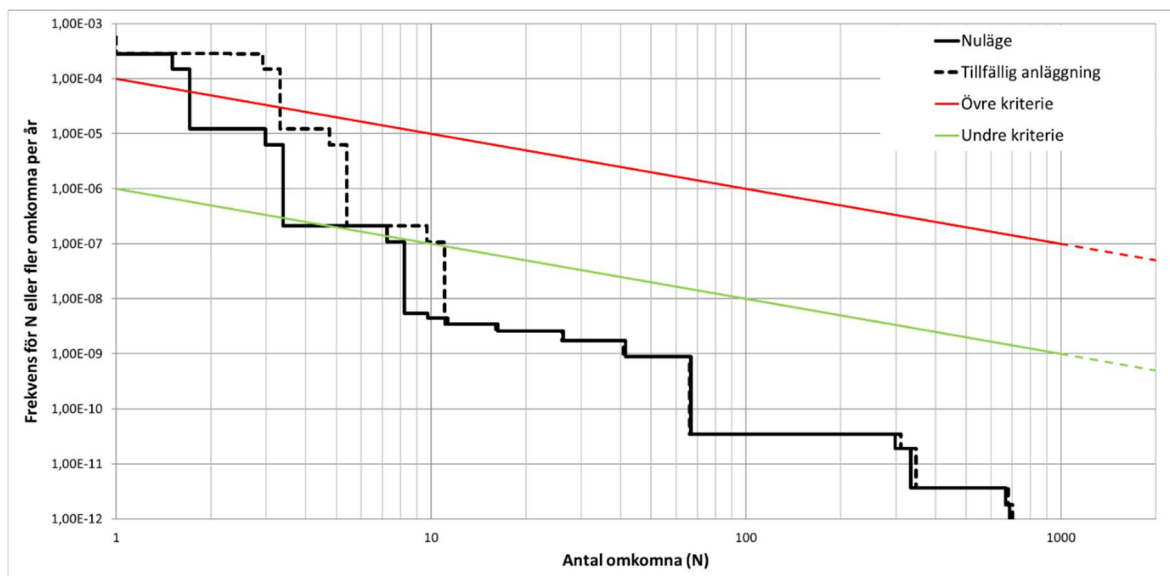
5.2.1.1 Tillfällig anläggning genom Sundbyberg



Figur 15. Beräknade individrisknivåer längs järnvägen i Sundbyberg stad.

Beräkningarna indikerar att individrisken förändras marginellt mellan nuläge och den tillfälliga anläggningen. Risknivån ligger på oacceptabla nivåer inom 25 meter från närmsta spår och inom ALARP-området mellan 25-30 meter. Bortom 30 meter från järnvägen bedöms individrisken ligga inom acceptabla nivåer. Den förhöjda individrisknivån inom 30 meter från järnvägen beror främst på urspårningsrisken.

Med hänsyn till det minskade skyddsavståndet mellan spåren och omgivande bebyggelse under drifttiden av den tillfälliga anläggningen jämfört med nuläget ska riskreducerande åtgärder utredas och vidtas. Byggnader som berörs är de som ligger inom 30 meter från den tillfälliga anläggningen och som får en högre individrisknivå jämfört med nuläget på grund av det minskade skyddsavståndet (25). Riskreducerande åtgärder för berörda fastigheter presenteras i Kapitel 6.

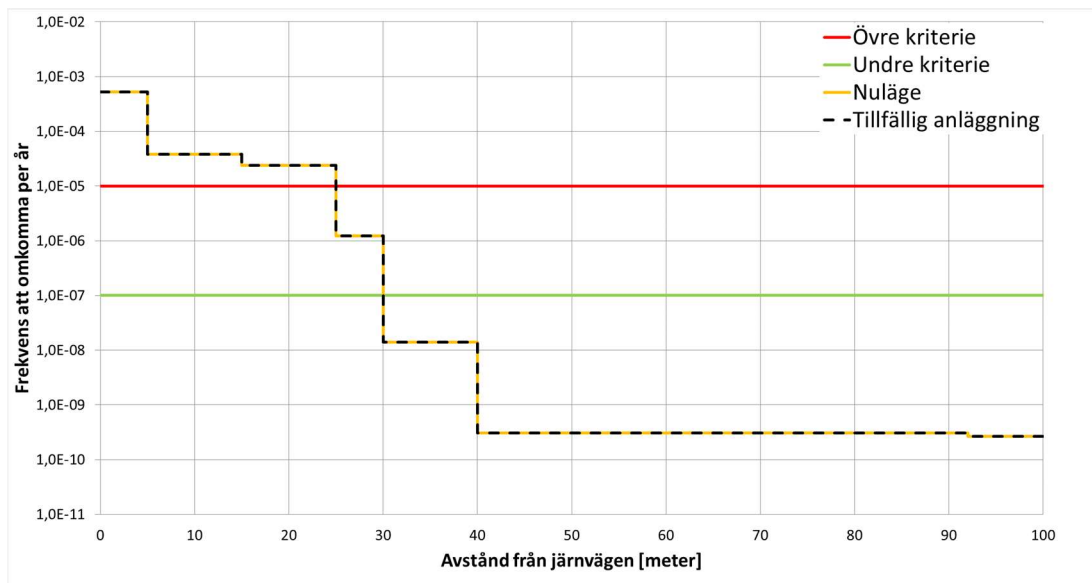


Figur 16. Beräknade samhällsrisknivåer längs järnvägen i Sundbyberg stad.

Beräkningarna av samhällsrisk för Sundbybergs stad med avseende på järnvägstransporter på tillfällig anläggning indikerar att risknivån försämrats jämfört med nuläget. Detta beror på ett minskat avstånd mellan spår och omgivande bebyggelse.

Med anledning av den försämrade risknivån ska riskreducerande åtgärder utredas och vidtas, se avsnitt 6.3.1.

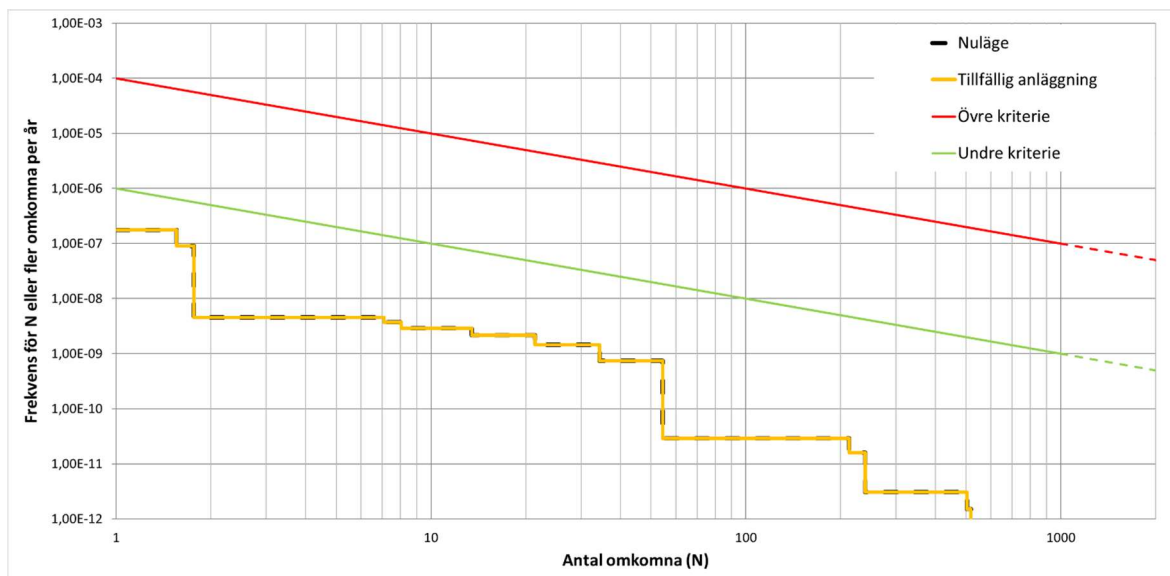
5.2.1.2 Tillfällig anläggning genom Solna



Figur 17. Beräknade individrisknivåer längs järnvägen i Solna stad. Graferna för nuläge och tillfällig anläggning överlappar varandra.

Beräkningarna indikerar att individrisken är oförändrad mellan nuläget och den tillfälliga anläggningen. Risknivån ligger på oacceptabla nivåer inom 25 meter från närmsta spår och inom ALARP-området mellan 25-30 meter. Bortom 30 meter från järnvägen bedöms individrisken ligga inom acceptabla nivåer. Den förhöjda individrisknivån inom 30 meter från järnvägen beror främst på urspårningsrisken.

Med hänsyn till det minskade skyddsavståndet mellan spåren och omgivande bebyggelse under drifttiden av den tillfälliga anläggningen jämfört med nuläget ska riskreducerande åtgärder utredas och vidtas. Byggnader som berörs är de som ligger inom 30 meter från den tillfälliga anläggningen och som får en högre individrisknivå jämfört med nuläget på grund av det minskade skyddsavståndet (25). Riskreducerande åtgärder för berörda fastigheter presenteras i Kapitel 6.



Figur 18. Beräknade samhällsrisknivåer längs järnvägen i Solna stad.

Beräkningarna av samhällsriskn indikerar att risknivån både i nuläget och under driften av tillfällig anläggning ligger helt inom acceptabla nivåer. Samhällsrisknivån med avseende på järnvägstransporterna på den tillfälliga anläggningen genom Solna är samma som för nuläget.

5.2.2 Norra anläggningen i drift

Trafiken på den tillfälliga anläggningen kommer att ledas över till den norra anläggningen när den är färdigställd. Detta medför att risknivåerna kommer att förändras jämfört med risknivåer för den tillfälliga anläggningen. I detta stycke presenteras och diskuteras risknivåerna för tredje man samt resenärer och ombordpersonal när den norra järnvägsanläggningen är i drift.

Till följd av att tågtrafiken flyttas från den tillfälliga anläggningens markspår till att istället trafikera det ena färdigbyggda tunnelröret i respektive tunnel förändras risknivåerna för omgivningen (tredje man).

Generellt kommer risknivåerna att minska för omgivningen då trafiken flyttas från den tillfälliga anläggningen till det färdigbyggda tunnelröret för respektive tunnel. Detta eftersom tunnlar kommer utgöra en barriär mellan tågtrafiken och omgivningen.

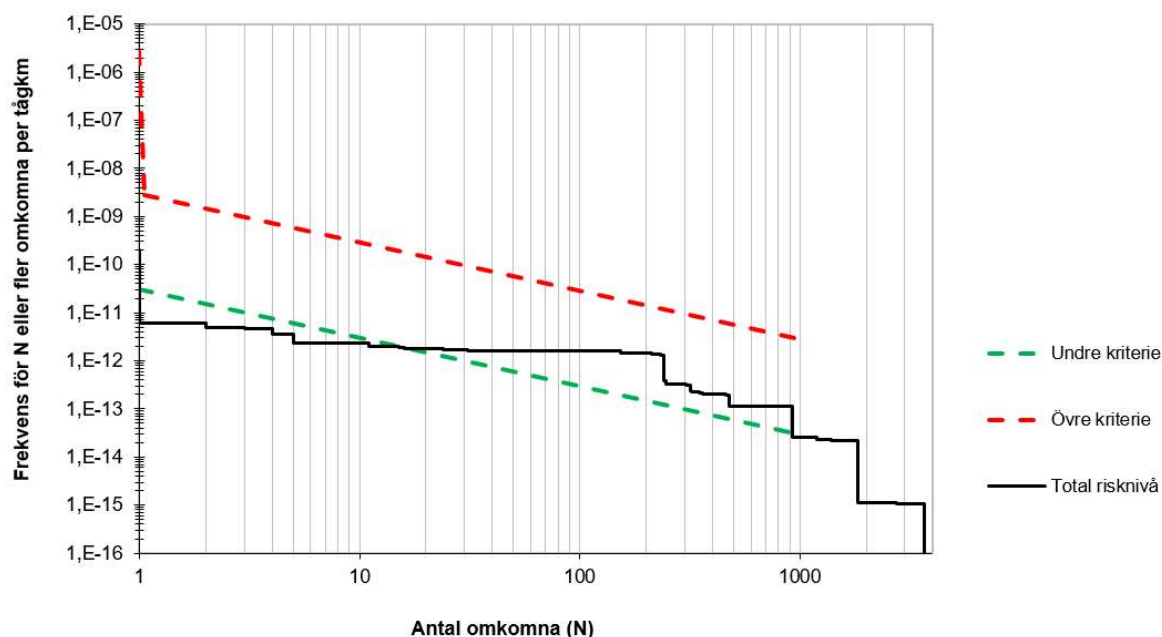
Risknivåerna för omgivningen bedöms således bli lägre under byggskedet då den norra järnvägsanläggningen är i drift jämfört med risknivåerna under drifttiden av den tillfälliga anläggningen. Detta medför att om risknivåerna för omgivningen under drifttid av den tillfälliga anläggningen betraktas som acceptabla bedöms även risknivåerna under drifttiden av den norra anläggningen vara acceptabla.

Under byggtiden av Sundbybergstunneln och Huvudstatunneln kommer ett tunnelrör att tas i drift medan det andra tunnelröret färdigställs, se avsnitt 2.1.2. Under denna period kommer trafiken att vara dubbelriktad i det driftsatta tunnelröret för respektive tunnel. Resultaten som redovisas i

kommande avsnitt avser risknivån för resenärer och ombordpersonal när de färdas genom de driftsatta tunnelrören under byggtiden.

5.2.2.1 Ett driftsatt tunnelrör i Sundbybergstunneln

En säkerhetsvärdering för ett driftsatt tunnelrör i Sundbybergstunneln (under byggskedet av den södra anläggningen) har genomförts. Detta för att säkerställa att resenärer och ombordpersonal inte utsätts för en oacceptabelt hög risknivå under detta skede av byggtiden. För säkerhetsvärderingar för tunnlar bedöms resultatet utifrån utvärderingskriterierna för samhällsrisk i TDOK 2016:0231. Nedan presenteras den totala uppskattade risknivån i driftsatt tunnelrör.



Figur 19. Uppskattad total risknivå för driftsatt tunnelrör i Sundbybergstunneln, under byggskedet av den södra anläggningen.

Beräkningarna indikerar att den totala risknivån för driftsatt tunnelrör ligger som högst inom ALARP-området fram till $N = 1\,000$. Vidare indikerar riskanalysen att systemutformningen, med blandad person- och godstrafik i tunneln, medför att olycksscenarier med fler än 1000 omkomna kan inträffa.

Utifrån de genomförda brand- och utrymningsanalyserna tillsammans med riskanalysen bedöms självutrymning vara möjlig i över 99 % av de studerade fallen då ett brandutsatt persontåg stannar och måste utrymmas i tunneln. De studerade brandeffektkurvorna i analysen bedöms täcka in 97,5 % av möjliga brandeffektkurvor för persontågen i tunneln. Den samlade bedömningen är att utrymningssäkerheten i tunneln är att betrakta som acceptabel avseende brandhändelser i persontåg.

De genomförda brand- och utrymningsanalyserna tillsammans med riskanalysen indikerar att självutrymning är möjlig i 96,5 % av fallen då en brand i ett godståg resulterar i en efterföljande

utrymning av ett persontåg i tunneln. Den studerade brandeffektkurvan i analysen bedöms täcka in 97 % av möjliga bränder i godståg där brandeffekten överstiger 1 MW. Den samlade bedömningen är att utrymningssäkerheten i tunneln är på en acceptabel nivå avseende brandhändelser för godståg som medför en efterföljande utrymning av ett persontåg.

Bedömningskriterierna för samhällsrisk i TDOK 2016:0231 gäller för olycksfrekvenser per tågkm med konsekvenser upp till $N \leq 1000$ omkomna. Hur olycksscenarioer, som hamnar utanför bedömningsområdet definierat av TDOK 2016:0231 (d.v.s. där $N > 1\,000$), har bedömts beskrivs närmre i kapitel 7.

5.2.2.2 Ett driftsatt tunnelrör i Huvudstatunneln

En jämförande analys mellan Huvudstatunneln med Sundbybergstunneln för driftsatt utbyggd anläggning har genomförts (redovisas i avsnitt 5.3.3.2) med slutsatsen att Huvudstatunneln bedöms som jämförbar med Sundbybergstunneln. Detta gäller dock för driftsatt anläggning, men eftersom de båda tunnelarna konstrueras och byggs på samma sätt och att det inte har identifierats några större geografiska eller byggtekniska skillnader mellan tunnelarna bedöms denna slutsats även gälla för Huvudstatunneln under dess byggnation. Detta gäller för resenärer och ombordpersonal som nyttjar Huvudstatunneln då enbart det ena tunnelröret är öppet för trafik, med trafik i båda köriktningarna i samma tunnelrör.

5.2.2.3 Resenärers säkerhet förbi byggarbetsplatsen

Beaktande av resenärernas riskexponering vid trafikering förbi byggområden har inte analyseras i detalj i denna PM. Detta då byggprocessen för anläggningen inte är bestämd i tillräcklig detaljeringsgrad. Påverkan på tågtrafiken från byggarbetsplatsen har dock beaktats översiktligt i den produktionsplanering som tas fram i systemhandlingen. Under byggskedet pågår riskfyllda arbeten såsom tunga lyft, sprängning samt schaktning av bergmassor i nära anslutning till trafikerad järnväg. Detta medför att hänsyn behöver tas till vibrationer, stenkast samt luftstötsvågor till följd av exempelvis sprängningsarbeten. En utförlig riskanalys avseende sprängningsarbetens påverkan på omgivningen och järnvägsanläggningen kommer att tas fram i kommande skeden av projektet.

5.3 Risknivåer för omgivning och resenärer vid driftsatt utbyggd anläggning

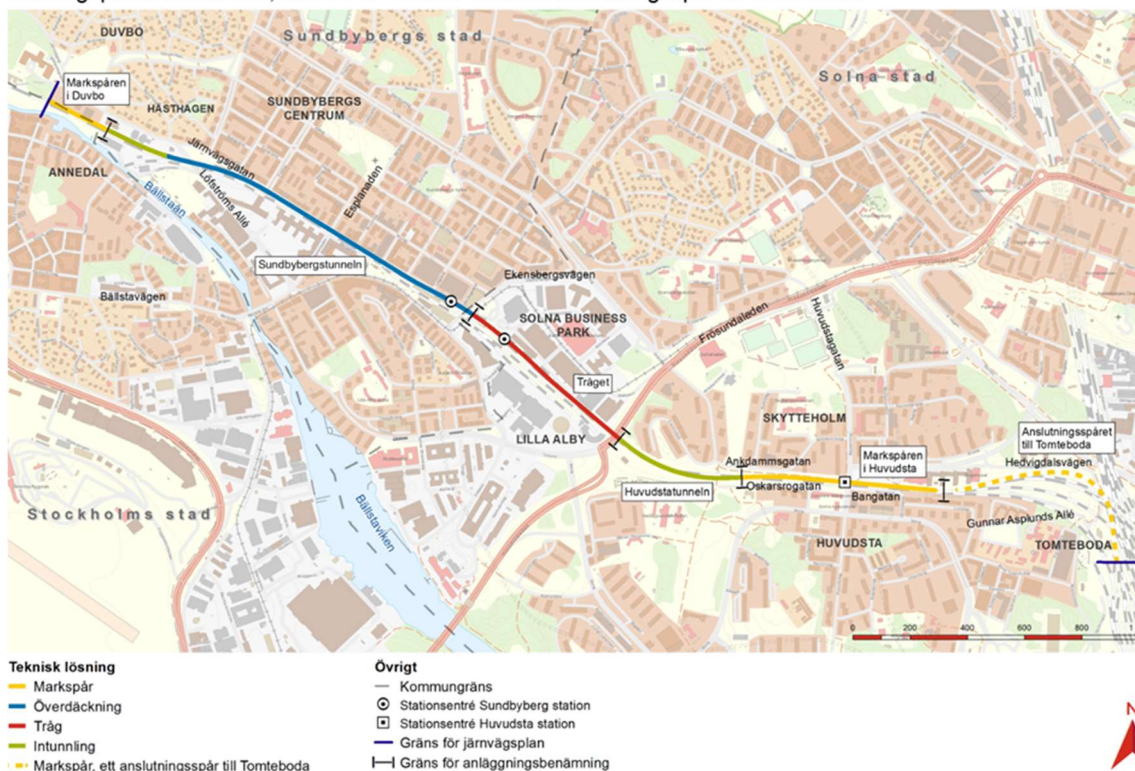
I detta avsnitt redovisas den riskpåverkan som den driftsatta utbyggda anläggningen medför på omgivning och resenärer. I avsnitt 5.3.1 presenteras individ- och samhällsrisknivåerna för tredje man längsmed den driftsatta utbyggda anläggningen. I avsnitt 5.3.2 redovisas olycksscenarier som hanterats kvalitativt. Därefter presenteras risknivåer för resande och ombordpersonal i säkerhetsvärderingarna för respektive tunnel i avsnitt 5.3.3.

5.3.1 Kvantitativt analyserade scenarier för tredje man

I detta stycke redovisas resultaten för de kvantitativt analyserade scenarierna för den driftsatta utbyggda anläggningen för de risker som påverkar tredje man. Uppdelningen mellan de olika betraktade områdena har gjorts med hänsyn till att risknivån varierar beroende på om spåren går i markplan, tråg, eller tunnel, samt beroende på närheten till en tunnelmynning. Risknivåer för tredje man bedöms utifrån DNV:s kriterier och presenteras i individ- och samhällsrisk.

Områdena i följande avsnitt följer delsträckan av Mälärbanan från väst mot öst, se Figur 20. Risknivåerna förändras gradvis i betraktad riktning längs Mälärbanans sträckning.

Järnvägsplan Mälärbanan, Huvudsta - Duvbo samt ett anslutningsspår till Tomtebodas



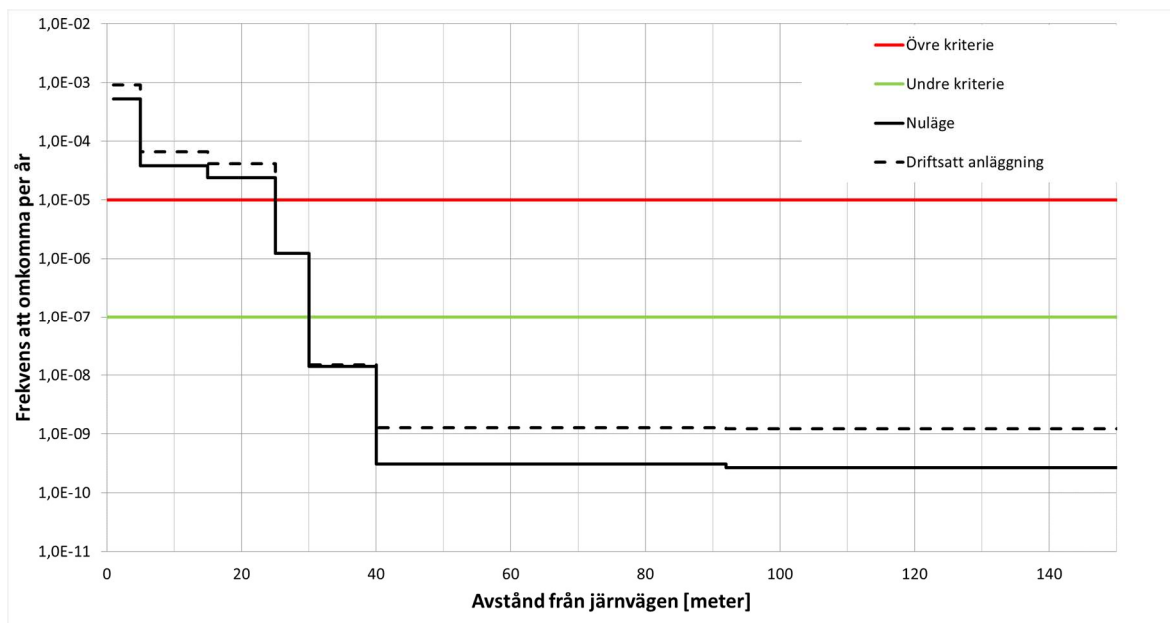
Figur 20. Översiktsillustration över hela delsträckan av Mälärbanan.

5.3.1.1 Markspår i Sundbyberg

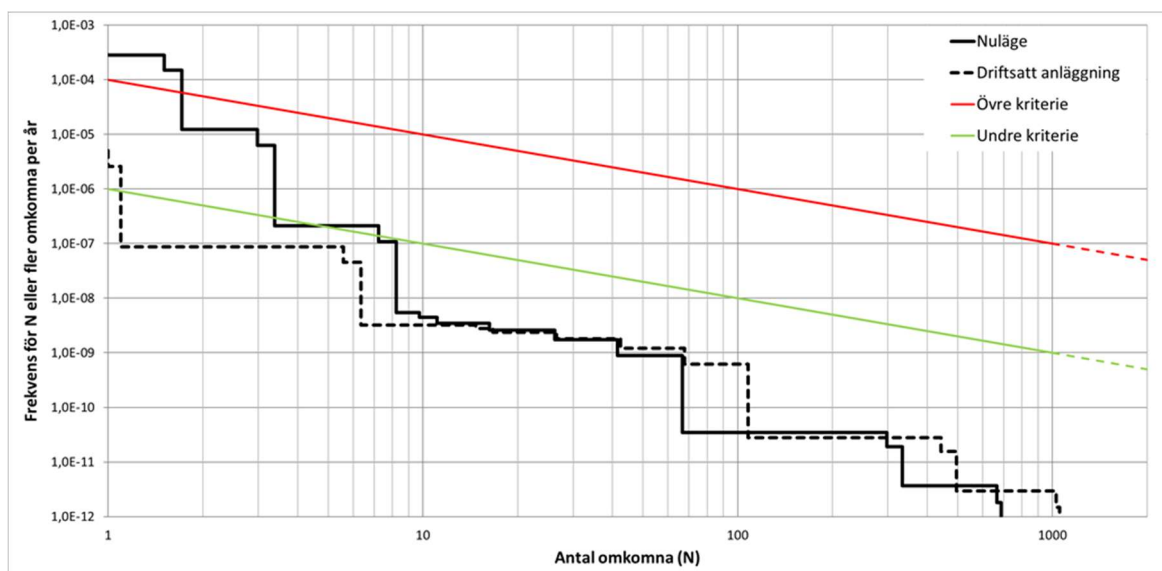
Nedan följer resultatet av beräkningarna för individrisken Figur 22 och samhällsriskerna Figur 23 för Sundbyberg stad avseende tredje man. Beräkningarna gäller för nuläget (heldragen graf) samt för den del av Mälarbanan som går igenom Sundbyberg på markspår in i, alternativt ut från, Sundbybergstunneln vid driftsatt utbyggd anläggning (streckad graf).



Figur 21. Ungefärligt beaktat område, markerat med skuggad kvadrat med röda konturer, för beräknade samhällsrisknivåer.



Figur 22. Individrisk för Sundbyberg i nuläget samt vid driftsatt utbyggd anläggning med spår in i, alternativt ut från, Sundbybergstunneln.



Figur 23. Samhällsrisk för Sundbyberg i nuläget samt vid driftsatt utbyggd anläggning med spår på markspår in i, alternativt ut från, Sundbybergstunneln.

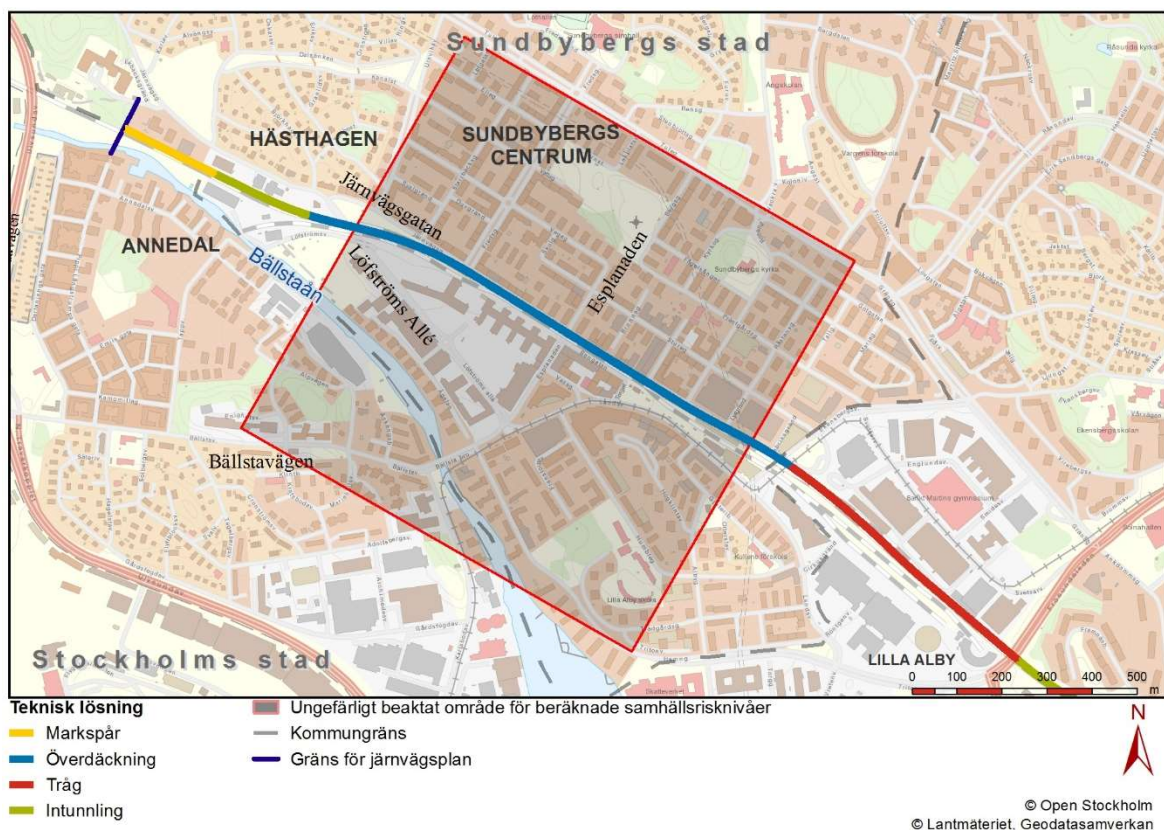
Beräkningarna redovisade i Figur 22 och Figur 23 indikerar att individrisken för nuläget ligger på oacceptabla nivåer inom 25 meter från spårmitt, inom ALARP-området mellan 25 – 30 meter från spårmitt, och sedan helt inom acceptabla nivåer. Vidare indikerar beräkningarna att individrisken för driftsatt utbyggd anläggning har oacceptabla nivåer inom 25 meter från spårmitt, inom ALARP-området mellan 25 – 30 meter från spårmitt, och sedan helt inom acceptabla nivåer.

Riskreducerande åtgärder bör utredas och vidtas för fastigheter inom 30 meter från den driftsatta utbyggda anläggningens markspår i Sundbyberg. Riskreducerande åtgärder för berörda fastigheter presenteras i Kapitel 6.

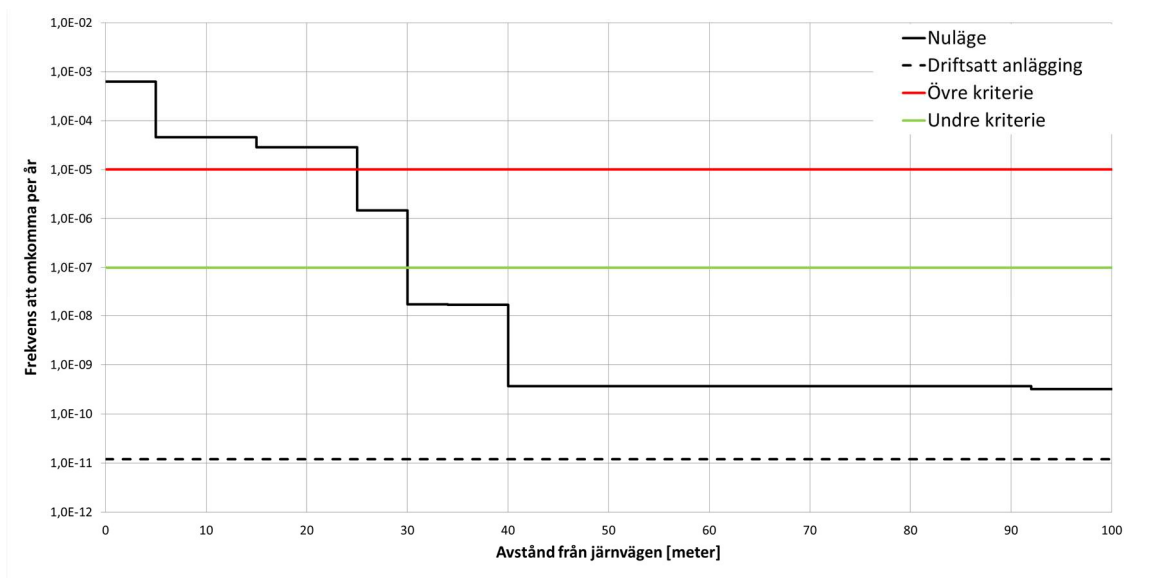
Beräkningarna indikerar att samhällsriskerna för nuläget når oacceptabla nivåer. För den driftsatta utbyggda anläggningen bedöms samhällsrisknivåerna hamna lågt inom ALARP/på acceptabla nivåer. Den minskade samhällsrisknivån vid driftsatt utbyggd anläggning jämfört med nuläget beror på den skyddseffekt som intunnningen medför.

5.3.1.2 Sundbybergstunneln

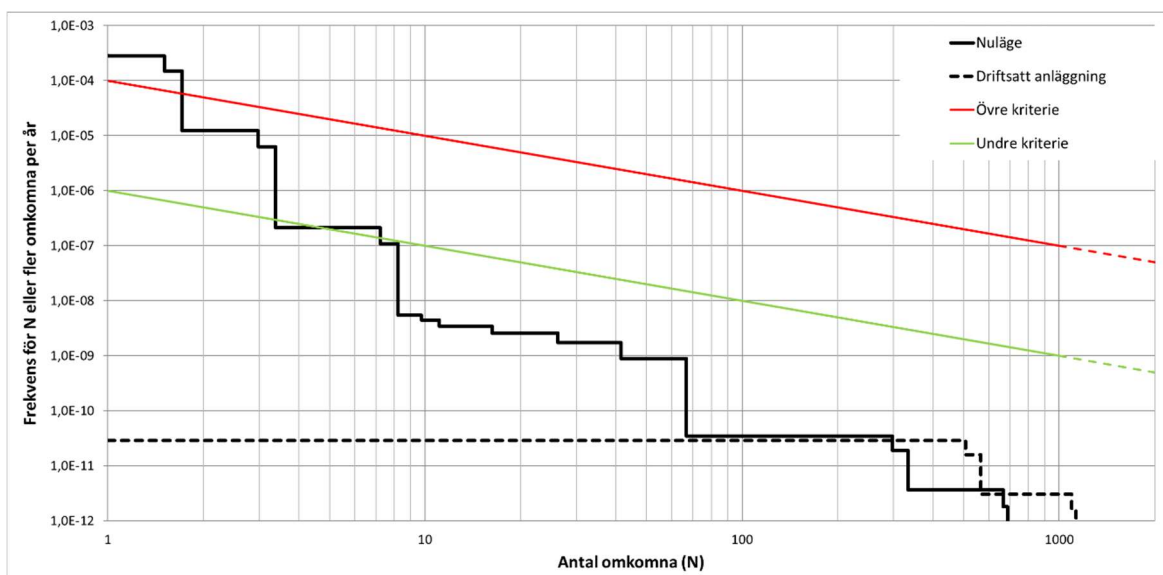
Nedan följer resultatet av beräkningarna för individrisken Figur 25 och samhällsriskerna Figur 26 för Solna stad avseende tredje man. Beräkningarna gäller för nuläget (heldragen linje) samt för den del av Mälarbanan som går igenom Sundbyberg i tunnel (Sundbybergstunneln) vid driftsatt utbyggd anläggning (streckad linje). Se Figur 24 för ungefärligt beaktat område.



Figur 24. Ungefärligt beaktat område, markerat med skuggad kvadrat med röda konturer, för beräknade samhällsrisknivåer.



Figur 25. Individrisk för Sundbyberg i nuläget samt vid driftsatt utbyggd anläggning med spår i Sundbybergstunneln.



Figur 26. Samhällsrisk för Sundbyberg i nuläget samt vid driftsatt utbyggd anläggning med spår i Sundbybergstunneln.

Beräkningarna redovisade i Figur 25 och Figur 26 indikerar att individrisken för nuläget har oacceptabla nivåer inom 25 meter från spårmit, inom ALARP-området mellan 25 – 30 meter från spårmit, och sedan helt inom acceptabla nivåer. Vidare indikerar beräkningarna att individrisken för den driftsatta utbyggda anläggningen bedöms ligga inom acceptabla nivåer.

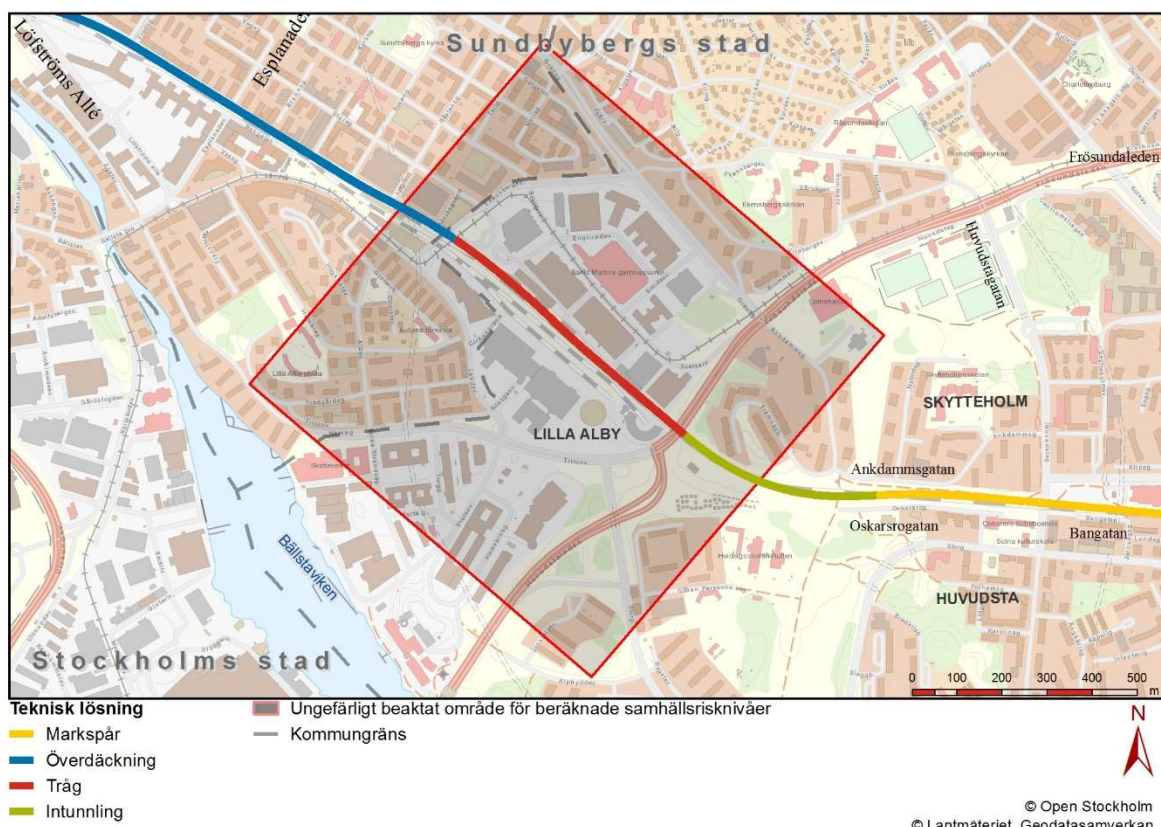
Beräkningarna för samhällsrisk indikerar att nuläget har oacceptabla nivåer för de mindre konsekvenserna. Därefter acceptabla eller lågt inom ALARP-området för de större konsekvenserna. Vidare indikerar beräkningarna att samhällsrisk för den driftsatta utbyggda anläggningen bedöms ligga inom acceptabla nivåer.

För att även beakta de individer som i framtiden kan tänkas befinna sig på tunneltaket i beräkningarna har det personfria avståndet från spårens centrumlinje i beräkningarna ansatts till 0 m.

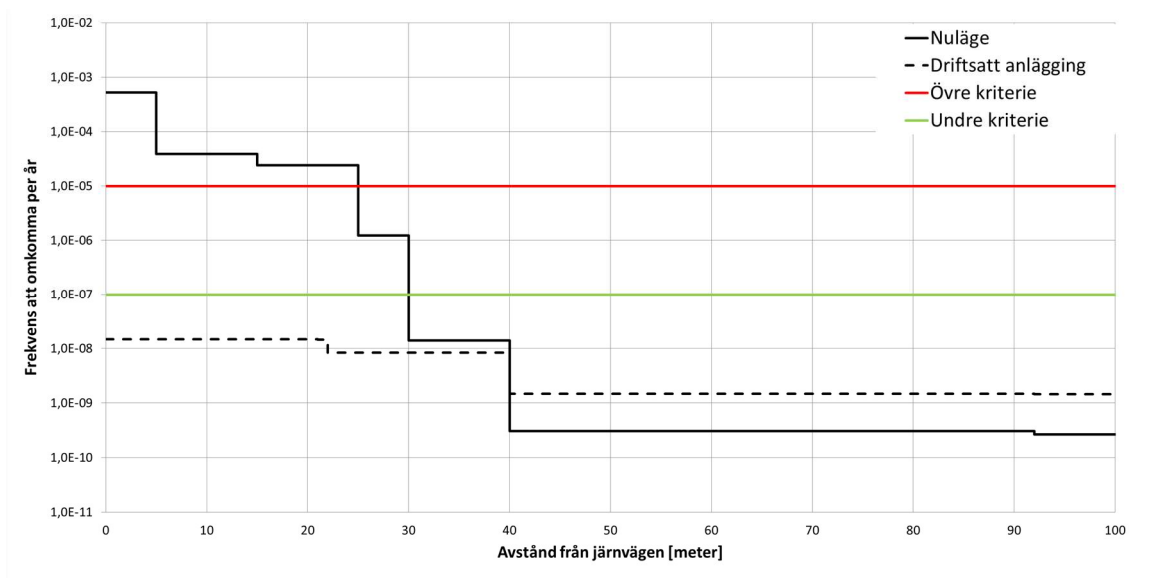
Det är även värt att notera att konsekvenserna (X-axel) i Figur 26 ovan går över konsekvensen för 1 000 omkomna ($N > 1\,000$). Detta är inte helt oproblematiskt, men hanteras gemensamt för hela underlagsrapporten senare i kapitel 7.

5.3.1.3 Tråget

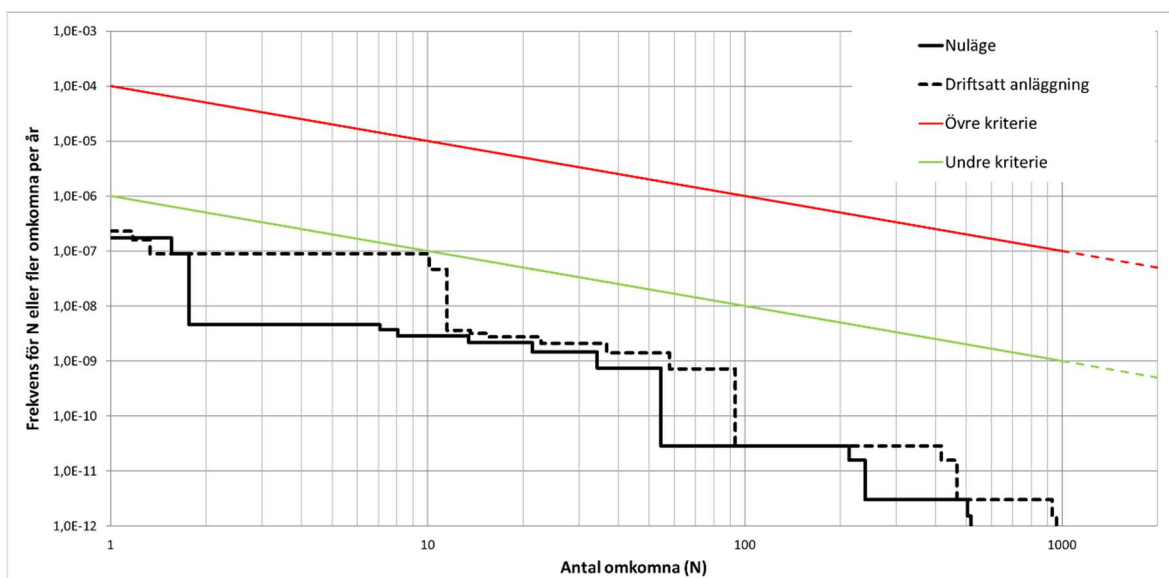
Nedan följer resultatet av beräkningarna för individrisken Figur 28 och samhällsrisken Figur 29 för Solna stad avseende tredje man. Beräkningarna gäller för nuläget (heldragen linje) samt för den del av Mälmarbanan som går igenom Solna i tråg, från/till Sundbybergstunneln till/från Huvudstatunneln via två tunnelmynningar vid driftsatt utbyggd anläggning (streckad linje). Se Figur 27 för ungefärligt beaktat område.



Figur 27. Ungefärligt beaktat område, markerat med skuggad kvadrat med röda konturer, för beräknade samhällsrisknivåer.



Figur 28. Individrisk för Solna i nuläget samt vid driftsatt utbyggd anläggning med spår i tråg, från/till Sundbybergstunneln till/från Huvudstatunneln via två tunnelmynningar.



Figur 29. Samhällsrisk för Solna i nuläget samt vid driftsatt utbyggd anläggning med spår i tråg, från/till Sundbybergstunneln till/från Huvudstatunneln via två tunnelmynningar.

Beräkningarna redovisade i Figur 28 och Figur 29 indikerar att individrisken för nuläget är oacceptabel inom 25 meter från spårmittpunkt, inom ALARP-området mellan 25 – 30 meter från spårmittpunkt, och sedan helt inom acceptabla nivåer. Vidare indikerar beräkningarna att individrisken för den driftsatta utbyggda anläggningen ligger inom acceptabla nivåer.

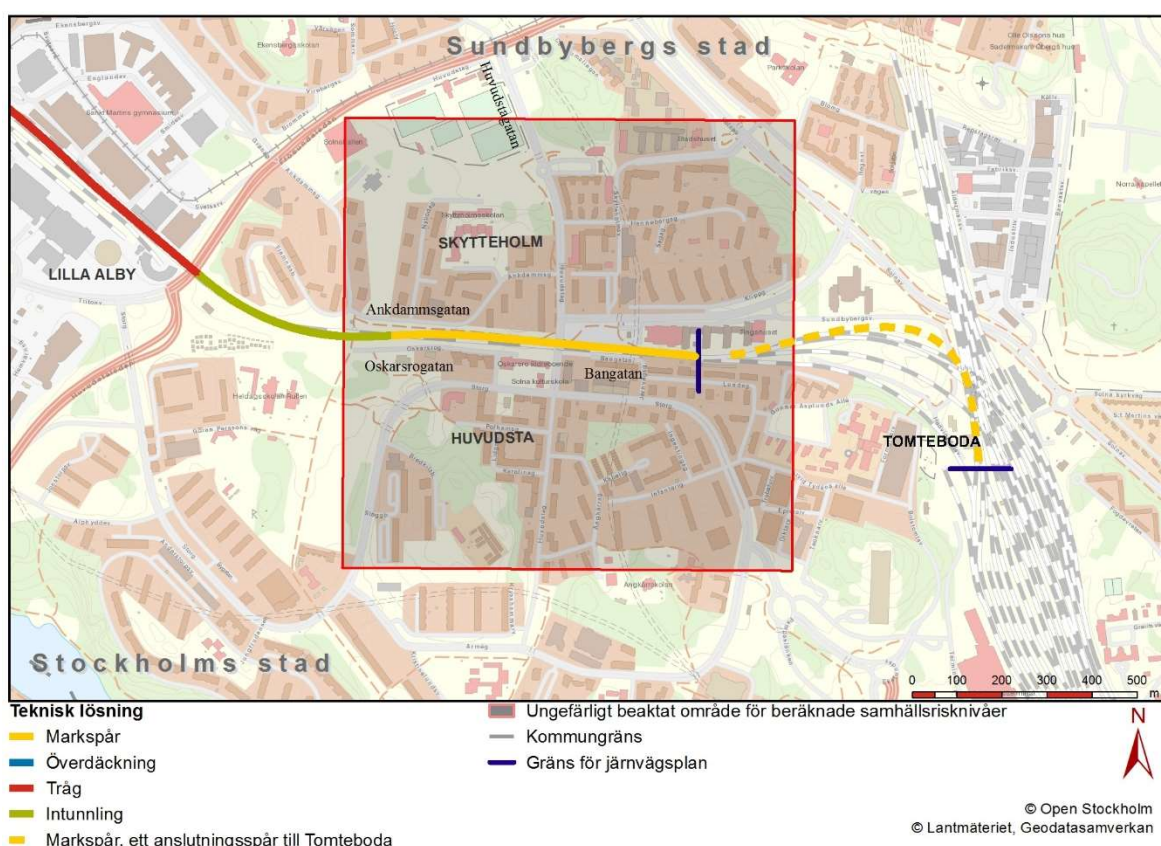
Beräkningarna av samhällsrisk indikerar att nuläget ligger på acceptabla nivåer. Vidare indikerar beräkningarna att samhällsrisk för den driftsatta utbyggda anläggningen ligger på acceptabla eller på gränsen till ALARP-området.

5.3.1.4 Huvudstatunneln

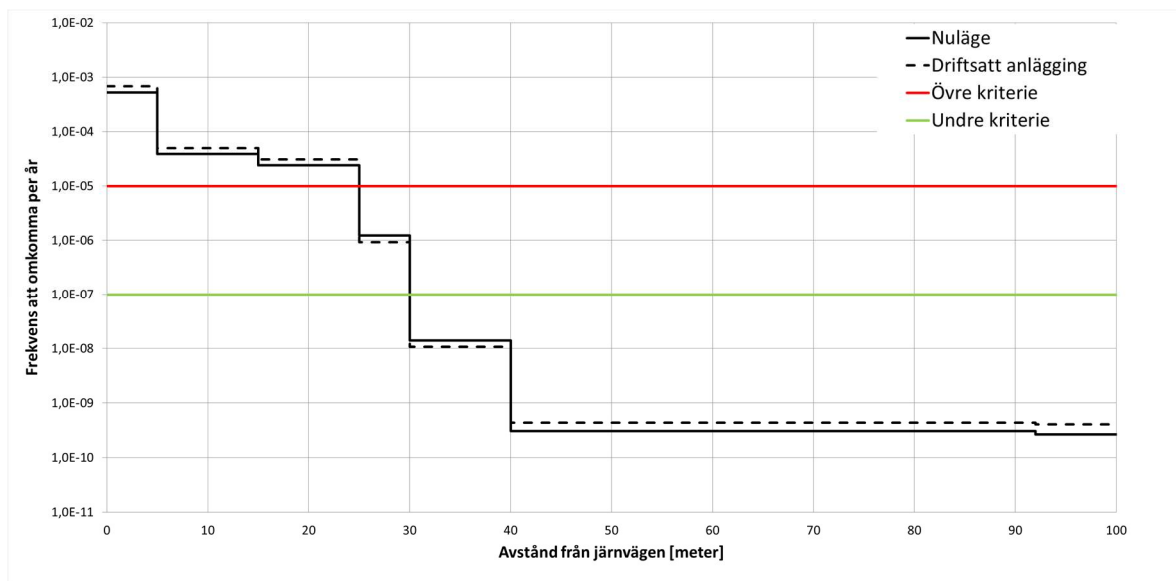
Mellan tråget och markspåren i Solna går spåren igenom Huvudstatunneln. Huvudstatunneln är cirka 500 meter lång var på ingen separat beräkning för denna tunnel har genomförts avseende tredje man. Huvudstatunneln kan betraktas som en förlängning av tråget med tak, varpå risknivån för tredje man längs med Huvudstatunneln kommer att vara lägre än längs med tråget, se föregående avsnitt 5.3.1.3 *Tråget*. Detta eftersom tunnelkonstruktionen bedöms avskärma omgivningen gentemot konsekvenser. Endast vid olyckor i tunneln, som medför en betydande explosionslast, BLEVE alternativt vid ett utsläpp av giftig gas, bedöms omgivningen påverkas med avseende på livshotande konsekvenser för tredje man. Mynningseffekter från olyckor i Huvudstatunneln har beaktats vid beräkningarna för tråget respektive markspår genom Solna. Risknivån för människor (tredje man) som vistas längsmed tunneln bedöms i enlighet med motsvarande beräkningar för Sundbybergstunneln ligga inom acceptabla nivåer.

5.3.1.5 Markspår i Solna

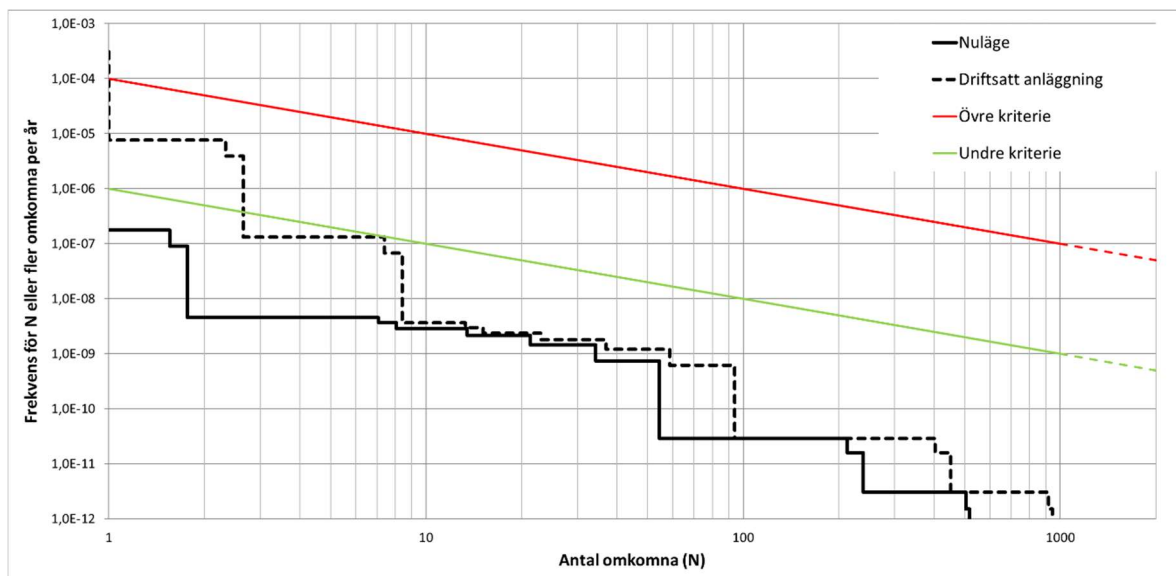
Nedan följer resultatet av beräkningarna för individrisken Figur 31 och samhällsriskens Figur 32 för Solna stad avseende tredje man. Beräkningarna gäller för nuläget (heldragen graf) samt för den del av Mälarbanan som går igenom Solna på markspår in i, alternativt ut från, Huvudstatunneln vid driftsatt utbyggd anläggning (streckad graf).



Figur 30. Ungefärligt beaktat område, markerat med skuggad kvadrat med röda konturer, för beräknade samhällsrisknivåer.



Figur 31. Individrisk för Solna i nuläget samt vid driftsatt utbyggd anläggning med markspår in i, alternativt ut från, Huvudstatunneln.



Figur 32. Samhällsrisk för Solna i nuläget samt vid driftsatt utbyggd anläggning med markspår in i, alternativt ut från, Huvudstatunneln.

Beräkningarna redovisade i Figur 31 och Figur 32 indikerar att individrisken för nuläget ligger på oacceptabla nivåer inom 25 meter från spårmit, inom ALARP-området mellan 25 – 30 meter från spårmit, och sedan helt inom acceptabla nivåer. Vidare ligger individrisken för den driftsatta utbyggda anläggningen på oacceptabla nivåer inom 25 meter från spårmit, inom ALARP-området mellan 25 – 30 meter från spårmit, och sedan helt inom acceptabla nivåer.

Beräkningarna indikerar att samhällsrisknivån för nuläget är acceptabel. Vidare ligger samhällsrisknivån för den driftsatta utbyggda anläggningen på oacceptabla nivåer eller högt inom ALARP-området för de mindre konsekvenserna. Därefter acceptabla eller lågt inom ALARP-området för de större konsekvenserna.

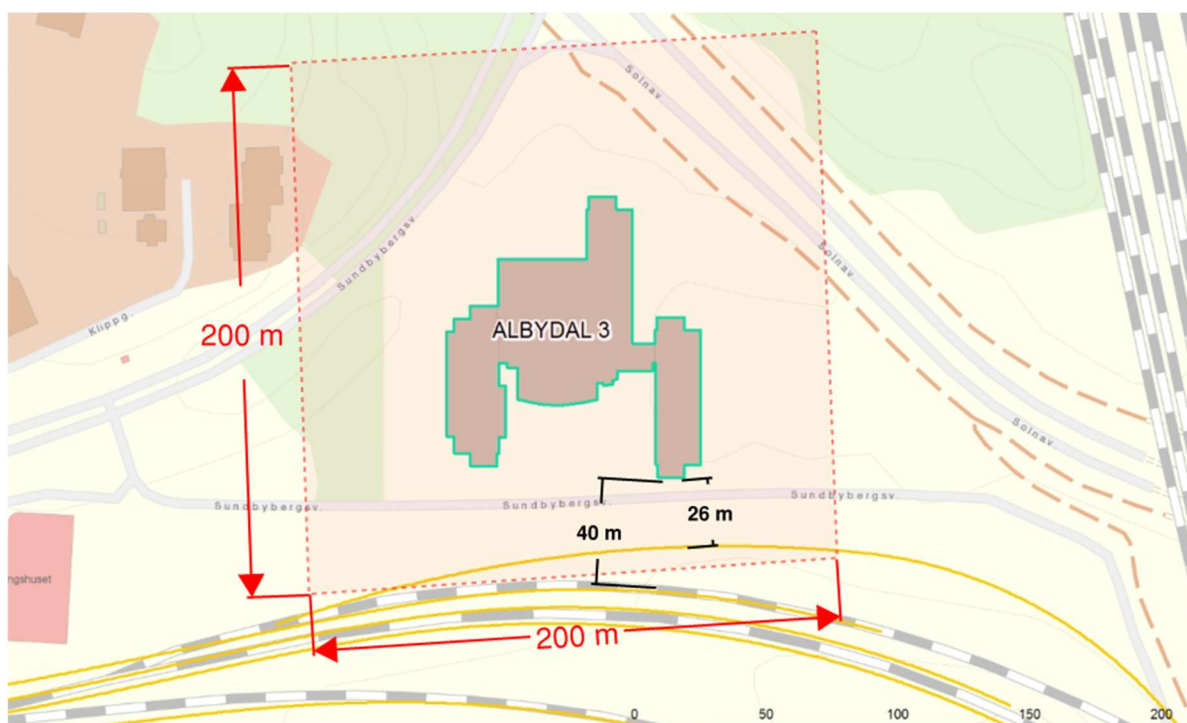
Baserat på individ- och samhällsriskberäkningarna bedöms riskreducerande åtgärder behöva utredas och vidtas för fastigheter inom 30 meter från driftsatt utbyggd anläggning. Riskreducerande åtgärder för berörda fastigheter presenteras i Kapitel 6.

5.3.1.6 Anslutningsspåret till Tomtebodas gods bangård

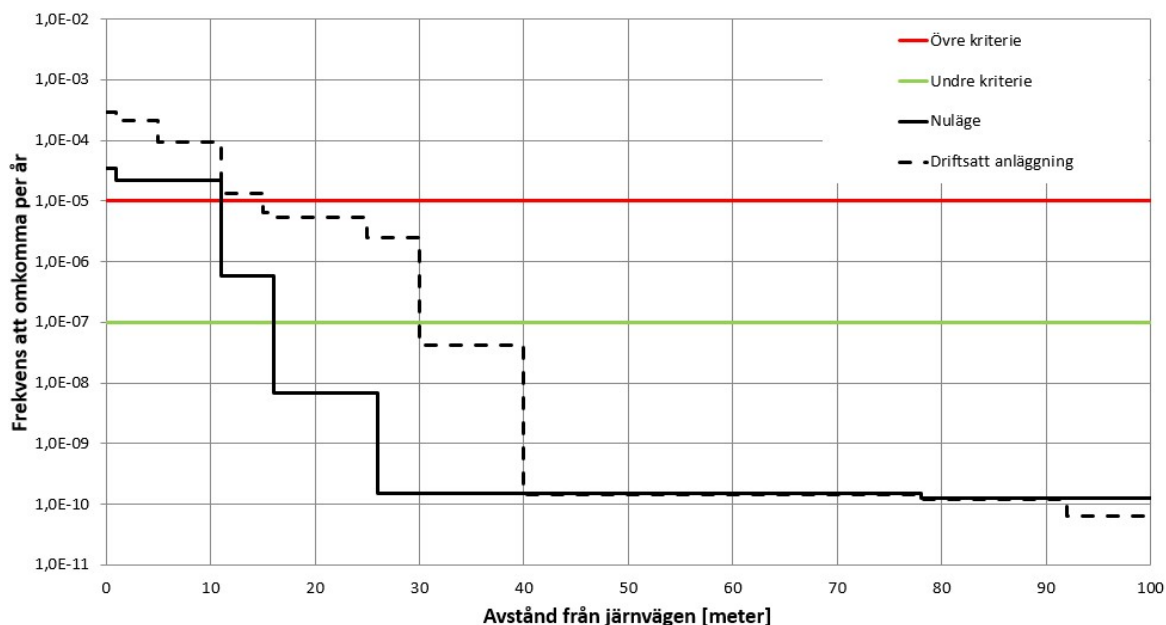
Nedan följer resultatet av beräkningarna för individrisken (Figur 34) och samhällsrisk (Figur 35) för det begränsade området norr om anslutningsspåret till Tomtebodas gods bangård (fastigheten Albydal 3). Valet att beakta ett begränsat område norr om anslutningsspåret grundar sig på att omgivningen till stor del utgörs av järnvägsområde där få (eller inga) individer befinner sig. Den planerade utbyggnaden kräver en breddning av spårområdet norr om befintliga spår. Det innebär att avstånd till befintliga byggnader norr om järnvägen minskar varför personer som befinner sig i dessa byggnader specifikt påverkas av en ökad risknivå.

Det studerade området har en area på $0,2 \cdot 0,2 = 0,04 \text{ km}^2$ istället för 1 km^2 (som är praxis vid beräkning av samhällsrisk). Acceptanskriterierna skalas för att anpassas till den mindre ytan. Notera att detta enbart gäller för anslutningsspåret till Tomtebodas gods bangård.

Beräkningarna gäller för nuläget samt för driftsatt utbyggd anläggning.

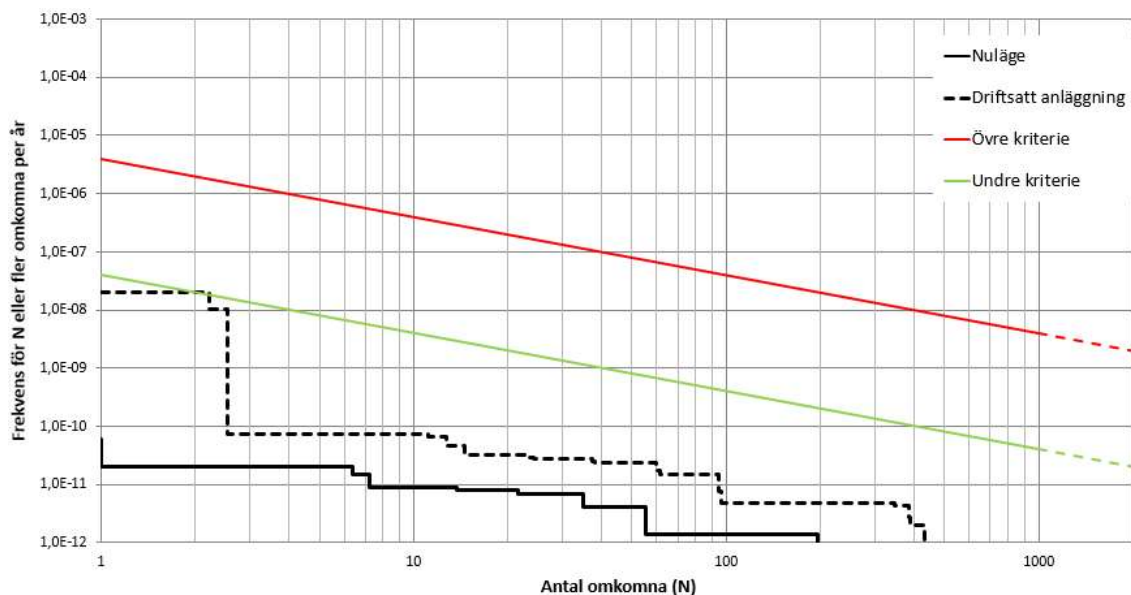


Figur 33. Ungefärligt beaktat område, markerat med skuggad kvadrat med röda konturer, för beräknade samhällsrisknivåer. Dessa samhällsrisknivåer är för det begränsade området norr om anslutningsspåret till Tomtebodas gods bangård (Albydal 3), och är därför inte lika stort som de tidigare beaktade områdena i detta kapitel.



Figur 34. Individrisk för det begränsade området norr om anslutningsspåret till Tomtebodas godsbangård i nuläget samt vid driftsatt utbyggd anläggning.

Till följd av att individrisken är platsspecifik måste avståndet mellan det beaktade området och spåren vara desamma vid jämförelser mellan olika beräknade individrisknivåer. Detta för att kunna bedöma hur risknivån förändras för det betraktade området. Därför beaktas individrisknivåerna för nuläget först från den framtida dragningen av det driftsatta anslutningsspåret i jämförelsen ovan. För nuläget är avståndet mellan närmsta spårmittpunkt och det aktuella området 40 meter, medan det är 26 meter till anslutningsspåret. Detta innebär att avståndet 0 meter i Figur 34 ovan motsvaras av där anslutningsspåret till Tomtebodas godsbangård planeras att byggas.



Figur 35. Samhällsrisk för det begränsade området norr om anslutningsspåret till Tomtebodas godsbangård i nuläget samt vid driftsatt utbyggd anläggning.

Beräkningarna redovisade i Figur 34 och Figur 35 indikerar att individrisken för nuläget är oacceptabel inom 12 meter från spårmitt⁸, inom ALARP-området mellan 12 - 16 meter från spårmitt, och sedan helt inom acceptabla nivåer. Individrisken för driftsatt utbyggd anläggning är oacceptabel inom 15 meter från spårmitt och sedan inom ALARP mellan 15-30 meter. Bortom 30 meter ligger risken på acceptabla nivåer.

Samhällsriskenivåerna ligger inom acceptabla nivåer, både för nuläget samt för den driftsatta utbyggda anläggningen.

Godstågen som trafikerar anslutningsspåret gör det med en mycket begränsad hastighet. Vidare är det endast en mycket liten del av byggnaden som ligger inom 30 meter från anslutningsspåret. Med anledning av den förhöjda individrisknivån bör dock skyddsåtgärder avseende urspårningar på anslutningsspåret vidtas.

⁸ Avståndet baseras på planläget för anslutningsspåret till Tomtebodas godsbangård.

5.3.1.7 Sammanställning av kvantitativt hanterade scenarier

Nedan följer en sammanfattning av resultaten redovisade i avsnitt 5.3.1 *Kvantitativt analyserade scenarier för tredje man* i tabellform, samt med en sammanfattande text.

Tabell 6. Sammanställning av resultaten.

Delsträcka	Individrisk		Samhällsrisk	
	Nuläget/Nollalternativ	Driftsatt anläggning	Nuläget/Nollalternativ	Driftsatt anläggning
Sundbyberg: Markspår i Sundbyberg (km 7+900 – 7+655)	Oacceptabla nivåer inom 25 meter från spårmittpunkt, inom ALARP-området mellan 25 – 30 meter från spårmittpunkt, och sedan helt inom acceptabla nivåer.	Oacceptabla nivåer inom 25 meter från spårmittpunkt, inom ALARP-området mellan 25 – 30 meter från spårmittpunkt, och sedan helt inom acceptabla nivåer.	Ligger på oacceptabla nivåer för de mindre konsekvenserna. Därefter acceptabla eller lågt inom ALARP-området för de större konsekvenserna.	Ligger lågt inom ALARP för de mindre konsekvenserna. Därefter inom acceptabla nivåer för de större konsekvenserna.
Sundbyberg: Sundbybergstunneln (7+655 – 6+250)	Oacceptabla nivåer inom 25 meter från spårmittpunkt, inom ALARP-området mellan 25 – 30 meter från spårmittpunkt, och sedan helt inom acceptabla nivåer.	Bedöms ligga inom acceptabla nivåer.	Ligger på oacceptabla nivåer för de mindre konsekvenserna. Därefter acceptabla eller lågt inom ALARP-området för de större konsekvenserna.	Bedöms ligga inom acceptabla nivåer. Dock går maxkonsekvensen över 1 000 omkomna, Detta är inte helt oproblematiskt, men hanteras gemensamt för hela underlagsrapporten i kapitel 7.
Solna: Tråget (6+250 – 5+570)	Oacceptabla nivåer inom 25 meter från spårmittpunkt, inom ALARP-området mellan 25 – 30 meter från spårmittpunkt, och sedan helt inom acceptabla nivåer.	Bedöms ligga inom acceptabla nivåer.	Ligger på acceptabla nivåer eller på gränsen till ALARP-området.	Ligger på acceptabla nivåer eller på gränsen till ALARP-området.

Delsträcka	Individrisk		Samhällsrisk	
	Nuläget/Nollalternativ	Driftsatt anläggning	Nuläget/Nollalternativ	Driftsatt anläggning
Solna: Huvudstatunneln i Solna (km 5+570 – 5+095)	Oacceptabla nivåer inom 25 meter från spårmitt, inom ALARP-området mellan 25 – 30 meter från spårmitt, och sedan helt inom acceptabla nivåer.	Bedöms ligga inom acceptabla nivåer.	Ligger på acceptabla nivåer eller på gränsen till ALARP-området.	Ligger på acceptabla nivåer eller på gränsen till ALARP-området.
Solna: Markspår i Solna (km 5+095 – 4+400)	Oacceptabla nivåer inom 25 meter från spårmitt, inom ALARP-området mellan 25 – 30 meter från spårmitt, och sedan helt inom acceptabla nivåer.	Oacceptabla nivåer inom 25 meter från spårmitt, inom ALARP-området mellan 25 – 30 meter från spårmitt, och sedan helt inom acceptabla nivåer.	Ligger på acceptabla nivåer eller på gränsen till ALARP-området.	Ligger på oacceptabla nivåer eller högt inom ALARP-området för de mindre konsekvenserna. Därefter acceptabla eller lågt inom ALARP-området för de större konsekvenserna.
Anslutningsspåret till Tomtebodas godsbangård: Markspår (km 4+300 – 3+900)	Oacceptabla nivåer inom 12 meter från spårmitt*, inom ALARP-området mellan 12-16 meter från spårmitt, och sedan helt inom acceptabla nivåer. * Avståndet baseras på planläget för anslutningsspåret till Tomtebodas godsbangård.	Oacceptabla nivåer inom 15 meter från spårmitt, inom ALARP-området mellan 15 – 30 meter från spårmitt och sedan helt inom acceptabla nivåer.	Ligger på acceptabla nivåer.	Ligger på acceptabla nivåer eller gränsar till ALARP-området.

Individrisk, tredje man

Förutom vid markspåren är den beräknade individrisken acceptabel enligt DNV-kriterier för den driftsatta utbyggda anläggningen. Vid markspåren för driftsatt utbyggd anläggning uppgår dock risknivån till oacceptabla nivåer och inom ALARP-området för avstånd upp till 30 meter från närmsta spårmitt. Detta på grund av att risken för mekanisk påverkan på omgivningen till följd av urspårning kvarstår för dessa delsträckor vilket bidrar till högre risknivåer.

Jämfört med nuläget framgår det att individrisknivåerna utmed driftsatt utbyggd anläggning generellt är lägre närmre spåren och högre längre bort från spåren. Detta blir en följd av att mekanisk påverkan på omgivningen kopplade till urspårning i många fall byggs bort (för tunnel och tråg). Vidare blir risknivåerna något högre längre bort från spåren till följd av de tunnelmynningseffekter som uppstår, exempelvis att giftig gas kan färdas längsmed tunnlar.

Sammanfattningsvis ligger de beräknade individrisknivåerna på acceptabla nivåer om man bortser från de 30 metrarna till närmsta spårmitt. Vidare ligger risker förknippade med farligt gods-transporter inom acceptabla nivåer för hela sträckan av den driftsatta utbyggda anläggningen, se avsnitt 8.2 Käslighetsanalys. Det är mekaniska konsekvenser till följd av urspårning som medför oacceptabla risknivåer inom 30 meter till närmsta spårmitt, vid markspåren.

Samhällsrisk, tredje man

Samhällsrisk för markspåren ligger på acceptabla nivåer eller lågt inom ALARP-området för de större konsekvenserna. För de mindre konsekvenserna ligger risknivåerna på acceptabla till oacceptabla nivåer. För tunnel och tråg ligger samhällsrisk på acceptabla nivåer eller på den undre gränsen till ALARP-området

Vid jämförelse mellan nuläge och driftsatt utbyggd anläggning framgår att samhällsriskkurvorna är något förskjutna till höger, vilket beror på en ökad befolkningstäthet. I de fall risknivåerna för de mindre konsekvenserna ökar beror detta på den ökade risken för urspårning kopplat till den ökade trafikeringen. Att risknivåerna för de medelstora konsekvenserna blir något lägre längs med den driftsatta utbyggda anläggningen blir en följd av att tunnlar och tråg kommer skärma av stora delar av sträckan, och skydda mot många av farligt gods-olyckorna. Dock för de allra största konsekvenserna med farligt gods-olyckor antas ingen reduktion av konsekvenserna på grund av tunnelns eller trågets avskärmade effekt.

Risknivåer enbart förknippade med transport av farligt gods illustreras i käslighetsanalysen nedan, se avsnitt 8.2. Resultatet av denna är att farligt gods-transporterna bidrar med en risknivå som ligger på acceptabla nivåer eller i den lägre halvan av ALARP-området. Eftersom urspårningsrisken medför oacceptabla risknivåer anses det rimligt att vid valet av riskreducerande åtgärder fokusera på att minimera denna risk.

5.3.2 Kvalitativt hanterade scenarier

Vissa scenarier ingår inte i de beräknade individrisk- och samhällsrisknivåerna i tidigare avsnitt i detta kapitel. Dessa behandlas istället i Tabell 7 nedan.

Tabell 7. Genomgång av kvalitativt hanterade riskscenarier med begränsade konsekvenser.

Scenario	Nuläge	Tillfällig anläggning	Driftsatt anläggning
Plankorsningsolyckor	I nuläget finns det två plankorsningar, en i Sundbyberg och en i Solna.	Plankorsningen i Solna byggs bort innan den tillfälliga anläggningen tas i drift och plankorsningen i Sundbyberg smalnas av och blir enbart tillgänglig för gång- och cykelöverfarter. Detta medför att riskerna för plankorsningsolyckor minskar jämfört med nuläget.	De befintliga plankorsningarna byggs bort. En ny plankorsning för gång- och cykeltrafik anläggs vid anslutningsspåret till Tomtebodas godsbangård. Endast ett fåtal tåg, med begränsad hastighet, trafikerar anslutningsspåret. Plankorsningen förses med bommar, signaler och ljus. Sammantaget minskar riskerna för plankorsningsolyckor.
Obehörigt intrång, personpåkörning, suicid och spårspring	I nuläget är järnvägsanläggningen i nivå med omgivningen.	Anses inte förvärras i jämförelse med nuläget.	Dessa scenarier bedöms hanterade genom den fysiska barriär som tunnlarna medför, fysiska barriärer i form av stängsel och bullerskyddsskärm samt åtgärder enligt säkerhetskonceptet.

Sammanfattningsvis bedöms utbyggnationen av Mälarbanan bidra till att de kvalitativt hanterade olycksscenarierna med begränsade konsekvenser minskar i jämförelse med nuläget. För den driftsatta utbyggda anläggningen beror denna minskning främst på den nivåskillnad och avskärmning som tråg och tunnlar medför.

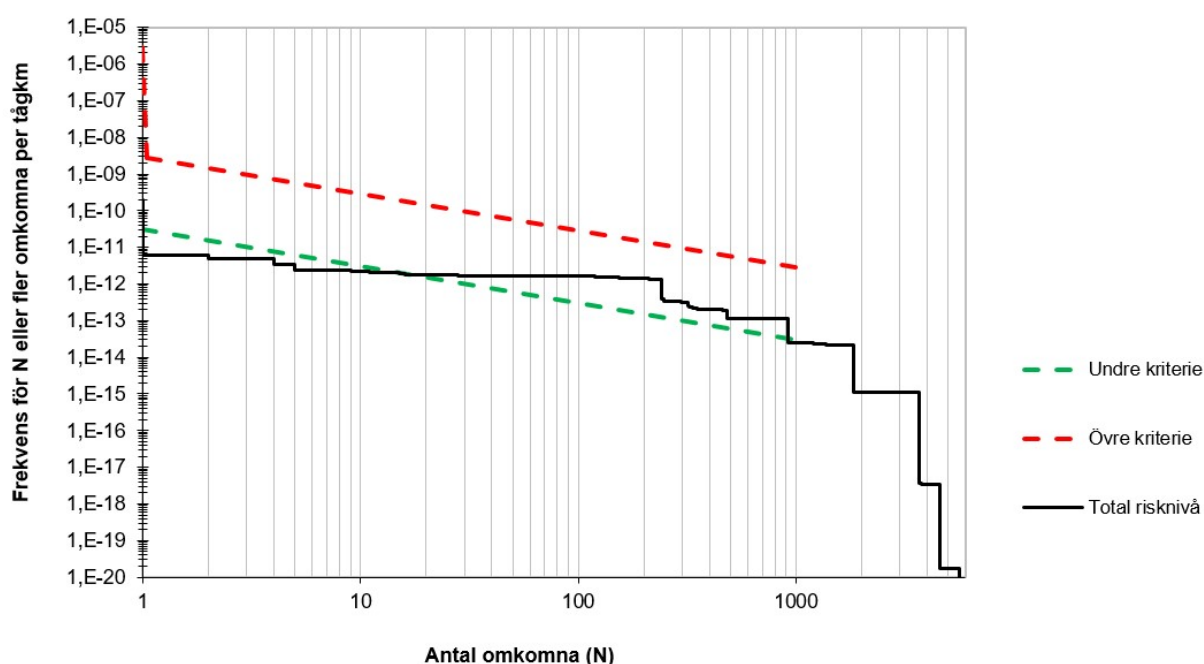
Förslag på riskreducerande åtgärder till följd av de kvalitativt hanterade olycksriskerna hanteras i avsnitt 6.4 *Kvalitativt hanterade olycksrisker* under kapitel 6 *Riskreducerande åtgärder*.

5.3.3 Säkerhetsvärdering för tunnlarna

I detta avsnitt redovisas säkerhetsvärderingarna för de driftsatta tunnlarna (Sundbybergstunneln samt Huvudstatunneln)⁹. Detta för att bedöma den risknivå som resenärer och personal utsätts för när de nyttjar anläggningen. För säkerhetsvärderingen för Sundbybergstunneln bedöms resultatet utifrån TDOK 2016:0231. För Huvudstatunneln har en jämförande riskanalys genomförts där Huvudstatunneln har jämförts med Sundbybergstunneln.

5.3.3.1 Säkerhetsvärdering för Sundbybergstunneln

En säkerhetsvärdering för Sundbybergstunneln i driftsatt skede har genomförts. Detta, för att möjliggöra säkerställande av att resenärer och ombordpersonal inte utsätts för en oacceptabelt hög risknivå när de nyttjar den färdigbyggda Sundbybergstunneln.



Figur 36. Uppskattad total risknivå för Sundbybergstunneln.

Beräkningarna indikerar att den totala risknivån för den driftsatta Sundbybergstunneln ligger som högst i mitten av ALARP-området fram till N = 1 000. Då risknivån för tunneln inte når oacceptabla nivåer bedöms systemutformningen vara godtagbar ur en risk- och säkerhetssynpunkt. Trafikverket bedömer att införandet av fler skyddsåtgärder i systemet inte är skäligt i förhållande till kostnaden av erhållen riskreduktion.

Värderingen av möjligheten till självutrymning indikerar att utrymningssäkerheten i tunneln är på en acceptabel nivå när avståndet mellan utrymningsvägarna är 240 meter. Föregående slutsats gäller

⁹ Se vidare i PM R09 – *Säkerhetsvärdering Sundbybergstunnel* och PM R58 – *Säkerhetsvärdering Huvudstatunneln*.

både för brandhändelser i persontåg samt brandhändelser i godståg som medför en efterföljande utrymning av ett persontåg.

Bedömningskriterierna för samhällsrisk i TDOK 2016:0231 gäller för olycksfrekvenser per tågkm med konsekvenser upp till $N \leq 1000$ omkomna. Hur olycksscenarioer som hamnar utanför bedömningsområdet definierat av TDOK 2016:0231 (d.v.s. där $N > 1\,000$) har bedömts beskrivs närmre i kapitel 7.

Individrisknivå för Sundbybergstunneln

Det förväntade antalet omkomna i Sundbybergstunneln per år har uppskattats till $1,41 \cdot 10^{-4}$ per år avseende kvantitativt analyserade olycksscenarioer, vilket innebär cirka en omkommen resenär per 7000 år.

Individrisknivån per passage genom Sundbybergstunneln har uppskattats till $4,77 \cdot 10^{-12}$. Om en specifik individ (resenär) nyttjar anläggningen (Sundbybergstunneln) två gånger per dag under ett år utsätter sig denna individ sig för en individrisk på $2,23 \cdot 10^{-9}$ per år. Jämfört med acceptansriskkriteriet för resenärer (10^{-5} per år), som används i projekt Citybanan respektive Västlänken, anses den individspecifika individrisken för Sundbybergstunneln vara mycket låg och ligga inom acceptabla nivåer.

Nedan redovisas den uppskattade individrisknivån per passage för Sundbybergstunneln med motsvarande mått för Västlänken och Citybanan. Tunnelsystemen i Västlänken (6,68 km) och Citybanan (6,3 km) är markant längre än Sundbybergstunneln (1,44 km). För att jämförelsen mellan de olika systemen ska bli mer representativ beräknas även förväntat antal omkomna per år och km tunnel för respektive anläggning.

Tabell 8. Jämförelse av förväntad konsekvens per år (PPL-tal) mellan Sundbybergstunneln och andra tunnelsystem

System	Omkomna per tåg km och år	Omkomna per år	Omkomna per år och km tunnel
Sundbybergstunneln	$7,3 \cdot 10^{-10}$	$1,41 \cdot 10^{-4}$	$1,01 \cdot 10^{-4}$
Västlänken (26)	$0,71 \cdot 10^{-8}$	$0,93 \cdot 10^{-2}$	$1,39 \cdot 10^{-3}$
Citybanan (26)	$0,91 \cdot 10^{-8}$	$1,02 \cdot 10^{-2}$	$1,66 \cdot 10^{-3}$

Individrisknivån per passage genom Sundbybergstunneln: $4,77 \cdot 10^{-12}$

Individrisknivå per passage genom Västlänken: $3,4 \cdot 10^{-10}$

Individrisknivå per passage genom Citybanan: $5,58 \cdot 10^{-11}$

Föreslagen systemutformning av Sundbybergstunneln indikerar på en lägre individrisknivå per passage jämfört med andra moderna tunnelsystem i Sverige.

5.3.3.2 Värdering av säkerhet Huvudstatunneln

För att kunna bedöma att resenärer och personal inte utsätts för en oacceptabelt hög risknivå när de nyttjar den driftsatta Huvudstatunneln (enkelriktad trafik i de två olika tunnelrören) har en jämförande analys med Sundbybergstunneln genomförts¹⁰. En jämförande analys bedöms lämplig på grund av att de båda tunnelarna ligger i nära anslutning till varandra samt att de konstrueras på samma sätt.

Analysens metodik innebär att 45 riskfaktorer, uppdelade i åtta kategorier, ska jämföras mellan tunnelarna. De åtta kategorierna är följande; *Tunnel, Omgivningen, Banan, Trafik och resande, Rullande materiel, Organisation, Räddningstjänsten* och *Övrigt*. Alla 45 riskfaktorer värderas kvalitativt genom att bedöma om respektive riskfaktor är lägre, ingen märkbar skillnad, högre, eller avsevärt högre. Acceptanskriteriet för den jämförande säkerhetsanalysen har varit att värderad tunnel ska vara *lika bra eller bättre* jämfört med referenstunneln. Vid en högre risknivå ska vidare riskbedömning utföras för att påvisa en godtagbar risknivå för respektive riskfaktor.

Av riskfaktorerna var det fem som bedömdes ha en lägre riskfaktor för Huvudstatunneln jämfört med Sundbybergstunneln. Dessa var följande:

- Tunnellängd (inom kategori "Tunnel")
- Andra objekt i tunnelns närhet (<1km) (inom kategori "Omgivningen")
- Växlar och stoppsignaler (inom kategori "Banan")
- Maximalt antal personer i tunneln (inom kategori "Trafik och resande")
- Förflyttning av andra tåg vid brand (inom kategori "Organisation")

Av riskfaktorerna var det tre som bedömdes ha en högre riskfaktor för Huvudstatunneln jämfört med Sundbybergstunneln. Samtliga dessa tre riskfaktorer ingick i kategorin "Omgivningen" och utgjordes av:

- Åtkomst tunnelmynningar/ servicetunnlar/ serviceschakt
- Riskobjekt i tunnelns närhet
- Tråg vid tunnelmynning

Nedan följer en bedömning för respektive riskfaktor med en högre riskfaktor för Huvudstatunneln jämfört med Sundbybergstunneln.

Åtkomst tunnelmynningar/servicetunnlar/serviceschakt

Denna riskfaktor bedöms ha en högre risknivå för Huvudstatunneln jämfört med Sundbybergstunneln eftersom Huvudstatunnelns mynning vid Försundaleden ligger i tråget. Det finns inte heller en station att få tillträde till Huvudstatunneln genom till skillnad från Sundbybergstunneln

¹⁰ Se PM R58 Verifiering av säkerhet Huvudstatunneln.

som ansluter till Sundbybergs station. Dock har godtagbara räddnings- och utrymningsvägar beaktats i projekteringen. Risknivån för denna riskfaktor bedöms därför vara acceptabel.

Riskobjekt i tunnelns närhet

Huvudstatunneln ligger närmre en farligt gods-led jämfört med Sundbybergstunneln. Den aktuella farligt gods-leden är Frösundaleden, vilken är en sekundär farligt gods-led (27).

Transporter bedöms ske med låg frekvens vilket minskar frekvensen av en farligt gods-olycka på Frösundaleden. Vidare bedöms olyckan behöva inträffa precis på Frösundaledens bro över Mälarbanan för att individer i järnvägsanläggningen ska påverkas. Detta innebär att risken med den korsande farligt gods-leden (Frösundaleden) vid Huvudstatunneln anses som godtagbar avseende risknivån för resenärer och ombordpersonal i Huvudstatunneln.

Tråg vid tunnelmynningen

Huvudstatunneln mynning vid Frösundaleden ligger i tråget och mynningen vid markspåren i Duvbo omges av bullerskärmar. Sundbybergstunneln har bullerskyddsskärm vid ena tunnelmynningen och Sundbyberg station vid den andra. Dock har godtagbara räddnings- och utrymningsvägar beaktats i projekteringen. Risknivån för denna riskfaktor bedöms därför vara acceptabel.

Sammanfattning, risknivå i Huvudstatunneln

Tre riskfaktorer bedömdes ha en marginellt högre risknivå för Huvudstatunneln jämfört med Sundbybergstunneln. Dessa tre riskfaktorer anses vara hanterade på ett godtagbart sätt inom projekteringen och risknivån för dem bedöms vara acceptabla.

Vidare bedömdes fem riskfaktorer ha en lägre risknivå för Huvudstatunneln jämfört med Sundbybergstunneln. En av dessa riskfaktorer är tunnellängd. Huvudstatunneln är betydligt kortare än Sundbybergstunneln (450 m jämfört med 1,4 km). Korta tunnlar är säkrare än långa tunnlar. Det beror på att tunnelmynningar är en säkrare utrymningsväg samt att längre tunnlar innebär större sannolikhet att olyckan sker inne i tunneln jämfört med om tunneln var kortare.

Av dessa anledningar bedöms Huvudstatunneln vara jämförbar med Sundbybergstunneln. Detta innebär att ska samma krav på riskreducerande åtgärder som gäller för Sundbybergstunneln även ska gälla för Huvudstatunneln.

5.3.4 Sundbyberg station

Individerna på Sundbyberg station har betraktats som resenärer i bedömningen och har därför ingått i bedömningen och beräkningarna för säkerhetsvärderingen för Sundbybergstunneln.

Sundbyberg station är projekterad för att klara en självutrymning vid händelse av brand. För att säkerställa detta har brand- och utrymningssimuleringar genomförts för stationen. Dock vid större olyckor med farligt gods vid stationen eller till följd av tunnelmynningseffekter inne i Sundbybergstunneln kan det inte uteslutas att individer även på stationen kommer att påverkas och även omkomma. Vid dessa större olyckor har individerna på Sundbyberg station även beaktats i bedömningen och beräkningarna för säkerhetsvärderingen för Sundbybergstunneln.

5.3.5 Huvudsta station

Individerna på Huvudsta station har betraktats som resenärer i bedömningen av deras risknivå på stationen. Huvudsta station utgörs av en markstation ute i det fria. Stationen är projekterad för att klara en självutrymning vid händelse av brand, även vid scenarier då tåg behöver utrymma via stationen. Farligt gods-olyckor i direkt anslutning till stationen kan ge påverkan på resenärer.

Avståndet mellan tunnelmynningen och plattform respektive stationsbyggnad uppgår till cirka 180 respektive 300 meter. Risken för påverkan på stationen på grund av mynningseffekter från en farligt gods-olycka i Huvudstatunneln bedöms vara mycket liten. Endast stora utsläpp av giftig gas samt större explosionslaster kan medföra påverkan på resenärer som vistas på stationen. Risken för påverkan på Huvudsta station till följd av farligt gods-olyckor i Huvudstatunneln bedöms vara lägre än motsvarande riskpåverkan på Sundbyberg station (se föregående avsnitt) på grund av det längre avståndet mellan station och tunnelmynning.

6 Riskreducerande åtgärder

I detta kapitel presenteras möjliga riskreducerande åtgärder för den driftsatta utbyggda anläggningen samt den tillfälliga anläggningen. Dessa delas upp i *påverkan på omgivningen* respektive *påverkan på anläggningen*. Kapitlet fokuserar på att beskriva riskreducerande åtgärder som inte redan föreskrivs i någon TDOK¹¹. Åtgärder för att potentiellt minska risken för olyckor med mycket stora konsekvenser behandlas i avsnitt 7.2.

Resultaten visar på att riskerna kopplade till urspårning måste begränsas. Därför har riskreducerande åtgärder mot urspårning, i form av fysisk barriär samt skyddsräl, undersökts kvantitativt och den riskreducerande effekten från åtgärderna presenteras i detta kapitel.

För att riskreducerande åtgärder ska vara juridiskt bindande är det viktigt att de förs in i juridiskt bindande dokument (exempelvis järnvägsplan, planbestämmelser i detaljplaner eller genom exploateringsavtal eller liknande).

För en genomgång och beskrivning av acceptanskriterierna, se avsnitt 5.1.

6.1 Påverkan på omgivningen

För att uppnå en acceptabel risknivå med hänsyn till urspårningsrisken är skyddsavstånd en effektiv skyddsåtgärd.

För att minska risken till följd av urspårning bör områden inom 30 meter från markspår vara bebyggelsefria samt utformas på ett sätt som inte uppmuntrar till stadigvarande vistelse.

Ovanstående innebär att markanvändningen inom 30 meter från markspår behöver regleras så att exploatering inte möjliggörs utan att en ny riskbedömning genomförs samt att nödvändiga riskreducerande åtgärder vidtas. Genom att tillämpa skyddsavstånd begränsas konsekvenserna av en olycka eftersom färre personer exponeras för risken.

Dock är skyddsavstånd inte en praktiskt genomförbar skyddsåtgärd för befintlig bebyggelse. För att uppnå en acceptabel risknivå invid markspåren behöver riskreducerande åtgärder vidtas för befintlig bebyggelse som efter ombyggnation hamnar inom 30 meter från närmsta spårmitt. Byggnader längs med den driftsatta utbyggda anläggningen för vilka riskreducerande åtgärder blir aktuella presenteras i Bilaga G.

Nedan listas riskreducerande åtgärder utan inbördes ordning som antingen kan vidtas enskilt eller i kombination, beroende på de lokala förutsättningarna vid respektive byggnad inom 30 meter från markspår. De riskreducerande åtgärderna kan med fördel kombineras med andra åtgärder såsom exempelvis bullerskyddsskärmar.

- Byggnader förstärks så att dessa kan motstå ett urspårat tåg utan att raseras, vilket minskar konsekvenserna av en olycka.

¹¹ Till exempel att skyddsräl måste installeras i tunnlarna enligt TDOK 2014:0389. (70)

- Jordvall eller nivåskillnader mellan markspåren och byggnaden, kan vara naturligt förekommande eller konstruerade, vilket minskar konsekvenserna av en olycka.
- Skyddsräl uppförs vid utsatta sträckor, d.v.s. där det finns bebyggelse nära järnvägen, vilket minskar konsekvenserna av en urspårning.
- Separationsåtgärder, skyddsmur eller liknande, för att mjukt kunna fånga upp ett urspårat tåg, uppförs mellan byggnader och järnvägsspåren, vilket minskar konsekvenserna av en olycka. Det är viktigt att även beakta hur skyddsåtgärden i sig utformas, med tillhörande omgivning, så att inte skyddsåtgärden möjligen förvärrar olyckan, till exempel genom att utstickande delar i en mur fläker upp en urspårad vagn.

Införandet av skyddsräl bedöms även minska risken för att godsvagnar med farligt gods ska välta och punkteras i samband med en urspårning. Vidare medför införandet av skyddsmur att spridningen av ett eventuellt läckage begränsas. Beroende på aktuella förutsättningar i omgivningen, topografi och befintligheter kan åtgärder med begränsande effekt på ett eventuellt läckage behöva utredas om skyddsräl väljs istället för skyddsmur. Ytterligare åtgärder kan exempelvis vara: någon form av teknisk uppsamling, utformning av anläggningen som begränsar spridningen, en lägre vall, fundament till bullerskyddsskärmar, eller topografiska egenskaper. Dessa aspekter har dock inte beaktats i de kvantitativa analyserna.

6.2 Påverkan på anläggningen och individer ombord tågen

Till följd av att antalet tillgängliga spår fördubblas i och med utbyggnaden ökar redundansen mot trafikstörningar som påverkar järnvägsanläggningen. Dessa järnvägsolyckor har dock en mycket liten, men inte försumbar risk, för mycket stora konsekvenser för individer ombord tågen som trafikerar den aktuella delsträckan av Mälarbanan. Dessa risker har bedömts i de olika säkerhetsvärderingarna för tunnlarna (Sundbybergstunneln och Huvudstatunneln, se 5.3.3 Säkerhetsvärdering för tunnlarna), och för de mycket stora konsekvenserna bedöms dessa risker i kapitel 7. Inga övriga riskreducerande åtgärder föreslås utöver de som presenteras i säkerhetskonceptet för anläggningen samt krav från gällande TDOKs¹².

6.3 Effekt av riskreducerande åtgärder

Förslag till riskreducerande åtgärder har utvärderats kvantitativt. Detta för att säkerställa att det är möjligt att uppnå acceptabla risknivåer längsmed samtliga delsträckor under de olika skedena. Huvudvalet är att implementera skyddsmur, men om inte detta anses möjligt har även skyddsräl beaktats i beräkningarna.

Enbart delsträckor/byggsleden som kräver riskreducerande åtgärder har undersökts vidare i detta stycke.

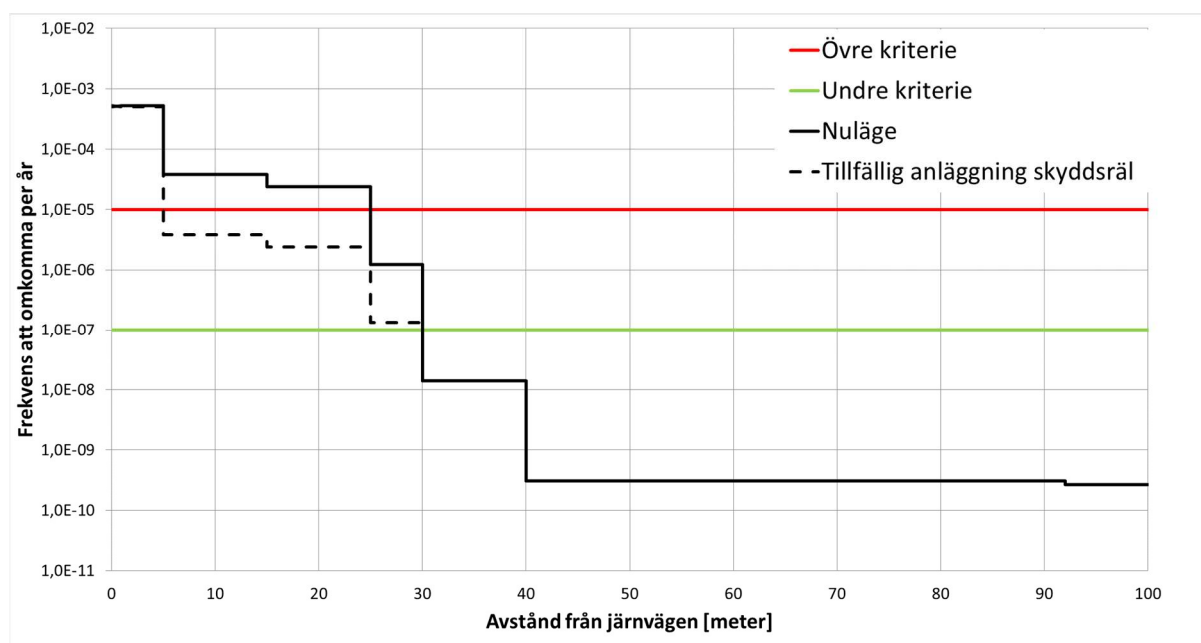
¹² Tunnlarna ska förses med skyddsräl enligt TDOK 2014:0389 som föreskriver att ”Skyddsräler ska anordnas i tunnel med mer än ett spår och en längd överstigande 100 m. Tunnlar i följd med enskild längd över 50 m eller sammanlagd längd över 100 m och med mindre fritt mellanrum än 100 m räknas som en kontinuerlig tunnel.” (70)

Den riskreducerande effekten av skyddsräk har antagits medföra en reducering av stora urspårningsavstånd ner till 1 meter, i 90 % av fallen. Det vill säga att urspårningar större än en meter allokteras ner till 1 meter i 90 % av fallen (28). Detta tillvägagångssätt användes i utredningen för Varbergstunneln och anses även vara rimligt för skyddsrälen på Mälarbanan.

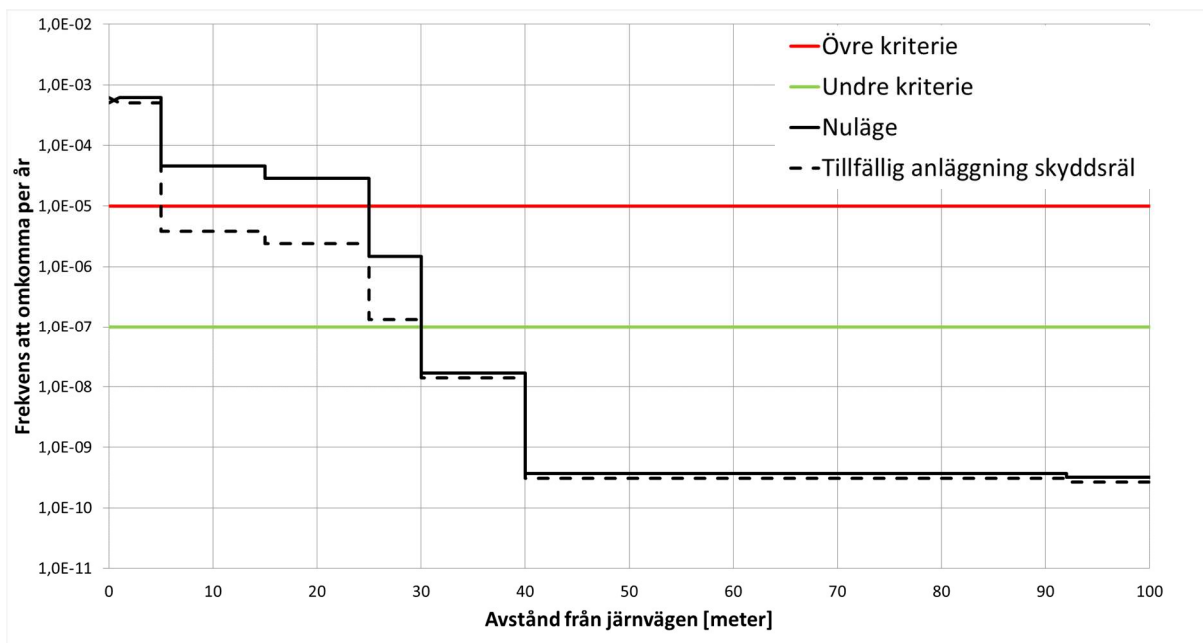
För en skyddsmur, fysisk barriär, har samtliga urspårningar räknats bort.

6.3.1 Tillfällig anläggning

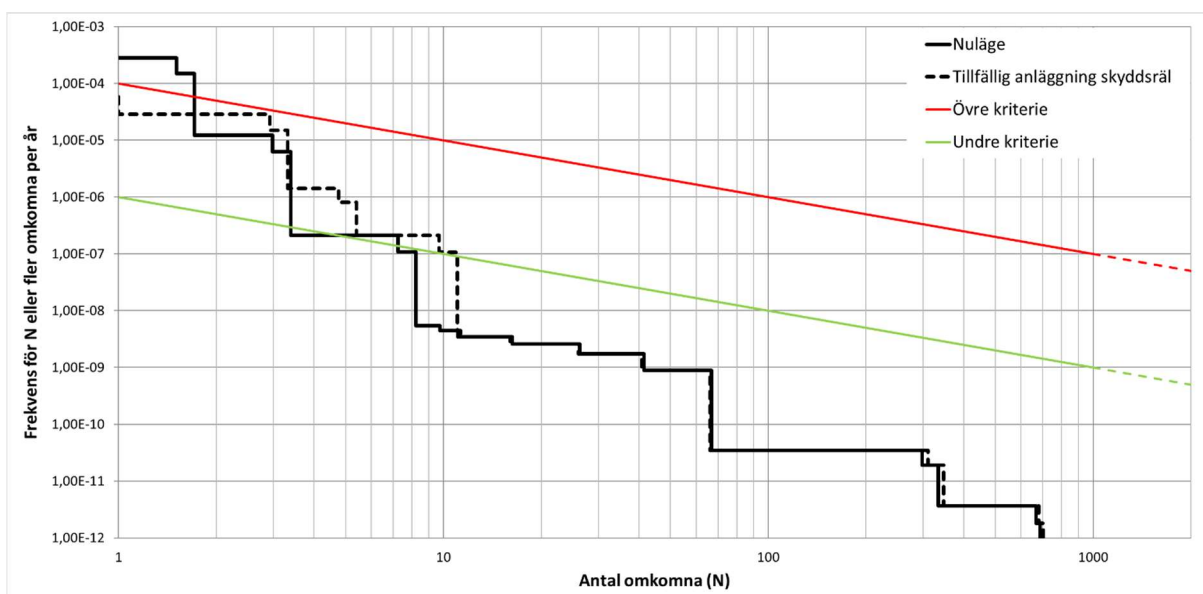
För den tillfälliga anläggningen gäller bedömningskriteriet att risknivåerna för den driftsatta tillfälliga anläggningen inte ska förvärras jämfört med risknivåerna för nuläget. Då skillnaderna mellan risknivåerna för den driftsatta tillfälliga anläggningen och nuläget är marginella har riskreducerande åtgärder i form av skyddsräk utvärderats. Se Figur 37 - Figur 39 nedan.



Figur 37. Individrisknivå för nuläge respektive för driftsatt tillfällig anläggning med skyddsräk i Solna.



Figur 38. Individrisknivån för nuläge respektive för driftsatt tillfällig anläggning med skyddsräk i Sundbyberg.



Figur 39. Beräknad samhällsrisknivån för nuläge samt för driftsatt tillfällig anläggning med skyddsräk i Sundbyberg.

Beräkningarna indikerar att mer omfattande riskreducerande åtgärder än skyddsräk inte är erforderligt för att upprätthålla tvåspårstriften på den tillfälliga anläggningen givet att risknivåerna för den tillfälliga anläggningen inte ska förvärras jämfört med risknivåerna för nuläget.

Den förväntade konsekvensen vid nulägets spårplacering uppgår till 0,005 omkomna per år. Beräkningarna indikerar att den förväntade konsekvensen minskar till 0,0013 omkomna per år efter införandet av skyddsräk på den tillfälliga anläggningen.

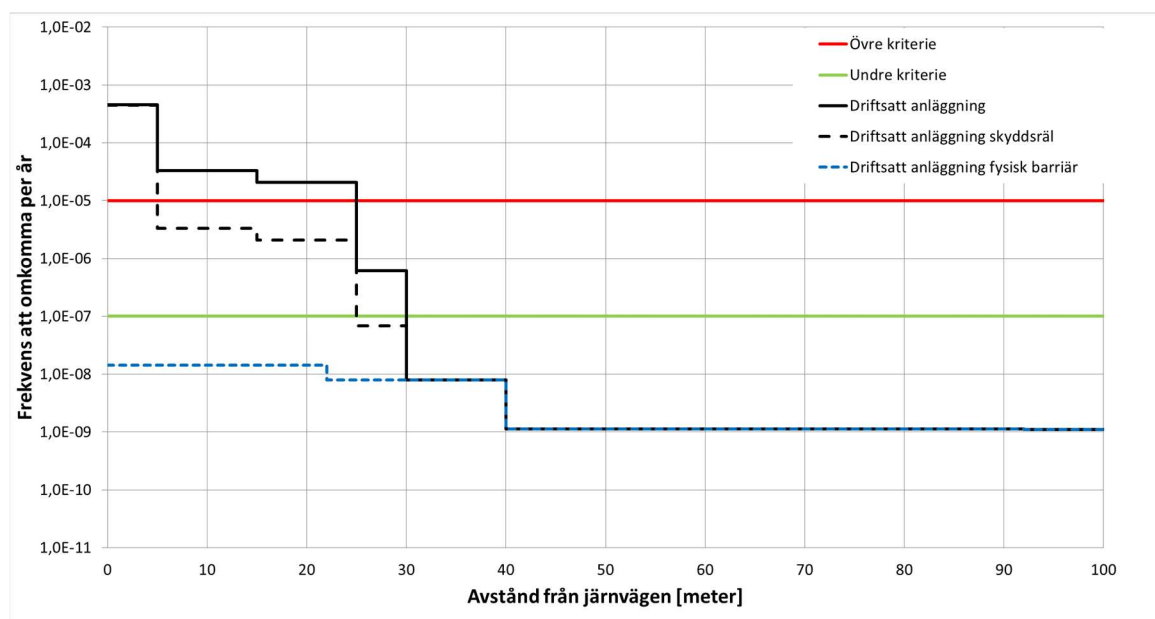
6.3.2 Driftsatt utbyggd anläggning

Genomförda beräkningar indikerar att järnvägstransporter på driftsatt utbyggd anläggning ger upphov till en oacceptabel risknivå på följande delsträckor:

- Markspår i Sundbyberg
- Markspår i Solna

I nedanstående avsnitt studeras hur införandet av olika skyddsåtgärder längs ovanstående delsträckor påverkar risknivåerna. Skyddsåtgärderna syftar till att reducera alternativt eliminera risken för mekanisk påverkan på omgivningen vid en urspårning på järnvägen. I huvudsak undersöks hur risknivån påverkas vid införandet av skyddsräil alternativt om en fysisk barriär uppförs längs ytterspår. Syftet med barriären är att säkerställa att urspårande fordon ej kan generera mekanisk påverkan bortom spårområdet. Om skyddsräil väljs istället för fysisk barriär bör (beroende på aktuella förutsättningar i omgivningen, topografi och befintligheter) ytterligare åtgärder beaktas, bland annat åtgärder för att uppnå motsvarande begränsande effekt på ett eventuellt läckage som en barriär medför.

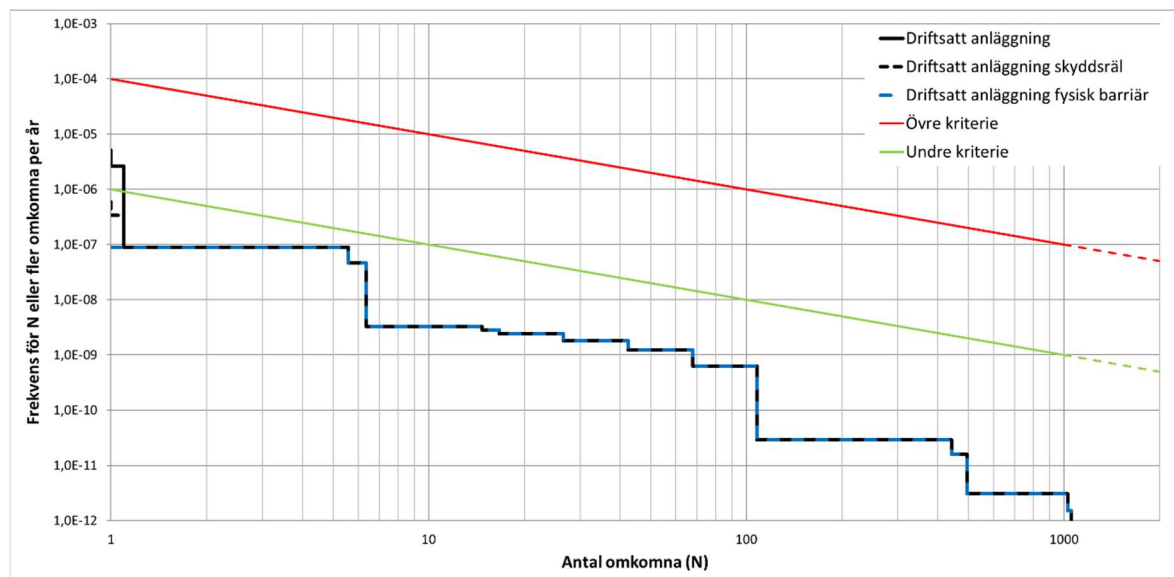
6.3.2.1 Markspår i Sundbyberg



Figur 40. Uppskattad individrisknivå kring delsträckan av driftsatt utbyggd anläggning som omfattar markspår genom Sundbyberg.

I Figur 40 ovan syns hur individrisknivån kring aktuell delsträcka påverkas vid införandet av olika konsekvensreducerande skyddsåtgärder. Beräkningarna indikerar att införandet av skyddsräil resulterar i att individrisknivån blir oacceptabel inom 5 meter och ligger därefter högt inom ALARP upp till 25 meter från ytterspårens närmsta centrumlinje. Vid införandet av en fysisk barriär mellan ytterspår och närliggande byggnader antas risken för mekanisk påverkan på omgivningen elimineras.

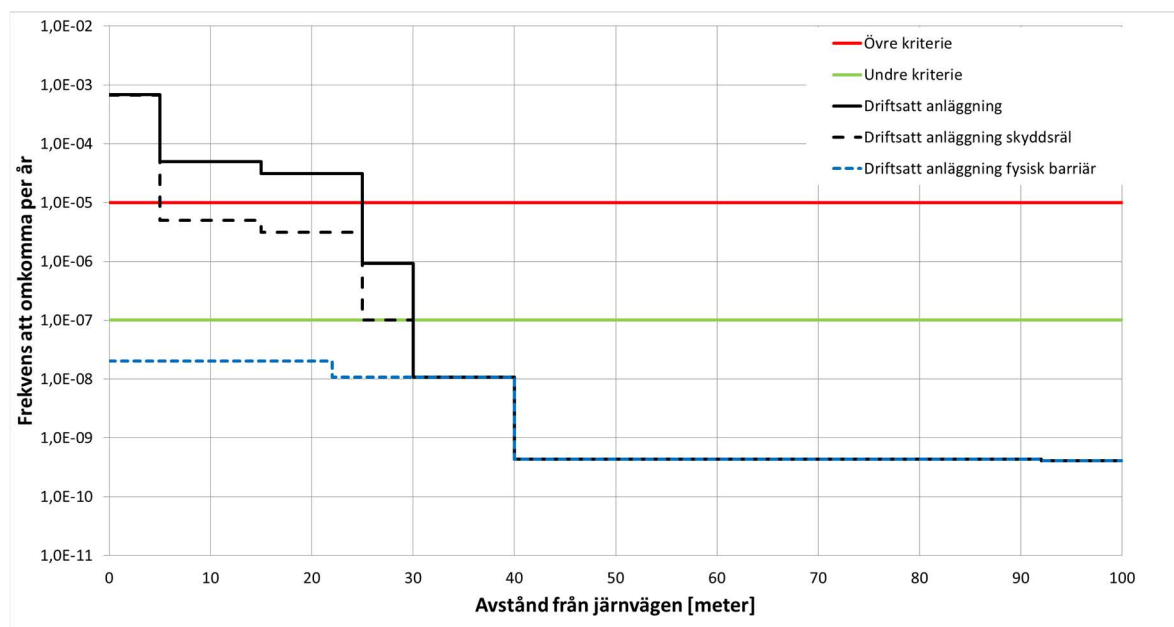
Individrisknivå längs järnvägen vid införandet av fysisk barriär utgörs således enbart av olycksscenarier med farligt gods.



Figur 41. Samhällsrisik för Sundbyberg vid driftsatt utbyggd anläggning med spår på markspår genom Sundbyberg.

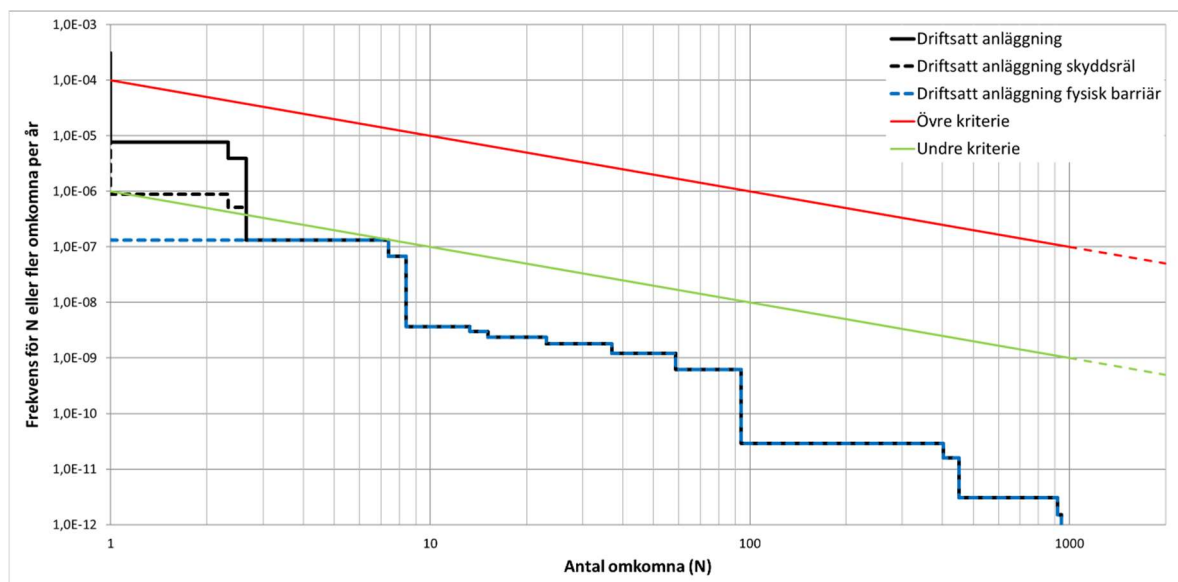
I Figur 41 ovan syns hur samhällsrisiknivån kring aktuell delsträcka genom Sundbyberg påverkas vid införandet av olika konsekvensreducerande skyddsåtgärder. Beräkningarna indikerar att införandet av skyddsrel respektive skyddsbarriär resulterar i att samhällsrisiknivån längs delsträckan hamnar inom acceptabla nivåer.

6.3.2.2 Markspår i Solna



Figur 42. Uppskattad individrisknivå kring delsträckan av driftsatt utbyggd anläggning som omfattar markspår genom Solna.

I Figur 42 ovan syns hur individrisknivån kring aktuell delsträcka påverkas vid införandet av olika konsekvensreducerande skyddsåtgärder. Beräkningarna indikerar att införandet av skyddsräll resulterar i att individrisknivån blir oacceptabel inom 5 meter och ligger därefter högt inom ALARP upp till 25 meter från ytterspårens närmsta centrumlinje. Vid införandet av en fysisk barriär mellan ytterspår och närliggande byggnader antas risken för mekanisk påverkan på omgivningen elimineras. Individrisknivå längs järnvägen vid införandet av fysisk barriär utgörs således enbart av olycksscenarioer med farligt gods.



Figur 43. Samhällsrisk för Solna vid driftsatt utbyggd anläggning med markspår i Solna.

I Figur 43 ovan syns hur samhällsrisknivån kring aktuell delsträcka genom Solna påverkas vid införandet av olika konsekvensreducerande skyddsåtgärder. Beräkningarna indikerar att införandet av skyddsräll resulterar i samhällsrisknivå som ligger lågt inom ALARP för de mindre konsekvenserna. Om en fysisk barriär uppförs längs ytterspår indikerar beräkningarna att samhällsrisknivån minskar markant och befinner sig på acceptabla nivåer.

6.4 Kvalitativt hanterade olycksrisker

De kvalitativt hanterade olycksriskerna med begränsade konsekvenser, såsom exempelvis obehörigt intrång, personpåkörning och suicid, bedöms minska och till viss del byggas bort. Åtgärder för att reducera risken för personpåkörningar, obehörigt intrång och suicid är; att stängsla in tråg och markspår samt att tunnlar, tråg och stationer bör kameraövervakas. Ytterligare åtgärder för stationer för att begränsa dessa risker är till exempel:

- Säkerställande av god belysning på hela stationsområdet.
- Att förse ytorna närmst spåren på perrongerna med halkreducerande egenskaper.
- Tydlig markering av skyddszon närmast perrongkanten mot spåren enligt TDOK 2014:068 (29).
- Avspärrning av slutet på perrongerna enligt TDOK 2014:068 (29).

- Tydlig information, skyltning och/eller målning på perrongerna om att det är förbjudet för allmänheten att beträda spårområdet.

Möjligheten att installera så kallade PFA-skärmar (plattformsavskiljande väggar) på stationerna har utretts inom ramen för systemhandlingen. PFA-skärmar är ett skydd mellan personer på en plattform och ankommande eller passerande tåg. Åtgärden bedöms minska risken för personpåkörning och suicid. I dagsläget finns dock inte PFA-skärmar anpassade för flera olika fordonstyper. Mälarbanan trafikeras av ett flertal olika tågmodeller, varför installation av PFA-skärmar inte bedöms praktiskt genomförbart.

6.5 Sammanställning av riskreducerande åtgärder för markspår

Nedan följer en sammanfattning av resultaten redovisade i avsnitt 6.3 med tillhörande underavsnitt i tabellform där det framgår vilket behov av riskreducerande åtgärder som finns var vid vilket driftskede, se Tabell 9. Dessutom tillkommer olika krav från Trafikverket, exempelvis krav på skyddsräl i båda tunnlarna enligt TDOK 2014:038, samt påkörningsskydd för spårnära brostöd enligt TDOK 2014:0555, se 1.3 Avgränsningar, dessa krav omnämns nödvändigtvis inte vidare i detta avsnitt.

Sist i avsnittet finns ytterligare en tabell, se Tabell 10, som redovisar de olika riskreducerande åtgärderna samt vilka byggnader (inom utsatta fastigheter) som berörs av dessa vid vilket driftskede. Vidare i denna PM redovisas även en sammanfattande tabell där det framgår hur risknivåerna förändras (ökar, oförändrad, minskar) i en jämförelse mellan nuläge/nollalternativ och driftsatt utbyggd anläggning i 7.3.3 Riskminskning för tredje man.

Tabell 9. Sammanfattning av resultaten redovisade i avsnitt 6.3.

Skede, delsträcka	Omfattning av behovet av riskreducerande åtgärder	Värderingskriterier för värdering av risknivån
Tillfällig anläggning, samtliga delsträckor	Beräkningarna indikerar att mer omfattande riskreducerande åtgärder än skyddsräl inte är erforderligt för att upprätthålla tvåspårdriften på den tillfälliga anläggningen.	Riskenivåerna för den tillfälliga anläggningen ska inte förvärras jämfört med riskenivåerna för nuläget.

Skede, delsträcka	Omfattning av behovet av riskreducerande åtgärder	Värderingskriterier för värdering av risknivån
Driftsatt anläggning, markspår i Sundbyberg (km 7+900 – 7+655)	Om en fysisk barriär uppförs längs ytterspår indikerar beräkningarna att individrisken hamnar på acceptabla risknivåer. Beräkningarna indikerar även att införandet av enbart skyddsräl genererar en individrisknivå som ligger på oacceptabla nivåer eller högt inom ALARP-området inom 25 meter från järnvägsspår. Dessa resultat beaktar dock inte lokala riskreducerande egenskaper, exempelvis topografin eller andra redan vidtagna åtgärder. Med beaktan av dessa lokala förutsättningar kan det således vara tillräckligt med skyddsräl. Samhällsrisknivån minskar och ligger inom acceptabla nivåer oavsett om det anläggs skyddsräl eller fysisk barriär. Om skyddsräl väljs istället för fysisk barriär ska det utredas om det är möjligt att genomföra ytterligare åtgärder. Behovet av, och möjligheten att genomföra, ytterligare åtgärder kan variera och beror främst på aktuella lokala förutsättningar i omgivningen, topografi och andra befintligheter. Vilka riskreducerande åtgärder som erfordras och rekommenderas för respektive byggnad inom utsatta fastigheter till följd av den driftsatta anläggningen bedöms och redovisas i Metod- och beräkningsbilagans kapitel G, Åtgärder för utsatta fastigheter, driftsatt utbyggd anläggning.	DNV:s kriterier.

Skede, delsträcka	Omfattning av behovet av riskreducerande åtgärder	Värderingskriterier för värdering av risknivån
Driftsatt anläggning, markspår i Solna (km 5+095 – 4+400)	Om en fysisk barriär uppförs längs ytterspår indikerar beräkningarna att individrisken hamnar på acceptabla risknivåer. Beräkningarna indikerar även att införandet av enbart skyddsräl genererar en individrisknivå som ligger på oacceptabla nivåer eller högt inom ALARP-området inom 25 meter från järnvägsspår. Dessa resultat beaktar dock inte lokala riskreducerande egenskaper, exempelvis topografin eller andra redan vidtagna åtgärder. Med beaktan av dessa lokala förutsättningar kan det således vara tillräckligt med skyddsräl. Samhällsrisknivån minskar och befinner sig lågt inom ALARP-området för beräkningarna med skyddsräl som riskreducerande åtgärd. För beräkningarna med en fysisk barriär som riskreducerande åtgärd hamnar risknivåerna istället helt inom acceptabla nivåer. Om skyddsräl väljs istället för fysisk barriär ska det utredas om det är möjligt att genomföra ytterligare åtgärder. Behovet av, och möjligheten att genomföra, ytterligare åtgärder kan variera och beror främst på aktuella lokala förutsättningar i omgivningen, topografi och andra befintligheter. Vilka riskreducerande åtgärder som erfordras och rekommenderas för respektive byggnad inom utsatta fastigheter till följd av den driftsatta anläggningen bedöms och redovisas i Metod- och beräkningsbilagans kapitel G, Åtgärder för utsatta fastigheter, driftsatt utbyggd anläggning.	DNV:s kriterier.

I Tabell 10 nedan redovisas de föreslagna riskreducerande åtgärderna samt för vilken fastighet (byggnad inom fastigheten) som berörs av den föreslagna riskreducerande åtgärden. För mer information och bedömning se Metod- och beräkningsbilagan. I bilagan framgår det även möjliga alternativa riskreducerande åtgärder.

Tabell 10. Sammanställning över vilka riskreducerande åtgärder som krävs för vilken fastighet (byggnad inom berörd fastighet) vid de olika skedena.

Skede (driftsatt anläggning eller tillfällig anläggning)	Fastighet (byggnad inom berörd fastighet)	Riskreducerande åtgärd
Driftsatt anläggning	Krubbarn 4	Inga utöver konstruktionsmässiga förutsättningar
	Kranen 1	Inga utöver konstruktionsmässiga förutsättningar
	Albygård 1 och 3	Inga utöver konstruktionsmässiga förutsättningar
	Bangården 4	Fysisk barriär
	Vargen 3 och Vargen 14	Fysisk barriär
	Hälla 15	Fysisk barriär
	Hälla 16	Fysisk barriär
	Hälla 17	Fysisk barriär
	Hälla 18	Fysisk barriär
	Hälla 19	Skyddsräll
	Tegen 6	Fysisk barriär
	Albydal 3	Skyddsräll
	Ängen 1	Byggnad kommer rivas, inga åtgärder
	Lönnen 13	Inga utöver konstruktionsmässiga förutsättningar
	Ekdungen 1, Järnvägsgratan 21 och 23	Inga utöver den naturliga nivåskillnaden
Tillfällig anläggning	Ängen 1	Byggnad kommer rivas, inga åtgärder
	Kilen 1	Bevara skyddande jordvall mellan byggnad och spår
	Kabeln 6, TKF-Huset & KKF-Huset	Skyddsräll
	Plåten 1, 3 och 8	Skyddsräll

Skede (driftsatt anläggning eller tillfällig anläggning)	Fastighet (byggnad inom berörd fastighet)	Riskreducerande åtgärd
Tillfällig anläggning	Kiosken 1	Denna byggnad ska rivas. Om detta sker innan den tillfälliga anläggningen driftsätts, alternativt att ingen verksamhet bedrivs i byggnaden under drifttiden av den tillfälliga anläggningen, erfordras inga riskreducerande åtgärder. I annat fall behövs riskreducerande åtgärder.
	Sundbyberg 2:78	Inga utöver konstruktionsmässiga förutsättningar för den tillfälliga perrongen
	Cirkusängen 6	Byggnaden har existerande åtgärder, inga åtgärder
	Stenhöga 1	Befintlig lastkaj skyddar bakomliggande byggnadsdelar. Inga ytterligare åtgärder bedöms nödvändiga.
	Skytteholm 2:8	Trafikverket äger byggnaderna inom fastigheten. Byggnaderna kommer att vara utrymda under tiden då den tillfälliga anläggningen trafikeras. Inga ytterligare riskreducerande åtgärder bedöms vara nödvändiga givet att byggnaderna utryms.
	Huvudsta 2:23	Byggnaden kommer utgöra arbetsplats, inga åtgärder.
	Huvudsta 3:1	Jordskärning längs fastigheten Kranen 1 skyddar transformatorstationen från urspårningar på U-spåret. Inga ytterligare åtgärder bedöms nödvändiga om jordskärningen behålls. De tillfälliga studentbostäder som låg längs Oskarsrogatan och inom 30 meter från tillfällig anläggning har avlägsnats.
	Huvudsta 3:27	Jordskärning längs fastigheten Kranen 1 skyddar el-stationen på Huvudsta 3:27 från urspårningar på U-spåret. Inga ytterligare åtgärder bedöms nödvändiga om jo.

7 Värdering av olyckor med mycket stora konsekvenser

Resultaten från hittillsvarande arbete med att värdera risker för tredje man och resenärer i Mälarbanan visar att det finns en mycket låg, men inte försumbar sannolikhet för en olycka med ett potentiellt mycket stort antal omkomna (fler än 1000 personer). Det kan samtidigt konstateras att det saknas ett allmänt accepterat kriterium eller procedur för hur olyckor med fler än 1 000 omkomna ska värderas. Detta gör att det inte är självklart hur den uppkomna situationen ska hanteras.

Trafikverkets kriterier (2) för resenärer i trafiksystem tunnel-tåg slutar där antalet dödsfall är 1000. Vid mycket stora olyckor med mer omfattande konsekvenser finns inga definierade kriterier att förhålla sig till. Ett möjligt förhållningssätt skulle kunna vara att förlänga linjerna som definierar ALARP-området.

DNV:s förslag till kriterium för samhällsrisk anger ingen övre gräns när det gäller konsekvenser utan menar att denna typ av frågor snarare bör adresseras kvalitativt (4).

Det finns således anledning att problematisera och resonera kring händelser med fler än 1000 omkomna samt beskriva hur projektet går tillväga för att bedöma dessa händelser. För projekt Mälarbanan har ett kvalitativt arbete genomförts utifrån följande punkter:

- Diskussion kring antaganden, orsaker och frekvenser för scenarier med mycket stora konsekvenser.
- Jämförelse av PLL-tal (Potential Loss of Life) med andra järnvägstunnlar i Sverige.
- Genomgång av möjliga åtgärder som potentiellt kan minska risken för stora olyckor.
- Resonemang kring anläggningens samhällsnytta.

7.1 Potential för olyckor med mycket stora konsekvenser i tunnlarna

Utbyggnationen av järnvägsspåren i centrala Sundbyberg och Solna möjliggör en markant ökning i antal resande på sträckan. Samtidigt kan olyckor med farligt gods i tunnlarna på sträckan få stora konsekvenser för resenärerna, då tunnelinneslutningen förvärrar förloppet av en farligt gods-olycka.

Även om det grundläggande antagandet att självutrymning aldrig är möjlig i samband med en farligt gods-olycka i tunnel kan betraktas som konservativt, t.ex. vad gäller olyckor som exempelvis mindre bränder i klass-3 vätskor, finns det scenarier som inte kvantifierats eftersom de avfärdats som alltför osannolika. Detta innebär dock inte att de inte kan inträffa. Det är således viktigt att poängtera att beräkningsresultatet från de kvantitativa analyser som genomförts endast ger en förenklad bild av verkligheten.

Mälarbanans säkerhetskoncept bygger på filosofin att två av varandra oberoende allvarliga händelser eller olyckor inte inträffar samtidigt till följd av den extremt låga sannolikhet för detta. Detta

förhållningssätt har även varit utgångspunkten i andra liknande tidigare genomförda tunnelprojekt, såsom t.ex. Citybanan och Västlänken.

Låg frekvens för olycka med farligt gods i tunnlarna

Frekvensen för en olycka med farligt gods i tunnlarna som kan medföra katastrofala konsekvenser är mycket låg. Olycksfrekvensen för en urspårning av en farligt gods-vagn i Sundbybergstunneln bedöms uppgå till $8,15 \cdot 10^{-6}$ per år. För att sätta storleksordningen på frekvensen i proportion kan det konstateras att International Atomic Energy Agency (IAEA) rekommenderar att ägare av kärnkraftsanläggningar måste uppvisa att risken för händelsen reaktorskada¹³ inte överstiger 10^{-6} per reaktorår (30).

PLL-tal

Vidare har ett PLL-tal (Potential Loss of Life) beräknats för att åskådliggöra för samhällsrisakens storlek. PLL- talet är ett mått som anger risken att förolyckas i förhållande till någon lämplig exponeringsvariabel, t.ex. personkilometer eller år. Det säger dock inte något om storleken på de förväntade olyckorna och beaktar därmed inte frågan om riskaversion (den ökande motviljan mot olyckor med allt större konsekvenser). I Transportstyrelsens rapport (31) från år 2016 föreslås att den övre gränsen för PPL-talet, förväntat antal omkomna per miljon personkilometer i tunnelsystem (vägtunnlar, järnvägstunnlar, tunnelbanan), ej bör överstiga $7,9 \cdot 10^{-4}$. I Tabell 11 redovisas PPL-tal från tidigare projekterade järnvägstunnlar.

¹³ En reaktorskada omfattar den totala frekvensen av skador på anläggningen där en signifikant mängd radioaktivt material frigörs från sitt tilltänkta område eller behållare på ett sådant sätt att integriteten av nästa fysiska barriär, för att förhindra ett utsläpp, hotas (30).

Tabell 11. PPL-tal (förväntat antal omkomna per miljon personkilometer) för jämförbara tunnelsystem i Sverige

Anläggning	PPL-tal (förväntat antal omkomna per miljon personkilometer)
Hallandsåsen	$2,4 \cdot 10^{-4}$
Västlänken	$4,1 \cdot 10^{-5}$
Citybanan	$9,6 \cdot 10^{-6}$
Strängnästunneln	$5,3 \cdot 10^{-5}$
Krokbergstunneln	$4,5 \cdot 10^{-4}$

I Tabell 12 nedan redovisas beräknade PPL-tal för Sundbybergstunneln beroende på omfattningen av farligt gods-transporter på Mäljarbanan.

Tabell 12. PPL-tal (förväntat antal omkomna per miljon personkilometer) för Sundbybergstunneln.

Sundbybergstunneln	PPL-tal (förväntat antal omkomna per miljon personkilometer)
Grundberäkning	$4,5 \cdot 10^{-7}$
Andel FAGO-vagnar = Toppnotering Mäljarbanan år 2014	$1,7 \cdot 10^{-6}$
Andel FAGO-vagnar = Toppnotering Mäljarbanan år 2014; Sannolikheten för stopp i tunnel vid brand i persontåg = 0,05	$1,8 \cdot 10^{-6}$

Beräkningarna visar på att PPL-talet för Sundbybergstunneln är markant lägre än den övre gränsen som föreslås i Transportstyrelsen rapport (31). Vidare är PPL-talet för Sundbybergstunneln lägre än för jämförbara tidigare projekterade järnvägstunnlar i Sverige.

7.2 Åtgärder

Genomförda känslighetsanalyser indikerar att olyckor med farligt gods ger det största bidraget till risknivån för tunnarna. Farligt gods-transporterna är också de som bedöms kunna medföra en potential för olyckor med mycket stora konsekvenser (fler än 1000 omkomna) i anläggningen.

Därför har ett antal riskreducerande åtgärder med syfte att minska risken för farligt gods-olyckor i tunnarna utretts, se Tabell 13. I Tabell 14 listas åtgärder för Sundbyberg station. I tabellerna ges också en kvalitativ bedömning kring åtgärdernas effekt.

Tabell 13. Åtgärder som kan övervägas för att potentiellt minska risken för olyckor med farligt gods i Sundbybergs- och Huvudstatunneln.

Åtgärd	Beskrivning	Kommentar
Tätare utrymningsvägar	Kortare avstånd mellan utrymningsvägar	Tidigare genomförda kostnads/nyttoanalyser på reducerade avstånd mellan utrymningsvägar i järnvägstunnlar indikerar en mycket låg kostnadseffektivitet (31). Medelavståndet mellan utrymningsvägarna i tunnarna är cirka 240 meter. Detta avstånd är mindre än för tidigare jämförbara järnvägstunnlar i Sverige, såsom t.ex. Citybanan och Västlänken, där avståndet mellan utrymningsvägarna uppgår till cirka 300 meter. Effekten av en förtätning av utrymningsvägarna bedöms vara begränsad vid olyckor med farligt gods och scenarier med potentiellt stort antal omkomna reduceras ej. Givet ovanstående bedöms en förtätning av utrymningsvägarna i tunnarna ej vara skäligen.
Förstärkning av tunnel	Förstärkning av tunnelns konstruktion för att bättre klara en explosion.	Har effekt för tredje man ovanpå och nära tunneln, men för resenärer enbart marginell effekt. Riskenivåer för tredje man längs tunnarna bedöms ligga inom acceptabla nivåer. Eftersom åtgärdens effekt på resenärer endast är marginell bedöms åtgärden inte vara kostnadseffektiv för att minska riskenivåer för resenärer.
Sprinkler	Minskar risken för att brand ska spridas	Kan ha viss effekt mot farligt gods-olyckor då sprinkler minskar risken för att brand sprids och involverar en vagn med farligt gods. Utrymning av järnvägstunnlar bedöms dock vara avslutad innan risk för brandspridning mellan vagnar föreligger (32). Införandet av sprinkler kan även förvärja konsekvenserna vid en brand i tunneln då brandgaslagret kommer att kylas ner och hamna närmre gångbanan. Sprinklern kan ha en konsekvensreducerande effekt vid brand i öppna godsvagnar.

Åtgärd	Beskrivning	Kommentar
Brandgasventilation	Utökad brandgasventilation med syfte att förbättra utrymningsmöjligheten	Begränsad/ingen effekt vid plötsliga/snabba förlopp i samband med farligt gods-olycka.
Förbättrad övervakning av tågstatus	Nya och mer avancerade varmgångs-/flamdetektorer	Bedöms ha viss effekt då sannolikheten för att "risktåg" hinner bromsa och stanna innan tunneln ökar. Dock kvarstår scenarier med potentiellt stort antal omkomna resenärer.
Ökad tillgång till brandvatten	Anläggningens brandvattensystem projekteras för att leverera ett flöde på minst 900 l/min i två timmar. Utökad kapacitet till 2*900 l/min är möjlig.	Begränsad/ingen effekt vid plötsliga/ snabba förlopp i samband med farligt gods-olycka. Bedöms kunna ha viss effekt vid en räddningsinsats i tunneln. Dock bedöms självutrymning vara slutförd innan en räddningsinsats kan påbörjas.
Tågplanering	Att vid planering av tidtabell lägga godstrafiken på andra tider än då högtrafik råder.	Begränsad genomförbarhet då begränsning/styrning kommer i konflikt med ambitionen om att inte ha sådan styrning som kan vara konkurrenshämmande och medföra längre transporttider än önskat. Scenarier med potentiellt stort antal omkomna resenärer kvarstår.
Trafikstyrning av godstrafik	Godstrafik begränsas och får inte passera tunneln under högtrafik/ vid köbildning etc.	Har effekt – betydande minskning av riskpåverkan från farligt gods-olyckor. Begränsad genomförbarhet. Trafikledarna kan inte, med garanti, leva upp till villkoret/kravet.
Restriktion av godstrafik	Godstrafik förbjuds under de timmar då tunneln trafikeras av persontrafik	Har effekt – eliminering av riskpåverkan från farligt gods-olyckor. Ej genomförbart då godståg eller tåg med farligt gods ska tillåtas trafikera tunnelarna enligt projektförutsättningar.
Tom blocksträcka mellan tågen	Minskar sannolikheten för flera tåg samtidigt i tunneln.	Har viss riskreducerande effekt för alla olycksscenarier i tunneln. Ej genomförbart eftersom det innebär en kapacitetsminskning.
Längre blocksträcka	Minskar sannolikheten för flera tåg samtidigt i tunneln.	Har viss riskreducerande effekt för alla olycksscenarier i tunneln. Ej genomförbart eftersom det innebär en kapacitetsminskning.

Åtgärd	Beskrivning	Kommentar
Separat tunnelrör för godstrafik	Tunnlarnas utformning ändras med separata tunnelrör för godstrafiken.	Har effekt, minskning av riskpåverkan från farligt gods-olyckor. Ej genomförbart på grund av utrymmesbrist.
Övervakning/styrning vid kö	Möjlighet att vid kö kunna stanna och "köa" utanför tunnel minskar sannolikheten för flera tåg samtidigt i tunneln	Har viss riskreducerande effekt för alla olycksscenarier i tunneln. Trafikledarna kan inte, med garanti, leva upp till villkoret/kravet.
Att ej bygga tunnlar	Ersätta tunnlar med markspår	Riskreducerande effekt för resenärer, men ökad risk för tredje man. Medför att möjligheterna för stadsutveckling i området försvinner.

Tabell 14. Åtgärder som kan övervägas för att potentiellt minska risken för olyckor på Sundbyberg station.

Åtgärd	Beskrivning	Kommentar
Stationen utformas med rasdämpande konstruktion	Stationen utformas för att stå emot en explosionslast motsvarande en farligt gods-olycka	Har effekt om farligt gods-olyckan medför en explosion (klass 1 och 5). Dessa klasser transporteras i mycket begränsad mängd i nuläget (enligt statistik från 2008 - 2016). Vidare medför åtgärden enbart riskreduktion om farligt gods-olyckan inträffar precis invid stationen. Åtgärden innebär att stationen inte riskerar rasa samman i samma utsträckning. Dock bedöms resenärerna på plattformar omkomma till följd av tryckvågen. Avseende den stationsutformning som beaktats i denna rapport bedöms riskreduktionen från åtgärden vara begränsad. Om förutsättningarna ändras och stationen projekteras för en annan utformning med exempelvis fler våningar med affärer/caféer behöver en ny riskanalys genomföras och då kan denna riskreducerande åtgärd bli aktuell.

Åtgärd	Beskrivning	Kommentar
Begränsa antalet resenärer på stationen	Begränsar antalet resenärer som samtidigt kan/får vistas på stationen vid ett och samma tillfälle	Åtgärden har effekt genom att färre resenärer omkommer till följd av en olycka. Dock medför denna åtgärd kapacitetsbegränsningar och motverkar att fler individer nyttjar tågtrafiken i framtiden. Tillfälliga åtgärder för att begränsa personantalet på stationen vid evenemang i närområdet eller vid tillfälliga trafikstörningar har beaktats inom projektet. Dock anses inte permanenta åtgärder för att begränsa antalet resenärer på stationen skäligen eftersom det hämmar nyttan med utbyggnaden av anläggningen i allt för stor utsträckning.
Restriktion av tillåtna verksamheter på stationen	Begränsa vilka verksamheter som tillåts i stationsbyggnaden	Bedömningarna i denna underlagsrapport har enbart beaktat byggnader och verksamheter nödvändiga för järnvägsdriften. Om annan byggnation önskas inom järnvägsanläggningen eller i dess närhet ska en ny riskanalys genomföras, och erforderliga riskreducerande åtgärder vidtas. Detta gäller exempelvis för andra verksamheter på stationen eller för bostäder på eller i närheten av järnvägsanläggningen.

Några åtgärder som skulle kunna ha viss riskreducerande effekt för olyckor i tunnlarna och kunna vara praktiskt genomförbara är: tätare utrymningsvägar, förstärkning av tunnel, sprinkler, ventilation, övervakning av tågstatus samt övervakning/styrning vid kö.

Åtgärder som skulle kunna ha viss riskreducerande effekt för olyckor på Sundbyberg station och kunna vara praktiskt genomförbara är: att stationen utformas med rasdämpande konstruktion samt restriktion av tillåtna verksamheter på stationen.

De analyser som gjorts har visat på att det är olyckor med farligt gods som ger det största bidraget till risknivån för resenärer i tunneln och på plattformar.

Åtgärder som nämnts ovan: tätare utrymningsvägar, förstärkning av tunnel, förbättrad brandgasventilation samt rasdämpande konstruktion av stationen, påverkar inte i någon nämnvärd utsträckning risken för resenärerna vid en farligt-godsolycka.

Av de åtgärder som nämns ovan är de som bedöms kunna ha effekt på risken för farligt gods-olycka: övervakning av tågstatus samt övervakning/styrning vid kö. Dessa åtgärder rör trafikstyrningen av systemet och kan inte regleras i järnvägsplanen.

7.3 Samhällsnytta

Samhällsnyttan som projektet medför bör även beaktas vid värdering av olyckor i anläggningen med mycket stora konsekvenser. I detta avsnitt har samhällsnyttan delats upp i hållbarhet, stadsutveckling, och riskminskning för tredje man.

7.3.1 Hållbarhet och kapacitetsökning

Det finns en strävan i samhällsutvecklingen och en politisk vilja att på ett övergripande plan föra över person- och godstransporter från väg till järnväg. Detta på grund av att järnväg är ett av de säkraste transportsätten förutom att det också är mindre miljöbelastande än exempelvis vägtrafik.

Utbyggnaden av Mälarbanan kommer att medföra en betydande kapacitetsökning på järnvägssträckan.

Utbyggnationen av Mälarbanan innebär en hållbar samhällsutveckling då det är i linje med samhällets strävan mot ett mer klimatsmart resande.

7.3.2 Stadsutveckling

Det faktum som utgörs av att städerna förtätas och att fler personer väljer att bo i Sveriges storstäder ställer krav på en utvecklad transportinfrastruktur. Detta ställer också krav på hur medborgarnas exponering för olika risker utvecklas. Kapaciteten att transportera en stor mängd människor behövs för att Solna stad och Sundbybergs stad ska kunna fortsätta utvecklas. Projekt Mälarbanan kan därmed vara viktigt för att skapa möjligheter för utveckling av nya bostadsområden och verksamheter. Detta beror på den begränsning av omgivningsriskerna som förläggningen av spåren i tunnlar innebär.

7.3.3 Riskminskning för tredje man

I stor utsträckning visar anläggningen på en betydande riskminskning för tredje man gentemot nuläget. Riskpåverkan från farligt gods-olyckor byggs i hög utsträckning bort i och med tunnlar och tråg. Jämfört med markspår innebär tunnelarna dock en något ökad risk för personresande avseende olyckor med farligt gods.

Tabellen nedan redovisar hur risken för tredje man minskar/ökar i och med anläggningen jämfört med nuläget/nollalternativ.

Tabell 15. Förändring av risken för tredje man och för resenärer vid en jämförelse mellan driftsatt utbyggd anläggning och nuläget/nollalternativet. Delsträckan har samma uppdelning som för de kvantitativa beräkningarna i denna underlagsrapport.

	Markspår i Sundbyberg	Sundbybergstunneln	Tråget	Huvudstatun n	Markspår i Solna	Anslutningsspåret till Tomtebodas godsbangård
Resenär	Oförändrat ¹⁴	Ökar ¹⁵	Oförändrat ¹⁴	Ökar ¹⁵	Oförändrat ¹⁴	-
Tredje man	Minskar ¹⁶	Minskar ¹⁶	Minskar ¹⁶	Minskar ¹⁶	Ökar ¹⁷	Ökar ¹⁸

¹⁴ Järnvägsspåren kommer bytas ut med nya spår, växlar och teknik.

¹⁵ Ökar då det i nuläget/nollalternativet inte finns någon tunnel. Dock genomförs säkerhetsvärderingar för att säkerställa att risknivån fortfarande kan accepteras.

¹⁶ Den fysiska barriären som tunnel, tråg, eller topografin utgör medför en lägre risknivå för tredje man.

¹⁷ Förändrad befolkningssituation vilket innebär viss ökning i risknivån för tredje man vid sträckan.

¹⁸ Detta anslutningsspår utgör en ny dragning och blir därför en ny tillkommen risk för tredje man. Dock kommer spåret att trafikeras av få godståg med en reducerad hastighet.

8 Diskussion

I detta kapitel diskuteras resultaten i föregående kapitel. Kapitlet avslutas med allmänna kommentarer kring resultaten.

8.1 Osäkerheter

Riskbedömningar är alltid förenade med osäkerheter, i större eller mindre utsträckning. Kunskapsosäkerheter (förknippade med bl.a. underlagsmaterial och beräkningsmodeller) som analysens resultat är baserat på kan reduceras med till exempel tillgång till mer detaljerade data. De antaganden och förutsättningar som främst är belagda med osäkerheter är:

- Information om andelen farligt gods på järnvägen. Detta gäller dock främst för den framtida driften då prognoser saknas.
- Konsekvensområden.
- Framtida förändringar av järnvägstrafiken och farligt gods-trafiken.
- Persontätheten.

I riskbedömningen i denna underlagsrapport har det gjorts ett antal antaganden p.g.a. avsaknad av data. De antaganden som gjorts har därför konsekvent varit konservativa, för att säkerställa att riskerna inte underskattas. På grund av att de antaganden som gjorts är konservativa bedöms osäkerheterna i analysen inte påverka värderingen av riskerna så att de underskattas. Känslighetsanalyser genomförs dock för att verifiera hur stor inverkan gjorda antaganden har på resultatet. Detta främst för att ta höjd för osäkerheter i det statistiska underlaget samt eventuella framtida förändringar.

I bedömningen i denna underlagsrapport har målet därför varit att det är bättre att beskriva en, utifrån nuvarande vetenskap, realistisk framtida situation och genomföra känslighetsanalyser. Vidare ska också påpekas att riskbedömningar av detta slag aldrig ska beaktas som statiska.

För att säkerställa de antaganden som gjorts i säkerhetskonceptet kommer i det fortsatta arbetet utarbetas åtgärds- och beredskapsplaner. Planerna beskriver rutiner för att hantera akuta och oönskade händelser, exempelvis stora personantal i Sundbyberg station i samband med större evenemang och/eller driftstörningar.

I många fall transporteras flera farligt gods-vagnar tillsammans i samma tågset. Hur denna samtransport ser ut är okänt och därmed inte beaktat i denna rapport. En risk finns dock i form av serieeffekter som kan uppstå om olika sorters farligt gods läcker ut och kommer i kontakt med varandra. Detta är dock inte en problematik som är förknippad enbart med detta specifika projekt, utan gäller för farligt gods-transporter på järnväg generellt.

I genomförda beräkningar har samma genomsnittliga persontätheter ansatts för hela det beaktade området. Det är dock osannolikt att lika många personer befinner sig inom järnvägens absoluta närområde som lite längre bort från järnvägen. Detta anses vara ett rimligt angreppssätt, eftersom de allra flesta olyckor har konsekvenser inom järnvägens absoluta närområde.

För att inte riskera att underskatta riskerna till följd av ovan nämnda osäkerheter i detta avsnitt är beräkningarna och bedömningarna konservativt genomförda. Om förutsättningarna ändras finns dock risk för att även resultaten påverkas. För att bedöma vilken påverkan förändrade förutsättningar kan medföra på resultaten genomförs en omfattande känslighetsanalys, se nästkommande avsnitt.

8.2 Känslighetsanalys

För att undersöka och bedöma hur stor inverkan gjorda antaganden har på resultatet och för att ta höjd för osäkerheter i det statistiska underlaget samt för eventuella framtida förändringar i järnvägstrafiken, genomförs känslighetsanalyser. De parametrar som har varierats i känslighetsanalysen för denna utredning är antalet farligt gods-transporter¹⁹, och fördelningen mellan de olika farligt gods-klasserna. Känslighetsanalyserna genomförs för både individrisk och samhällsrisk för respektive beräkning. För en närmre genomgång av känslighetsanalyserna se Bilaga F Känslighetsanalys.

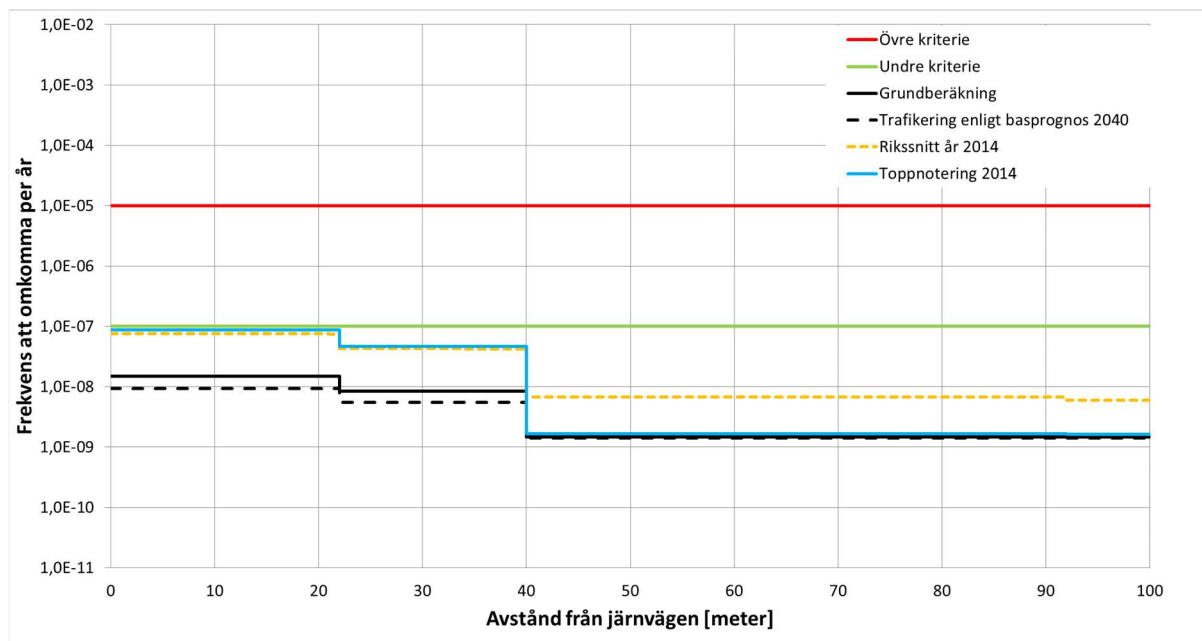
Statistiken över farligt gods-transporter baseras på statistik över farligt gods-transporterna på sträckan Huvudsta – Duvbo mellan åren 2008 till och med 2016. Om farligt gods-transporterna i framtiden kommer att avvika kraftigt från den tillgängliga statistiken finns risk för att resultaten påverkas. Hur stor denna påverkan bedöms kunna bli undersöks dock i känslighetsanalysen. Detta angreppssätt bedöms vara realistiskt eftersom hänsyn tas till de lokala flödena av farligt gods på sträckan Huvudsta – Duvbo. Om mängderna farligt gods kraftigt överskattas finns risk att riskreducerande åtgärder genomförs som annars inte hade behövts, exempelvis ut ett samhällsekonomiskt perspektiv, enligt 2 kap. 7 § miljöbalken. Om mängderna och/eller fördelningen av det transporterade farliga godset istället skulle underskattas finns risk att risknivåerna i värsta fall skulle kunna nå oacceptabla nivåer i framtiden. Således genomförs en känslighetsanalys över farligt gods-statistiken i syfte att undersöka resultatets känslighet mot förändringar av farligt gods-transporter på Mälarbanan.

Känslighetsanalysen är enbart utförd för delsträckan av driftsatt utbyggd anläggning som omfattar markspår och tunnelmynning i Sundbyberg, detta då det är den relativa skillnaden mellan risknivåerna som är av intresse. I känslighetsanalysen studeras enbart bidraget från olycksscenarioer med farligt gods då urspårningsrisken bedöms vara acceptabel givet redan föreslagna skyddsåtgärder.

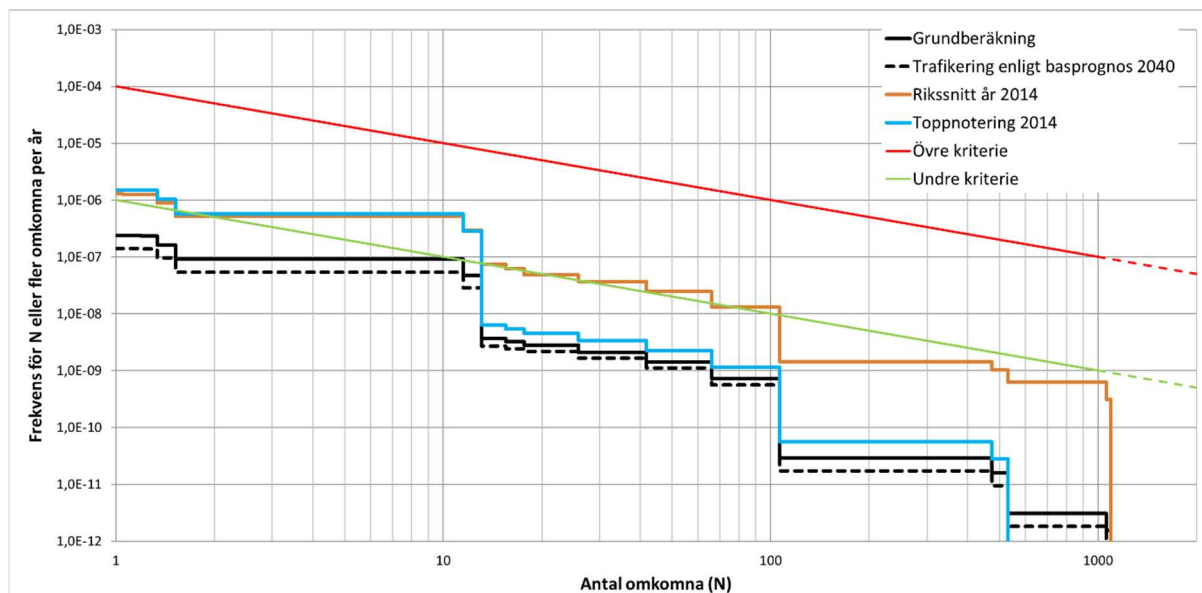
Resultaten av känslighetsanalysen redovisas i Figur 44 (individrisknivån) och Figur 45 (samhällsrisknivån). Av resultatet framgår att uppskattade individrisknivåer är robusta mot

¹⁹ Med antalet farligt gods-transporter avses hur stor andel av framförda godsvagnar på sträckan som innehåller RID-klassat gods. Konservativt antas alla godståg på sträckan transportera RID-klassat gods. I den riskanalytiska modellen uppskattas sannolikheten för att en FAGO-vagn ska delta i urspårningen givet händelsen urspårning godståg. Sannolikheten för följdhandelsen (urspårning FAGO-vagn) är beroende av hur stor andel av totalt antal framförda godsvagnar på sträckan som innehåller RID-klassat gods då en urspårning i snitt involverar 3,5 vagnar.

förändringar kopplade till transport av farligt gods. Även vid en markant ökning av farligt gods-transporterna ligger individrisken inom acceptabla nivåer. Samhällsrisknivån påverkas i en högre utsträckning men bedöms vara robust. Rikssnittet motsvarar i förhållande till de prognostiserade värdena en påtaglig ökning och medför att samhällsrisknivån hamnar lågt inom ALARP, på gränsen till acceptabla nivåer.



Figur 44. Känslighetsanalys, där enbart riskpåverkan från farligt gods-olyckor beaktas, för delsträckan av driftsatt utbyggd anläggning som omfattar tråg genom Solna.



Figur 45. Känslighetsanalys, där enbart riskpåverkan från farligt gods-olyckor beaktas, för delsträckan av driftsatt utbyggd anläggning som omfattar tråg genom Solna.

8.3 Sammanställning

För omgivningen kring delar av driftsatt utbyggd anläggning som går i tunnlar och tråg bedöms individrisken ligga inom acceptabla nivåer. Samhällsrisken ligger på acceptabla nivåer men gränsar till ALARP-områdets undre gräns.

Kring markspåren råder en förhöjd risknivå, för så väl individ- som för samhällsrisken, som på vissa ställen även når oacceptabla nivåer till följd av mekaniska konsekvenser kopplat till urspårning, se 8.2 Känslighetsanalys och 5.3.1.7 Sammanställning av kvantitativt hanterade scenarier.

Detta har medfört att arbetet med att utreda riskreducerande åtgärder har fokuserats på att begränsa risken för omgivningspåverkan vid urspårningar på markspår.

Generellt har konservativa antaganden gjorts, men där det har varit möjligt har representativa värden istället använts som sedan har känslighetsanalyserats. Känslighetsanalyserna avseende omfattningen av farligt gods-transporter indikerar att resultaten och slutsatserna i denna rapport är robusta. Även vid högre flöden av farligt gods bedöms risknivåerna för tredje man och omgivning inte motivera ytterligare skyddsåtgärder för befintlig bebyggelse.

9 Fortsatt arbete i kommande projektskeden

I detta kapitel redovisas kortfattat behovet av fortsatt arbete med risk- och säkerhetsfrågor i kommande projektskeden.

9.1 Byggskedet

Risker för tredje man, resenärer och ombordpersonal ska kontinuerligt följas upp av entreprenör. Detta innefattar fortsatt arbete, samråd och hantering av risker i byggskedet, krav på organisation samt samverkan mellan entreprenörer, Trafikverket och berörda aktörer.

Beaktande av resenärernas riskexponering vid trafikering förbi byggområden har inte analyserats i detalj i denna PM. Påverkan på tågtrafiken från byggarbetsplatsen har dock beaktats översiktligt i den produktionsplanering som tas fram i systemhandlingen. Under byggskedet pågår riskfyllda arbeten såsom tunga lyft och sprängning. Exempelvis kommer schaktning av bergmassor att utföras i nära anslutning till trafikerad järnväg. Detta medför att hänsyn behöver tas till vibrationer, stenkast samt luftstötsvågor till följd av sprängningsarbeten. En utförlig riskanalys avseende sprängningsarbetens påverkan på omgivningen behöver tas fram i kommande skeden av projektet.

9.2 Kommande planarbeten

Då det inte har tagits hänsyn till framtida stadsutveckling vid de bedömningar som genomförts är det av särskild vikt att riskfrågan utreds i kommande kommunal planering. Riskbedömningar måste genomföras vid framtida detaljplanläggning för att säkerställa att god planering utifrån hälsa och säkerhet uppnås. Bland annat måste förutsättningarna för utrymning via stationsuppgångar bevakas i kommande detaljplaner. Exempelvis får inte tillkommande byggnader begränsa personflöden från stationsuppgångarna.

Detaljplanen som möjliggör järnvägsanläggningen är vid framtagandet av denna underlagsrapport inte slutförd. Exempelvis har bedömningarna enbart beaktat stationsdelar nödvändiga för järnvägsdriften. Vid ny utformning av stationerna krävs kompletterande riskbedömningar.

En av avgränsningarna i denna underlagsrapport har varit att ytor på tunneltak och överdäckningar är obebyggda ytor med samma befolkningstäthet som för ytorna bredvid tunneltaket/överdäckningen. Förutsättningen har varit att det endast är byggnader tillhörande järnvägsanläggningen som kommer att uppföras på tunneltak/överdäckning. Denna underlagsrapport kan således inte användas för att motivera byggnation på tunneltaket/överdäckningen. Om sådan byggnation planeras i framtiden krävs kompletterande riskanalys.

9.3 Beredskap, insats och åtgärder

Riskanalysens giltighet förutsätter att det i det fortsatta arbetet utarbetas åtgärds- och beredskapsplaner. Planerna ska beskriva rutiner för att hantera akuta och oönskade händelser, exempelvis järnvägsolyckor (urspårningar, olyckor med farligt gods etc.), stora personantal i Sundbyberg station i samband med större evenemang och/eller driftstörningar.

Detta gäller även för vissa av de yttre händelser som identifierats i rapporten, såsom kraftig nederbörd, isbildning och bortfall av el. Dessa händelser kräver beredskap och insatser för att förhindra allvarlig händelse i form av allvarlig försening och/eller personsador. Vidare ska fullskaliga insatsövningar med räddningstjänsten genomföras innan tunnlarna får tas i drift.

Säkerhetskonceptet förutsätter en ledningscentral som övervakar driften av tunnlarna. Hur denna ledningscentral ska fungera rent organisatoriskt kommer att bestämmas i senare projektskeden. Ledningscentralens uppgift är bland annat att övervaka och styra funktionen av de säkerhetstekniska system som anläggningen förses med. System vars funktion är kritisk för personsäkerheten i anläggningen definieras i säkerhetskonceptet och dess tillförlitlighet kravställs i SITS (Säkerhet i Tekniska System). Beredskaps- och insatsplaner för agerande vid evakuering/utrymning och insats vid olika typer av järnvägsolyckor i tunnlarna ska upprättas.

Säkerhetsvärderingarna för tunnlarna avseende risknivåer för resenärers och ombordpersonal visar på en känslighet mot framtida kraftiga ökningar av farligt gods-transporter på sträckan. Grundberäkningen baserades på statistik över farligt gods-transporter under tidsperioden 2008-2016 (8), vilket anses representativt. Dock är det inte självklart att den efterfrågade transporten av farligt gods förblir på denna nivå under anläggningens hela drifttid, varpå denna fråga behöver bevakas.

En kravlista har tagits fram inom projektet. Kravlistan innehåller alla krav som ställs på järnvägsanläggningen för att säkerställa acceptabla risknivåer för omgivning, resenärer och ombordpersonal. Alla krav redovisas inte i denna underlagsrapport, men beaktas i det fortsatta arbetet med järnvägsanläggningen.

10 Slutsatser

Initialt kan det konstateras att risknivåerna för nuläget når oacceptabla nivåer längs med hela delsträckan Huvudsta - Duvbo.

10.1 Byggskedet

Med utgångspunkt i att risknivåerna för den tillfälliga anläggningen inte ska förvärras jämfört med risknivåerna för nuläget, indikerar beräkningarna att åtgärden skyddsräk samt utrymning av vissa särskilt utsatta byggnader är tillräckligt för att bedriva nulägets tvåspårdrift på den tillfälliga anläggningen. En sammanställning över vilka byggnader som berörs anges i Bilaga H.

För omgivningen sjunker generellt risknivåerna då trafiken flyttas från den tillfälliga anläggningen till den norra anläggningen. Detta till följd av tunneldelarnas riskreducerande effekt i form av ett fysiskt skydd mellan tågtrafiken och omgivningen. För resenärer och ombordpersonal på tågen ökar risknivån då de färdas genom de driftsatta norra tunnelrören i Sundbybergs- och Huvudstatunneln. Risknivåerna ligger dock inom ALARP-området enligt TDOK 2016:0231.

Risken för byggskedet bedöms vara acceptabel om de redovisade riskreducerande åtgärderna vidtas.

10.2 Driftskedet - Omgivningspåverkan

Med utgångspunkt i DNV:s kriterier indikerar beräkningarna för den driftsatta utbyggda anläggningen att riskpåverkan mot omgivningen ligger inom acceptabla nivåer utmed delsträckorna där spåren går i tråg eller tunnel.

Risken kvarstår på delvis oacceptabla nivåer utmed spåren som går i markplan. Jämfört med nuläget förändras individrisken endast marginellt medan samhällsriskerna ökar i Solna och minskar i Sundbyberg. Att samhällsriskerna i Solna ökar beror till stor del på en högre framtida befolkningstäthet samt ett kortare befolkningsfritt avstånd från spår. Även den ökande trafikeringen på Mälärbanan vid driftsatt utbyggd anläggning bidrar till den förhöjda risken.

Således behöver riskreducerande åtgärder vidtas för att uppnå acceptabla risknivåer för tredje man längs den driftsatta utbyggda anläggningens markspår. De riskreducerande åtgärder som krävs är åtgärder för att reducera konsekvensen av en urspårning. Riskreducerande åtgärder längs med markspåren är aktuellt för ett antal byggnader, varav vissa är samhällsviktiga. En sammanställning över vilka byggnader detta är anges i Bilaga G. De riskreducerande åtgärderna kan kombineras med andra åtgärder, t.ex. förstärkta bullerskydd, förstärkta stödmurar, skyddande jordvallar eller nivåskillnader.

10.3 Driftskedet – Påverkan på resenärer och ombordpersonal

Säkerhetsvärderingarna som genomförts för tunnlarna indikerar att risknivån för resenärer och ombordpersonal ligger under oacceptabla nivåer vid utvärdering mot kriterierna i TDOK 2016:0231. Trafikverket bedömer att införandet av fler skyddsåtgärder i systemet inte är skäligen i förhållande till kostnaden av erhållen riskreduktion.

För Mälarbanans tunnlar kommer det dock att finnas viss risk för olyckor som innebär mycket stora konsekvenser. Analysresultaten visar att det finns en mycket låg, men inte försumbar sannolikhet för en olycka med ett potentiellt mycket stort antal omkomna (fler än 1 000 individer). Dessa olycksscenarier har i denna rapport behandlats kvalitativt. Den sammanlagda bedömningen är att detta faktum kan accepteras baserat på att; frekvensen för dessa stora olyckor är extremt låg, att utbyggnaden innebär en total minskning av samhällsriskerna för tredje man samt att individrisken för resenärer och tredje man ligger inom acceptabla nivåer. Vidare innebär utbyggnaden av Mälarbanan en stor samhällsvinst med ökad transportkapacitet och möjlighet för stadsutveckling i Solna och Sundbyberg stad.

10.4 Övriga olycksscenarier

Det finns scenarier med mindre konsekvenser som också hanterats kvalitativt. Dessa är; plankorsningsolyckor, obehörigt intrång, personpåkörning, suicid och spårspång. Riskerna för plankorsningsolyckor bedöms minska eftersom de befintliga plankorsningarna byggs bort. Den nya plankorsningen som byggs för gång och cykeltrafik förses med bommar, signaler och ljus. Scenarierna obehörigt intrång, personpåkörning, suicid och spårspång hanteras genom den fysiska barriär som tunnlarna medför, fysiska barriärer i form av stängsel och bullerskyddsskärm samt åtgärder enligt säkerhetskonceptet.

Vidare har yttre händelser identifierats och bedömts kvalitativt. Ur bedömningen framgår att vissa av de yttre händelserna kräver beredskap och insatser för att förhindra allvarlig händelse i form av allvarlig försening.

10.5 Hela anläggningen

Slutligen bedöms risknivån för hela anläggningen under de olika skedena acceptabel om de redovisade riskreducerande åtgärderna vidtas. Detta innefattar det fortsatta arbete som beskrivs i föregående kapitel.

11 Referenser

1. **Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).** *Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om kommuners och landstings risk- och sårbarhetsanalyser.* 2015. MSBFS 2015:5.
2. **Trafikverket.** *Krav Tunnelbyggande TDOK 2016:0231.* u.o. : Trafikverket, 2016.
3. **Länsstyrelsen i Stockholms län.** Olof Paulin. *Samråd genom mailkonversation.* u.o. : Enheten för samhällsskydd och beredskap, 2015-10-20.
4. **Davidsson, Göran, Lindgren, Mats och Mett, Liane.** Värdering av risk. *FoU rapport - DNV.* u.o. : Statens Räddningsverk, 1997.
5. **Trafikverket .** *Mälarbanan Huvudsta - Duvbo, Verifiering av stationen med fotgängarsimulering.* 2018.
6. **Tyréns AB. Trafikverket.** *Anläggningsprojektspecifika krav Järnväg, Mälarbanan Huvudsta-Duvbo, Mälarbanan, utbyggnad till fyrspar-delsträcka Huvudsta - Duvbo. D.nr TRV 2014/6375.* 2014-09-04.
7. **Trafikverket.** Beslut från trafikverket, erhållet via mail från Maria Olsson. 2015-08-27.
8. **Anders Nilsson.** *Erhållen via mejl: Statistik över RID-S-transporter genom Sundbyberg år 2008-2016,.* u.o. : Trafikverket, 2017-09-14.
9. **Trafikanalys (Trafa).** *Bantrafik 2016.* Stockholm : Trafa, 2017.
10. **Green Cargo.** *Information erhållen via mail från Jan Pettersson, säkerhetsrådgivare på Green Cargo Produktion.* 2015-08-14.
11. **MSB.** *Trafikflödet på järnväg – 2006.* . [<http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Farligt-gods/Flodesstatistik/Jarnvag/>] 2013-08-09.
12. **Trafikverket.** *Disaggregering av prognos för godstransporter 2040 till Bansek, EVA, Sampers/Samkalk och TEN tec.* 2016.
13. **Anders Nilsson.** *Erhållen via mejl: Statistik över RID-S-transporter genom Sundbyberg år 2008-2016.* u.o. : Trafikverket, 2017-09-14.
14. **TRAFA (Trafikanalys).** *Bantrafik 2014.* u.o. : Sveriges officiella statistik, Trafikverket, 2015.
15. **Sundbybergs stad.** Snabbfakta. *Sundbybergs stad.* [Online] [Citat: den 14 10 2015.] <http://www.sundbyberg.se/om-sundbyberg/om-sundbybergs-stad/snabbfakta.html>.
16. **WSP analys och strategi.** *Befolkningsprognos för Sundbybergs stad år 2015-2030.* Sundbybergs stad : Stadsledningskontoret, 2015.
17. **Ekonomifakta.** Fakta och statistik. *Invånare i kommunen, Solna.* [Online] [Citat: den 14 10 2015.] <http://www.ekonomifakta.se/sv/Fakta/Regional-statistik/Alla-lan/Stockholms-lan/Solna/?var=17246>.
18. **Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).** *Vägledning för samhällsviktig verksamhet - Att identifiera samhällsviktig verksamhet och kritiska beroenden samt bedöma*

acceptabel avbrottstid. u.o. : Avdelningen för risk- och sårbarhetsreducerande arbete, Enheten för skydd av samhällsviktig verksamhet, Publ.nr: MSB620 - januari 2014. ISBN: 978-91-7383-392-9.

19. **Länsstyrelsen i Stockholms län**. Länskarta Stockholms län för professionella användare . [Online] [Citat: den 21 10 2015.] <http://www.lansstyrelsen.se/STOCKHOLM/SV/OM-LANSSTYRELSEN/OM-LANET/LANSKARTA-STOCKHOLMS-LAN/Pages/default.aspx>.

20. **Länsstyrelsen i Stockholms län**. *Beslut: Arvid Nordquist HAB:s anläggning i Solna stad omfattas av skyldigheterna för farlig verksamhet i enlighet med Lag om skydd mot olyckor*. Stockholm : u.n., 2010-03-23. Beteckning 452-09-060695.

21. **Trafikanalys**. *Bantrafikskador 2016 (Utdrag ur: Statistik 2017:25)*. u.o. : Trafikanalys, 2017.

22. **Länstyrelsen i Stockholms län**. *Riskhänsyn vid ny bebyggelse intill vägar och järnvägar med transporter av farligt gods samt bensinstationer*. 2000. 2000:01.

23. **MSB**. *ADR-S Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter (MSBFS 2009:2) om transport av farligt gods på väg och i terräng*. u.o. : Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.

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

25. **Trafikverket**. *PM RISK OCH SÄKERHET – TILLFÄLLIG ANLÄGGNING*. u.o. : Trafikverket, 2018.

26. **Faveo Projektledning**. *Säkerhetsvärdering enligt BVH 585.30 för Västlänkens tunnlars (AKF03-01-024-00_014)*. u.o. : Trafikverket, 2014.

27. **Trafikverket**. *NVDB på webb*. *NVDB på webb*. [Online] den 12 December 2018. <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>.

28. —. *Säkerhetsvärdering, Bilaga 2 Konsekvensbedömningar*. Göteborg : Trafikverket, 2016. 101107-22-025-112_Bilaga2.

29. —. *BVS 1586.26 - Banöverbyggnad - Plattformar. Geometriska krav vid ny- och ombyggnad*. u.o. : Trafikverket, 2015.

30. **International Atomic Energy Agency**. *Procedures for conducting probabilistic safety assessment for non-reactor nuclear facilities*. 2002.

31. **Transportstyrelsen**. *Säkerhetsmål för trafikanter i vägtunnlar, järnvägstunnlar och tunnelbana (Dnr TSG 2016-1621)*. u.o. : Transportstyrelsen, 2016.

32. **Trafikverket**. *Dimensionerande brandeffektkurvor i godståg*. Borlänge : Trafikverket, 2016.

33. **International Electrotechnical Commission (IEC)**. *International Standard 60300-3-9, Dependability management – Part 3: Application guide – Section 9: Risk analysis of technological systems*. Genève : u.n., 1995.

34. **International Organization for Standardization (ISO)**. *Risk management – Vocabulary – Guidelines for use in standards. Guide 73*. Genève : u.n., 2002.

35. **Mattsson, B.** Riskhantering vid skydd mot olyckor. *Problemlösning och beslutsfattande*. Karlstad : Räddningsverket, 2000.
36. **Nystedt, Fredrik.** Riskanalysmetoder. Lund : Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2000.
37. **Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län.** *Riskhantering i Detaljplanprocessen. Riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods*. u.o. : Länsstyrelserna i Skåne, Stockholms och Västra Götalands län, 2006.
38. **Vägverket.** *Väginformation 2008, Stockholms län*. 2008.
39. **Lag (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor.**
40. **Lag (2003:778) om skydd mot olyckor.**
41. **Fredén, Sven.** *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*. Borlänge : Banverket, 2001.
42. **Räddningsverket och Boverket.** *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner - Vägledningsrapport 2006*. u.o. : Statens Räddningsverk, Boverket, 2006.
43. **MSB.** u.o. : Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2009.
44. **Statens Räddningsverk.** *Förvaring av explosiva varor*. u.o. : handbok, dec 2006.
45. **VTI-rapport 387:4.** *Konsekvensanalys av olika olycksscenarioer vid transport av farligt gods på väg och järnväg*. u.o. : Väg- och transportforskningsinstitutet, 1994.
46. **Sven Fredén, Banverket.** *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen*. u.o. : Borlänge, 2001.
47. -. *Information erhållen via mail från Anders Nilsson, statistiker på Trafikverket*. 2015-07-15.
48. **Stadsbyggnadskontoret i Göteborg.** *Översiktsplan för Göteborg fördjupad för sektorn transporter av farligt gods bilagor 1-5*. Göteborg : u.n., 1997.
49. **WSP åt Trafikverket.** 9921-72-P_004-021-Schematisk spårplan tillfälligt spår (Uppdrag: Mälarbanan Huv-Dou). 2017.
50. —. 9921-72-P_004-021-Scematisk spårplan (Uppdrag: Mälarbanan Huv-Duo). 2018.
51. **Bergh, Jenny och Ruge, Armin.** E-post konversation. 2017.
52. **Väg- och transportforskningsinstitutet.** *Om sannolikhet för järnvägsolyckor med farligt gods, VTI-rapport 387:2*. 1994.
53. **Banverket och Räddningsverket.** *Säkra järnvägstransporter av farligt gods*. 2004.
54. **Purdy, Grant.** *Risk, analysis of the transportation of dangerous goods by road and rail*. u.o. : Journal of Hazardous materials, 33, 1993.
55. **FOI.** *Om explosionsbenägenhet vid olycka i samband med transport av farligt gods klass 5*. 2009.

56. **Länsstyrelsen i Skåne Län.** Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (RIKTSAM). *Bebyggelseplanering intill väg och järnväg med transport av farligt gods - Skåne i utveckling 2007:06.* 2007.
57. **Ministry of Transport and Water Management.** *CPR 18E: Guidelines for quantitative risk analysis 'Purple Book'.* Haag : Ministry of Transport and Water Management (Nederländerna), 1999.
58. —. *CPR 14E: Methods for the calculation of physical effects.* Haag : Ministry of Transport and Water Management (Nederländerna), 1996.
59. **Advisory Council on Dangerous Substances .** *Guidelines for quantitative risk assessment, "Purple book", CPR18E.* u.o. : Ministry of Transport (NL), 2005.
60. **Försvarets forskningsanstalt (FOA), Avdelningen för vapen och skydd: Fischer m.fl.** *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor - Metoder för bedömning av risker.* Tumba : u.n., 1997.
61. **Stefan Lamnevik AB.** *Verkan av explosioner i det fria.* 2010.
62. **Svenska gasföreningen.** *Åtgärder vid olycka under godstransporter.* 2004-04-20.
63. **LTH Brandteknik.** *Datorprogrammet Gasol.*
64. **Statens räddningsverk.** *Spridning i luft, Simulering av kemikalieutsläpp, version 1.1.0.19887, en del av Räddningsverkets informationsbank, RIB .*
65. **Brandteknik, Lunds tekniska högskola.** *Brandskyddshandboken, Rapport 3134.* u.o. : Lund, 2005.
66. **Trafikverket.** *Underlagsrapport disaggregering av prognos för godstransporter 2040 till Bansek, EVA, Sampers/Samkalk och Ten tec.* u.o. : Trafikverket, 2016. 978-91-7467-945-8.
67. **TYRÉNS.** *Risikanalys för detaljplan för del av Sundbyberg 2:11.* 2002. Uppdragsnummer: 200186.
68. **Solna stad.** Solna stad: Befolkningsprognos uppgifter från mars 2015. [Online] [Citat: den 19 10 2015.]
<https://www.solna.se/Global/Om%20Solna/statistik/Befolkningsprognos%20Solna%20stad%202014-2023.pdf>.
69. **Trafikverket.** *Personsäkerhet i järnvägstunnlar - Handbok för analys och värdering av personsäkerhet i järnvägstunnlar (BVH 585:30).* u.o. : Banverket, 2013. TDOK 2015:0166.
70. —. *BVF 586.65 - SKYDDSRÄLER, Regler för anordnande och konstruktiv utformning.* 2015.
71. **Faveo Projektledning AB.** *PM Metodbeskrivning-jämförande analys.* u.o. : Trafikverket, 2015.
72. **Stadsbyggnadskontoret Göteborgs Stad.** *Översiktplan för Göteborg, fördjupad för sektorn TRANSPORTER AV FARLIGT GODS.* 1997.
73. **FAVEO Projektledning/Brandskyddslaget.** *PM Statistik för brand i godståg (101107-22-025-120).* Göteborg : Trafikverket, 2015.
74. **Faveo Projektledning AB.** *Metodbeskrivning-jämförande analys.* u.o. : Trafikverket, 2015.

75. **AGA.** Gasol fakta | AGA Industrigaser. *Industrigaser, Sverige*. [Online] den 12 December 2018.
http://www.aga.se/sv/products_ren/propane/propane_facts/index.html.

76. **Ramböll, Tyréns, och White åt Stockholms läns landsting.** *Tunnelbana Akalla – Barkarby Station. Underlagsrapport Olycksrisker*. u.o. : Stockholms läns landsting, förvaltning för utbyggd tunnelbana, 2016-12-02.

Metod- och beräkningsbilaga

Denna bilaga består av 8 kapitel, vilka är:

- Kapitel A Omfattning av riskhantering och metod
- Kapitel B Yttre händelser
- Kapitel C Farligt gods-klasser
- Kapitel D Frekvensberäkningar
- Kapitel E Konsekvensberäkningar
- Kapitel F Känslighetsanalys
- Kapitel G Åtgärder för utsatta fastigheter, driftsatt utbyggd anläggning
- Kapitel H Åtgärder för utsatta fastigheter, tillfällig anläggning

A Omfattning av riskhantering och metod

Detta kapitel innehåller en beskrivning av begrepp och definitioner, arbetsgång och omfattning av riskhantering samt de metoder som använts.

A.1 Begrepp och definitioner

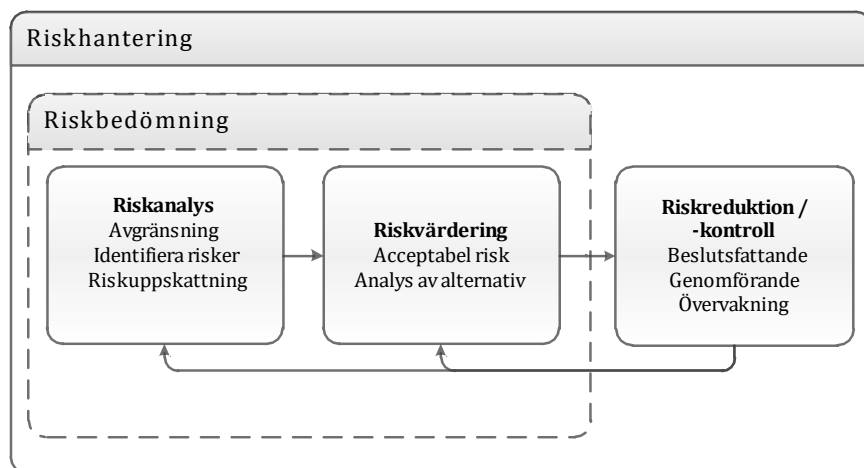
I samband med hantering av risker används en rad olika begrepp (se beskrivningar nedan) utifrån den s.k. riskhanteringsprocessen (33) (34).

Begreppet risk avser kombinationen av sannolikheten för en händelse och dess konsekvenser. Sannolikhet och frekvens används ofta synonymt, trots att det finns en skillnad mellan begreppen. Frekvensen uttrycker hur ofta något inträffar under en viss tidsperiod, t.ex. antalet bränder per år och kan därigenom anta värden som är både större och mindre än 1. Sannolikheten anger istället hur troligt det är att en viss händelse kommer att inträffa och anges som ett värde mellan 0 och 1. Kopplingen mellan frekvens och sannolikhet utgörs av att den senare kan beräknas om den första 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, i enlighet med de internationella standarder som beaktar riskanalyser i tekniska system (33) (34), riskidentifiering och riskuppskattning, se Figur 46.

Riskidentifieringen omfattar en inventering av riskobjekt samt en identifiering av scenarier som kan medföra oönskade konsekvenser för det som definierats som skyddsvärt, dvs. det som påverkas. Identifieringen visar vad som är av betydelse att behandla i MKB:n och fungerar således som ett sållningsverktyg för att avgöra vad som genererar betydande påverkan.

Riskuppskattning utgör en kvalitativ eller kvantitativ uppskattning av sannolikhet och konsekvens för respektive scenario.



Figur 46. Riskhanteringsprocessen.

Riskvärdering ingår tillsammans med riskanalysen i det som kallas **riskbedömning**. Riskvärderingen innebär att avgöra om uppskattade risker kan accepteras. Som en del av riskvärderingen kan det även ingå förslag till riskreducerande åtgärder och verifiering av olika alternativ.

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.

Riskhantering avser hela den process som innehåller analys, värdering och reduktion/kontroll, medan riskbedömning enbart avser analys och värdering av riskerna.

Nedanstående begrepp berör transport av farligt gods:

Farligt gods är ett samlingsbegrepp för farliga ämnen och produkter som har sådana egenskaper att de kan skada människor, miljö och egendom om de inte hanteras rätt under transport eller vid olycka.

Farligt gods-klasser, Farligt gods på järnväg delas in i nio olika klasser enligt det så kallade RID-systemet, som baseras på den dominerande risken som finns med att transportera ett visst ämne eller produkt. För närmare beskrivning av respektive klass, se kapitel C i denna bilaga. Farligt gods-klasser. De nio klasserna är:

Klass 1: Explosiva ämnen och föremål

Klass 2: Gaser (giftiga, brännbara samt övriga gaser)

Klass 3: Brandfarliga vätskor

Klass 4: Brandfarliga fasta ämnen, ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid kontakt med vatten samt självantändande ämnen

Klass 5: Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Klass 6: Giftiga ämnen och smittförande ämnen

Klass 7: Radioaktiva ämnen

Klass 8: Frätande ämnen

Klass 9: Övriga farliga ämnen och föremål

A.2 Riskanalysmetoder

Vad gäller riskanalysmetoder skiljer man ofta på kvalitativa, semi-kvantitativa och kvantitativa metoder enligt nedan:

I **kvalitativa** metoder används beskrivningar av typen *stor*, *mellan* eller *liten*. Eftersom det primära syftet med klassificeringen är att jämföra riskerna med varandra, görs inget försök att närmre precisera sannolikheter för olika utfall (35). Inom de kvalitativa metoderna ryms även logiska resonemang.

De **semi-kvantitativa** metoderna är mer detaljerade än de renodlat kvalitativa metoderna och innehåller delvis numeriska riskmått. De numeriska måtten behöver inte vara precisa, utan kan beteckna storleksordningar för att jämföra olika alternativ (35).

Kvantitativa metoder är helt numeriska och beskriver således risker med kvantitativa termer, exempelvis *förväntat antal omkomna per år* (36). Kvantitativa metoder för riskanalys relaterat till transport av farligt gods innefattar ofta uppskattning av riskmåten *individerisk* och *samhällsrisk*.

Riskbedömningen med avseende på urspårning och transport av farligt gods på järnväg genomförs med kvantitativa metoder, där det huvudsakliga angreppssättet är uppskattning av riskmåten *individerisk* och *samhällsrisk*.

A.3 Metod för inventering av skyddsvärda objekt

Som ett första steg genomförs en översiktlig inventering av skyddsvärda objekt genom kartstudier för vilka påverkan till följd av olyckor kommer att utredas närmare. Vid identifiering av skyddsvärda objekt har ett område inom 150 meter från spårområdet inventerats. Vald korridor har ansatts utifrån det avstånd som Länsstyrelsen anger i sina riktlinjer avseende planläggning intill transportleder för farligt gods (37). De 150 metrarna utgör dock ett riktvärde och den faktiska omgivningens beskaffenhet beaktas i bedömningen av vad som ska inkluderas i inventeringen (exempelvis exkluderas inte viktiga objekt som befinner sig precis bortom 150-metersgränsen om det bedöms att de kan utsättas för påverkan). Urvalet av skyddsvärda objekt är gjort utifrån projektets tolkning av miljöbalkens lydelse av människors hälsa och miljö. Ansatsen har kommunicerats och förankrats med Länsstyrelsen (3).

A.3.1 Samhällsviktig verksamhet

Enligt Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) definieras samhällsviktig verksamhet på följande vis: (1)

”En samhällsviktig verksamhet utgörs av en verksamhet som uppfyller minst ett av följande villkor:

1. Ett bortfall av eller en svår störning i verksamheten kan ensamt eller tillsammans med motsvarande händelser i andra verksamheter på kort tid 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.”

Generella exempel på samhällsviktiga verksamheter är skolor, vårdcentraler, sjukhus, banker, apotek, räddningstjänst, polis, infrastruktur, energiförsörjning och livsmedelsdistribution. Mälarbanan utgör därmed i sig en samhällsviktig verksamhet men beaktas separat.

Med skydd av en samhällsviktig verksamhet avses åtgärder och aktiviteter som behöver vidtas för att säkerställa förmåga och kontinuitet hos en samhällsviktig verksamhet, det vill säga aktiviteter som bidrar till förmågan till resiliens, att motstå eller begränsa konsekvenserna av allvarliga störningar, samt förmågan att återhämta sig från sådana störningar. Med allvarlig störning i samhällsviktig verksamhet avses en störning som innebär att verksamheten inte kan upprätthållas ens på lägsta acceptabla nivå. (18)

A.4 Metod för riskidentifiering

Som ett andra steg genomförs en riskidentifiering, vilket innefattar en systematisk genomgång av de riskkällor som förekommer i själva järnvägsanläggningen för att klargöra vilka olyckor som kan inträffa. Syftet med riskidentifieringen är att övergripande bedöma vilka olycksscenarier på den berörda järnvägen som kan påverka omgivningen. I denna riskutredning genomförs sålunda en bedömning av vilka olycksscenarier som skulle kunna generera en betydande påverkan och därigenom behöver studeras vidare för att avgöra deras effekt, konsekvens samt eventuella behov av riskreducerande åtgärder.

För att identifiera relevanta risker förknippade med transport av farligt gods, har en inventering av möjliga konsekvenser för olyckor som involverar respektive farligt gods-klass studerats och applicerats på Mälarbanans närområde. Samma sak har genomförts för tågolyckor i allmänhet, främst med fokus på urspårningar.

A.4.1 Inventering av riskobjekt

För att avgöra om det föreligger någon påverkan på den aktuella järnvägssträckningen från omgivningen har potentiella riskobjekt, främst i form av verksamheter och infrastruktur, inventerats inom 150 meter från järnvägen. Vald korridor har ansatts utifrån det avstånd som Länsstyrelsen anger i sin riskpolicy avseende markanvändning intill transportleder för farligt gods (37). Trots att riktlinjerna inte avser riskobjekt i form av verksamheter har avståndet ansetts rimligt att använda även för riskfyllda verksamheter och industrier.

Identifieringen baseras på sammanställningar från bland annat Länsstyrelsen, rekommenderade transportleder för farligt gods i Stockholms län (38) samt utredningar genomförda inom järnvägsplan och systemhandling.

De riskfyllda verksamheter som bedöms relevanta att beakta avseende påverkan på järnvägsanläggningen har begränsats till sådana verksamheter som omfattas av Sevesolagstiftningen (39) och Lag om skydd mot olyckor (40) 2 kap 4§. Detta då dessa lagstiftningar ställer särskilda krav med avseende på olyckspåverkan på omgivningen.

A.5 Metod för riskuppskattning

Det tredje steget blir att avgöra vilken risknivå som olyckshändelser kan generera. Detta omfattar de delmoment i riskhanteringsprocessen som avser riskuppskattning respektive riskvärdering. Risknivån bestäms genom att frekvens och konsekvens (skador på skyddsvärt objekt) skattas för de scenarier som bedömts kunna medföra betydande påverkan på respektive skyddsvärt objekt.

Med hjälp av Banverkets (nuvarande Trafikverket) rapport *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen* (41) beräknas frekvensen för att en järnvägsolycka, med eller utan farligt gods, inträffar på den aktuella sträckningen. För beräkning av frekvenser/sannolikheter för respektive skadescenario används händelseträdsanalys, se kapitel D Frekvensberäkningar.

Konsekvenserna av olika skadescenarier uppskattas utifrån litteraturstudier, datorsimuleringar och handberäkningar. Konsekvensuppskattningar redovisas mer omfattande i kapitel E Konsekvensberäkningar. Riskmåttet individrisk och samhällsrisk används för att uppskatta risknivån med avseende på identifierade risker förknippade med farligt gods-transporter samt mekaniska skador genererade av urspårning.

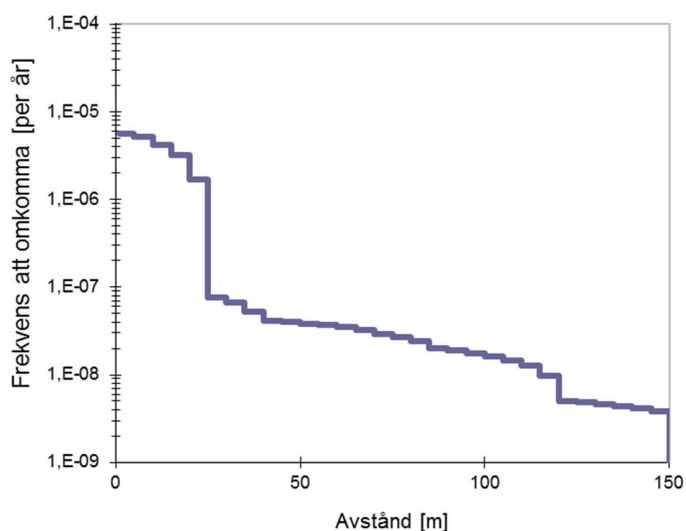
Vid uppskattning av risknivån avseende påverkan på människa används kvantitativa metoder och riskmått för att skatta, beskriva och värdera uppskattade effekter. Motsvarande metoder saknas för påverkan på samhällsviktiga verksamheter, varför bedömning av sådan påverkan sker kvalitativt.

Det är nödvändigt att använda sig av båda riskmåttet, individrisk och samhällsrisk, vid uppskattning av risknivån i ett område så att risknivån för den enskilde individen tas i beaktande (individperspektiv), samtidigt som hänsyn tas till hur stora konsekvenserna kan bli med avseende på antalet personer som samtidigt påverkas (samhällsperspektiv).

A.6 Individrisk

Med individrisk avses sannolikheten för att en enskild individ på en specifik plats (exempelvis på ett visst avstånd från en industri eller transportled) under en viss tidsperiod ska omkomma (4). För beräkning av sannolikheter för respektive scenario används händelseträdsanalys. Konsekvenserna beräknas med hjälp av bland annat olika kemikaliespridnings- och strålningsmodeller. Individrisken tar ingen hänsyn till hur många personer som kan förväntas omkomma till följd av en olycka och är därför oberoende av hur många människor som vistas i området. Individrisken kan sägas vara platsspecifik och ger ett mått på hur farligt det är för en enskild individ att vistas på ett visst avstånd från riskkällan. Individrisken är därmed samma längs en hel järnvägssträcka. Syftet med riskmålet är att se till att enskilda individer inte utsätts för oacceptabla risknivåer.

Individrisken kan redovisas i form av en individriskprofil, som visar frekvensen att omkomma per år som funktion av avståndet från riskkällan.



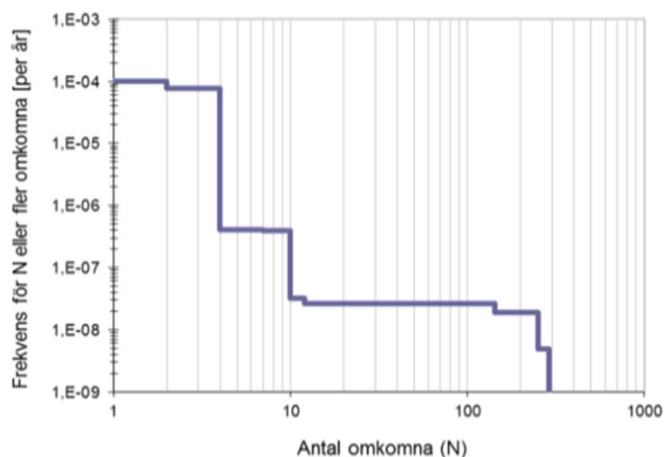
Figur 47. Exempel på individriskprofil.

A.7 Samhällsrisk

Samhällsrisk avser risken för att en grupp människor inom ett visst område ska omkomma. Jämfört med individrisk beaktar riskmättet samhällsrisk även hur stora konsekvenserna kan bli ur ett samhällsperspektiv, med avseende på antalet personer som påverkas vid olika skadescenarier. Hänsyn kan därmed tas till befolkningssituationen inom det aktuella området, i form av befolkningens mängd och persontäthet. Hänsyn tas även till eventuella tidsvariationer, som t.ex. att persontätheten i området kan vara hög under en begränsad tid på dygnet eller året och låg under andra tider.

Samhällsrisk redovisas ofta med en F/N-kurva (Frequency/Number), som visar den totala frekvensen för N eller fler omkomna till följd av de antagna olycksscenarierna. I F/N-kurvan illustreras hur ofta olyckor sker med ett givet antal omkomna personer och det går således att särskilja på frekvensen av olyckor med en liten konsekvens och olyckor med stor konsekvens.

Eftersom axlarna i grafen är logaritmiska är det svårt att avgöra hur stor skillnaden mellan två (eller flera) givna kurvor är. Därför kan samhällsrisk även presenteras som ett förväntat antal omkomna per år. Detta tal kan ses som ett medelvärde av hur många som förväntas omkomma per år och utgör ett mått på farligheten ur ett samhällsperspektiv.



Figur 48. Exempel på F/N-kurva för beskrivning av samhällsrisk.

A.8 Metod för riskvärdering

Genom att värdera risknivån gentemot uppsatta värderingskriterier går det att fastställa om uppskattad risk kan accepteras eller ej, samt avgöra om det finns behov av riskreducerande åtgärder.

Tredje man och omgivningspåverkan:

Anläggningen som helhet har sedan bedömts genom att betrakta samtliga delanalyser. Om samtliga risknivåer för de olika delanalyserna ligger under oacceptabla risknivåer i de olika delanalyserna, d.v.s. någon eller några risknivåer kan ligga inom ALARP-området, bedöms risknivån för anläggningen i helhet som acceptabel om nyttan med verksamheten anses mycket stor. För den tillfälliga anläggningen anses risknivån vara acceptabel om den inte försämras för omgivningen jämfört med nuläget risknivåer.

Resenärer och tågpersonal i tunnlar:

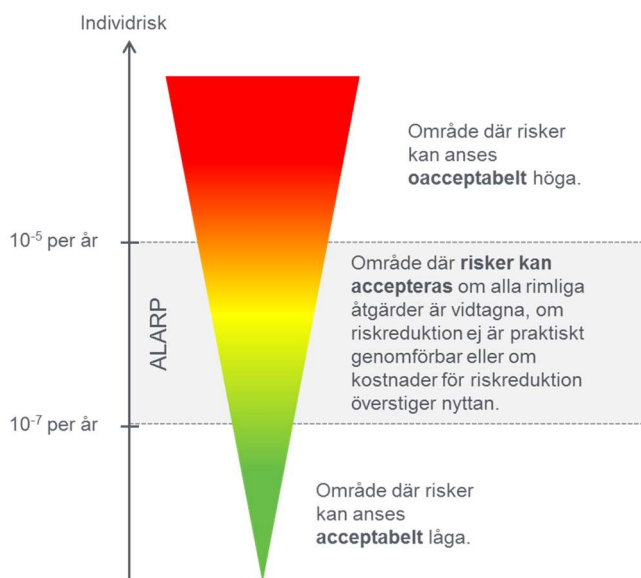
Risken för tunnlar får inte ligga inom området med oacceptabla nivåer vid utvärdering mot kriterierna för samhällsrisk i TDOK 2016:02:31. Om risknivån för anläggningen ligger inom ALARP-området ska, om byggherren anger, ytterligare säkerhetsåtgärder vidtas om de inte har orimligt stor kostnad i förhållande till riskreduktionen. I annat fall accepteras risken först om det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. Ligger samtliga risknivåer för de olika delanalyserna inom området för acceptabla risknivåer accepteras risknivån för anläggningen i helhet. Ytterligare kostnadsnyttiga förbättrande åtgärder kan vidtas för risker inom området med acceptabel risk.

A.9 Värderingsprincip

I Sverige finns inget nationellt beslut om vilket tillvägagångssätt eller vilka kriterier som ska tillämpas vid riskvärdering inom planläggningsprocessen. Praxis vid riskvärderingen är att använda Det Norske Veritas förslag på kriterier för individ- och samhällsrisk (4). Länsstyrelsen i Stockholm har tagit fram regionala riktlinjer för planläggning intill vägar och järnvägar där det transporteras farligt gods (24), där det rekommenderas att DNV:s kriterier bör gälla. Dessa värderingskriterier har därför valts och

använts för att beskriva och utvärdera risk för tredje man. Observera dock att för resenärer i tunnel gäller istället Trafikverkets ambitionsnivå enligt TDOK 2016:0231.

Risker kan kategoriskt indelas i tre grupper; *acceptabla*, *risker som kan tolereras om alla rimliga åtgärder är vidtagna* eller *oacceptabla*.



Figur 49. Princip för värdering av risk vid fysisk planering.

Följande förslag till tolkning rekommenderas:

- Risker som klassificeras som oacceptabla värderas som oacceptabelt höga och tolereras därmed ej. Dessa risker kan vara möjliga att reducera genom att åtgärder vidtas.
- De risker som bedöms tillhöra den andra kategorin värderas som acceptabla om alla rimliga åtgärder är vidtagna, dvs. om inte kostnaden för åtgärden är helt oproportionerlig i förhållande till den erhållna riskreduktionen. Risker i denna kategori ska behandlas med ALARP-principen (As Low As Reasonably Practicable). Risker som ligger i den övre delen, nära gränsen för oacceptabla risker, accepteras endast om nyttan med verksamheten anses mycket stor och det är praktiskt omöjligt att vidta riskreducerande åtgärder. I den nedre delen av området bör inte lika hårda krav ställas på riskreduktion, men möjliga åtgärder skall beaktas. Ett kvantitativt mått på vad som är rimliga åtgärder kan erhållas genom kostnads-nyttoanalys.
- De risker som kategoriseras som låga kan värderas som acceptabla. Dock bör möjligheter för ytterligare riskreduktion undersökas. Riskreducerande åtgärder, som med hänsyn till kostnad kan anses rimliga att genomföra, ska genomföras.

A.10 Acceptanskriterier individrisk

För individrisk föreslår DNV följande kriterier:

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

Den övre gränsen för område där risker kan kategoriseras som låga motsvarar, eller är lägre än, risken att omkomma till följd av naturolyckor (risk att omkomma till följd av träff av blixn anges ofta till 10^{-7} per år, samlad risk relaterad till naturolyckor anges ofta till 10^{-6} per år). En beräknad risknivå på 10^{-7} per år bör därför, även med hänsyn till osäkerhet i analysen, innebära att en individs totala risknivå inte påverkas signifikant. Det förefaller inte rimligt att kräva att större resurser skall satsas utöver detta. Den övre gränsen för område där risker, under vissa förutsättningar, kan accepteras motsvarar cirka en tiondel av den naturliga dödsfallsrisken för de grupper i samhället som har den lägsta totala dödsfallsrisken.

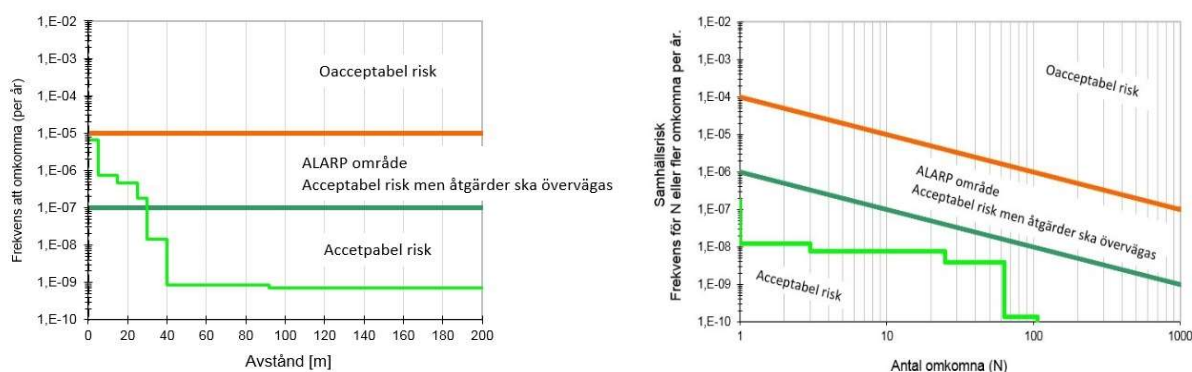
Utöver ovanstående värderingskriterier utgår riskbedömning för den tillfälliga anläggningen från förutsättningen att risknivån inte ska försämrats för omgivningen i jämförelse med risknivåerna för nuläget. Med andra ord kommer objekt som redan idag har en förhöjd risknivå och där den tillfälliga anläggningens placering inte medför en försämrad risknivå, inte att beaktas med avseende på skyddsåtgärder.

A.11 Acceptanskriterier samhällsrisk

För samhällsrisk föreslår DNV följande kriterier:

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

Ovanstående kriterier återfinns i riskvärderingen för bedömning av huruvida risknivån är acceptabel eller ej. Den övre gränsen markeras med orange linje och den undre gränsen med grön linje, se Figur 50.



Figur 50. Föreslagna kriterier på individrisk samt samhällsrisk enligt DNV (4).

A.12 Acceptanskriterier samhällsrisk i järnvägstunnlar

Från och med 1 januari 2017 ersätter TDOK 2016:0231 (Krav Tunnelbyggande) följande styrande och vägledande dokument vid projektering av järnvägstunnlar:

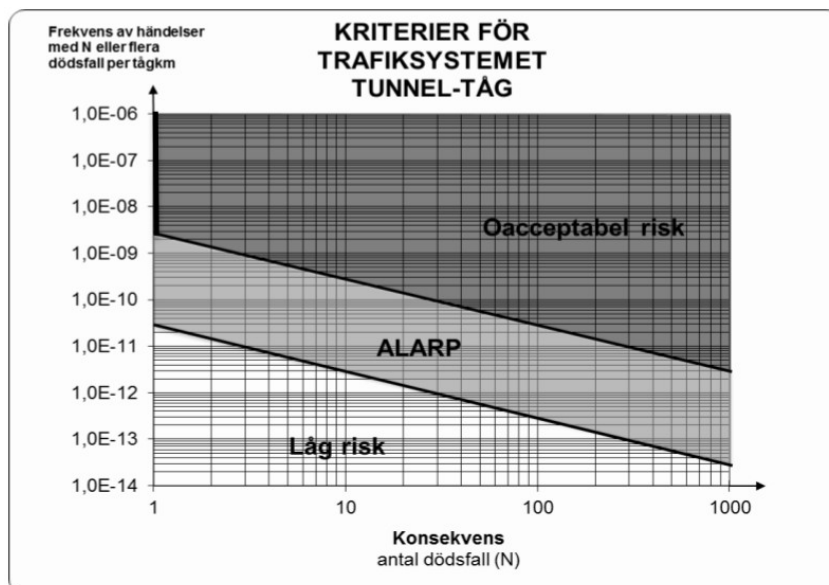
- TRVK Tunnel 11 (TRV publ 2011:087)
- TDOK 2015:0166 "BVH 585.30 – Personsäkerhet i järnvägstunnlar. Handbok för analys och värdering av personsäkerheten i järnvägstunnlar"
- BVS 1585.45 – Personsäkerhet i järnvägstunnlar.

I TDOK 2016:0231 stipuleras följande kriterier för utvärdering av samhällsrisk i samband med tågtrafik i järnvägstunnlar:

- Gränserna för ALARP ska vara räta linjer i ett log-logdiagram.
- Den övre gränsen för ALARP ska vid $N = 1$ vara $f = 2,8 \cdot 10^{-6}$.
- Den övre gränsen för ALARP ska för $N \geq 2$ vara en linje mellan punkterna:
 - $N = 1$ och $f = 2,8 \cdot 10^{-9}$
 - $N = 1000$ och $f = 2,8 \cdot 10^{-12}$
- Den undre gränsen för ALARP ska vara en linje mellan punkterna:
 - $N = 1$ och $f = 2,8 \cdot 10^{-11}$
 - $N = 1000$ och $f = 2,8 \cdot 10^{-14}$

I ovanstående är N = konsekvens i antal dödsfall och f = frekvens av händelser med N eller flera dödsfall per tågkilometer.

Ambitionsnivå konkretiseras i ett F/N-diagram (Figur 51) där Y-axeln visar olycksfrekvensen, F , av olyckor per tågkilometer och x-axeln visar konsekvensen av olyckan som antalet omkomna.



Figur 51. Trafikverkets ambitionsnivå avseende resenärers säkerhet i järnvägstunnlar omsatt till ett FN-diagram enligt TDOK 2016:0231. (2)

Oacceptabel risk: Beräknad samhällsrisk får inte ligga inom området ”oacceptabel risk” dvs. ovanför övre gränsen för ALARP. (2)

ALARP: Risken bedöms vara godtagbar. Om byggherren så anger ska åtgärder för att ytterligare reducera samhällsriskerna vidtas. (2)

Låg risk: Risknivån accepteras.

Individrisken brukar beräknas för resenärer och tågpersonal och jämföras med andra liknande tunnlar. Individrisken för resenärer och tågpersonal ska vara på en låg nivå, och anges vanligtvis som en risknivå per passage.

A.13 Övriga acceptanskriterier

Där acceptanskriterier saknas (exempelvis vad gäller värdering av möjlig påverkan på samhällsviktiga verksamheter) sker riskvärdering i stället utifrån kvalitativa bedömningar. Det är dock viktigt att värderingen samråds med exempelvis berörda kommuner och Länsstyrelsen. Samråd med kommuner och länsstyrelser ökar förutsättningarna för att bedömningen görs utifrån lämplig detaljeringsgrad, lämpligt planeringsunderlag med hänsyn till lokala förutsättningar och med lämplig omfattning.

De **kvalitativa bedömningarna** utgår ifrån huruvida de olika olycksscenarierna kvarstår efter byggnationen eller inte. Om risken kvarstår utvärderas huruvida risknivån för olycksscenariot ökar eller minskar. Eftersom bedömningsgrunder saknas utgår analysen ifrån att risknivån inte ska öka jämfört med nuläget, men att ytterligare riskreduktion ska undersökas, och åtgärder som med hänsyn till kostnad anses rimliga att genomföra ska genomföras.

A.14 Metod för identifiering av riskreducerande åtgärder

Om risknivån bedöms som ej acceptabel ska riskreducerande åtgärder identifieras och föreslås. Exempel på vanligt förekommande riskreducerande åtgärder anges i Boverkets och Räddningsverkets (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) rapport *Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner* (42), vilken är lämplig att använda som utgångspunkt. Åtgärder redovisas som kan eliminera eller begränsa effekterna av de identifierade scenarier som bedöms ge störst bidrag till risknivån utifrån de lokala förutsättningarna. För att rangordna och värdera åtgärders effekt kan med fördel kostnads-, effekt-, eller kostnadsnyttoanalys användas, detta genomförs dock ej i denna utredning. Riskbilden efter de valda åtgärdernas genomförande bör verifieras. För att riskreducerande åtgärder ska vara juridiskt bindande är det viktigt att de förs in i juridiskt bindande dokument (exempelvis järnvägsplan, planbestämmelser i intilliggande detaljplaner eller genom exploateringsavtal eller liknande). I denna utredning särskiljs inte i vilket dokument föreslagna åtgärder är mest lämpade att regleras. Detta bör dock beaktas i samband med detaljutformning av valda åtgärder samt framtagande och fastställelse av järnvägsplan samt intilliggande detaljplaner.

A.15 Känslighetsanalyser

För att verifiera hur stor inverkan gjorda antaganden har på resultatet av beräkningarna genomförs känslighetsanalyser. Detta för att ta höjd för osäkerheter i det statistiska underlaget samt för eventuella framtida förändringar i trafiken och befolkningen. De parametrar som vanligtvis varierar i känslighetsanalyserna är andel farligt gods-transporter, persontätheten i närområdet och fördelningen mellan RID-klasser. Känslighetsanalyserna genomförs för både individrisk och samhällsrisk för respektive beräkning. För djupare beskrivning av känslighetsanalysen samt resultat se Kapitel 6.

B Yttre händelser

En förutsättningslös inventering av yttre händelser har gjorts. Händelserna har delats in i tre huvudkategorier som följer:

- luftburna
- markbundna
- vattenburna

Dessa tre kategorier delas sedan in beroende på ursprung i:

- naturligt orsakade, eller
- orsakade av människa

Detta görs mot funktionerna definierade i Tabell 16 nedan.

Tabell 16. Funktioner som identifierade yttre händelsers relevans värderas mot.

Funktioner
Strukturpåverkan (tunnlar, stationer, spårområden etc)
Kraftförsörjning
Yttre brand
Översvämning
Påverkan på signalsystem
Annan typ av påverkan som medför att ingen kan befinna sig i järnvägsanläggningen (tex luftutsläpp)

I Tabell 17 nedan anges kriterier för värdering om händelserna medför en konsekvens definierad som allvarlig händelse (se avsnitt 4.1 i rapporten för definition av ”allvarlig händelse”). Ett eller flera kriterier kan vara giltigt för den värderade yttre händelsen och om ett kriterium för att händelsen inte är relevant så görs ingen vidare analys om det är fler kriterier som också är uppfyllda.

Tabell 17. Utvärderingskriterier för värdering av yttre händelser.

Utvärderingskriterier
U1. Styrka. Påverkan på järnvägsanläggningen är likvärdig eller mindre än en händelse/olyckstyp som analyseras.
U2. Frekvens. Påverkan på järnvägsanläggningen är likvärdig eller mindre än en händelse/olyckstyp som analyseras. Frekvensen är dock lägre. Alternativt frekvensen för händelsen är så låg att den betraktas som restrisk och beaktas inte.

Utvärderingskriterier
U3. Avstånd. Händelsen uppstår som närmast på ett sådant avstånd att den saknar betydelse på järnvägsanläggningen
U4. Tid finns för att vidta åtgärder. Händelsen utvecklas så långsamt att det finns möjlighet att förbereda åtgärder för att mildra konsekvensen.
U5. Inte relevant för järnvägsanläggningen. Konsekvensen från händelsen saknar betydelse för järnvägsanläggningen.
U6. Inkluderas i annan händelse. Händelsen ingår som del i en annan definierad händelse. Den finns därmed beaktad i analysen.

I Tabell 18 till och med Tabell 23 nedan presenteras de olika identifierade yttre händelserna med värdering av relevans.

Tabell 18. Identifierade yttre/externa händelser som klassificeras som ***händelse med naturlig orsak, påverkan via luft***, med värdering av relevans.

Yttre händelse	Relevans	Kommentar
Vind	Hanteras i projekteringen.	Vindstyrkan varierar med återkomstfrekvens. Exempel på vindstyrkor med låg återkomstfrekvens är tromb inkl. eventuella missiler ²⁰ .
Extrema temperaturer (hög, låg)	Hanteras i projekteringen.	Extrem temperatur varierar med återkomstfrekvensen.
Luftfuktighet	Hanteras i projekteringen, U5	Exempelvis dimma, torrt. Signalsystemet medför att detta saknar påverkan på anläggningen.
Nederbörd	Hanteras i projekteringen/ U4	Nederbörds mängden varierar med återkomstfrekvens. Typ av nederbörd varierar med temperaturen d.v.s. händelsen omfattar nederbörd i form av regn, snö, isstorm, hagel. Hanteras i projekteringen ner till återkomstfrekvenser på 10 ⁻² . I vissa fall krävs beredskap och insatser.
Elektromagnetiska (blix, solstorm)	Hanteras i projekteringen	Hantering i projektering för att minimera påverkan. Det kan dock inte uteslutas att den kan medföra konsekvensen "allvarlig försening". Solstorm har låg frekvens och beaktas inte.

²⁰ Missiler används ofta för att beskriva luftburna objekt/föremål med hög hastighet.

Yttre händelse	Relevans	Kommentar
Lufttryck	Hanteras i projekteringen	I tunneln kan lufttrycket potentiellt medföra konsekvenser i samband med passerande transport. Detta hanteras i projekteringen.
Luftföroreningar	U4	Exempelvis löv. Ställer krav på beredskap och insatser.
Meteorit	U2	Har låg frekvens och beaktas inte.

Tabell 19. Identifierade yttre/externa händelser som klassificeras som ***händelse orsakade av människa, påverkan via luft***, med kommentar på hur de har hanterats i denna underlagsrapport.

Yttre händelse	Relevans	Kommentar
Explosion	U1	En inventering har genomförts av närområdet med avseende på risken för explosion. Hanteras i definierade olyckstyper.
Utsläpp	U4	Avser alla typer av luftburet utsläpp. Exempelvis toxiskt, biologiskt, korrosivt etc. Ställer krav på beredskap och insatser.
Elektromagnetisk	U5	Exempelvis starka magnetfält. Inga sådana har identifierats i genomförd inventering.
Flygplans-/satellitstörtning	U2	Närhet till Bromma flygplats. Förutsättning vid val av sträcka för järnvägsanläggningen. Frekvensen för satellitstörtning är låg.
Cyber-attack	U5	Skulle potentiellt kunna påverka tex. kraftmatning och signalsystem. Inget tillkommande bidrag för denna anläggning utan samma som generellt i Sverige.

Tabell 20. Identifierade yttre/externa händelser som klassificeras som ***markbundna händelser med naturlig orsak*** med kommentar på hur de har hanterats i denna underlagsrapport.

Identifierat scenario	Relevans	Kommentar
Markrörelse (jordbävning)	U1	Amplituden vid återkomsttider som järnvägsanläggningen dimensioneras för är inte dimensionerande.
Långsam markrörelse (landhöjning, tjäle)	Hanteras i projekteringen	
Lösgående djur	Hanteras i projekteringen	Förebyggande åtgärder såsom stängsel.
Markorsakade (skred, ras, lavin, vulkanutbrott)	Hanteras i projekteringen	Kontinuerlig riskuppföljning görs i projektet kring denna typ av risker.
Yttre brand	U1	Yttre brand täcks in av analyserad brand i järnvägsanläggningen.

Tabell 21. Identifierade yttre/externa händelser som klassificeras som **markbundna händelser orsakade av människa** med kommentar på hur de har hanterats i denna underlagsrapport.

Identifierat scenario	Relevans	Kommentar
Explosion (farligt gods-olycka, sprängningsarbeten, trafikolycka)	Hanteras i projekteringen	Hanteras via definierad olyckstyp.
Missiler (farligt gods-olycka, trafikolycka, militäraktivitet, anläggningsplatser i närområdet)	Hanteras i projekteringen	Missiler i samband med farligt gods-olycka samt trafikolycka ingår som olyckstyp. Militäraktivitet har låg frekvens. Inventering av anläggningsplatser i närområdet vilken skulle kunna generera missil har genomförts och konsekvenslindrande åtgärder införts.
Tunga lyft	Hanteras i projekteringen	Tunga lyft får ske maximalt ca 5 m från strömförande ledning. I samband med tunga lyft stängs trafiken planerat av. Ställer krav på planering.
Yttre brand	U1	Yttre brand täcks in av analyserad brand i järnvägsanläggningen.
Undermarksarbeten (tunnelbana, nybyggnation, ombyggnation infrastruktur)	Hanteras i projekteringen	Avstånd till tunnelbana beaktas i projekteringen. Säkerhetsavstånd kring järnvägsanläggningen är definierad. Ställer krav på planering.
Markarbeten (schaktning, spontning)	Hanteras i projekteringen	

Tabell 22. Identifierade yttre/externa händelser som klassificeras som **vattenburna händelser naturligt orsakade** med kommentar på hur de har hanterats i denna underlagsrapport.

Yttre händelse	Relevans	Kommentar
Vattenhastighet	U5	
Vattennivå (inkl. dammbrott, tsunami)	U5	
Grundvattennivå	Hanteras i projekteringen	
Vattentemperatur	U5	
Isbildning (isbarriärer)	U4	Hanteras via beredskap och insatser.
Vattenkvalitet (organiskt material, korrosion)	U5	

Tabell 23. Identifierade yttre/externa händelser som klassificeras som **vattenburna händelser orsakade av människa** med kommentar på hur de har hanterats i denna underlagsrapport.

Yttre händelse	Relevans	Kommentar
Utsläpp i vatten (kemiskt)	U2	Analys är genomförda med avseende på händelsen urspårning av farligt gods.
Vattenledningar/Vattendrag som kan vattenfylla tunneln	Hanteras i projekteringen.	Åtgärder erfordras. Dessa definieras under projekteringen
Antagonistiskt hot (påverkan på vatten)	U5	
Fartygsutsläpp	U5	
Direktpåverkan från fartygskollision	U5	

Utöver ovanstående finns det en tillkommande händelse vilket vanligen behandlas separat; bortfall av nät d.v.s. elavbrott. Elavbrott kan orsakas av ett större antal riskkällor med olika ursprung. De kan ha sitt ursprung också på mycket långt avstånd med komplex händelsesekvens (jämför exempelvis de stora avbrotten 1983 med överhettning i ställverk i Hamra som påverkade hela södra Sverige liksom avbrottet 2003 vilket orsakades av snabbstopp på Oskarshamn 3 i kombination med efterföljande överlastning då produktionsbortfallet kompensades via vattenkraftsproduktion i norr och import från Norge och Finland). För elavbrott har händelsen utifrån personskada och allvarlig materiell skada hanterats. Dock går det inte att bortse från att händelsen i sig kan medföra en allvarlig försening.

I vissa fall kan den yttre händelsen ge upphov till en följdhändelse som i sin tur kan ge upphov till ytterligare en följdhändelse osv. Detta benämns som en s.k. dominoeffekt. Ett tydligt återkommande exempel på en dominoeffekt är Fukushimakatastrofen, där den inledande händelsen var en jordbävning i havet vilket orsakade en följdhändelse i form av tsunami. Ett av motiven till användande av de definierade olyckstyperna är att fånga upp även dominoeffekter som i vissa fall kan vara svåra att identifiera. Ett exempel på sådant område där dominoeffekter är vanligt förekommande är vid bortfall av kraftmatning. Här används den yttre händelsen "bortfall av kraftmatning" som ett samlingsbegrepp för samtliga riskkällor inklusive dominoeffekter som påverkar funktionen "kraftmatning".

C Farligt gods-klasser

I detta kapitel görs en övergripande beskrivning av möjliga konsekvenser för människa (liv och hälsa), och bebyggelse (samhällsviktiga funktioner) i händelse av olycka med olika typer av farligt gods. Beskrivningen är av sådan generell karaktär att den kan användas för såväl transporter på järnväg (RID-klasser) som på väg (ADR-klasser). Transport av farligt gods omfattas av regelsamlingar (43) som tagits fram i internationell samverkan.

Tabell 24. Beskrivning av konsekvenser för olika farligt gods-klasser

RID/ ADR- klass	Kategori	Översiktlig konsekvensbeskrivning
		H – Människors liv och hälsa
		B – Bebyggelse, i detta fall samhällsviktiga funktioner
1	Explosiva ämnen och föremål	En explosion kan generellt initieras av en stark stöt eller brand och karakteriseras av en kraftig tryckupbyggnad. Energiinnehållet i ämnena är mycket stor. Konsekvensen av en explosion är i allmänhet beroende av nettovikten explosivämne i lasten. Generellt innebär förloppet en mycket stor eller stor explosion. Tiden mellan det att olyckan/starthändelsen inträffar och explosionen varierar. Båda initieringsformerna, d.v.s. stöt respektive brand, kan leda till brand i lasten och sedermera deflagration i explosivämnet. Om ämnet inte kylls ner snabbare än den reaktion som sker, kan reaktionen i ämnet övergå från deflagration till en detonation, vanligen inom temperaturintervallet 200-600°C. H – Tryckpåverkan och brännskador. Stor mängd massexplosiva ämnen ger ett skadeområde med uppemot 200 m radie (orsakat av tryckvåg). Personer kan omkomma både inomhus och utomhus. Övriga explosiva ämnen och mindre mängder massexplosiva ämnen ger enbart lokala konsekvensområden. Splitter och kringflygande delar kan vid stora explosioner ge skadeområden med uppemot 700 m radie (44). B – En explosion kan medföra allvarliga skador på anläggningen, installationer och eventuella närliggande byggnader. Konstruktioner som finns i direkt anslutning till explosionen kan komma att skadas allvarligt. Driftstopp och begränsad framkomlighet är att förvänta, liksom betydande kostnader.

RID/ ADR- klass	Kategori	Översiktlig konsekvensbeskrivning
		H – Människors liv och hälsa B – Bebyggelse, i detta fall samhällsviktiga funktioner
2	Gaser	Olyckor med gods inom kategorin gaser har potentiella konsekvenser i form av förgiftning, brännskador och tryckpåverkan. Olycksscenarierna skiljer sig kraftigt åt och kan omfatta giftigt gasmoln, jetflamma, gasmolnsexplosion eller BLEVE*. De båda förstnämnda utgör snabba förlopp medan de båda sistnämnda sker med viss fördröjning i förhållande till olyckan. Ett gasutsläpp förväntas spridas i enlighet med rådande vindförhållanden och topografi. En jetflamma förväntas primärt skada personer i olyckans närhet, men en sekundär brand eller i värsta fall en BLEVE kan under olyckliga omständigheter leda till mycket allvarliga konsekvenser. H – Människor som befinner sig i närheten av en farligt gods-olycka med klass 2 riskerar att skadas och i värsta fall kan ett stort antal personer omkomma. Då variationen av potentiella olycksscenarier med klass 2 är stor är det svårt att ange en generell påverkan på människor. Dock bedöms konsekvensområden över 100-tals meter kunna uppstå, med omkomna både inomhus och utomhus. B – En BLEVE, vilken innebär en kraftig tryckvåg och en gasmolnsexplosion, medför sannolikt stor skada på anläggningen, installationer och eventuella närliggande byggnader. En jetflamma orsakar i sig själv lokal skada men kan, om den leder till brand i vagn eller byggnad, även leda till stor egendomsskada. Egendomsskadorna vid utsläpp av giftig gas förväntas bli mycket begränsade. Generellt kan dock sägas att driftstopp och begränsad framkomlighet är att förvänta, liksom kostnader av betydande karaktär. *BLEVE, Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion, kan inträffa om en behållare med exempelvis tryckkondenserad gas upphettas så att den tillslut rämnar på grund av tryckuppbyggnaden. Vid rämningsögonblicket befinner sig ämnet vid hög temperatur men lågt omgivande tryck vilket medför att det omedelbart kokar, vilket i sin tur medför en expansion som är så snabb att den kan liknas vid en explosion. För brandfarliga ämnen resulterar detta i ett eldklot.
3	Brandfarliga vätskor	Vid läckage och utsläpp av brandfarlig vätska bildas en pöl. Utbredningen av vätskepölen beror bland annat av järnvägsvallens utformning (exempelvis lutning och lågpunkter) samt markens genomsläpplighet. Vid antändning uppkommer i princip momentant en pölbrand som omfattar hela pölen. Konsekvenserna kan variera stort beroende på när antändning sker. Inom klass 3 finns både lättantändliga vätskor med låg flampunkt (exempelvis bensin) och mer svårantändliga vätskor (exempelvis diesel). Vilken typ av vätska som läcker ut har därför en stor betydelse för den reella risken med ett utsläpp. Brandeffekten kan uppnå flera hundra megawatt och tillväxthastigheten är extremt snabb. H – Brännskador och rökskador till följd av pölbrand, strålningseffekt och/eller giftig rök. Konsekvensområdet är vanligtvis inte över 40 meter för brännskador. Rök kan dock spridas över betydligt större område. B – En stor pölbrand kan medföra betydande skada på anläggningen, installationer och eventuella närliggande byggnader. Driftstopp och begränsad framkomlighet är att förvänta, liksom betydande kostnader.

RID/ ADR- klass	Kategori	Översiktlig konsekvensbeskrivning
		H – Människors liv och hälsa B – Bebyggelse, i detta fall samhällsviktiga funktioner
4	Brandfarliga fasta ämnen	En brand i fasta brandfarliga ämnen förväntas i stort innebära samma förutsättningar som råder vid en våldsam brand i tågagn. Enstaka ämnen kan föranleda mycket stora explosioner. Brandeffekten bedöms kunna uppnå hundratals megawatt. H – Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvenserna är vanligtvis begränsade till närområdet kring olyckan. B – En stor brand kan medföra stor lokal skada på anläggningen, installationer och eventuella närliggande byggnader. Driftstopp och begränsad framkomlighet är att förvänta, liksom betydande kostnader.
5	Oxiderande ämnen, organiska peroxider	Aktuella ämnen transporteras i fast eller flytande form och kan under vissa omständigheter föranleda kraftig brand och/eller explosion (under olyckliga omständigheter motsvarande massexplosiva ämnen). Flera av ämnena i klass 5 måste dock förörensas eller komma i kontakt med brännbart, organiskt material för att börja brinna och/eller explodera. Tiden mellan det att olyckan/starthändelsen inträffar och explosionen bedöms variera kraftigt beroende på olycksspecifika omständigheter. H – Tryckpåverkan och brännskador. Självantändning och/eller explosionsartade brandförlopp kan uppkomma om väteperoxidlösningar med koncentrationer > 60 % eller organiska peroxider kommer i kontakt med brännbart, organiskt material. Konsekvensområden p.g.a. tryckvågor kan bli uppemot 150 meter. Personer kan omkomma både inomhus och utomhus. B – En explosion/brand bedöms medföra allvarlig skada på anläggningen, installationer och eventuella närliggande byggnader. Konstruktioner som finns i direkt anslutning till explosionen kan komma att allvarligt skadas. Driftstopp och begränsad framkomlighet är att förvänta, liksom betydande kostnader.
6	Giftiga ämnen, smittförande ämnen	Gods inom denna kategori kan medföra konsekvenser främst i form av förgiftning vid inandning till följd av gasformigt utsläpp. Utsläpp vid förångning från en vätskepöl förväntas ske kontinuerligt från det att olyckan inträffar. H – Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet. B – Inga eller mycket begränsade skador på egendom förväntas. Samhällskostnaden kan generellt antas bli ringa/obetydande, dock kan driftstopp och begränsad framkomlighet uppkomma till följd av exempelvis avspärrning.
7	Radioaktiva ämnen	Radioaktiva ämnen är fasta, flytande eller gasformiga och avger joniserande strålning. Strålningen avtar med avståndet till strålkällan. H – Utsläpp av radioaktivt ämne kan ge kroniska effekter. De omedelbara konsekvenserna begränsas till närområdet. B – Inga eller mycket begränsade skador på egendom förväntas. Samhällskostnaden kan generellt antas bli liten. Dock kan ett betydande saneringsarbete pågå under längre tid, vilket medför stora kostnader till följd av begränsad framkomlighet och tillhörande driftstopp. De indirekta kostnaderna kan således bli omfattande.

RID/ ADR- klass	Kategori	Översiktlig konsekvensbeskrivning
		H – Människors liv och hälsa B – Bebyggelse, i detta fall samhällsviktiga funktioner
8	Frätande ämnen	Frätande ämnen kan förekomma som fasta, flytande eller gasformiga. Riskerna uppstår i första hand vid hudkontakt, men även inandning av gasformigt frätande ämne kan vara farligt. H – Utsläpp av frätande ämne. Dödliga konsekvenser begränsade till närområdet (45) (LC50). Personskador kan uppkomma på längre avstånd (IDLH). B – Inga eller mycket begränsade skador på egendom förväntas uppstå. Samhällskostnaden kan generellt antas bli liten, dock kan driftstopp och begränsad framkomlighet uppkomma till följd av exempelvis avspärning.
9	Övriga farliga ämnen och föremål	Inom klassen finns ämnen som innebär varierande risker. I huvudsak är ämnena miljöfarliga. H – Utsläpp. Konsekvenser begränsade till närområdet. B – Inga eller mycket begränsade skador på egendom förväntas uppstå. Samhällskostnaden kan generellt antas bli liten, dock kan driftstopp och begränsad framkomlighet uppkomma till följd av exempelvis avspärning.

Utifrån ovanstående tabell, Tabell 24, bedöms att enbart klass 1, 2, 3 och 5 kan ge negativ påverkan på människors liv och hälsa samt bebyggelse i den aktuella omgivningen. Vid olyckor i tunneln med påverkan på resenärer beaktas utöver föregående även olycksscenarioer med klass 4. Klass 2 delas upp i klass 2.1 (brandfarliga gaser), klass 2.2 (inerta gaser) och klass 2.3 (giftiga gaser). Enbart klass 2.1 och klass 2.3 bedöms kunna medföra negativ påverkan på omgivningen. Konsekvenser för de aktuella klasserna beskrivs kortfattat nedan:

Klass 1: Detonation av massexplosiva ämnen kan ge tryckverkan och brännskador på människa. Byggnader kan rasa.

Klass 2.1: Olycka med kondenserad brännbar gas kan ge upphov till BLEVE, gasmolnsexplosion, gasmolnsbrand och jetflamma, vilka kan leda till brännskador och i vissa fall även tryckpåverkan på människor. Gasmolnsexplosion och jetflamma kan orsaka skador på byggnader genom strålning från brand. En BLEVE kan orsaka både strålnings- och tryckskador på byggnader.

Klass 2.3: Utsläpp av kondenserad giftig gas ger förgiftning vid inandning. Ingen skada på byggnader.

Klass 3: Utsläpp och antändning av brandfarliga vätskor kan ge pölbrand med efterföljande brännskador. Skador på byggnader kan ske genom strålning från brand.

Klass 4: Beaktas endast vid olyckor i tunneln. Kraftig brand och rökspridning i tunnel.

Klass 5: Detonation av oxiderande ämnen kan ge tryckverkan och brännskador. Byggnader kan rasa.

D Frekvensberäkningar

De beräkningar som redovisas i denna bilaga avser järnvägsolyckor med påverkan på omgivningen och tredje man. Riskberäkningar för resenärer och tågpersonal redovisas i systemhandlingen.

För att kunna kvantifiera risknivån i anslutning till spåret behövs ett mått på frekvensen för de skadescenarier som identifierats kunna inträffa i samband med järnvägstrafik och transport av farligt gods på järnväg. Denna frekvens beräknas enligt Trafikverkets (tidigare Banverket) *Modell för skattning av sannolikheten för järnvägsolyckor som drabbar omgivningen* (46). Därefter används händelseträdsmetodik för att bedöma frekvenserna för de scenarier som kan få konsekvensen att minst en person omkommer. Det bör påpekas att det är frekvensen för olycka (antal olyckor per år) och inte sannolikheten som skattas med denna modell.

D.1 Ursparning

De indata som krävs för att kunna skatta frekvensen för järnvägsolycka är:

- Den studerade sträckans längd (km).
- Totalt antal tåg som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (tåg/år).
- Totalt antal vagnar som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (vagnar/år).
- Antal vagnsaxlar per vagn.
- Antal växlar som varje tåg maximalt passerar på 1 km.

D.1.1 Indata

Nedan redovisas den indata som ligger till grund för beräkningarna vid de olika skedena; nuläget, drift av tillfällig anläggning, samt driftsatt utbyggd anläggning. Trafikeringen på spåren utgår från järnvägssystemets dimensionerande trafikering för år 2010 respektive år 2030 enligt anläggningsprojektspecifika krav järnväg (AKJ) (6).

D.1.1.1 Nuläget

De indata som har använts för att skatta frekvensen för järnvägsolycka är:

- Den studerade sträckans längd (km): 3,6 km, men då sträckan överskrider 1 km (vilket är den sträcka som acceptanskriterierna är anpassade för) viktas frekvenserna för att gälla för 1 km.
- Totalt antal tåg som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (tåg/år): År 2010, vilket används för att representera nuläget (7), trafikerades sträckan av 76 703 persontåg och 3 653 godståg. (6)
- Totalt antal vagnar som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (vagnar/år): I detta fall rör det sig om 814 508 vagnar/år (baserat på att varje godståg har i snitt 13 vagnar och att varje persontåg har i snitt 10 vagnar). (47)
- Antal vagnsaxlar per vagn: antagits till tre stycken. (48)

- Antal växlar som varje tåg i medeltal passerar på 1 km: bedöms till två växlar med hjälp av kartstudier.

D.1.1.2 Vid driftsatt tillfällig anläggning

Eftersom en av grundtankarna med den tillfälliga anläggningen är att kunna upprätthålla dagens tvåspårdrift i ytläge används nulägets trafikflöden (dvs. trafik år 2010 enligt anläggningsprojektspecifika krav järnväg (AKJ) (6)) även för driften på den tillfälliga anläggningen (7).

De indata som skiljer den tillfälliga anläggningen från anläggningen i nuläget är:

- Den studerade sträckans längd (km): cirka 3,6 km, men då sträckan överskrider 1 km (vilket är den sträcka som acceptanskriterierna är anpassade för) viktas frekvenserna för att gälla för 1 km.
- Antal växlar som varje tåg maximalt passerar på 1 km: fyra växlar (49).

D.1.1.3 Vid driftsatt utbyggd färdig anläggning

De indata som har använts för att skatta frekvensen för järnvägsolycka är:

- Den studerade sträckans längd (km): Sträckan överskrider 1 km (vilket är den sträcka som acceptanskriterierna är anpassade för) därför viktas frekvenserna för att gälla för 1 km. Notera dock att den driftsatta utbyggda anläggningen består av både markspår, tråg, och tunnlar, var på totalsträckan delas upp och beräknas separat för de olika spårtyperna i de två olika kommunerna.
- Totalt antal tåg som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (tåg/år): År 2030 trafikeras sträckan av 138 065 persontåg och 3 653 godståg. (6)
- Totalt antal vagnar som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (vagnar/år): I detta fall rör det sig om 1 470 950 vagnar/år (baserat på att varje godståg har i snitt 25 vagnar och att varje persontåg har i snitt 10 vagnar). (47)
- Antal vagnsaxlar per vagn, vilket antagits till tre stycken. (48)
- Antal växlar som varje tåg i medeltal passerar på 1 km: i medeltal två växlar, åtta växlar delat på fyra spår (50).

D.1.1.4 Anslutningsspår till Tomtebodas godsbangård – Vid driftsatt utbyggd anläggning

De indata som har använts för att skatta frekvensen för järnvägsolycka baserar sig på framtaget förslag nummer sex, och är:

- Den studerade sträckans längd (km): 0,5 km.
- Totalt antal tåg som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (tåg/år): Av all trafik på Mälarbanan år 2030, vilket är 138 065 persontåg och 3 653 godståg (6), antas 365 persontåg (1 per dygn) och 1 826 godståg (5 per dygn) gå via anslutningsspåret till Tomtebodas godsbangård. Persontågen symboliserar övriga spår rörelser som exempelvis tomma persontåg eller spårbundna arbetsfordon för att säkerställa att urspårningsriskerna inte underskattas (51). För godstågen utgör 5 godståg per dygn hälften av den förväntade godstrafiken enligt AKJ (6) (51), detta är till följd av att godstrafiken på anslutningsspåret till Tomtebodas godsbangård enbart går i ena riktningen (nedspår, trafik

enbart mot Stockholm) och där av antas hälften av trafiken gå i andra riktningen och där av inte trafikera anslutningsspåret till Tomtebodas godsbangård.

- Totalt antal vagnar som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser (vagnar/år): I detta fall rör det sig om 49 300 vagnar/år, av totalt 1 470 950 vagnar/år, som antas gå via anslutningsspåret till Tomtebodas godsbangård (baserat på att varje godståg har i snitt 25 vagnar och att varje persontåg har i snitt 10 vagnar). (13)
- Antal vagnsaxlar per vagn, vilket antagits till tre stycken. (48)
- Antal växlar: 1 växel ut på anslutningsspåret, i övrigt obruten transportsträcka in mot bangården (50).

D.1.2 Frekvens för urspårning

Frekvenser för beräkning av sannolikhet för urspårning av tåg redovisas i Tabell 25. (52)

Tabell 25. Ingående parametrar vid beräkning av sannolikhet för urspårning.

Identifierade olyckstyper för urspårning	Frekvens (per år)	Enhet
Rälsbrott	$5,00 \cdot 10^{-11}$	per vagnaxelkm godståg
Solkurvor	$1,00 \cdot 10^{-5}$	per spårkm
Spårlägesfel	$4,00 \cdot 10^{-10}$	per vagnaxelkm
Växel sliten, trasig	$5,00 \cdot 10^{-9}$	per antal tågpassager
Växel ur kontroll	$7,00 \cdot 10^{-8}$	per antal tågpassager
Vagnfel		
Persontåg	$9,00 \cdot 10^{-10}$	per vagnaxelkm
Godståg	$3,10 \cdot 10^{-9}$	per vagnaxelkm
Lastförskjutning	$4,00 \cdot 10^{-10}$	per vagnaxelkm (godståg, annat)
Annan orsak	$5,70 \cdot 10^{-8}$	per tågkm
Okänd orsak	$1,40 \cdot 10^{-7}$	per tågkm godståg
Total frekvens för urspårning	$1,03 \cdot 10^{-5}$	per år

Ett flertal av de olyckshändelser i Tabell 25 ovan som kan resultera i en urspårning bedöms ej aktuella för den stäcka av driftsatt utbyggd anläggning som går i tunnel. Solkurvor bedöms inte kunna uppstå i tunnarna och inga växlar förekommer i tunnel. Urspårningsrisken i tunnarna blir därmed lägre jämfört med urspårningsrisken på de sträckor som utgörs av öppen bana.

D.1.3 Frekvens för urspårning av godståg

Den totala frekvensen för att en olycka skall ske med godståg beräknas enligt formeln:

$$Total\ olycksfrekvens(per\ \text{år}) \frac{Godståg(st)}{Totalt\ antal\ tåg(st)} = Frekvens, godstågsolycka(per\ \text{år})$$

Ekvation 1. Formel för beräkning av total frekvens

D.1.4 Avstånd från spår för urspårande vagnar

Alla urspårningar leder inte till negativa konsekvenser för omgivningen. Huruvida personer i omgivningen skadas eller ej beror på hur långt ifrån rälsen en vagn hamnar efter urspårning. I Tabell 26 nedan redovisas fördelningen för avstånd från spår som vagnar förväntas hamna efter urspårning, fördelat efter trafikandelar år 2010 (95 % persontåg och 5 % godståg).

Tabell 26. Avstånd från spår (m) för urspårade vagnar, fördelat efter trafikandelar år 2010.

Avstånd från spår	0-1 m	1-5 m	5-15 m	15-25 m	>25 m
Persontåg	77,53 %	17,98 %	2,25 %	2,25 %	0,00 %
Godståg	70,33 %	19,78 %	5,49 %	2,20 %	2,20 %
Viktat medel efter andel	77,2 %	18,06 %	2,39 %	2,24 %	0,10 %

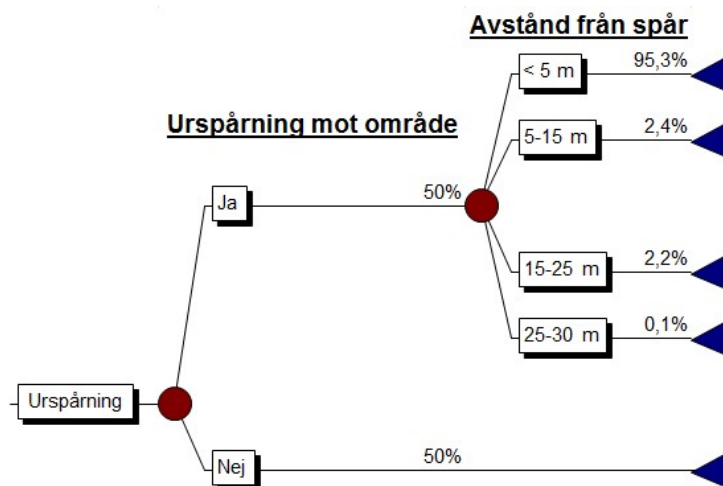
I Tabell 27 nedan redovisas fördelningen för avstånd från spår som vagnar förväntas hamna efter urspårning, fördelat efter trafikandelar år 2030 (97,5 % persontåg och 2,5 % godståg) (6).

Tabell 27. Avstånd från spår (m) för urspårade vagnar, fördelat på trafikandelar år 2030.

Avstånd från spår	0-1 m	1-5 m	5-15 m	15-25 m	>25 m
Persontåg	77,53 %	17,98 %	2,25 %	2,25 %	0,00 %
Godståg	70,33 %	19,78 %	5,49 %	2,20 %	2,20 %
Viktat medel efter andel	77,31 %	18,03 %	2,34 %	2,25 %	0,07 %

Notera att skillnaden mellan Tabell 26 och Tabell 27 utgörs enbart av trafikandelarna, var på det enbart är små skillnader i det viktade medlet efter trafikandelar.

Sannolikheten att en vagn hamnar så långt som 25 meter från spåret vid urspårning är mycket liten (53). Enligt Tabell 26 och Tabell 27 ovan varierar sannolikheten för respektive konsekvensavstånd något beroende på vilken tågtyp som går på det aktuella spåret. En sammanvägning (viktning) av dessa sannolikheter används tillsammans med den totala urspårningsfrekvensen för både gods- och persontåg för att beräkna riskbidraget från urspårande tåg. Ett händelsetråd som beskriver detta presenteras i Figur 52.



Figur 52. Händelse-träd med sannolikheter för urspårningar, notera att sannolikheterna förändras något med en förändrad andel godståg respektive persontåg, se Tabell 26 och Tabell 27 ovan.

D.2 Sammanstötningar/kollisioner

I denna grupp innefattas sammanstötningar mellan rälsburna fordon, som t.ex. sammanstötning mellan två tåg, mellan tåg och arbetsfordon etc. Sannolikheten för en sammanstötning med tåg på en linje antas vara så låg att den inte är signifikant (46) och kommer därför inte att beaktas i de fortsatta beräkningarna. I den händelse kollision mellan två tåg ändå skulle ske, bedöms (precis som vid urspårning) detta medföra skador upp till ett avstånd av maximalt 30 meter från järnvägsspåret.²¹

D.3 Plankorsningsolyckor

I nuläget finns två plankorsningar på sträckan, en vid Esplanaden och en vid Bangatan. Dessa kommer att byggas bort innan den tillfälliga anläggningen tas i drift. En ny plankorsning för gång- och cykeltrafik kommer dock att anläggas över anslutningsspåret till Tomtebodas godsbangård, men då denna plankorsning inte är öppen för fordonstrafik ingår denna ej i de kvantitativa beräkningarna. Detta eftersom det är kollision med fordon som leder till urspårning som är konsekvensen för en plankorsningsolycka i de kvantitativa beräkningarna.

D.3.1 Frekvens för plankorsningsolycka

De indata som krävs för att kunna skatta frekvensen för plankorsningsolycka är:

- Totalt antal tåg som passerar den studerade sträckan under den tidsperiod som skattningen avser [tåg/år].
- Typ av plankorsning.

²¹ Sannolikheten för sammanstötning mellan tåg ute på en tåglinje (dvs. inte på en rangerbangård eller liknande) är så pass låg att den inte är signifikant att lägga in i de kvantitativa analyserna. Detta främst på grund av system så som ATC. Vid den ytterst osannolika händelsen av sammanstötning mellan tåg bedöms konsekvenserna innefattas av de konsekvensområden som bedöms för de värsta urspårningarna.

D.3.2 Ingångsvärden för beräkningar

De ingångsvärden som gäller för nuläget är:

- Antal tåg på sträckan per år: 80 356 stycken.
- Två övervakade korsningar med bommar.

Frekvens för sammanstötning som leder till omkomna eller svårt skadade är (46):

- Bommar: $2,0 \cdot 10^{-7}$ /tåg
- Ljud och signal: $6,0 \cdot 10^{-7}$ /tåg
- Ingen åtgärd: $1,0 \cdot 10^{-7}$ /tåg

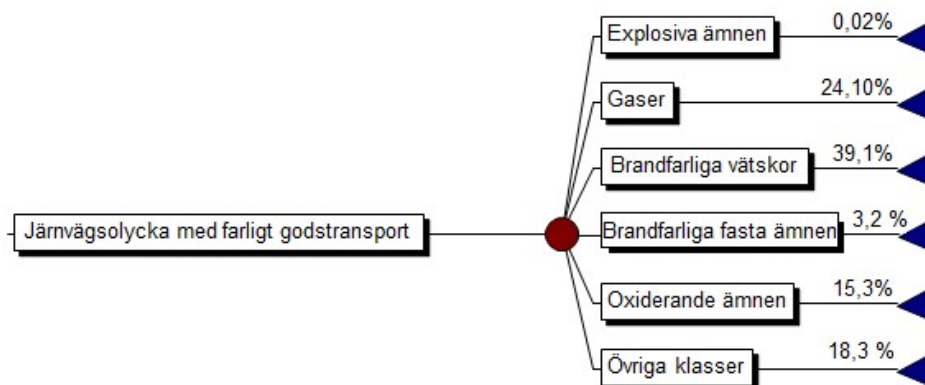
Inga plankorsningar för fordonstrafik och därigenom ingen frekvens för plankorsningsolycka förekommer vid drift av den tillfälliga anläggningen, eller vid driftsatt utbyggd anläggning.

D.4 Järnvägsolycka med transport av farligt gods

Fördelningen mellan de RID-klasser som transporteras på Mälarbanan utgör konfidentiell information från Trafikverket och kommer därmed inte att presenteras i tabellform i denna utredning. Den aktuella fördelningen har dock använts som indata i genomförda beräkningar.

Enligt resonemang i tidigare kapitel bedöms inte alla farligt gods-klasser relevanta vid uppskattning av risknivån på det aktuella området. Således är de RID-klasser som beaktas mer detaljerat i riskuppskattningen därför explosiva ämnen (klass 1), gaser (klass 2), brandfarliga vätskor (klass 3) samt oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5).

Genom att ta hänsyn till andelen farligt gods samt fördelningen mellan förekommande godsklasser beräknas frekvensen för olycka med transport av respektive aktuell farligt gods-klass genom händelseträdsmetodik, se Figur 53 (notera dock att det är den nationella fördelningen (14) som presenteras i figuren av sekretesskäl).



Figur 53. Fördelningen av olycksfrekvensen för järnvägsolycka med farligt gods-transport över respektive RID-S-klass när nationell fördelning antas (14).

D.5 Olycksscenarier – händelseträdsmetodik

I denna del av bilagan redovisas händelseträden som ingår i frekvensberäkningar som genomförts med hjälp av händelseträdsmetodik.

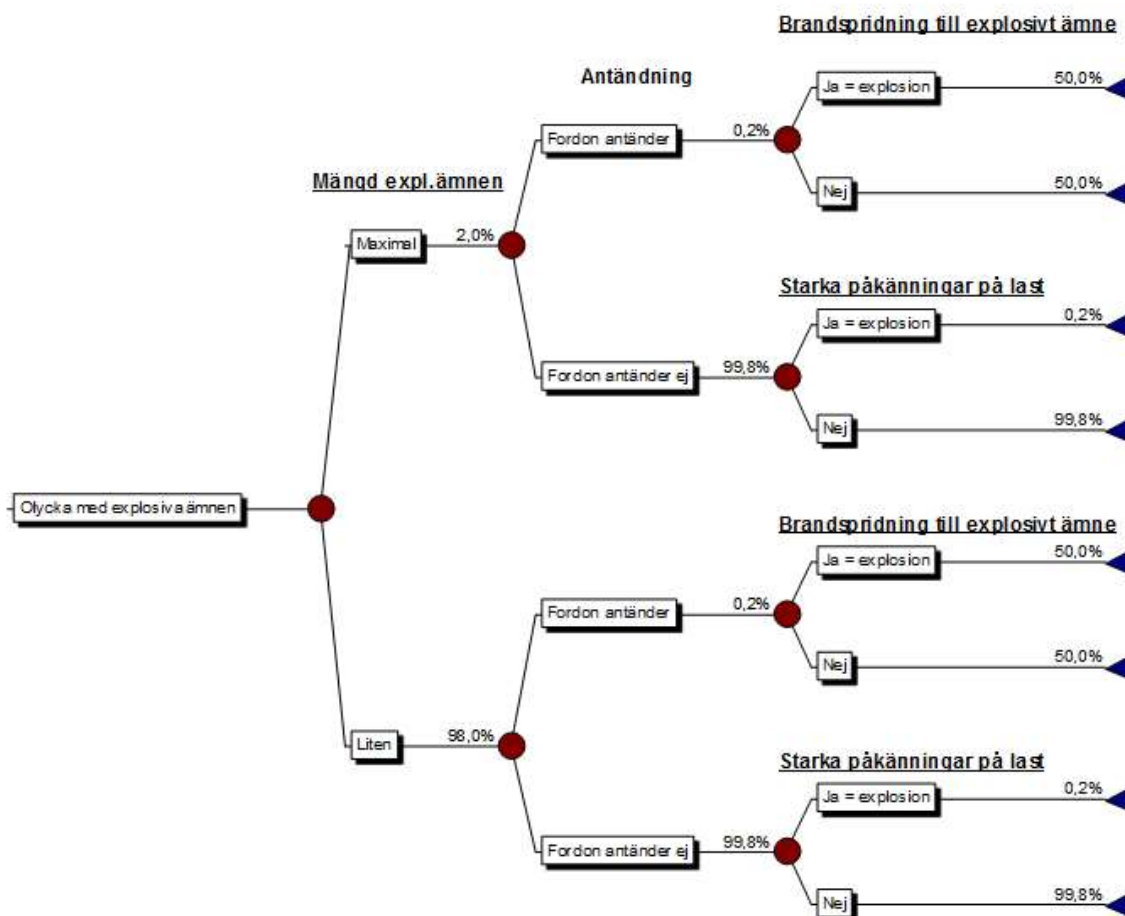
D.5.1 RID-klass 1 – Explosiva ämnen

Grovt uppskattat utgör maximala mängder explosiva ämnen ca 0,5 % av de totala transporterna. Inom EU är den maximalt tillåtna mängden som får transporteras på väg 16 ton medan små mängder begränsas till 50-100 kg. Dock tillåts större mängder på järnväg, varför 25 ton generellt antas som maximal transportmängd.

En explosion bedöms kunna inträffa dels om olyckan leder till brand i vagn, dels om de mekaniska påkänningarna på vagnen blir tillräckligt stora. Eftersom det finns detaljerade regler för hur explosiva ämnen skall förpackas och hanteras vid transport görs bedömningen att det är liten sannolikhet för att olycka vid transport av explosiva ämnen leder till omfattande skador på det transporterade godset på grund av påkänningar.

Sannolikheten för att tillräckligt stora påkänningar uppstår vid olyckan uppskattas till 0,2 % av fallen. Sannolikheten för att en vagn inblandad i en olycka ska börja brinna uppskattas till 0,2 % och därefter antas ett konservativt värde på sannolikheten för att branden sprider sig till det explosiva ämnet till 50 %.

Genom händelseträdsmetodik, se Figur 54, bedöms frekvensen för olika scenarier med en olycka med explosiva ämnen.



Figur 54. Händelseträd med sannolikhet för olycka med explosiva ämnen.

D.5.2 RID-klass 2 – Gaser

Sannolikheten för att en olycka leder till läckage av farligt gods antas variera beroende på om det rör sig om en tunn- eller tjockväggig vagn. Gaser transporteras vanligtvis tryckkondenserade i tjockväggiga tryckkärl och tankar med hög hållfasthet. Sannolikheten för stort respektive litet läckage (punktering) som följd av en olycka är för tjockväggiga vagnar 0,01 i båda fallen (46). Sannolikheten för inget läckage är följaktligen 0,98.

För *brännbara gaser* bedöms konsekvenserna för människor bli påtagliga först sedan utsläppet antänts. Tre scenarier kan antas uppstå beroende av typ av antändning. Om den trycksatta gasen antänds omedelbart vid läckage uppstår en jetflamma. Om gasen inte antänds direkt kan det uppstå ett brännbart gasmoln som sprids med hjälp av vinden och som kan antändas senare. Det tredje scenariot är mycket ovanligt och kan endast inträffa om vagnen saknar säkerhetsventil och/eller tanken utsätts för omfattande brand. En BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) kan då uppkomma, men detta inträffar inte förrän tanken utsätts för kraftig brandpåverkan under en längre tid.

För ett litet utsläpp brännbar gas (punktering av vagn) ansätts följande sannolikheter (54) för:

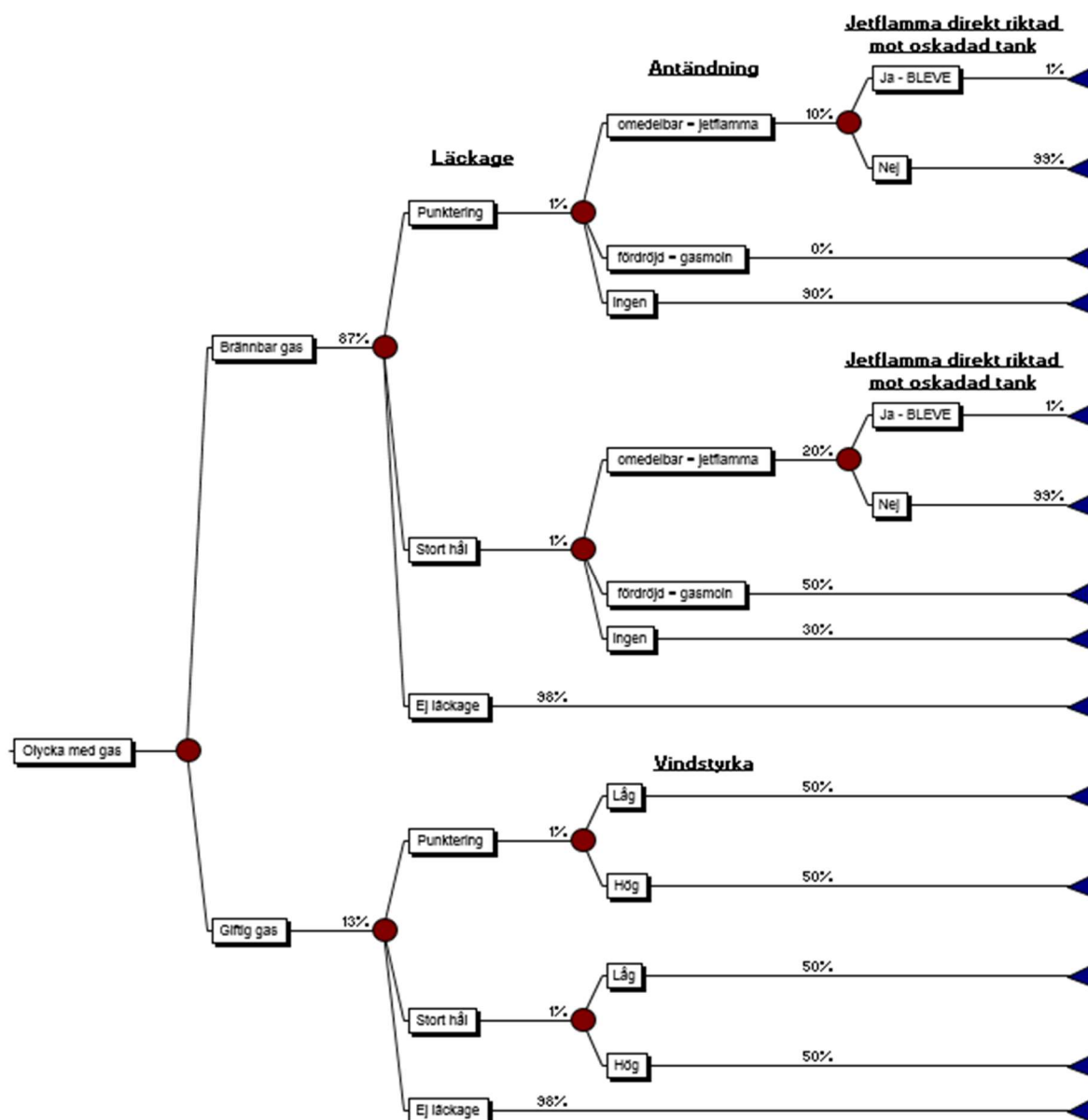
- Omedelbar antändning (jetflamma): 0,1
- Fördröjd antändning (brinnande gasmoln): 0
- Ingen antändning: 0,90

För ett stort utsläpp (stort hål) är motsvarande siffror 0,2, 0,5 och 0,3 (41). En BLEVE antas enbart kunna uppstå i intilliggande tank om eventuell jetflamma är riktad direkt mot tanken under en lång tid.

Vid fördröjd antändning av den brännbara gasen antas gasmolnet driva iväg med vinden och därför inte påverka intilliggande tankar vid antändning. Sannolikheten för att en BLEVE ska uppstå till följd av jetflamma är mycket liten, konservativt ansätts 0,01.

För olycka med *giftiga gaser* påverkar dessutom vindstyrkan utsläppets konsekvenser för omgivningen. Vindstyrkan antas vara antingen hög (8 m/s) eller låg (3 m/s).

Genom händelseträdsmetodik, se Figur 55, bedöms frekvensen för olika scenarier med en olycka med brandfarlig och/eller giftig gas.



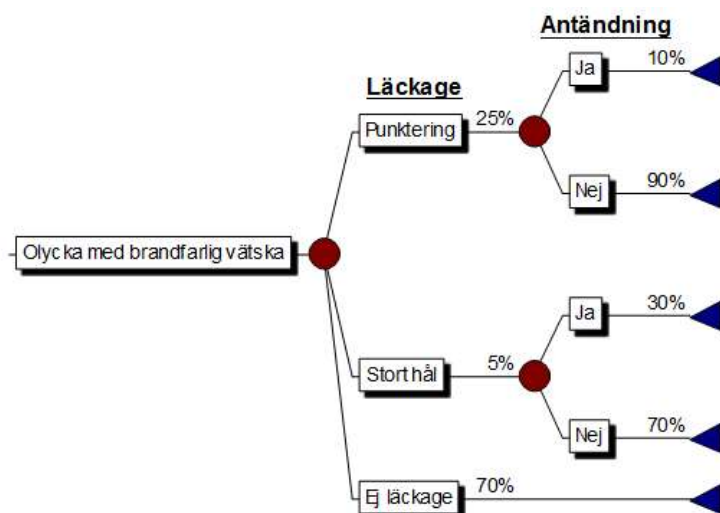
Figur 55. Händelsesträd för farligt gods-olycka med gas i lasten.

D.5.3 RID-klass 3 – Brandfarliga vätskor

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser kan uppstå först när vätskan läcker ut och antänds. Brandfarliga vätskor antas oftast transporteras i tunnväggiga tankar och sannolikheten för ett litet läckage (punktering) respektive stort läckage vid urspårning är 25 % respektive 5 % (46). I 70 % av fallen förekommer inget läckage.

Sannolikheten för att ett litet respektive stort läckage av brandfarliga vätskor på järnväg skall antändas antas vara 10 % respektive 30 % (46). Scenariot stor pölbrand bedöms som mycket konservativt då underlaget vid järnvägsbanken består av makadam som är ett lättgenomsläppligt material vilket försvårar bildandet av pölar vid utsläpp.

Genom händelseträdsmetodik, se Figur 56, bedöms frekvensen för olika scenarier med en olycka med brandfarlig vätska.



Figur 56. Händelseträd för farligt gods-olycka med brandfarlig vätska i lasten.

D.5.4 RID-klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Olyckor med oxiderande ämnen brukar vanligtvis inte leda till personskador så länge de inte antänds eller exploderar. En del ämnen inom RID-klass 5, dock inte alla, behöver först blandas med organiskt material (t ex bensin, motorolja etc.) innan risk för antändning och explosion föreligger.

De oxiderande ämnen som i sin rena form kan sönderfalla explosivt bedöms vara ammoniumdikromat, ammoniumnitrat och ammoniumperklorat samt högkoncentrerade lösningar av väteperoxid (<60 %) (55). Föregående föreningar av ammonium är dock termiskt stabila upp till 210 °C. Väteperoxid är termiskt stabilt upp till 150 °C innan ämnet börjar genomgå ett självaccelererande sönderfall. Ett explosivt sönderfall vid en transportolycka med dessa föreningar, utan kontakt med organiskt material, bedöms därmed främst kunna inträffa om en brand uppstår i samband med urspårningen. Sannolikheten för att en brand ska uppstå i samband med urspårningen har i tidigare avsnitt uppskattats till 0,2 %. Notera även att den potentiella explosionslasten blir markant lägre (drygt 70 %) om det oxiderande ämnet inte blandas med organiskt material (55).

Händelsekedjor där ämnen inom RID-klass 5 exploderar utan att först komma i kontakt med organiskt material har inte beaktats i händelseträdet som bedömningen i denna underlagsrapport bygger på. Bedömningen bygger på det tillvägagångssätt som har varit praxis, men som visat sig inte ta hänsyn till alla ämnen inom RID-klass 5. Dock för grundberäkningarna i denna underlagsrapport är effekten begränsad till följd av att det inte har förekommit några transporter av RID-klass 5.2 på sträckan. Transport av RID-klass 5.1 har förekommit men påverkan på grundberäkningarna, och därmed på resultatet, bedöms vara marginella.

Bedömningen i denna underlagsrapport angående RID-klass 5 är att vattenlösningar av väteperoxider med över 60 % väteperoxid samt vissa föreningar av ammonium bedöms kunna leda till kraftiga brand- och explosionsförlopp. Detta gäller även för alla organiska peroxider (RID-klass 5.2).

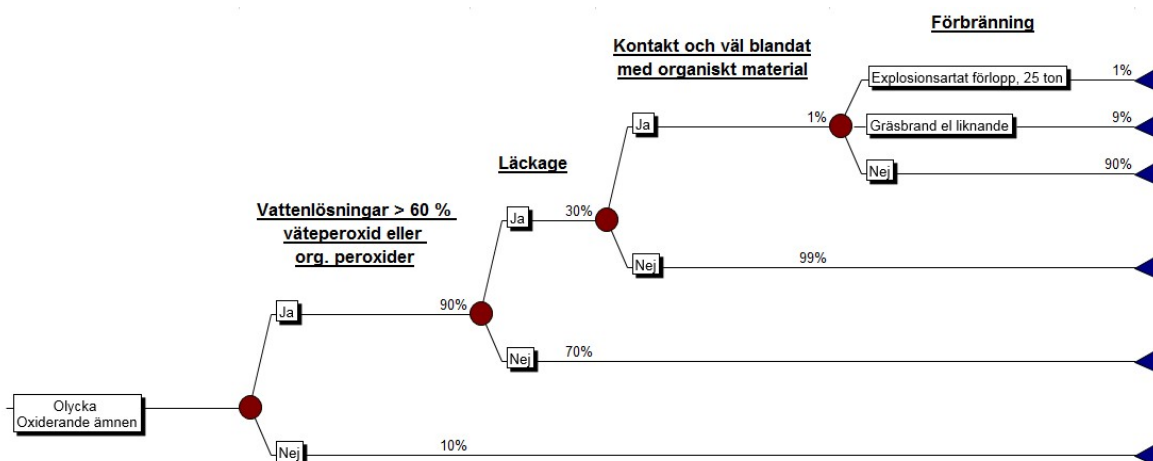
Vattenlösningar av väteperoxider med mindre än 60 % väteperoxid bedöms däremot inte kunna leda till explosion.

Oxiderande ämnen är brandbefrämjande ämnen som genom avgivande av syre (oxidation) kan initiera brand eller understödja brand i andra ämnen, t.ex. brand i vegetation kring banvallen. Explosion kan inträffa i vissa fall. Vissa organiska peroxider är så känsliga att de endast får transporteras under temperaturkontrollerade förhållanden. Dessa ämnen får ej transporteras på järnväg enligt RID.

I bedömningen antas 90 % av transporterna i RID-klass 5 utgöra av oxiderande ämnen och 10 % av organiska peroxider. En huvuddel av de oxiderande ämnen som transporteras i Sverige bedöms kunna självantända explosionsartat vid kontakt med organiskt material. Utifrån detta antas 90 % av transporterna med klass 5 kunna leda till explosionsartade förlopp.

Transporter av oxiderande ämnen antas ske i tunnväggiga vagnar och sannolikheten för läckage är då 0,3 (se ovan under rubrik D.5.3 RID-klass 3 – Brandfarliga vätskor, avseende litet respektive stort läckage). Sannolikheten för att det utläckta ämnet ska komma i kontakt med väl blandat och organiskt material har i aktuellt fall antagits till 0,01 (48). Sannolikheten för explosion uppskattas därefter till 0,1.

Genom händelseträdsmetodik, se Figur 57, bedöms frekvensen för olika scenarier med en olycka med oxiderande ämnen.



Figur 57. Händelseträd med farligt gods-olycka med oxiderande ämnen i lasten.

E Konsekvensberäkningar

De beräkningar som redovisas i denna bilaga avser järnvägsolyckor med påverkan på omgivningen och tredje man. Riskberäkningar för resenärer och tågpersonal redovisas i systemhandlingen.

De riskmått som används i denna riskbedömning är *individerisk* och *samhällsrisk*, se kapitel A Omfattning av riskhantering och metod för en närmre beskrivning av riskmåten. Konsekvenser för olyckor med farligt gods har beräknats utifrån att olyckan inträffar på spåret, från vilket alla konsekvensavstånd sedan uppskattas. Vid beräkning av mekanisk skada orsakad av urspårning har dock de urspårande vagnarnas avstånd från spåret beaktats. Indata till beräkningar är bl.a. avståndet inom vilka personer antas omkomma för respektive skadescenario.

E.1 Persontäthet och skyddsfaktorer vid inomhusvistelse

För samhällsriskberäkningen är det nödvändigt att uppskatta hur många personer som kan antas uppehålla sig inom området kring järnvägen, vilket generellt genomförs genom att ansätta en persontäthet per kvadratkilometer för hela området som undersökts.

Området i anslutning till spåret utgörs främst av innerstadsbebyggelse med offentliga byggnader samt bostadsbebyggelse (flerbostadshus med verksamheter i markplan). I närområdet finns även industriområden och viss villabebyggelse. Med utgångspunkt i den varierande bebyggelsen inom närområdet (med både bostäder och arbetsplatser) ansätts samma persontäthet dag som natt.

Vidare utgörs området direkt norr om anslutningsspåret till Tomtebodas godsbangård av innerstadsbebyggelse med offentliga byggnader samt kontorsbyggnader. Med utgångspunkt i att området närmst anslutningsspåret till Tomteboda ej utgörs av bostäder ansätts att närvarograden är 100 % under dagen och 10 % under natten.

Berörda kommuner och område har persontätheter enligt Tabell 28 nedan, i enlighet med befolkningsprognoser för respektive kommun.

Tabell 28. Persontätheter för respektive kommun eller område och skede.

Personer/km ²	Nuläge	Vid driftsatt tillfällig anläggning (år 2025)	Vid driftsatt färdig anläggning (år 2030)
Kommun/område			
Sundbyberg	4 899 (15)	4 899	7 800 (16)
Solna	3 900 (17)	3 900	6 850 (beräknat genom extrapolering från år 2025)

Grundantagandet är att personer uppehåller sig jämt utspridda över hela ytan, även närmast spåret. Detta antagande är grovt och i aktuellt fall varierar det personfria området stort beroende på var man befinner sig längs med sträckan. De personer som enligt beräkningarna omkommer på det personfria området räknas bort från resultatet för varje olycksscenario i samhällsrisk. För

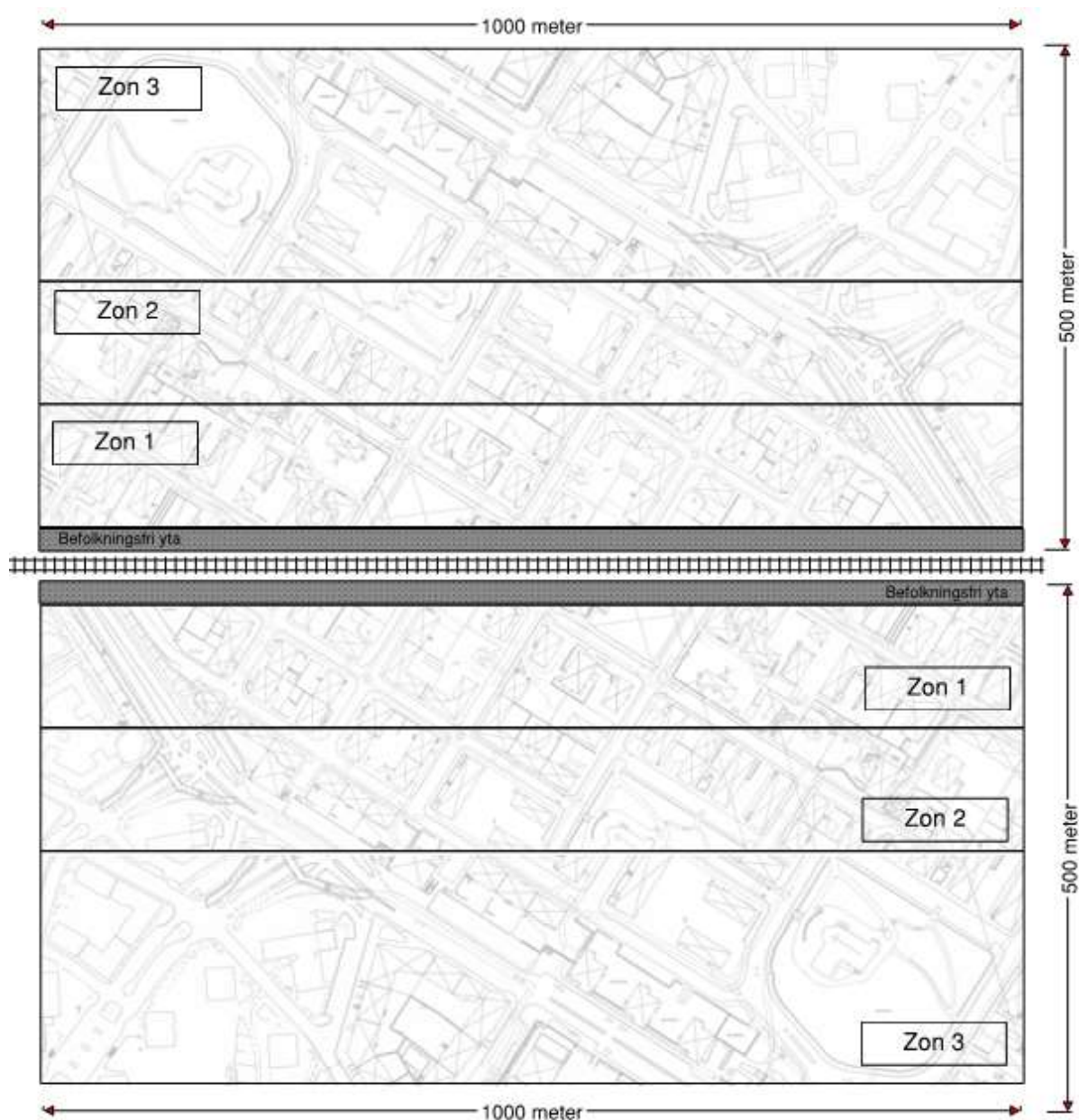
individrisken är detta avstånd oväsentligt eftersom riskmåttet anger hur stor frekvensen är att en fiktiv person som uppehåller sig på ett givet avstånd under ett års tid omkommer.

De generella personfria avstånd från närmsta spårmitt som har använts vid beräkningarna framgår ur Tabell 29 nedan.

Tabell 29. Personfritt avstånd från närmsta spårmitt för respektive kommun och skede.

Personfritt avstånd från närmsta spårmitt (m)	Nuläge	Vid driftsatt tillfällig anläggning (år 2025)	Vid driftsatt färdig anläggning (år 2030)
Kommun/område			
Sundbyberg	15	9	-
Sundbyberg markspår - tunnel	-	-	25
Solna tunnel – tråg -tunnel	-	-	5
Solna	30	30	-
Solna markspår - tunnel	-	-	20
Området norr om anslutningsspår till Tomtebodas godsbangård	25 (samtliga spår)	25 (dock går inte den tillfälliga anläggningen förbi området)	13 (till anslutningsspåret till Tomtebodas godsbangård), och 32 (till övriga spår)

Vid beräkningar av samhällsrisknivå med avseende på järnvägstransporterna på Mälarbanan beaktas en skyddsfaktor vid inomhusvistelse. Majoriteten av människorna inom utredningsområdet kommer att befinna sig inomhus och bedöms därmed delvis vara skyddade under olyckans akuta skede. I Figur 58 redovisas en illustration av den zonindelning som används när samhällsrisknivån uppskattas. Samhällsriskberäkningarna utförs för ett 1 km² stort område med riskkällan, i detta fall Mälarbanan, placerad i mitten.



Figur 58. Zonindelning vid beräkning av samhällsrisknivå.

I Tabell 30 nedan redovisas den zonindelning som används vid beräkningarna av samhällsrisken. I beräkningarna antas området närmst järnvägen utgöras av en befolkningsfri yta. Bredden av den befolkningsfria ytan längs järnvägen varierar mellan 5 till 30 meter beroende på delsträcka och bygghast. Människorna inom Zon 1 – 3 antas vara jämt fördelade över hela ytan men andelen individer som vistas inomhus varierar mellan zonerna. Inom Zon 1, vilken ligger närmst järnvägen, antas fler människor vistas utomhus jämfört med de två andra zonerna. Andelen individer som vistas inomhus dag- respektive nattetid inom Zon 2 och 3 baseras på riktvärden från RIKTSAM (56)

Tabell 30. Bredd samt andel individer som antas vistas inomhus inom respektive zon.

Zonindelning	Bredd (meter)	Andel inomhus dagtid (06-18)	Andel inomhus nattetid (18-06)
Befolkningsfri yta	5-30 m	N/A	N/A
Zon 1	100 m	75 %	90 %
Zon 2	100 m	90 %	99 %
Zon 3	~300 m	90 %	99 %

I Tabell 31 nedan redovisas de skyddsgrader vid inomhusvistelse som används vid beräkningarna av samhällsrisknivån för respektive delsträcka och byggfas. Skyddsgrad vid inomhusvistelse avser sannolikheten för att individer som befinner sig inomhus inom olyckans konsekvensområde ska omkomma. Skyddsgraden varierar med avseende på avståndet till järnvägen. I genomförda beräkningar medför en ansatt skyddsgrad på 50 % (vid inomhusvistelse), att hälften av individerna som vistas inomhus inom olyckans konsekvensområde förväntas att omkomma. Ingen skyddsgrad ansätts vid beräkningarna för individer som befinner sig utomhus inom olyckornas uppskattade konsekvensområden.

Tabell 31. Skyddsgrad vid inomhusvistelse beroende på olycksscenario och zon.

Olycksscenario	Skyddsgrad vid inomhusvistelse Zon 1	Skyddsgrad vid inomhusvistelse Zon 2	Skyddsgrad vid inomhusvistelse Zon 3
Mekanisk påverkan från urspårning	50 %	-	-
Explosioner	0 %	50 %	75 %
Utsläpp av brandfarliga gaser (jetflammar, gasmoln, BLEVE)	50 %	50 %	50 %
Utsläpp av giftig gas	50 %	90 %	90 %
Pölbränder	50 %	-	-

Skyddsgraderna bygger på erfarenhetsmässiga bedömningar och internationella vägledningar så som CPR 18E (57). För en mer ingående beskrivning och motiveringar av ansatta skyddsgrader vid inomhusvistelse se Bilaga E.

Urspårningar:

Mekanisk påverkan på omgivande bebyggelse från urspårade tåg antas kunna medföra fortskridande ras av byggnader. Kollaps av moderna byggnader till följd av jordbävningar uppskattas kunna medföra ett skadeutfall på 20-50 % omkomna och 50-80 % skadade (58). I samhällsriskberäkningarna antas 50 % av individerna som befinner sig inomhus inom urspårningens konsekvensområde förolyckas till följd av fortskridande ras.

Explosioner:

Tryckvågor från större explosionslaster kan medföra omfattande skador på byggnader belägna långt ifrån olyckans centrum. Inom Zon 1 antas ingen skyddsfaktor vid inomhusvistelse. Byggnader inom Zon 2 kommer delvis vara skyddade från tryckpåverkan av framförvarande byggnader inom Zon 1. Skyddsgraden vid inomhusvistelse inom zon 2 till följd av explosioner på järnvägen antas uppgå till 50 %. Byggnader inom zon 3 ligger drygt 200 meter från järnvägen, skyddsfaktorn vid inomhusvistelse med avseende på tryckpåverkan från explosioner på järnvägens antas uppgå till 75 %.

Pölbränder:

Personer som vistas inomhus bedöms inledningsvis vara helt skyddade med avseende på utfallande strålning från pölbränder. Om branden sprids och får fäste i byggnaden innan utrymningen har skett är antagandet mer osäkert. På grund av detta används endast en 50 %-ig skyddsgrad vid inomhusvistelse med avseende olycksscenarioer som medför pölbrand.

Olycksscenarioer med brännbara gaser:

Personer som vistas inomhus bedöms inledningsvis vara helt skyddade med avseende på utfallande strålning från jetflammar. Om branden sprids och får fäste i byggnaden innan utrymningen har skett är antagandet mer osäkert. Gasmolnsexplosioner kan utöver strålningspåverkan även medföra tryckskador på omgivningen. Skyddsgraden vid inomhusvistelse med avseende på olycksscenarioer med brännbara gaser antas i beräkningarna uppgå till 50 %.

Utsläpp av giftig gas:

I CPR 18E bedöms individer som befinner sig inomhus i princip vara helt skyddade (avseende risken att omkomma) vid ett utsläpp av giftig gas (59). För byggnader som ligger i direkt anslutning till transportleden och olycksplatsen bedöms dock föregående antagande vara alldeles för optimistiskt. Skyddsfaktorn vid inomhusvistelse inom Zon 1 avseende utsläpp av giftig gas antas i beräkningarna endast uppgå till 50 %. Skyddsfaktorn vid inomhusvistelse inom Zon 2 och 3 antas uppgå till 90 % med avseende på utsläpp av giftig gas.

Tabell 32. Skyddsfaktorer för respektive zon med avseende på olycksscenarioer med farligt gods på järnvägen.

RID-Klass	Olycksscenario	Konsekvensavstånd (meter)	Skyddsgrad inomhus Zon 1	Skyddsgrad inomhus Zon 2	Skyddsgrad inomhus Zon 3
1	Explosiva ämnen 25 ton	250	0 %	50 %	75 %
	Explosiva ämnen 100 kg	25	50 %	-	-
2.1	BLEVE	200	50 %	50 %	50 %
	Jetflamma punktering	18	50 %	-	-
	Gasmoln punktering	18	50 %	-	-
	Jetflamma stort hål	92	50 %	-	-
	Gasmoln stort hål	21	50 %	-	-
2.3	Punktering giftig gas svag vind	38	50 %	-	-
	Punktering giftig gas stark vind	34	50 %	-	-

	Stort hål giftig gas svag vind	755	50 %	90 %	90 %
	Stort hål giftig gas stark vind	880	50 %	90 %	90 %
3	Liten pölbrand	22	50 %	-	-
	Stor pölbrand	40	50 %	-	-
5	Explosion oxiderande ämnen 25 ton	250	0 %	50 %	75 %
	Brand oxiderande ämnen	40	50 %	-	-

E.2 Mekanisk skada vid urspårning (utomhusvistelse)

I samband med urspårningar antas dödlig påverkan uppstå på alla människor som befinner sig utomhus inom det avstånd på vilket tåget hamnar. Risken för mekanisk påverkan på människor eller byggnader är oberoende av om det rör sig om persontåg eller godståg. Riskerna begränsas till området närmast banan, cirka 25-30 meter från spårmitte, vilket är det avstånd som urspårade vagnar i de flesta fall hamnar inom.

E.3 Bedömda konsekvensområden för olyckor med farligt gods

Följande kriterier för bedömning av konsekvensområde där personer antas omkomma har använts:

- Explosion: Gränsen för direkt dödliga skador går vid 70 kPa tryck (60).
- Giftig gas: Gränsvärde för dödliga skador (LC50) för klor är 250 ppm (60).
- Värmestrålning: Nivåer över 15 kW/m² orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (45).

E.4 Uppskattade konsekvenser för olyckor med farligt gods

Eftersom egenskaperna hos ämnena i de olika farligt gods-klasserna skiljer sig mycket från varandra har olika metoder använts för att uppskatta konsekvenserna för de scenarier som beskrivs i kapitel D.5. Litteraturstudier, simuleringsprogram och handberäkningar är exempel på olika metoder som har använts.

E.4.1 RID-klass 1 – Explosiva ämnen

Detonationer och de konsekvenser som dessa orsakar är komplexa och kräver beaktande av många faktorer. Konsekvenserna för människor beror bland annat på mängden explosiv vara, omgivningens utformning (tillgång till skydd i form av bebyggelse eller liknande) samt hur personer befinner sig i förhållande till explosionen.

Den påverkan som kan uppkomma på människor till följd av tryckvågor kan delas in i direkta och indirekta skador. Vanliga direkta skador är spräckt trumhinna eller lungskador. De indirekta skadorna kan uppstå antingen då människor kastas iväg av explosionen (tertiära), eller då föremål som splitter kastas mot människor (sekundära) (61).

Sannolikheten för en individ att träffas av splitter är låg och antalet omkomna till följd av splitterverkan bedöms därför bli litet. Sammantaget bedöms riskbidraget från splitterverkan vara

försumbart. Vad gäller trycknivåer och de direkta skador som de ger upphov till, går gränsen för lungskador vid omkring 70 kPa och direkt dödliga skador kan uppkomma vid 180 kPa (60). Detta värde kan dock vara missvisande då det gäller direkt tryckpåverkan, mot vilken den mänskliga kroppen är relativt tålig. Tertiära skador bedöms leda till dödsfall vid betydligt lägre tryck än 180 kPa. Dödliga förhållanden för personer utomhus antas uppstå redan vid 70 kPa (gräns för lungskador) då även sekundära effekter inkluderas. Enligt Göteborgs fördjupade översiktsplan för sektorn transporter av farligt gods blir konsekvensavståndet då cirka 120 meter för en 25 ton laddning. För en 150 kg laddning blir motsvarande avstånd omkring 30 meter (48).

Byggnader har normalt en relativt låg trycktålighet och skadas svårt eller rasar vid tryck på 15-40 kPa (40 kPa för moderna byggnader). I FÖP Göteborg (48) anges att väggar kan förväntas raseras i moderna byggnader på upp till 250 meters avstånd från en 25 tons explosion. Vid en 150 kg explosion uppkommer 40 kPa på omkring 25 meters avstånd.

E.4.2 RID-klass 2 – Gaser

Gaser indelas i brännbara, inerta respektive giftiga gaser. Det är endast de brännbara (RID-klass 2.1) och giftiga gaserna (RID-klass 2.3) som antas kunna innebära dödliga konsekvenser för omgivningen vid olycka.

E.4.2.1 Brännbar gas, RID-klass 2.1

Konservativt antas att det är tryckkondenserad gasol i samtliga vagnar, eftersom gasol har en låg brännbarhetsgräns, vilket antas medföra att antändning kommer att kunna inträffa på ett längre avstånd från olycksplatsen. Den maximala mängden gas i en järnvägsvagn antas till ca 40 ton (62).

Utsläppsstorlekarna (för jetflamma och gasmoln) benämns: punktering (hålstorlek 20 mm) och stort hål (hålstorlek 100 mm). För respektive utsläppsstorlek beräknas, med simuleringsprogrammet Gasol (63), dels eventuell jetflammas längd vid omedelbar antändning och dels det brännbara gasmolnets volym samt området som påverkas vid en BLEVE. För jetflamma och brinnande gasmoln varierar skadeområdet med läckagestorlek, direkt alternativt fördröjd antändning samt vindhastighet. Beroende på om läckage inträffar i tanken i gasfas, i gasfas nära vätskefas, eller i vätskefas, kan utsläppets storlek och konsekvensområde variera. De värsta konsekvenserna bedöms uppstå om utsläppet sker nära vätskeytan och därför antas konservativt att detta är fallet.

För värmestrålning antas en rimlig kritisk nivå där människor förväntas omkomma vara 15 kW/m² (vilket orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering).

De indata som använts i Gasol (63), för att simulera konsekvensområden för jetflamma och gasmoln, presenteras nedan:

- Lagringstemperatur: 15°C
- Lagringstryck: 7 bar övertryck
- Utströmningskoefficient (Cd): 0,83 (Rektangulärt hål med kanterna fläktat utåt)
- Tankdiameter: 2,5 m
- Tanklängd: 19 m

- Tankfyllnadsgrad: 80 %
- Tankens vikt tom: 50 000 kg
- Designtryck: 15 bar övertryck
- Bristningstryck: 4 x designtrycket
- Lufttryck: 760 mmHg
- Omgivningstemperatur: 15°C
- Relativ fuktighet: 50 %
- Molnighet: Dag och klart
- Omgivning: Tätortsförhållanden

I Tabell 33 visas de avstånd inom vilka personer antas omkomma, för respektive scenario vid olika typer av utsläpp. För jetflamma och brinnande gasmoln blir inte skadeområdet cirkulärt, runt olycksplatsen utan mer plymformat. För brinnande gasmoln antas det att gasmolnet antänds då det fortfarande befinner sig vid tanken och inte har hunnit spädas ut ytterligare. Det brännbara molnets volym bedöms där vara som störst. Det skadedrabbade området, med avseende på brinnande gasmoln, uppskattas vara molnets storlek plus avståndet där tredje gradens brännskada kan uppnås från gasmolnsfronten.

Tabell 33. Konsekvensavstånd där personer förväntas omkomma, för olika scenarier vid farligt gods-olycka med brännbar gas i lasten.

Scenario	Läckagestorlek	Antändning	Konsekvensavstånd (m)
BLEVE	-	-	Cirkulärt 200 m radie
Hål i tank nära vätskeyta	Punktering (2,4 kg/s)	Jetflamma	18
		Gasmoln	18
	Stort hål (60 kg/s)	Jetflamma	92
		Gasmoln	21

En BLEVE inträffar inte plötsligt. En tank måste värmas under en längre tid för att BLEVE ska kunna inträffa. Med anledning av detta antas 3/4 av de personer som befinner sig på området under dagtid att ha evakuerats innan en BLEVE inträffar. Nattetid är det svårare att evakuera personer. Nattetid antas endast hälften av personerna i området ha evakuerat innan en BLEVE inträffar.

E.4.2.2 Giftig gas, RID-klass 2.3

I beräkningarna representeras den icke brännbara men giftiga gasen av klor, som är en av de giftigaste gaserna som transporteras på järnväg i Sverige. Att använda klor som representativt ämne bedöms därför vara konservativt, jämfört med exempelvis ammoniak eller svaveldioxid.

Med simuleringsprogrammet *Spridning luft* (64) beräknas storleken på det område där koncentrationen klor antas vara dödlig (inomhus och utomhus). Använt gränsvärde för dödliga

skador (LC_{50}^{22}) för klor är 250 ppm. Mängden i en järnvägsvagn antas till 65 ton. Utsläppsstorlekarna uppskattas till litet läckage (punktering 0,45 kg/s) och stort läckage (stort hål 112 kg/s) (64). Gasens spridning beror bland annat på vindstyrka och bebyggelse. Spridning luft visar spridningskurvor och uppskattningar av hur stor andel av befolkningen inom området som förväntas omkomma. Denna andel avtar med avståndet både i längd med och vinkelrätt mot gasmolnets riktning, se Tabell 34 nedan.

De indata som använts i *Spridning luft* för att simulera konsekvensområden för utsläpp av giftig gas presenteras nedan. Vindstyrkan kommer att varieras från 3-8 m/s och simuleringar kommer att göras med olika stora utsläppsmängder, men i övrigt hålls faktorerna konstanta:

- Kemikalie: Klor
- Emballage: Järnvägsvagn (65 000 kg)
- Bebyggelse: Bebyggt
- Lagringstemperatur: 15°C
- Omgivningstemperatur: 15°C
- Molnighet: Vår, dag och klart

Tabell 34. Konsekvensavstånd där personer förväntas omkomma, för olika scenarier vid farligt godsolycka med giftig gas i lasten.

Scenario	Vindstyrka (m/s)	Konsekvensavstånd utomhus (m)
Punktering (0,45 kg/s)	3	38
	8	34
Stort hål (112 kg/s)	3	755
	8	880

E.4.3 RID-klass 3 – Brandfarliga vätskor

För brandfarliga vätskor gäller att skadliga konsekvenser kan uppstå först när vätskan läcker ut och antänds. Det avstånd, inom vilket personer förväntas omkomma direkt alternativt som följd av brandspridning till byggnader, antas vara fram till där värmestrålningsnivån överstiger 15 kW/m². Detta är den strålningsnivå som orsakar outhärdlig smärta efter kort exponering (cirka 2-3 sekunder) samt den strålningsnivå som bör understigas i minst 30 minuter utan att särskilda åtgärder vidtas i form av brandklassad fasad. (45)

Vid beräkning av konsekvensen av en farligt gods-olycka med brandfarlig vätska antas tanken rymma bensen. Uppskattningsvis rymmer en järnvägsstank ca 45 ton bensen. Vanligtvis är tankar dock uppdelade i mindre fack och därför är sannolikheten för att all bensen läcker ut mycket liten.

²² Värden för människa exponerad via inhalation under 30 minuter.

Beroende på utsläppsstorleken antas olika stora pölar med brandfarlig vätska bildas vilket leder till olika mängder värmestrålning. Ett stort läckage antas bilda en 400 m² pöl medan en punktering grovt antas bilda en 100 m² pöl.

Strålningsberäkningarna har genomförts med hjälp av handberäkningar. Använda formler och samband är etablerade och har använts under många år vid bedömning av olika typer av brandförlopp (65).

I Tabell 35 redovisas skadeområden inom vilka personer kan omkomma vid olika pölareor. Eftersom strålningsberäkningarna utgår från pölens kant är det viktigt att även räkna med pölradien för att få det aktuella avståndet med utgångspunkt från olycksplatsen eftersom den brandfarliga vätskan kan spridas över ett relativt stort område beroende på topografi med eventuella diken osv. I detta fall antas konservativt att pölen breddas ut cirkulärt med centrum vid olycksplatsen på spåret.

Tabell 35. Skadedrabbat område, inom vilket personer förväntas omkomma, för olika scenarier vid farligt godsolycka med brandfarlig vätska i lasten.

Scenario	Pölradie	Avstånd från pölkant till kritisk strålningsnivå	Konsekvensområde
Liten pölbrand bensen (100 m ²)	5,6 m	16,5 m	22 m
Stor pölbrand bensen (400 m ²)	11 m	29 m	40 m

E.4.4 RID-klass 5 – Oxiderande ämnen och organiska peroxider

Vid olycka med oxiderande ämne antas personer i omgivningen kunna omkomma om det oxiderande ämnet ger upphov till förbränning. Förbränning antas leda till explosionsartade förlopp alternativt till kraftiga bränder.

Vid transport kan en vagn med 25 ton gods av RID-klass 5 vid urspårning kollidera med en vagn innehållande någon form av brännbart ämne som t.ex. bensen. Den blandning som då bildas kan motsvara 25 ton massexplösiv vara och leda till samma typ av konsekvenser som vid olycka med massexplösiva varor (48).

Om det utläckande godset inte exploderar utan istället fungerar brandunderstödjande och bidrar till vegetationsbrand eller liknande antas att konsekvensområdet blir liknande det för stor pölbrand.

Tabell 36. Konsekvensuppskattningar oxiderande ämnen och organiska peroxider.

Scenario	Avstånd till dödliga förhållanden
Explosion 25 ton	250 m
Gräsbrand etc.	40 m

E.5 Olycka i tråg och tunnel

De beräkningar som redovisas i denna bilaga avser järnvägsolyckor med påverkan på omgivningen och tredje man. Riskberäkningar för resenärer och tågpersonal redovisas i systemhandlingen.

Trågen och tunneln kommer att utgöra en fysisk barriär mellan järnvägen och omgivningen. Ett flertal av de olycksscenarioer som studeras i kapitel D Frekvensberäkningar bedöms inte kunna medföra en påverkan, alternativt få en begränsad påverkan, på omgivningen på grund av den mer eller mindre inneslutning av spåren som tråg eller tunnel innebär.

Vid en farligt gods-olycka i tunneln bedöms enbart större utsläpp av giftig gas och kraftiga explosioner kunna medföra påverkan på tredje man, det vill säga för individer i anslutning till anläggningen. Följande olycksscenarioer med farligt gods i driftsatt tunnel bedöms kunna medföra påverkan på tredje man samt närliggande/överdäckade strukturer.

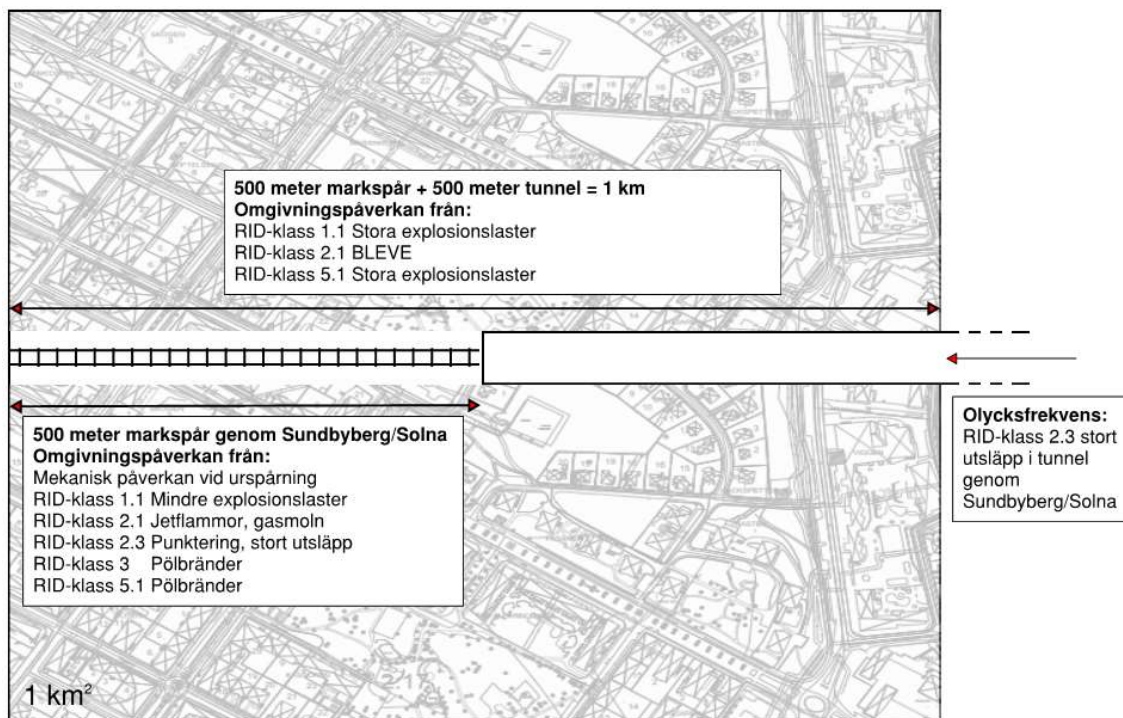
- Explosion RID-klass 1.1 stora explosionslaster
- Explosion RID-klass 5.1 stora explosionslaster
- Explosion RID-klass 5.2 stora explosionslaster
- BLEVE, RID-klass 2.1
- Stort utsläpp av giftig gas, RID-klass 2.3

Vid bedömning av konsekvensens storlek av dessa olycksscenarioer utgår beräkningarna konservativt från motsvarande konsekvensberäkning för markspåren. Vid ett större utsläpp av giftig gas i någon av tunnarna antas alltid konservativt områden i anslutning till tunnelmynningarna påverkas av olyckan oavsett var i tunneln olyckan inträffar.

Vidare framgår det ur TSD Tunnelsäkerhet att om kollaps av tunnel och/eller station kan påverka en annan byggnad/anläggnings stabilitet ska det bärande huvudsystemet stå emot brandtemperaturen under en tidsperiod som är tillräcklig för att medge utrymning av de hotade delarna av tunneln/stationen och av närliggande byggnadsverk. Baserat på föregående dimensioneringskrav bedöms därmed ej större brandhändelser i tunnarna kunna medföra livshotande påverkan på tredje man.

E.5.1 Modeller för beräkning av risknivå kring driftsatt utbyggd anläggning

I Figur 59 nedan redovisas hur samhällsriskens beräknas kring de 1 km långa delsträckor genom Sundbyberg och Solna som omfattar 500 meter markspår och 500 meter tunnel av driftsatt utbyggd anläggning.



Figur 59. Modell för uppskattning av samhällrisk kring driftsatt utbyggd anläggning avseende delsträckorna med markspår genom Sundbyberg/Solna som ligger i anslutning till respektive tunnelmynning.

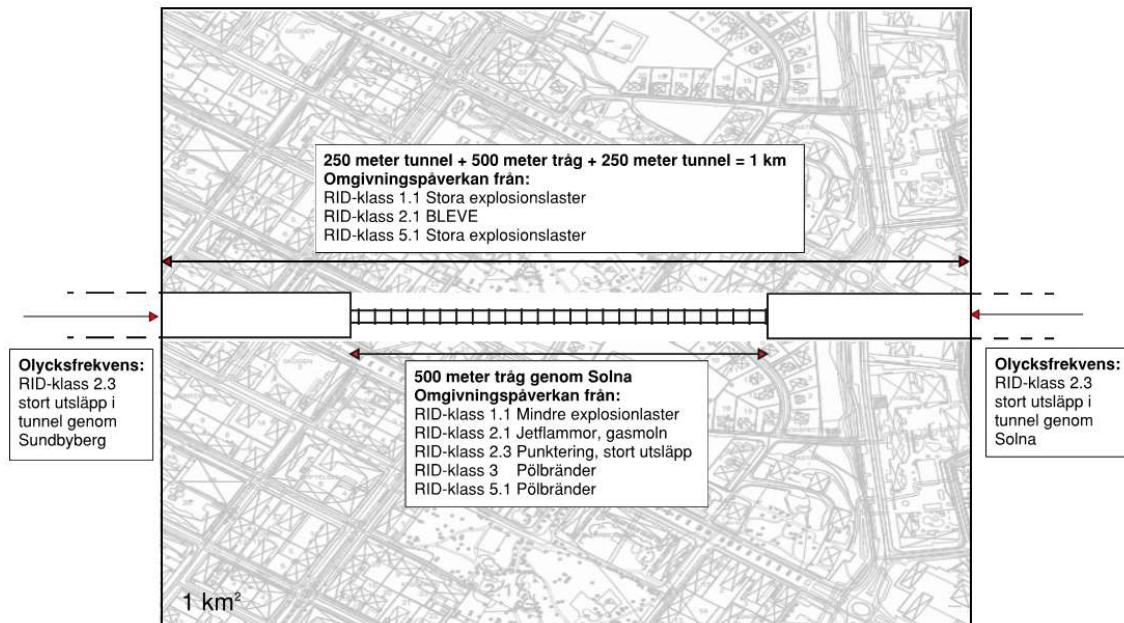
Olycksfrekvenserna beräknas för en 1 km lång järnvägssträcka. Flertalet av de studerade olycksscenarierna med farligt gods²³ samt urspärningar bedöms ej medföra en livshotande påverkan på tredje man²⁴ om olyckan inträffar i tunneln. Olycksfrekvensen för dessa scenarier halveras därmed när samhällsriskens längs sträckan beräknas.

Vid beräkningen av individrisken genomförs ej motsvarande frekvensreduktion. Den beräknade individrisknivån blir därmed främst representativ för områden i anslutning till tunnelmynningen och markspåren.

I Figur 60 nedan redovisas hur samhällsriskens beräknas för den 1 km långa delsträcka genom Solna som omfattar 500 meter tråg samt 250 meter av respektive tunnel för driftsatt utbyggd anläggning.

²³ Följande olycksscenarier med farligt gods bedöms ej medföra en livshotande omgivningspåverkan avseende tredje man om olyckan inträffar i tunnel: Pölbränder (RID-klass 3/5.1), jetflamnor, brännbara gasmoln (RID-klass 2.1), mindre utsläpp av giftig gas (RID-klass 2.3) samt mindre explosionslaster (<100 kg) (RID-klass 1.1).

²⁴ Notera att tredje man avser individer som uppehåller sig i närheten av järnvägsanläggningen och inte eventuella resenärer som kan befinna sig på ett persontåg i närheten av olyckan.



Figur 60. Modell för uppskattning av samhällrisk kring driftsatt anläggning avseende delsträckan som går i tråg genom Solna.

Beräkningsgången av samhällsrisk för delsträckan i Figur 60 är i princip identiskt med den för delsträckorna i Figur 59. Den signifikanta skillnaden är att områden som ligger i anslutning till tråget påverkas av mynningseffekter från båda tunnelarna. Det vill säga ett större utsläpp av giftig gas i någon av tunnelarna antas alltid medföra en påverkan på betraktade området kring tråget.

Vid en farligt gods-olycka i trågen begränsas även konsekvensområdet för pölbränder till följd av att pölens utbredning begränsas av tråget. Därför har följande konsekvensområden använts vid beräkning av konsekvens för pölbrand i tråg:

- Liten pölbrand: 17 meter (Avstånd från pölkant till kritisk strålningsnivå)
- Stor pölbrand: 29 meter (Avstånd från pölkant till kritisk strålningsnivå)

Risken för mekanisk påverkan på omgivningen vid en urspårning/sammanstötning i tråget bedöms även vara försumbar på grund av nivåskillnaden.

F Känslighetsanalys

En känslighetsanalys har utförts för ett antal parametrar som bedömts vara särskilt viktiga för det specifika projektet. Dessa parametrar är följande:

- Antalet godståg per årsmedeldygn
- Andelen godsvagnar med farligt gods
- Fördelning mellan transporterade RID-S-klasser
- Skyddsfaktor avseende livshotande konsekvenser för individer som befinner sig inomhus vid en farligt gods-olycka med RID-klass 2.3 på järnvägen.
- Persontätheten i Solna och Sundbyberg

Syftet med känslighetsanalysen är att undersöka hur resultaten och slutsatserna från riskbedömningen i denna underlagsrapport påverkas när andra ingångsvärden används vid analysen.

F.1 Transporter av farligt gods

I detta avsnitt studeras hur risknivåerna kring driftsatt utbyggd anläggning kommer att påverkas beroende på omfattningen av farligt gods-transporter på Mäljarbanan i framtiden.

Tabell 37. Studerade scenarier i känslighetsanalysen avseende omfattningen av farligt gods-transporter på Mäljarbanan år 2030.

Scenario	Antal godståg per dygn	Andel godsvagnar med farligt gods	Fördelning mellan transporterade RID-S-klasser
Trafikering enligt Basprognos 2040	Trafikering enligt Basprognos 2040: 6 godståg (66)	Medelvärde Mäljarbanan Huvudsta - Duvbo 2008-2016 (13)	Medelvärde Mäljarbanan Huvudsta - Duvbo 2008-2016 (13)
Grundberäkning	Trafikering enligt AKJ: 10 godståg (6)	Medelvärde Mäljarbanan Huvudsta - Duvbo 2008-2016 (13)	Medelvärde Mäljarbanan Huvudsta - Duvbo 2008-2016 (13)
Toppnotering Mäljarbanan år 2014	Trafikering enligt AKJ: 10 godståg (6)	Mäljarbanan Huvudsta – Duvbo år 2014 (13)	Mäljarbanan Huvudsta – Duvbo år 2014 (13)
Rikssnittet år 2014	Trafikering enligt AKJ: 10 godståg (6)	Rikssnitt år 2014 (14)	Rikssnitt år 2014 (14)

Trafikering enligt basprognos 2040: Enligt Trafikverkets basprognos för år 2040 uppskattas godstrafiken på sträckan Barkarby - Tomtebodavägen uppgå till 6 godståg per dygn (66). Trafikeringen enligt AKJ med 10 godståg per årsmedeldygn bör således betraktas som ett dimensionerande men konservativt ingångsvärde.

Grundberäkning: Antalet godståg per dygn motsvarar dimensioneringskravet enligt AKJ. Andelen FAGO-vagnar samt fördelningen mellan transporterade RID-S-klasser antas år 2040 motsvara medelvärdet för Mäljarbanan Huvudsta – Duvbo under tidsperioden 2008-2016 (13).

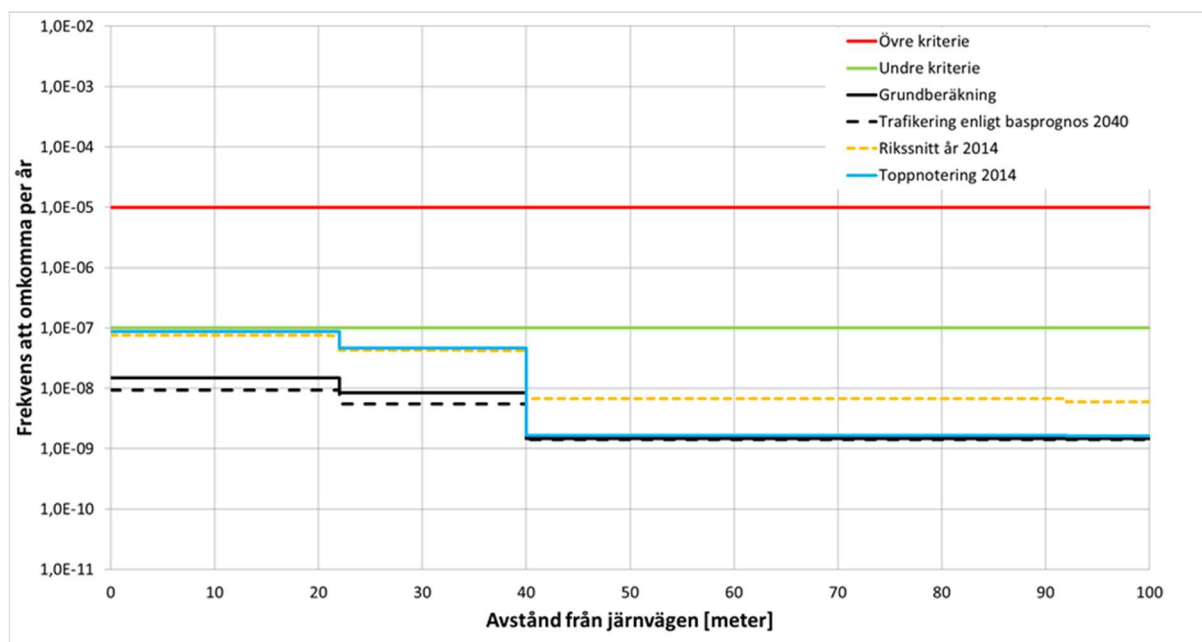
Toppnotering Mälarbanan år 2014: År 2014 skedde en kraftig ökning av farligt gods-trafiken på Mälarbanan Huvudsta - Duvbo. Ökningen utgjordes i princip uteslutande av RID-klass 3 (brandfarlig vätska). Den totala andelen farligt gods på Mälarbanan låg dock fortfarande relativt långt under riksnittet på 5 %.

Riksnittet år 2014: Scenariot representerar en händelseutveckling där omfattningen av farligt gods-transporter på Mälarbanan i framtiden ökar kraftigt och motsvarar riksnittet för Sverige år 2014. RID-klassat gods utgjorde år 2014 i Sverige 5 % av den totala mängden transporterat gods på järnväg (14). En trafikering enligt riksnittet medför även en högre andel transporter av RID-klass 2 jämfört med grundberäkningen. Vidare tillkommer transporter av explosiva ämnen (RID-klass 1) vilka i nuläget ej transporteras på Mälarbanan.

Tabell 38. Fördelning mellan transporterade RID-S-klasser, Sverige år 2014. (14)

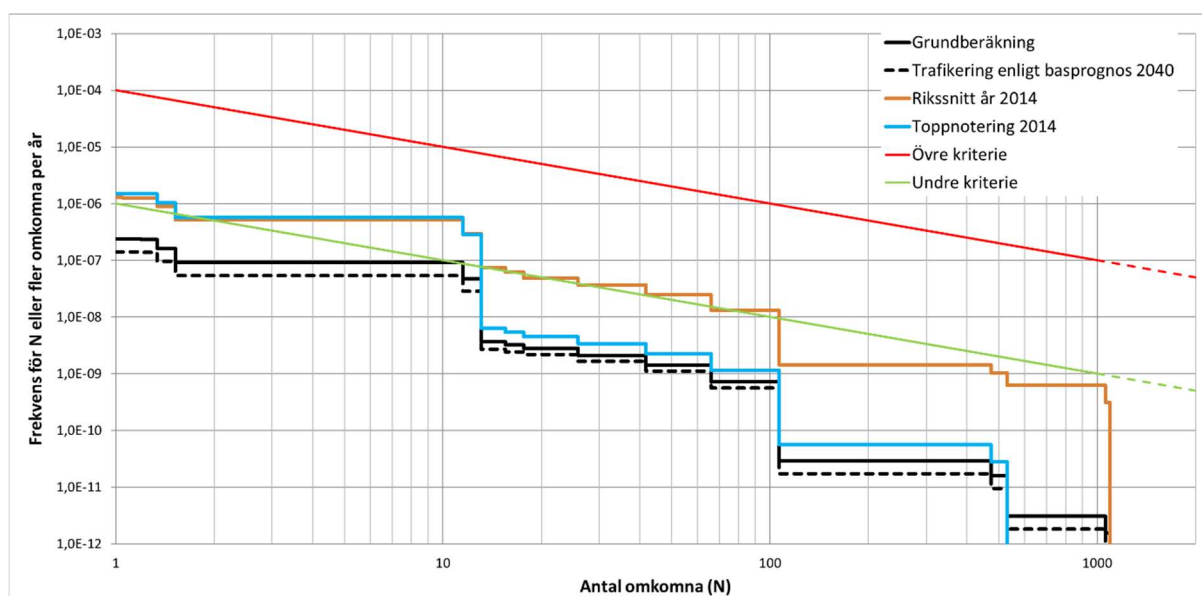
RID-S-klass	Andel (%)
Klass 1. Explosiva ämnen och föremål	0,015*
Klass 2. Gaser	24,1
Klass 3. Brandfarliga vätskor	39,1
Klass 4. Brandfarliga fasta ämnen	3,2
Klass 5. Organiska peroxider och oxiderande ämnen	15,3
Klass 6. Giftiga ämnen, smittförande ämnen	2
Klass 7. Radioaktiva ämnen	0
Klass 8. Frätande ämnen	16,2
Klass 9. Övriga farliga ämnen och föremål	0,85
Totalt	100

* Transporterad mängd RID-klass 1.1 år 2014 har i tillgänglig statistik avrundats ner till 0 (tusentals ton) (14). Som ett ingångsvärde till beräkningarna används istället andelen transporterad RID-klass 1.1 mellan åren 2006-2010 som var 0,015 %.



Figur 61. Känslighetsanalys av individrisknivå avseende farligt gods-olyckor längs delsträckan av driftsatt utbyggd anläggning som omfattar markspår och tunnelmynning i Sundbyberg.

I Figur 61 ovan syns hur individrisknivå (avseende farligt gods-olyckor) längs delsträckan av driftsatt utbyggd anläggning som omfattar markspår och tunnelmynning i Sundbyberg påverkas vid respektive scenario. Känslighetsanalysen visar att scenarierna "Toppnotering Mälardbanan år 2014" samt "Rikssnitt år 2014" medför en kraftig ökning av individrisknivå jämfört med grundberäkningen. Resultaten bedöms dock vara robusta då individrisknivå fortfarande ligger inom acceptabla nivåer.



Figur 62. Känslighetsanalys av samhällsrisknivå avseende farligt gods-olyckor längs delsträckan av driftsatt utbyggd anläggning som omfattar markspår och tunnelmynning i Sundbyberg.

I Figur 62 ovan syns hur samhällsrisknivån (avseende farligt gods-olyckor) längs delsträckan av driftsatt utbyggd anläggning som omfattar markspår och tunnelmynning i Sundbyberg påverkas vid respektive undersökt scenario. Känslighetsanalysen visar att en framtida trafikering enligt scenarierna "Toppnotering Mälarbanan år 2014" samt "Rikssnitt år 2014" medför en ökning av samhällsrisknivån jämfört med grundberäkningen. En trafikering enligt "Toppnoteringen Mälarbanan år 2014" resulterar i att samhällsrisknivån hamnar i inom ALARP-området på grund av ett markant större antal RID-transporter med brandfarlig vätska jämfört med grundberäkningen. Vid en trafikering enligt "Risksnittet år 2014" ökar samhällsrisknivån markant och når ALARP-området.

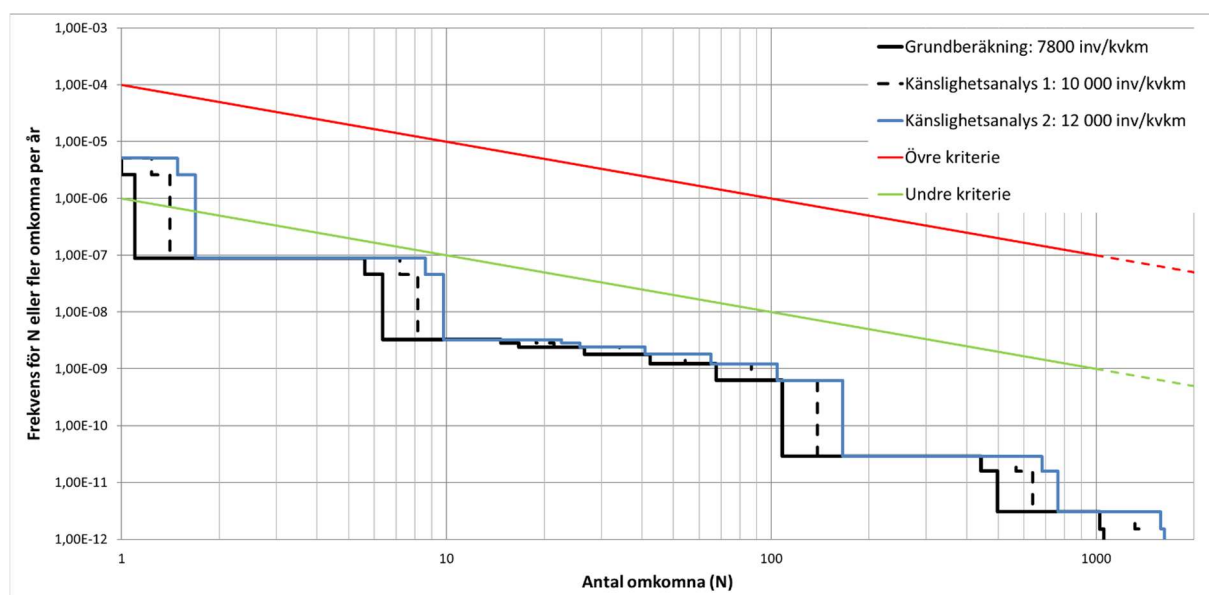
F.2 Persontäthet

I detta avsnitt studeras hur samhällsrisknivån kring driftsatt utbyggd anläggning påverkas vid en högre persontäthet än de persontätheter (för Sundbyberg och Solna) som nyttjas vid grundberäkningarna.

Tabell 39. Ingångsvärden till känslighetsanalysen avseende persontätheten i Sundbyberg år 2030.

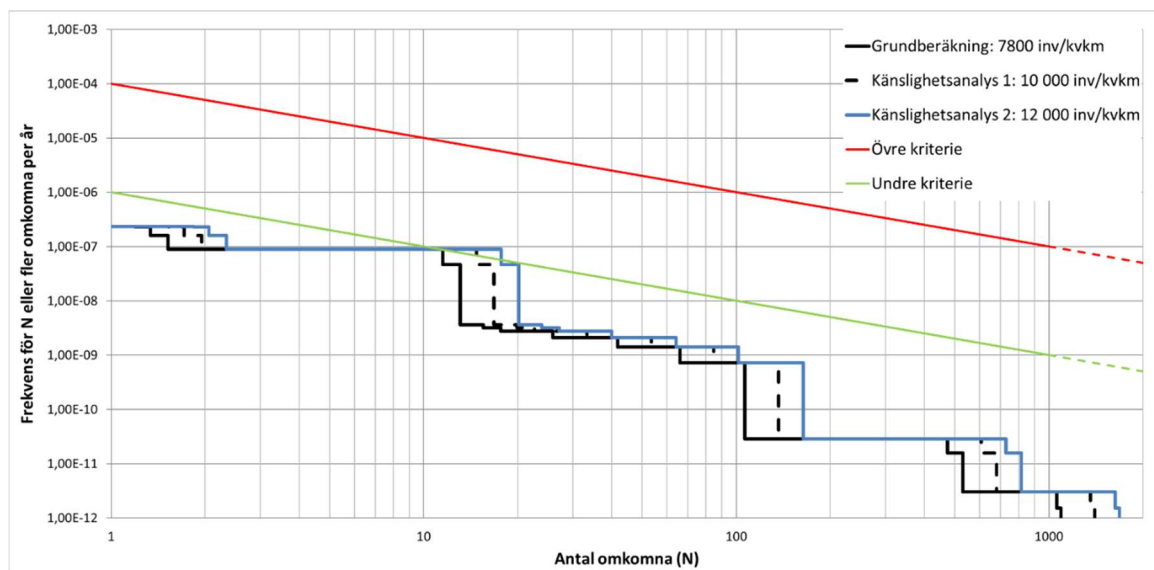
Scenario	Persontäthet (invånare per km ²)
Grundberäkning	7 800
Känslighetsanalys persontäthet 1	10 000
Känslighetsanalys persontäthet 2	12 000

I känslighetsanalysen studeras specifikt hur samhällsrisknivån kring delsträckan av den driftsatta utbyggda anläggningen som omfattar markspår och tunnelmynning i Sundbyberg påverkas vid en högre persontäthet än den som används vid grundberäkningen.



Figur 63. Känslighetsanalys av samhällsrisknivå avseende en ökad befolkningstäthet längs delsträckan av driftsatt utbyggd anläggning som omfattar markspår och tunnelmynning i Sundbyberg.

I Figur 63 ovan syns hur samhällsrisknivån längs delsträckan av driftsatt utbyggd anläggning som omfattar markspår och tunnelmynning i Sundbyberg påverkas vid en ökad befolkningstäthet. En ökad befolkningstäthet i anslutning till järnvägen resulterar i en högre samhällsrisknivå men ökningen får betraktas som marginell och inga slutsatser förändras. Riskbidraget från mekanisk påverkan vid urspärning genererar en oacceptabel samhällsrisknivå för alla undersökta persontätheter. Riskbidraget från farligt gods olyckor genererar en samhällsrisknivå som ligger inom den nedre halvan av ALARP-området för alla undersökta persontätheter (se Figur 64). Resultaten från riskbedömningen i denna underlagsrapport bedöms därmed robusta även vid markant högre persontätheter än de som antas i grundberäkningen.

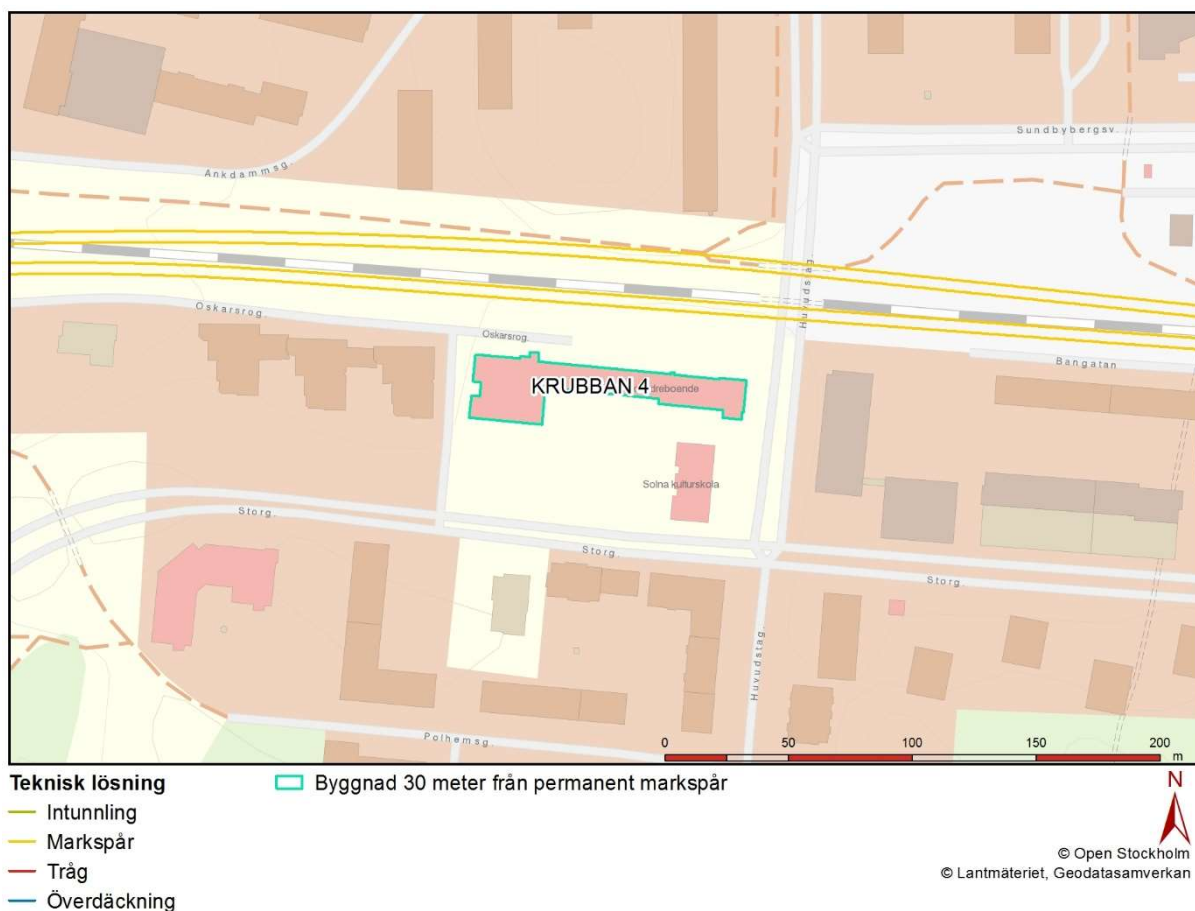


Figur 64. Känslighetsanalys av samhällsrisknivå avseende farligt gods-olyckor vid en ökad befolkningstäthet längs delsträckan av driftsatt utbyggd anläggning som omfattar markspår och tunnelmynning i Sundbyberg.

G Åtgärder för utsatta fastigheter, driftsatt utbyggd anläggning

I detta kapitel presenteras en sammanställning för de byggnader som vid driftsatt utbyggd anläggning ligger inom ett avstånd på 30 meter från närmsta spårmitt längs med den aktuella delsträckan.

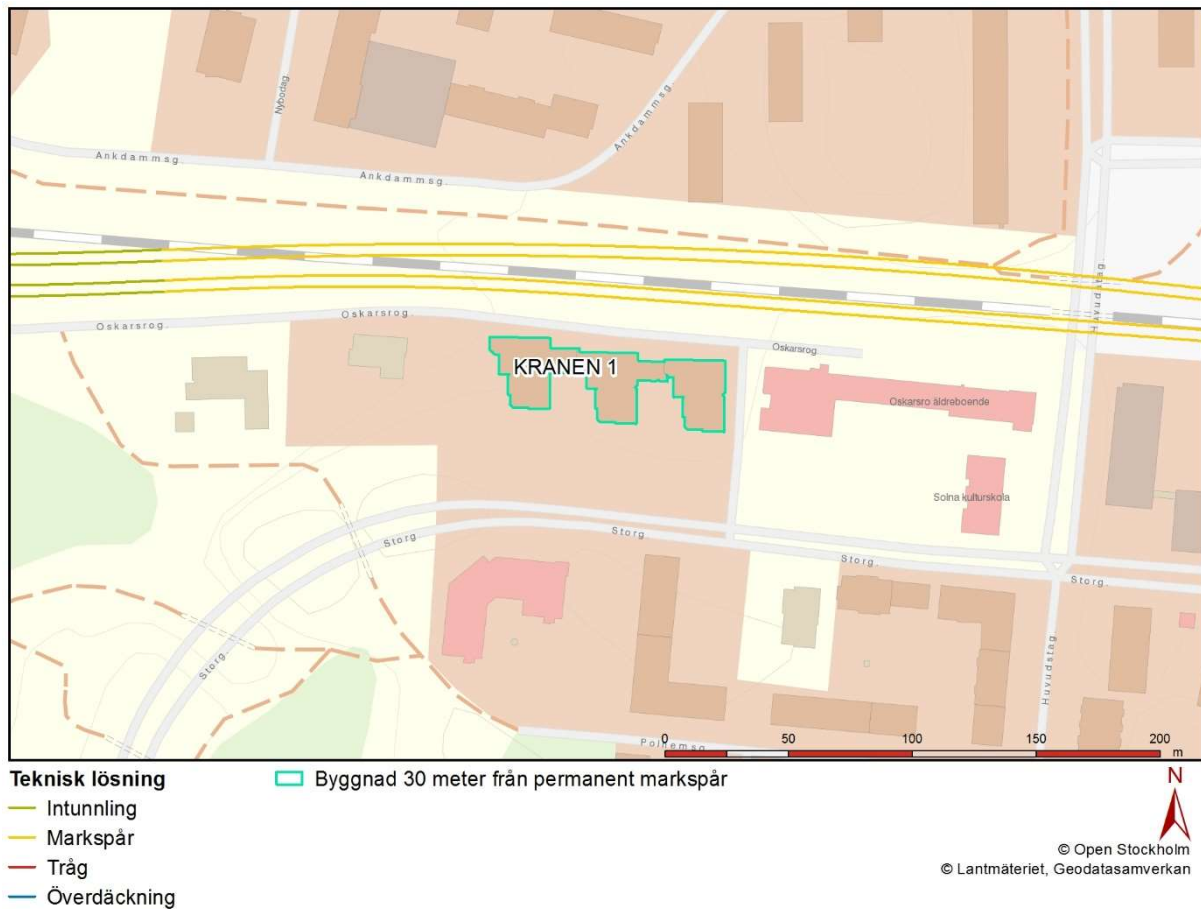
G.1 Krubban 4



Figur 65. Fastighet med byggnad inom 30 meter från markspår vid driftsatt utbyggd anläggning.

- **Fastighet:** Krubban 4
- **Adress:** Storgatan 36
- **Avstånd mellan byggnad och närmsta markspårmitt:** ca 20 meter
- **Verksamhet:** Äldreboende
- **Bedömning:** Riskreducerande åtgärder i form av urspårningsskydd krävs för att uppnå acceptabla individ- och samhällsrisknivåer. Urspårningsskydd existerar i form av topografiska skillnader, där byggnaderna ligger markant högre än bana.
- **Rekommenderad riskreducerande åtgärd:** Inga utöver det naturliga urspårningsskydd som höjdskillnad medför.

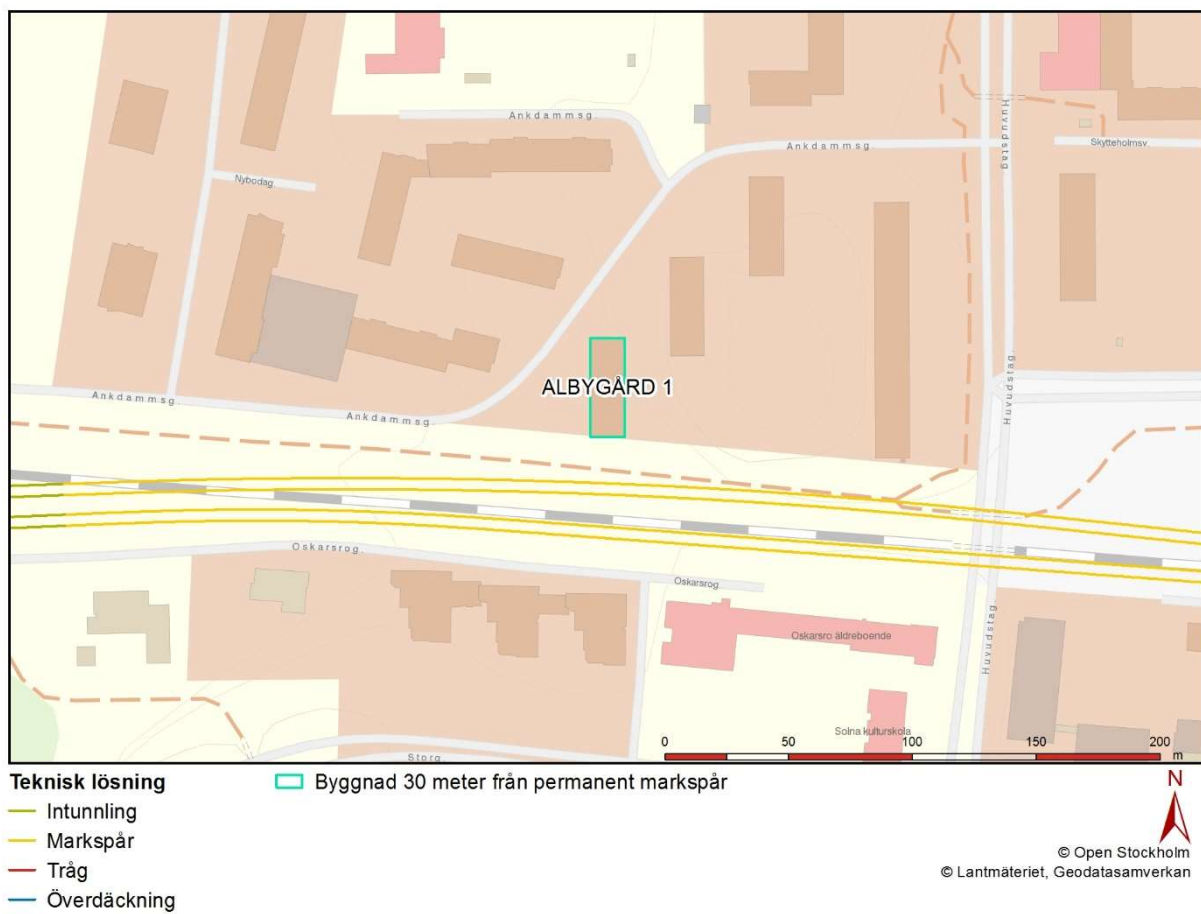
G.2 Kranen 1



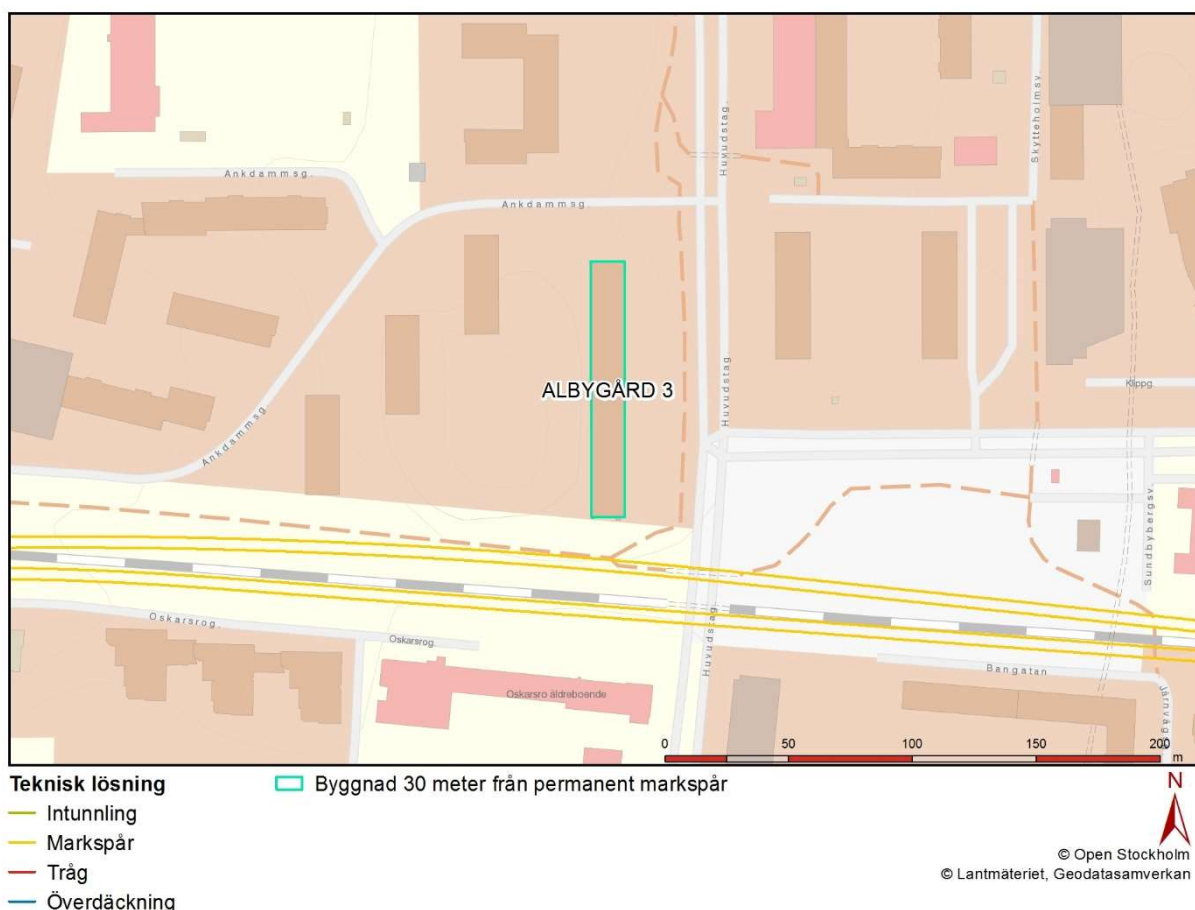
Figur 66. Fastighet med byggnad inom 30 meter från markspår vid driftsatt utbyggd anläggning.

- **Fastighet:** Kranen 1
- **Adress:** Oscarsrogatan 5-9
- **Avstånd mellan byggnad och närmsta markspår:** ca 18 meter
- **Verksamhet:** Flerbostadshus
- **Bedömning:** Riskreducerande åtgärder i form av urspårningsskydd krävs för att uppnå acceptabla individ- och samhällsrisknivåer. Urspårningsskydd existerar i form av topografiska skillnader, där byggnaderna ligger markant högre än bana.
- **Rekommenderad riskreducerande åtgärd:** Inga utöver det naturliga urspårningsskydd som höjdskillnad medför.

G.3 Albygård 1 och 3



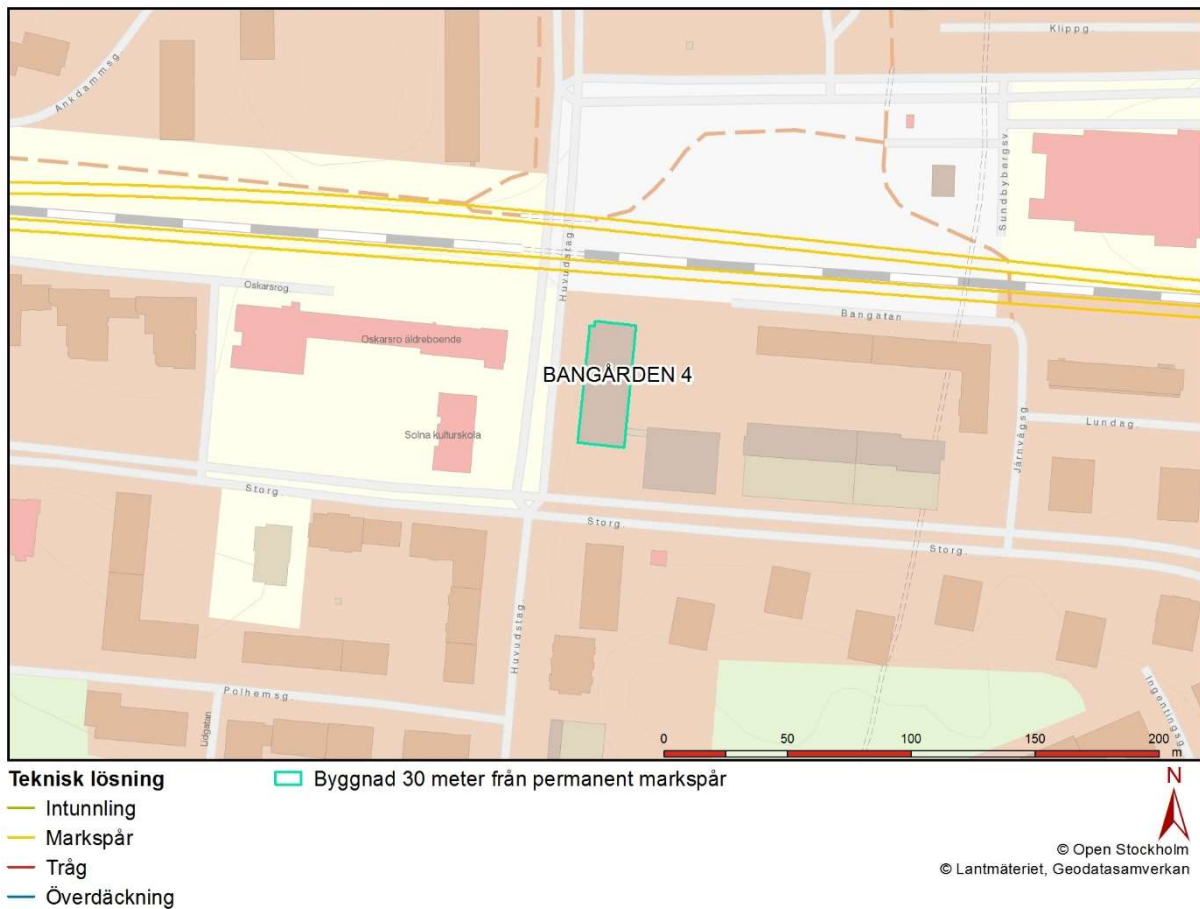
Figur 67. Fastighet med byggnad inom 30 meter från markspår vid driftsatt utbyggd anläggning.



Figur 68. Fastighet med byggnad inom 30 meter från markspår vid driftsatt utbyggd anläggning.

- **Fastighet:** Albygård 1 och 3
- **Adress:** Ankdammsgatan 15-17 (Albygård 1), Ankdammsgatan 5 (Albygård 3)
- **Avstånd mellan byggnad och närmsta markspår:** ca 18 meter
- **Verksamhet:** Flerbostadshus
- **Bedömning:** Riskreducerande åtgärder i form av urspårningsskydd krävs för att uppnå acceptabla individ- och samhällsrisknivåer. Urspårningsskydd existerar i form av topografiska skillnader, där byggnaderna ligger markant högre än bana.
- **Rekommenderad riskreducerande åtgärd:** Inga utöver det naturliga urspårningsskydd som höjdskillnad medför.

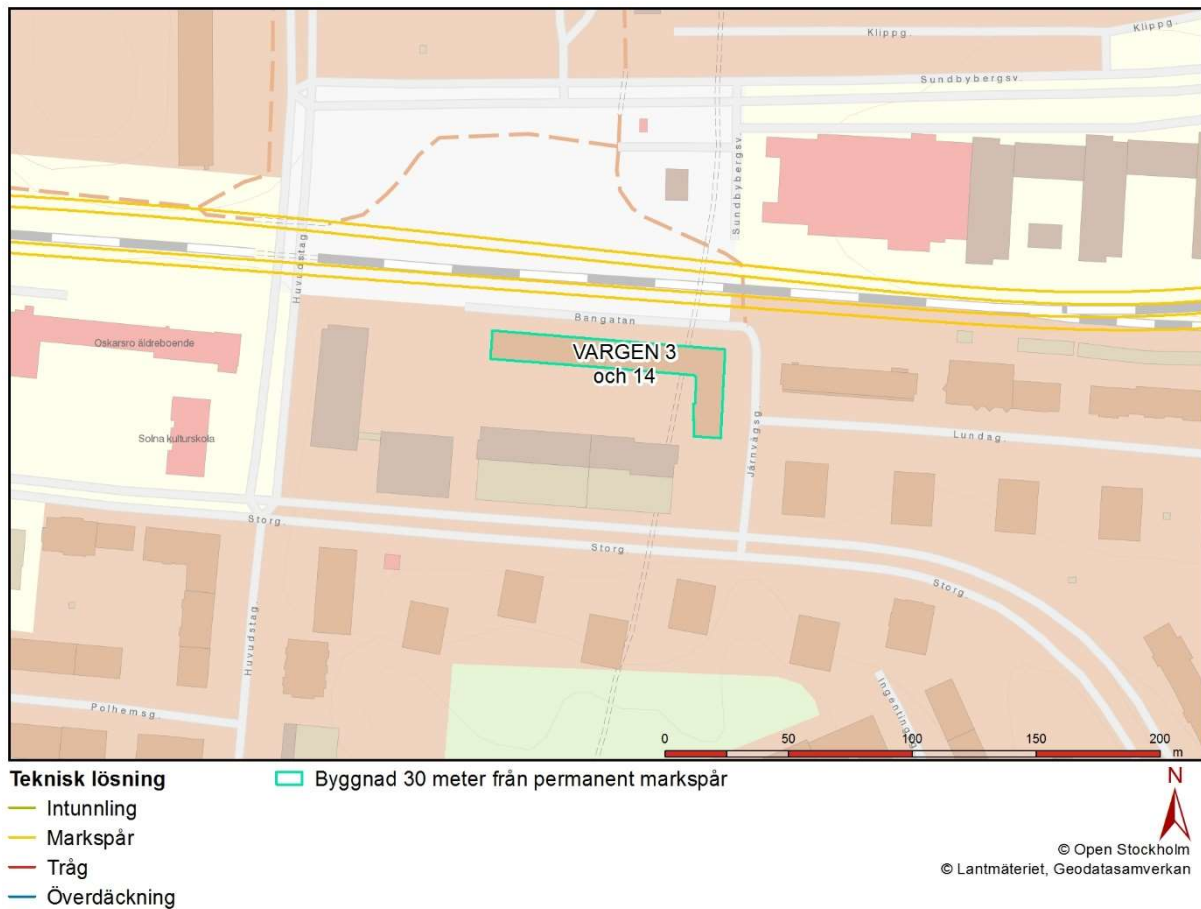
G.4 Bangården 4



Figur 69. Fastighet med byggnad inom 30 meter från markspår vid driftsatt utbyggd anläggning.

- **Fastighet:** Bangården 4
- **Adress:** Huvudstagan 5
- **Avstånd mellan byggnad och närmsta markspår:** ca 20 meter
- **Verksamhet:** Hotell
- **Bedömning:** Riskreducerande åtgärder i form av urspårningsskydd krävs för att uppnå acceptabla individ- och samhällsrisknivåer.
- **Rekommenderad riskreducerande åtgärd:** I första hand rekommenderas fysisk barriär, till exempel mur, eftersom det medför acceptabla individ- och samhällsrisknivåer. I andra hand rekommenderas skyddsräll vilket innebär en individrisknivå högt inom och en samhällsrisknivå lågt inom ALARP-området enligt DNV:s kriterier. Detta medför dock krav på fortsatt utredning i kommande skede avseende ytterligare riskreducerande åtgärder enligt definitionen av ALARP-området.

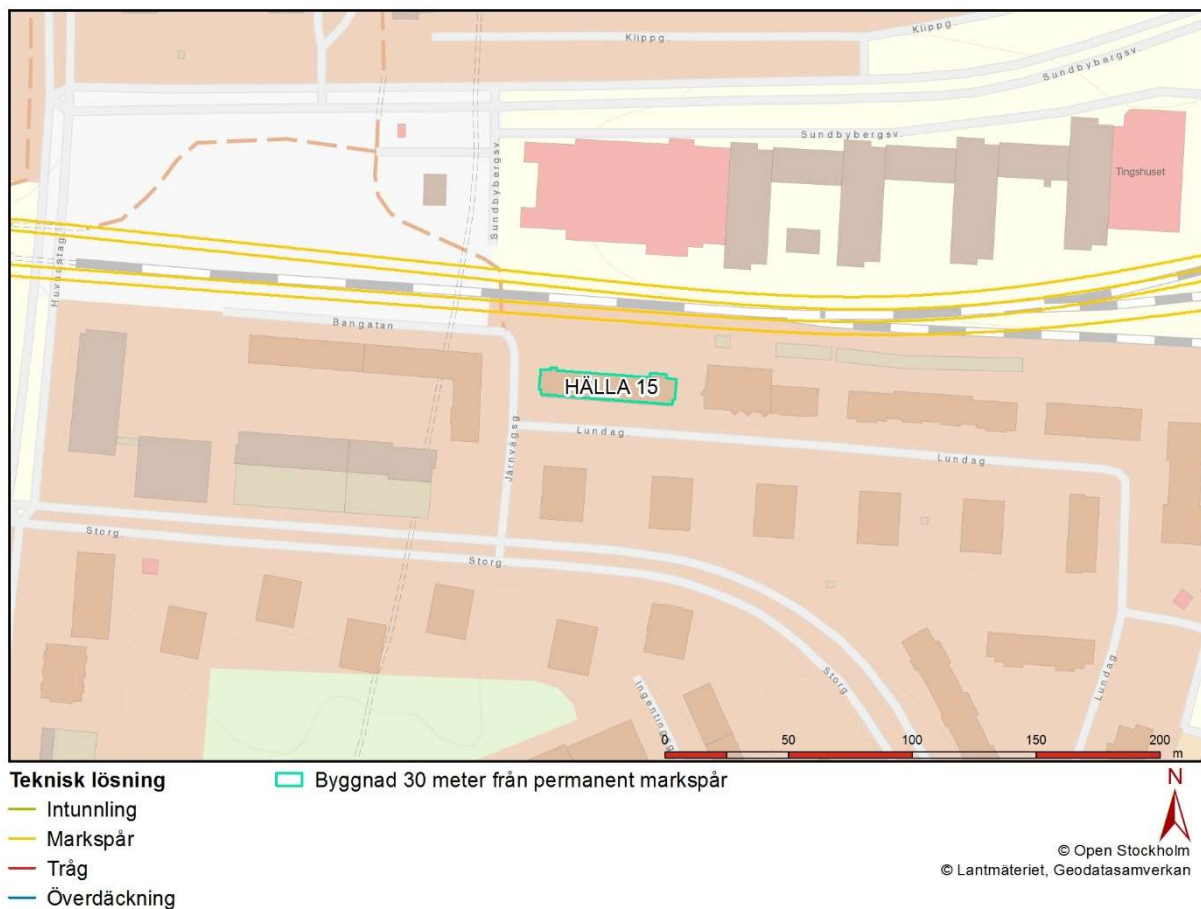
G.5 Vargen 3 och 14



Figur 70. Fastighet med byggnad inom 30 meter från markspår vid driftsatt utbyggd anläggning.

- **Fastighet:** Vargen 14 och Vargen 3
- **Adress:** Bangatan 3
- **Avstånd mellan byggnad och närmsta markspår:** ca 17 meter
- **Verksamhet:** Bostadshus och restauranger
- **Bedömning:** Riskreducerande åtgärder i form av urspårningsskydd krävs för att uppnå acceptabla individ- och samhällsrisknivåer.
- **Rekommenderad riskreducerande åtgärd:** I första hand rekommenderas fysisk barriär, till exempel mur, eftersom det medför acceptabla individ- och samhällsrisknivåer. I andra hand rekommenderas skyddsräll vilket innebär en individrisknivå högt inom och en samhällsrisknivå lågt inom ALARP-området enligt DNV:s kriterier. Detta medför dock krav på fortsatt utredning i kommande skede avseende ytterligare riskreducerande åtgärder enligt definitionen av ALARP-området.

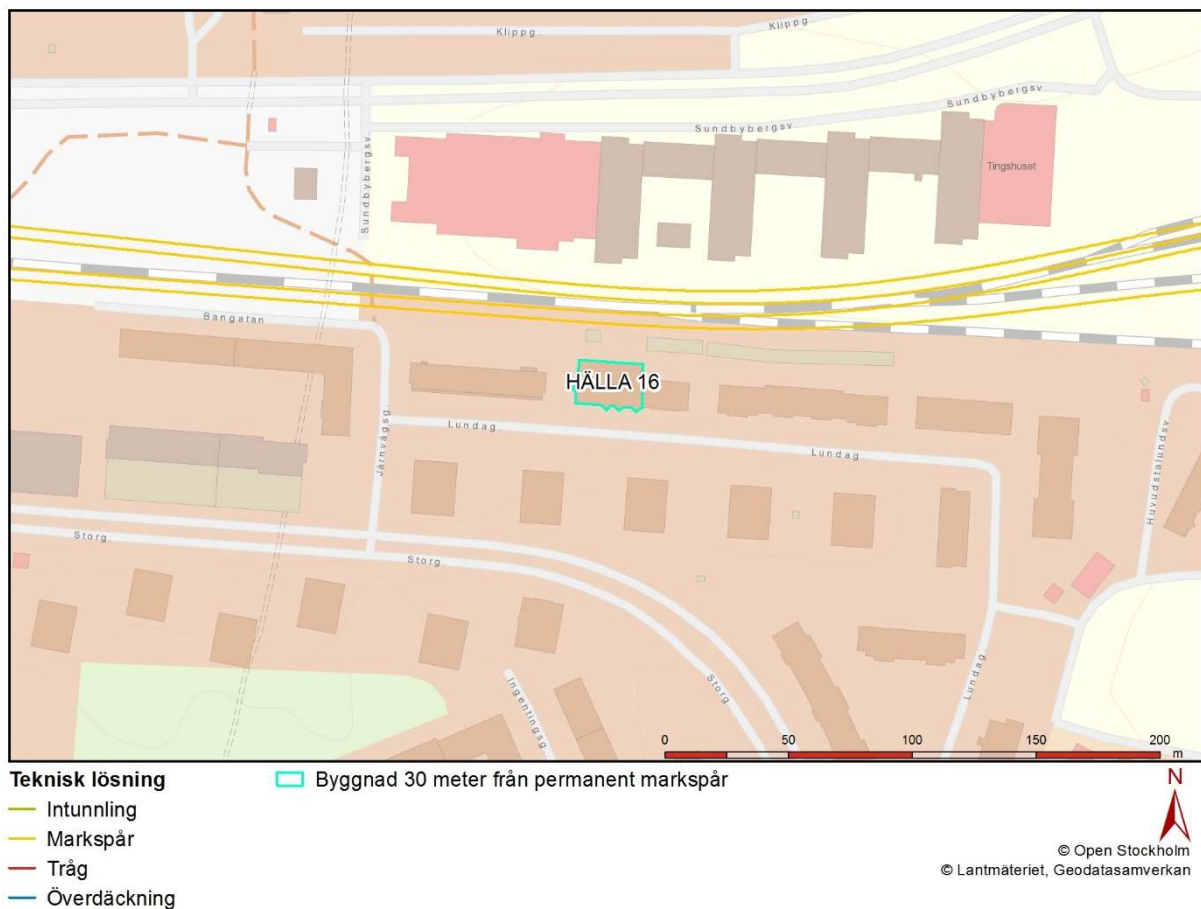
G.6 Hälla 15



Figur 71. Fastighet med byggnad inom 30 meter från markspår vid driftsatt utbyggd anläggning.

- **Fastighet:** Hälla 15
- **Adress:** Lundagatan 20
- **Avstånd mellan byggnad och närmsta markspår:** ca 20 meter
- **Verksamhet:** Bostadshus
- **Bedömning:** Riskreducerande åtgärder i form av urspårningsskydd krävs för att uppnå acceptabla individ- och samhällsrisknivåer.
- **Rekommenderad riskreducerande åtgärd:** I första hand rekommenderas fysisk barriär, till exempel mur, eftersom det medför acceptabla individ- och samhällsrisknivåer. I andra hand rekommenderas skyddsräll vilket innebär en individrisknivå högt inom och en samhällsrisknivå lågt inom ALARP-området enligt DNV:s kriterier. Detta medför dock krav på fortsatt utredning i kommande skede avseende ytterligare riskreducerande åtgärder enligt definitionen av ALARP-området.

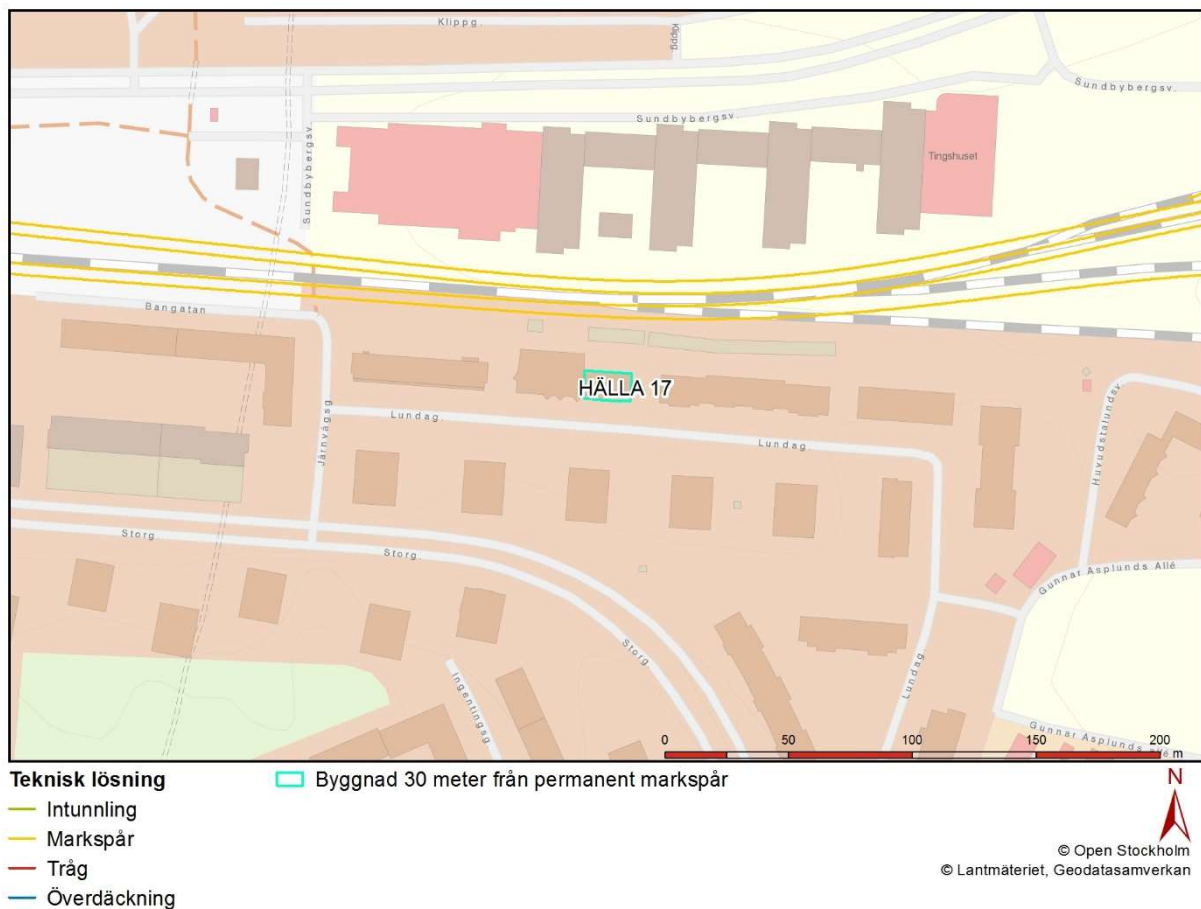
G.7 Hälla 16



Figur 72. Fastighet med byggnad inom 30 meter från markspår vid driftsatt utbyggd anläggning.

- **Fastighet:** Hälla 16
- **Adress:** Lundagatan 16
- **Avstånd mellan byggnad och närmsta markspår:** ca 15 meter
- **Verksamhet:** Bostadshus
- **Bedömning:** Riskreducerande åtgärder i form av urspårningsskydd krävs för att uppnå acceptabla individ- och samhällsrisknivåer.
- **Rekommenderad riskreducerande åtgärd:** I första hand rekommenderas fysisk barriär, till exempel mur, eftersom det medför acceptabla individ- och samhällsrisknivåer. I andra hand rekommenderas skyddsräll vilket innebär en individrisknivå högt inom och en samhällsrisknivå lågt inom ALARP-området enligt DNV:s kriterier. Detta medför dock krav på fortsatt utredning i kommande skede avseende ytterligare riskreducerande åtgärder enligt definitionen av ALARP-området.

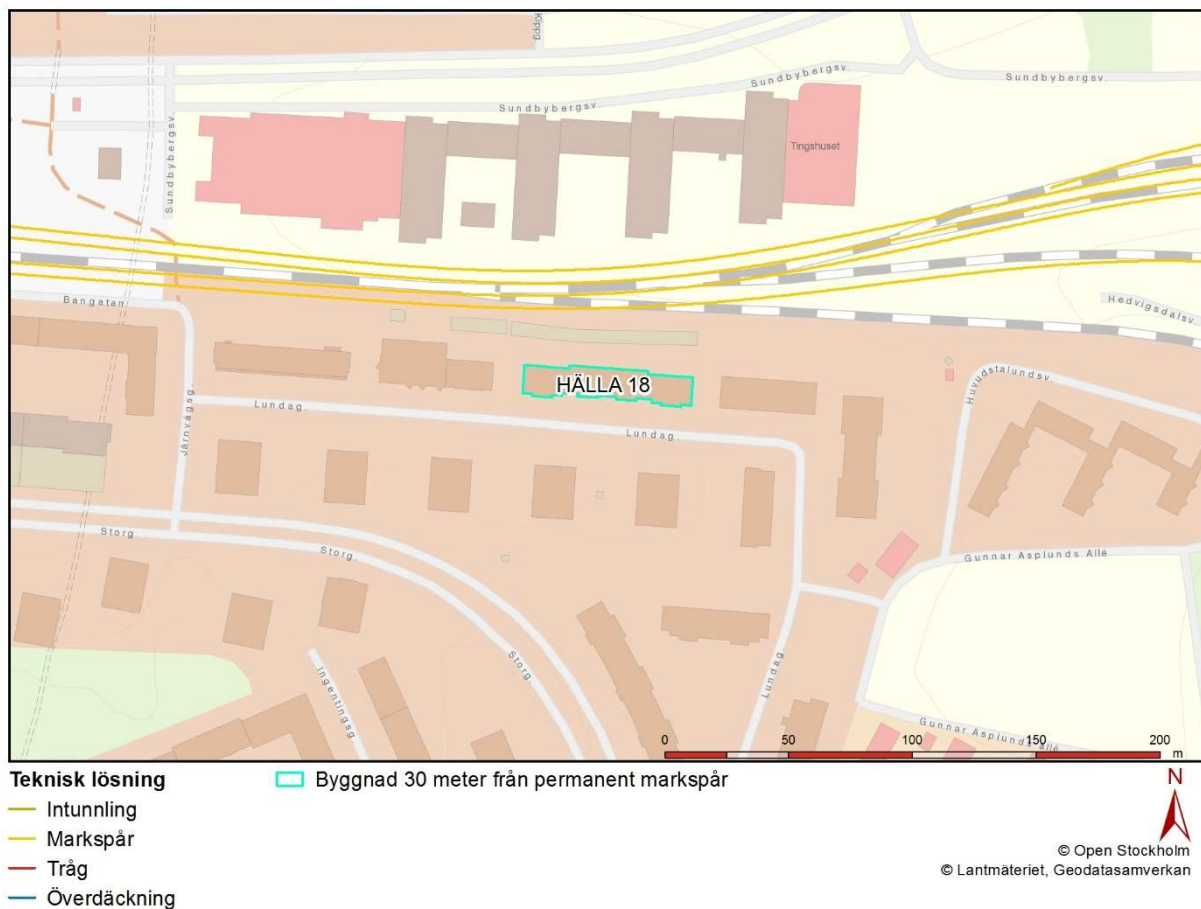
G.8 Hälla 17



Figur 73. Fastighet med byggnad inom 30 meter från markspår vid driftsatt utbyggd anläggning.

- **Fastighet:** Hälla 17
- **Adress:** Lundagatan 14
- **Avstånd mellan byggnad och närmsta markspår:** ca 22 meter
- **Verksamhet:** Bostadshus
- **Bedömning:** Riskreducerande åtgärder i form av urspårningsskydd krävs för att uppnå acceptabla individ- och samhällsrisknivåer. Befintligt finns garage mellan spår och byggnad. Garagebyggnaden bedöms fungera som en konsekvensreducerande åtgärd då den minskar konsekvenserna av en eventuell urspårning.
- **Rekommenderad riskreducerande åtgärd:** Med skyddsrel har byggnaderna en individrisknivå som beräknat hamnar inom den övre halvan av ALARP-området och en samhällsrisknivå lågt inom ALARP-området. I och med garagebyggnaden samt avståndet på 22 meter mellan spår och byggnad bedöms skyddsrel vara tillräckligt som riskreducerande åtgärd.

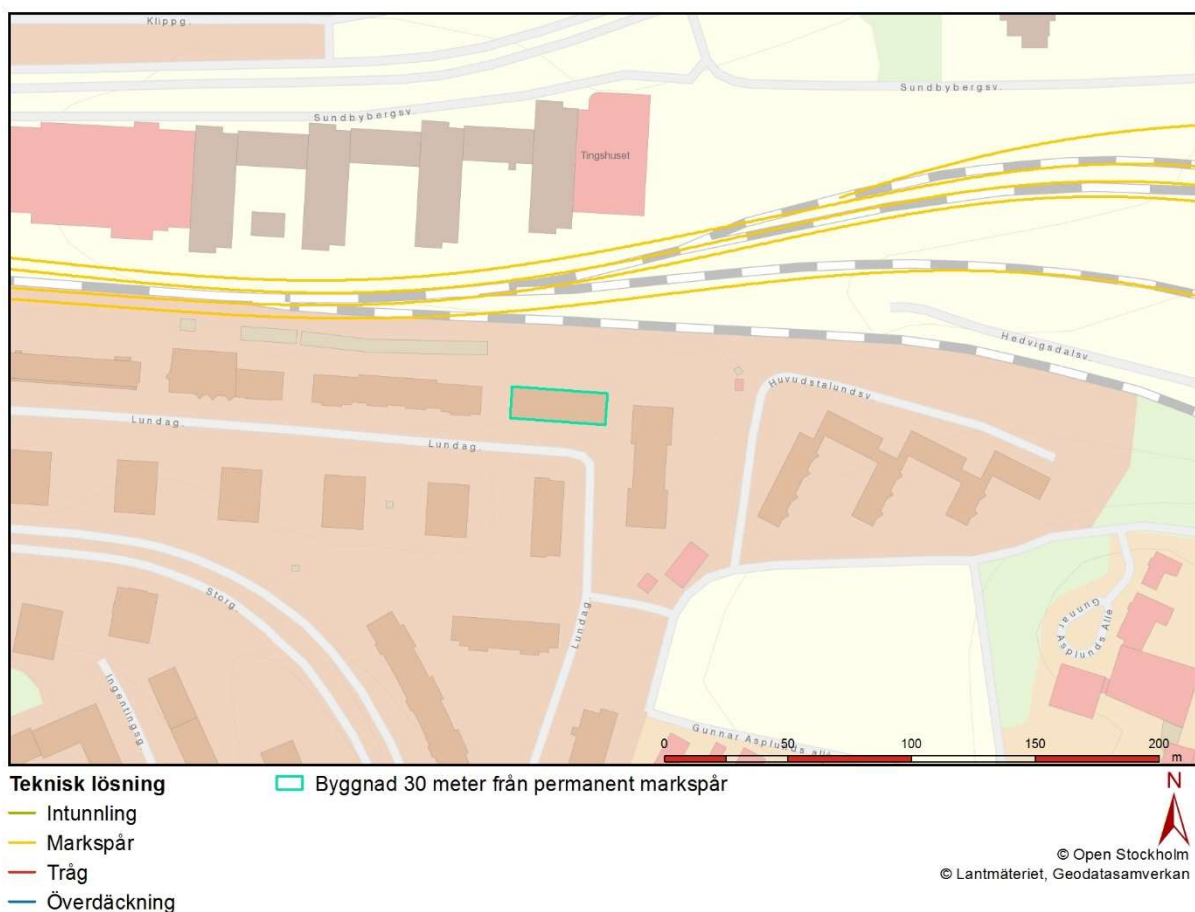
G.9 Hälla 18



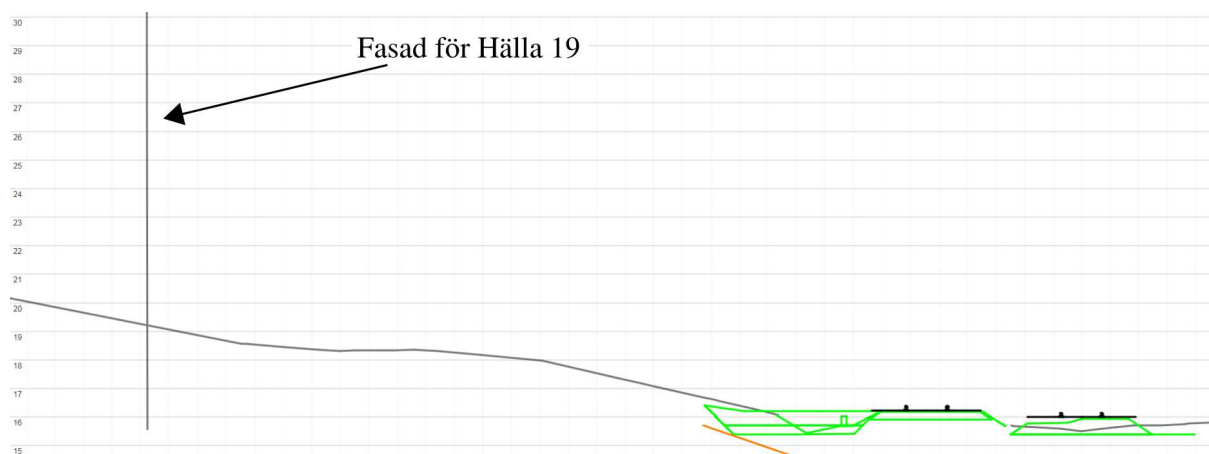
Figur 74. Fastighet med byggnad inom 30 meter från markspår vid driftsatt utbyggd anläggning.

- **Fastighet:** Hälla 18
- **Adress:** Lundagatan 8
- **Avstånd mellan byggnad och närmsta markspår:** ca 23 meter
- **Verksamhet:** Bostadshus
- **Bedömning:** Riskreducerande åtgärder i form av urspårningsskydd krävs för att uppnå acceptabla individ- och samhällsrisknivåer.
- **Rekommenderad riskreducerande åtgärd:** I första hand rekommenderas skyddsmur vilket medför acceptabla individ- och samhällsrisknivåer. På grund av växelpaket i höjd med fastigheten kan inte skyddsrel installeras vid denna fastighet.

G.10 Hälla 19



Figur 75. Fastighet med byggnad inom 30 meter från markspår vid driftsatt utbyggd anläggning.

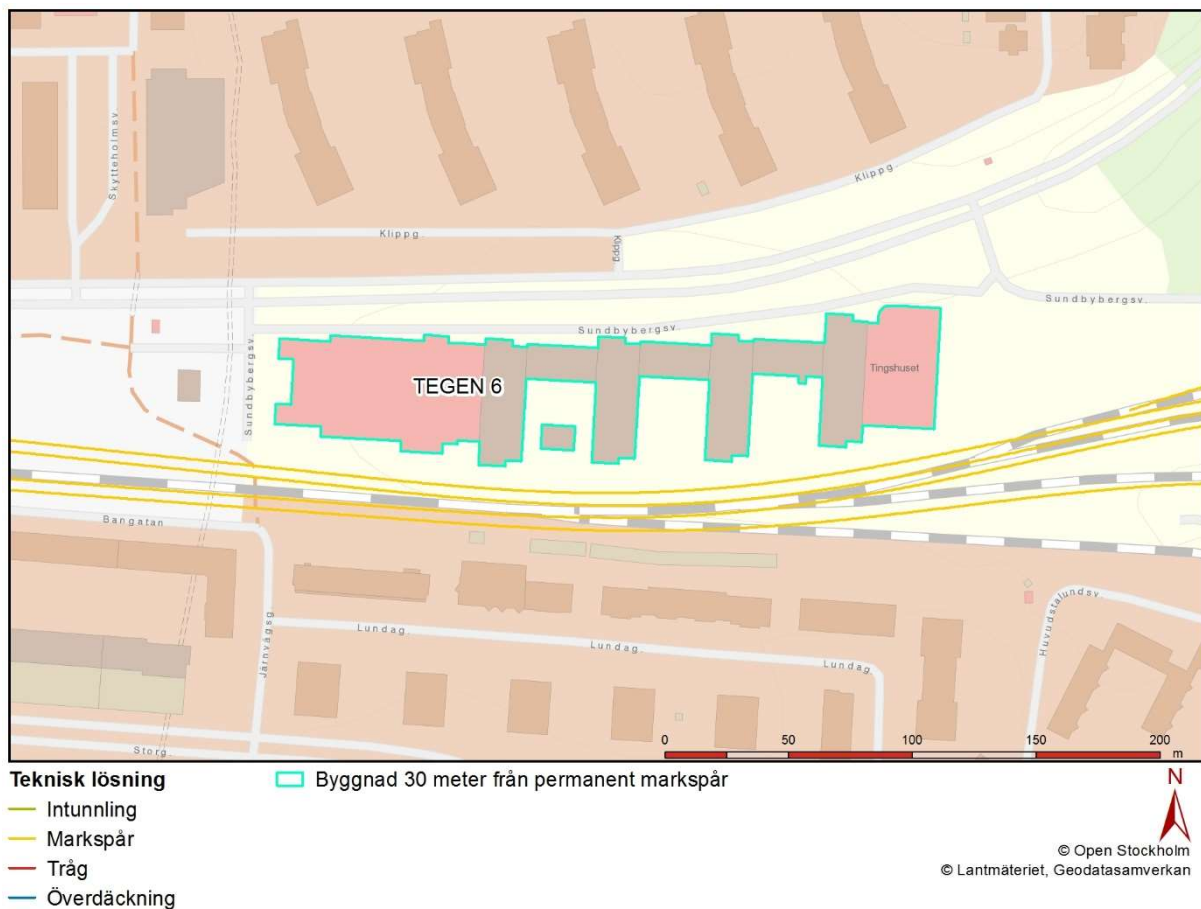


Figur 76. Sektion vid studerad byggnad (Hälla 19), orangea linjer markerar berggrunden för nuläget och de gröna den driftsatta utbyggda anläggningens konstruktion.

- **Fastighet:** Hälla 19
- **Adress:** Lundagatan 6
- **Avstånd mellan byggnad och närmsta markspårsmitt:** ca 26 meter
- **Verksamhet:** Bostadshus

- **Bedömning:** Riskreducerande åtgärder i form av urspårningsskydd krävs för att uppnå acceptabla individ- och samhällsrisknivåer.
- **Rekommenderad riskreducerande åtgärd:** Tågen som trafikerar det närmsta spåret gör det med en begränsad hastighet. Övriga spår ligger bortom 30 meter från byggnaden. På grund av det relativt långa avståndet (ca 26 meter) från närmsta järnvägsspår till byggnaden bedöms skyddsräk medföra en acceptabel individrisknivå. Med avseende på topografin vid den aktuella byggnaden bedöms inga ytterligare åtgärder för att begränsa ett eventuellt läckage eller urspårning vara erforderligt. Skyddsräk medför även en samhällsrisknivå som ligger lågt inom ALARP-området och med tidigare beaktade lokala förutsättningar anses inte ytterligare åtgärder för att vidare sänka samhällsrisknivån erforderliga vid denna fastighet.

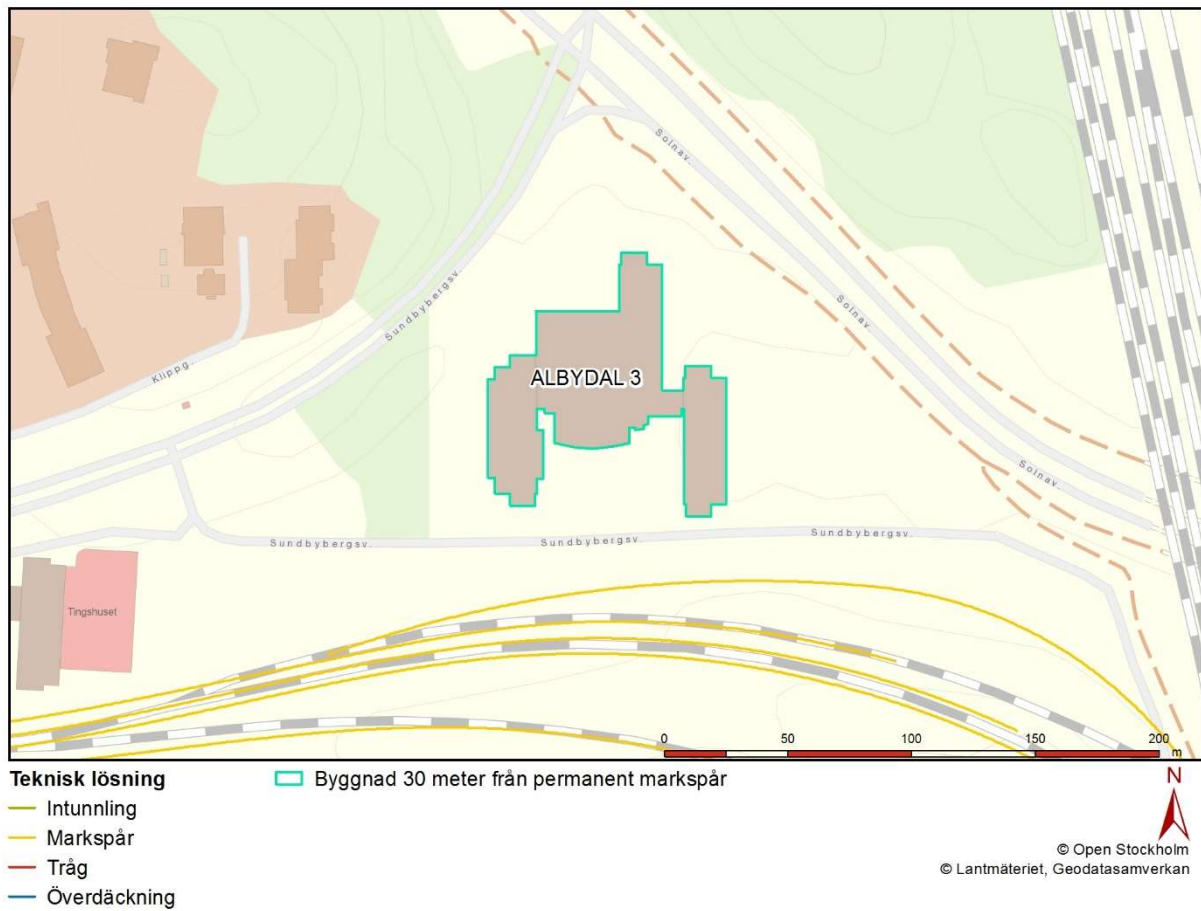
G.11 Tegen 6



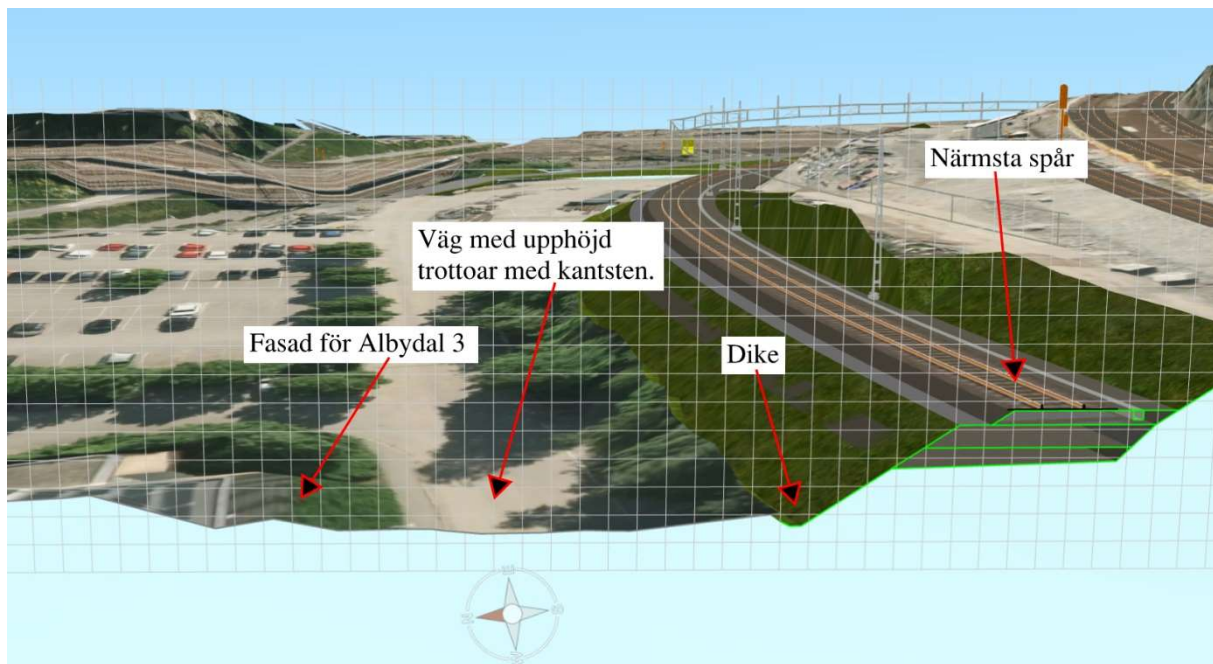
Figur 77. Fastighet med byggnad inom 30 meter från markspår vid driftsatt utbyggd anläggning.

- **Fastighet:** Tegen 6
- **Adress:** Sundbybergsvägen 13
- **Avstånd mellan byggnad och närmsta markspår:** ca 9 meter
- **Verksamhet:** Bland annat polismyndigheten, Solna Tingsrätt, Åklagarmyndigheten i Västerort, och ytterligare andra företag.
- **Bedömning:** Riskreducerande åtgärder i form av urspårningsskydd krävs för att uppnå acceptabla individ- och samhällsrisknivåer.
- **Rekommenderad riskreducerande åtgärd:** I första hand rekommenderas fysisk barriär, till exempel mur, eftersom det medför acceptabla individ- och samhällsrisknivåer. I andra hand rekommenderas skyddsräll vilket innebär en individrisknivå högt inom och en samhällsrisknivå lågt inom ALARP-området enligt DNV:s kriterier. Detta medför dock krav på fortsatt utredning i kommande skede avseende ytterligare riskreducerande åtgärder enligt definitionen av ALARP-området.

G.12 Albydal 3



Figur 78. Fastighet med byggnad inom 30 meter från markspår vid driftsatt utbyggd anläggning.

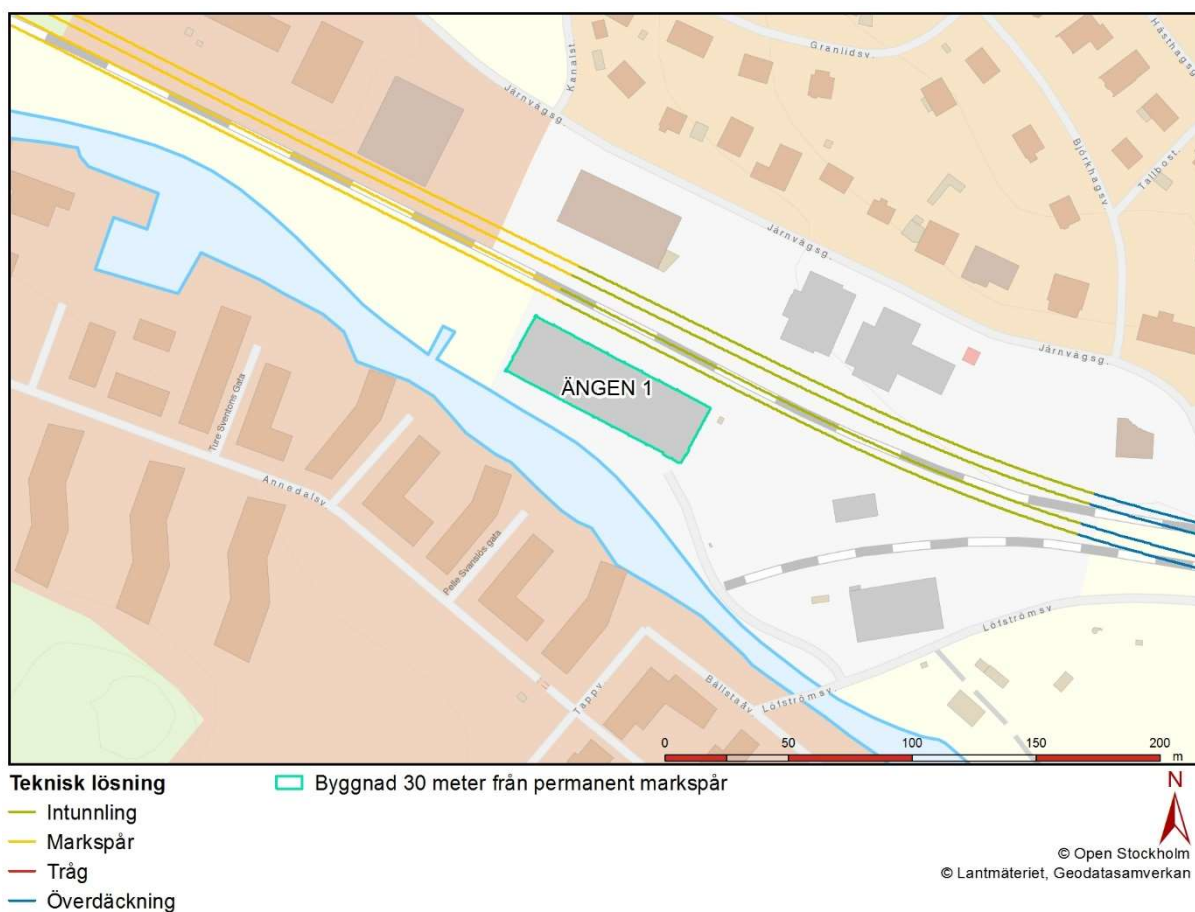


Figur 79. Sektion vid studerad byggnad (Albydal 3), med platsspecifika egenskaper utmarkerade.

- **Fastighet:** Albydal 3
- **Adress:** Sundbybergsvägen 1
- **Avstånd mellan byggnad och närmsta markspår:** ca 26 meter
- **Verksamhet:** Solna Access Konferens, Transportstyrelsen, och ytterligare andra företag.
- **Bedömning:** Riskreducerande åtgärder i form av urspårningsskydd krävs för att uppnå acceptabla individ- och samhällsrisknivåer.

Rekommenderad riskreducerande åtgärd: Godstågen som trafikerar anslutningsspåret gör det med en begränsad hastighet. Övriga spår ligger bortom 30 meter från byggnaden. På grund av det relativt långa avståndet (ca 26 meter) från närmsta järnvägsspår till byggnaden bedöms skyddsriäl medföra en acceptabel individrisk. Med avseende på: topografin intill den aktuella byggnaden (lätt uppförsbacke mot byggnad från närmsta spår sätt), diket mellan närmsta spår och aktuell byggnad, samt att det finns en väg med en upphöjd trottoar med kantsten bedöms inga ytterligare åtgärder för att begränsa ett eventuellt läckage eller urspårning vara erforderligt. Enligt beräkningarna är samhällsrisknivån vid denna fastighet inom acceptabla nivåer även utan riskreducerande åtgärder, se avsnitt 5.3.1.6. Anslutningsspåret till Tomtebodas godsbangård, baserat på detta anses inte ytterligare åtgärder för att vidare sänka samhällsrisknivån erforderliga vid denna fastighet.

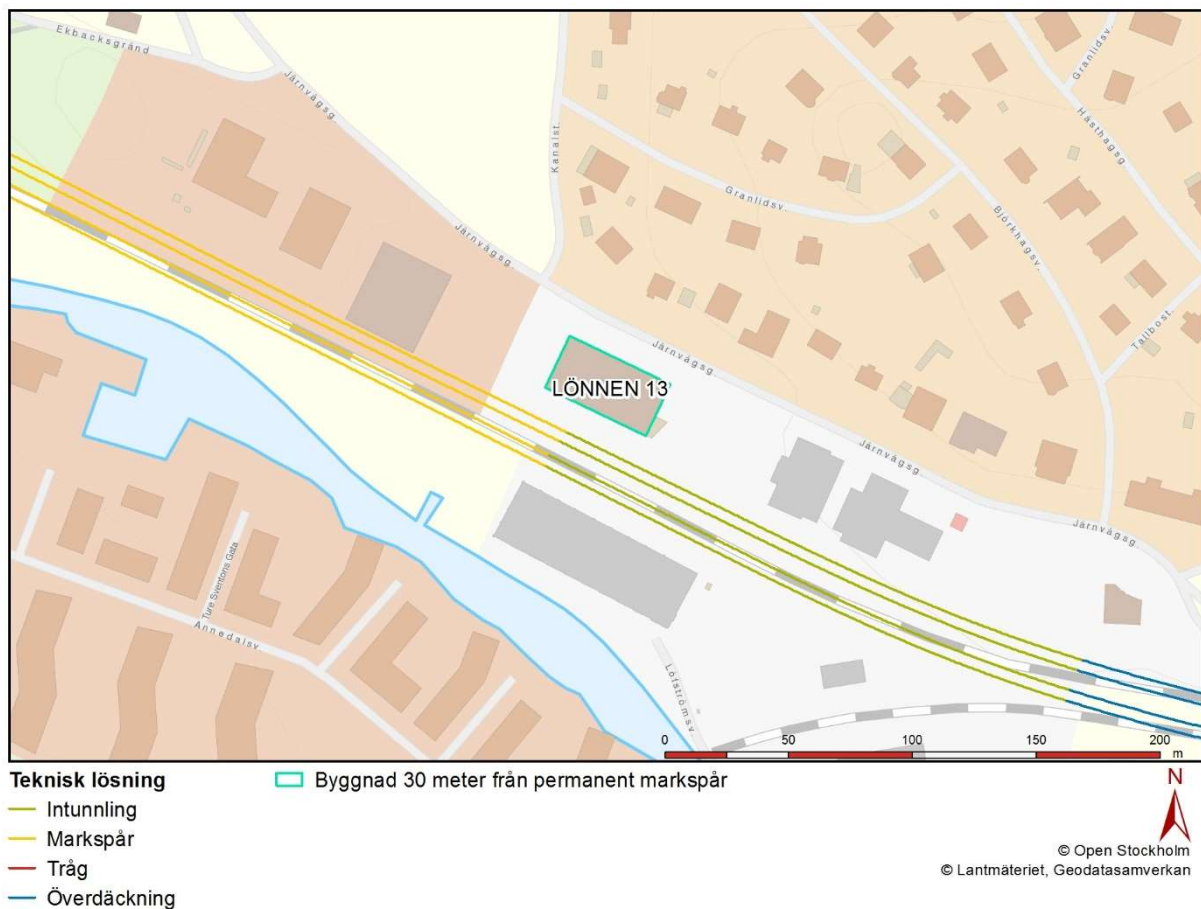
G.13 Ängen 1



Figur 80. Fastighet med byggnad inom 30 meter från markspår vid driftsatt utbyggd anläggning.

- **Fastighet:** Ängen 1
- **Adress:** Löfströmsvägen 1
- **Avstånd mellan byggnad och närmsta markspår:** ca 9 meter
- **Verksamhet:** Industri
- **Bedömning:** Denna byggnad rivs under utbyggnationen av Mälarbanan och utreds ej vidare. Inga riskreducerande åtgärder anses nödvändiga.

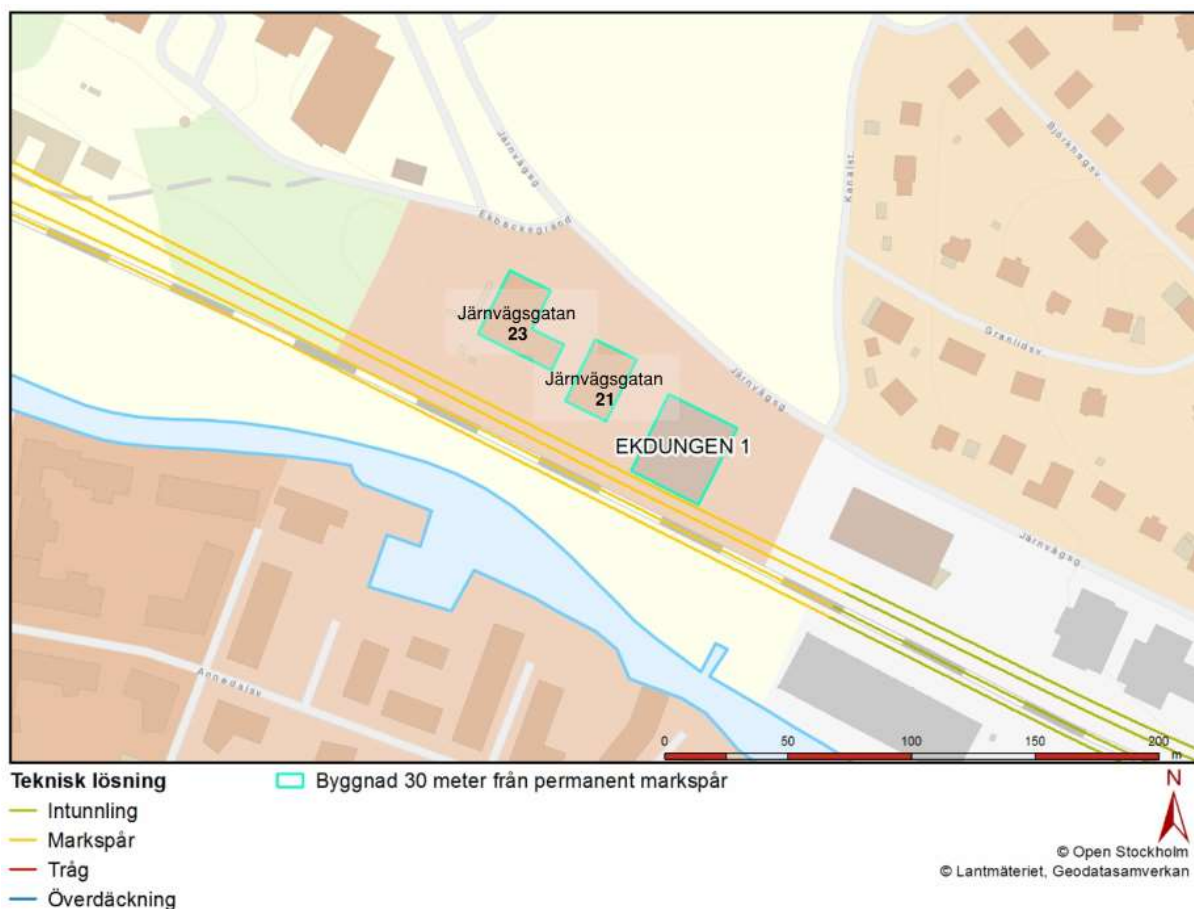
G.14 Lönner 13



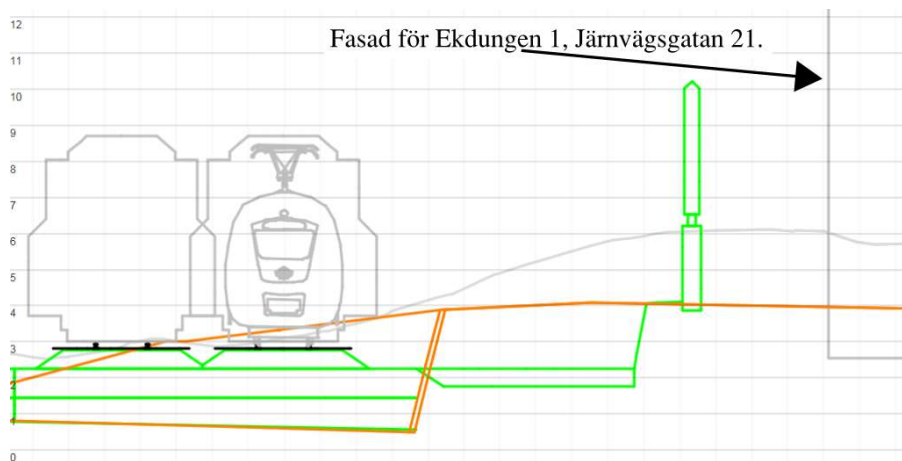
Figur 81. Fastighet med byggnad inom 30 meter från markspår vid driftsatt utbyggd anläggning.

- **Fastighet:** Lönner 13
- **Adress:** Järnvägsgatan 11
- **Avstånd mellan byggnad och närmsta markspår:** ca 12 meter
- **Verksamhet:** Industri
- **Bedömning:** Riskreducerande åtgärder i form av urspårningsskydd krävs för att uppnå acceptabla individ- och samhällsrisknivåer. Byggnaden ligger parallellt med tunneln vilket medför vissa skyddseffekter. Utformningen av tunnelmynningen innebär en fysisk barriär mellan spår och byggnad. Vidare förses spår i tunneln med skyddsrel som startar en bit utanför tunneln vilket även reducerar risken för urspårningar mot byggnaden.
- **Rekommenderad riskreducerande åtgärd:** Inga utöver de konstruktionsmässiga förutsättningarna som nämns i bedömningen ovan.

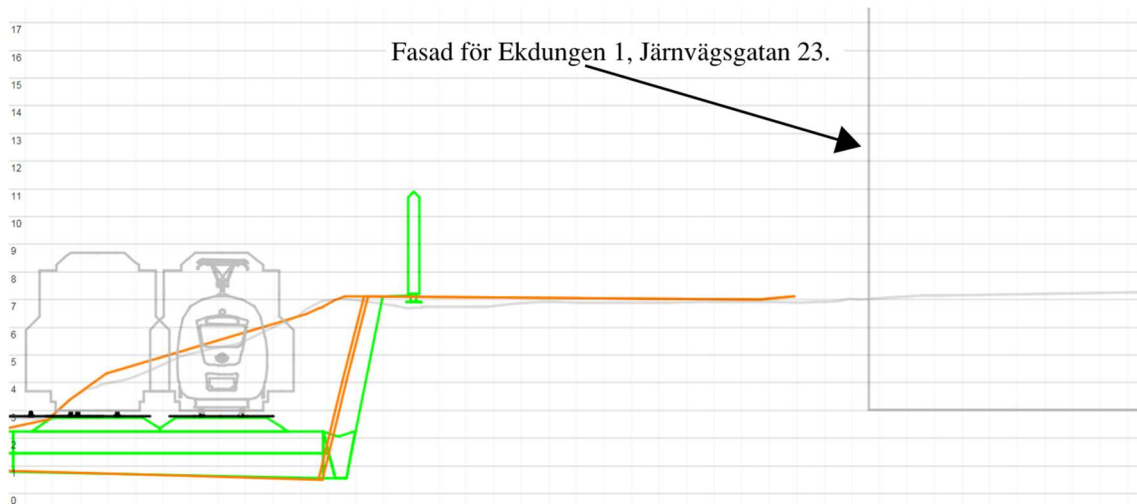
G.15 Ekdungen 1



Figur 82. Fastighet med byggnad inom 30 meter från markspår vid driftsatt utbyggd anläggning.



Figur 83. Sektion vid studerad byggnad (Järnvägsgatan 21), orangea linjer markerar berggrunden för nuläget och de gröna den driftsatta utbyggda anläggningens konstruktion.



Figur 84. Sektion vid studerad byggnad (Järnvägsgatan 23), orangea linjer markerar berggrunden för nuläget och de gröna den driftsatta utbyggda anläggningens konstruktion.

- **Fastighet:** Ekdungen 1
- **Adress:** Järnvägsgatan 21 resp. 23
- **Avstånd mellan byggnad och närmsta markspårmitt:** ca 15 meter (Järnvägsgatan 21), ca 23 meter (Järnvägsgatan 23)
- **Verksamhet:** Bostadshus
- **Bedömning:** Riskreducerande åtgärder i form av urspårningsskydd krävs för att uppnå acceptabla individ- och samhällsrisknivåer. Urspårningsskydd existerar i form av topografiska skillnader, där byggnaderna ligger markant högre än bana.
- **Rekommenderad riskreducerande åtgärd:** Inga utöver det naturliga urspårningsskydd som höjdskillnad medför.

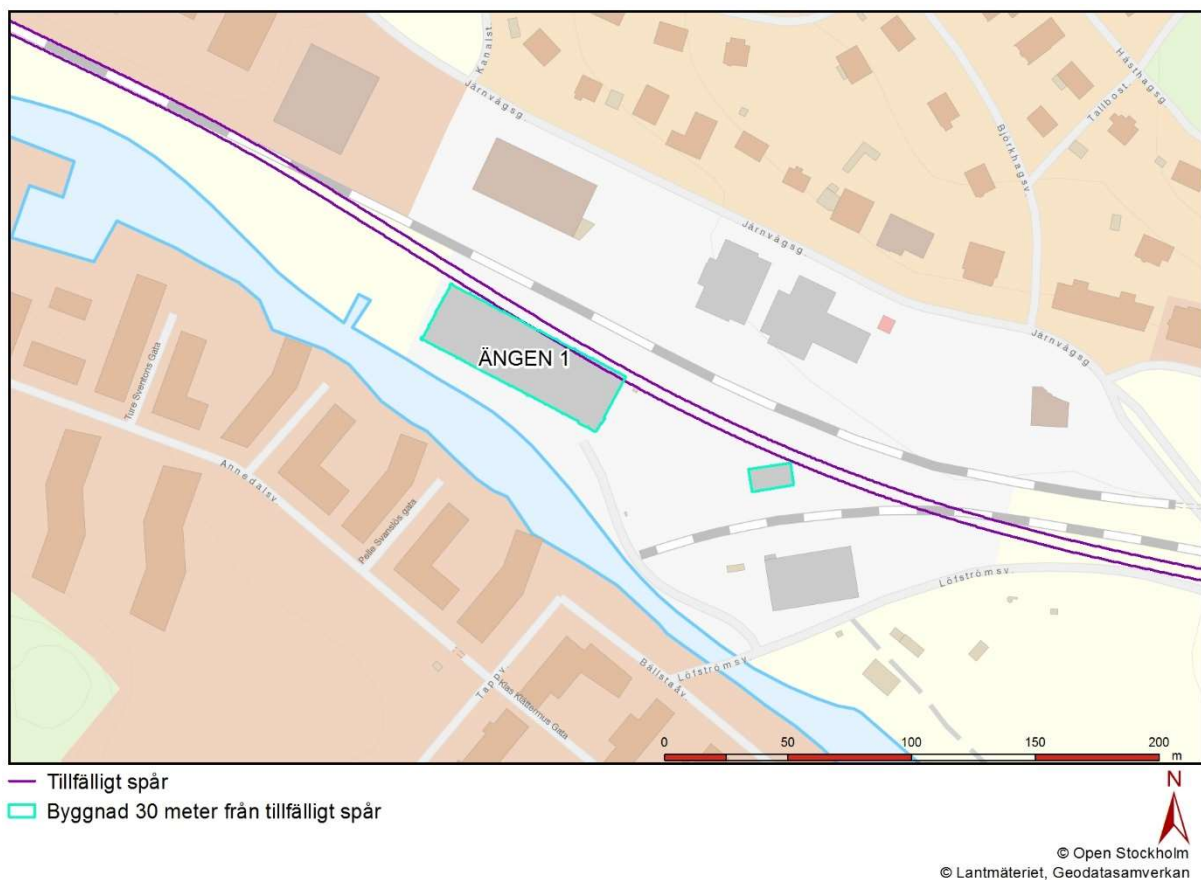
H Åtgärder för utsatta fastigheter, tillfällig anläggning

Nedan redovisas vilka byggnader som ligger inom 30 meter från närmsta spårmitt och där risknivån försämras i och med att den tillfälliga anläggningen driftsätts. För respektive byggnad presenteras lämpliga riskreducerande åtgärder.

Det är endast byggnader söder om den tillfälliga anläggningen som kommer närmre järnvägsspåren och som därmed får en försämrad risknivå. Vidare är det enbart mellan km 5+000 och 7+700 som den tillfälliga anläggningen får en annan dragning än spåren i nuläget. Därmed är det enbart byggnader längs med denna sträcka, söder om spåren, som bli aktuella för riskreducerande åtgärder eftersom det blir skillnader i avstånd mellan byggnad och spårmitt i och med driftsättningen av den tillfälliga anläggningen.

Ur avsnitt 6.3.1 Tillfällig anläggning framgår att mer omfattande riskreducerande åtgärder än skyddsräll inte är erforderligt för att upprätthålla tvåspårsdriften på den tillfälliga anläggningen givet att risknivåerna (både individ- och samhällsrisknivåerna) för den tillfälliga anläggningen inte ska förvärras jämfört med risknivåerna för nuläget. I detta kapitel i bilaga redovisas var skyddsräll behöver installeras baserat på byggnaders avstånd till närmsta spårcentrumlinje.

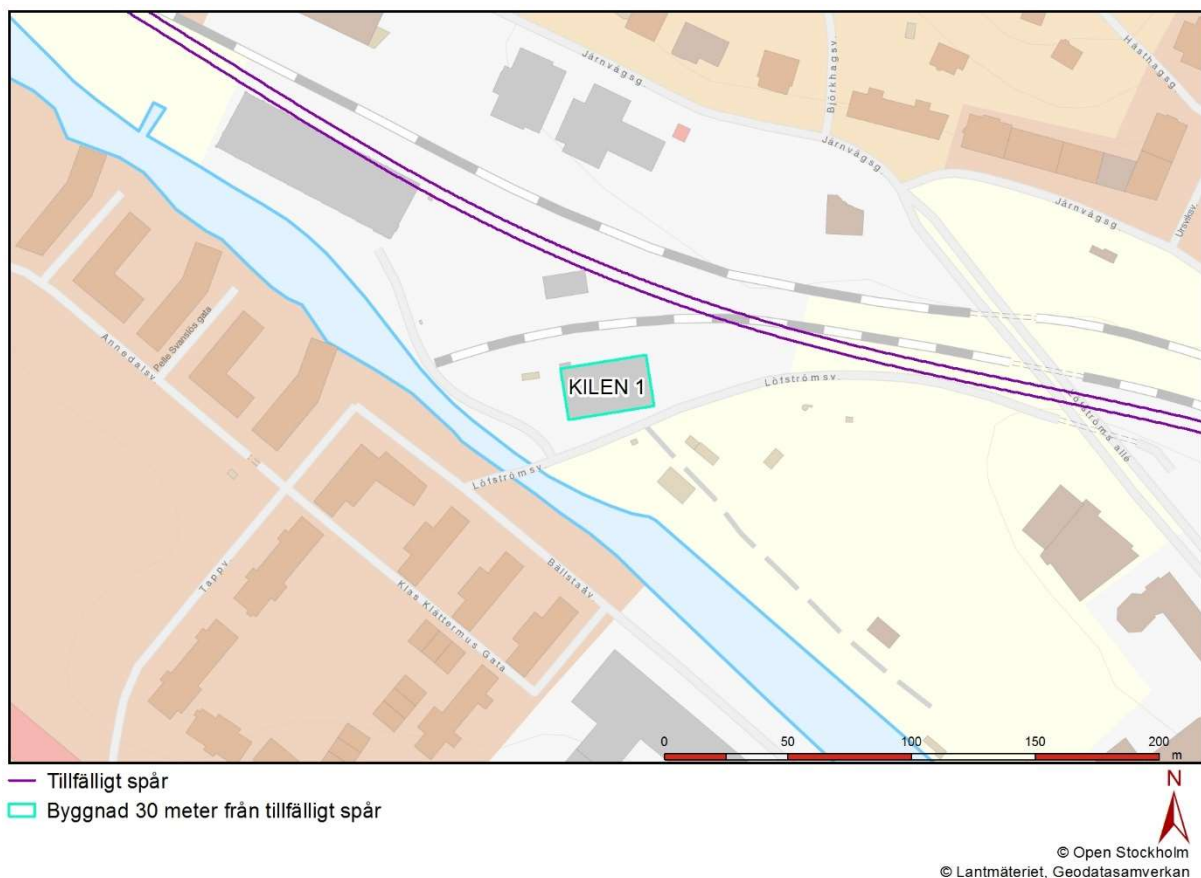
H.1 Ängen 1



Figur 85. Ängen 1, vid ca. Km 7+700-7+600. Den tillfälliga anläggningen är lilamarkerad och byggnaden är grön och grå.

Bedömning: Denna byggnad avses rivas.

H.2 Kilen 1



Figur 86. Kilen 1, vid ca. Km 7+500. Den tillfälliga anläggningen är lilamarkerad och byggnaden är grön och grå.

Avstånd mellan byggnad och närmsta spår, nuläge: ca 38 meter

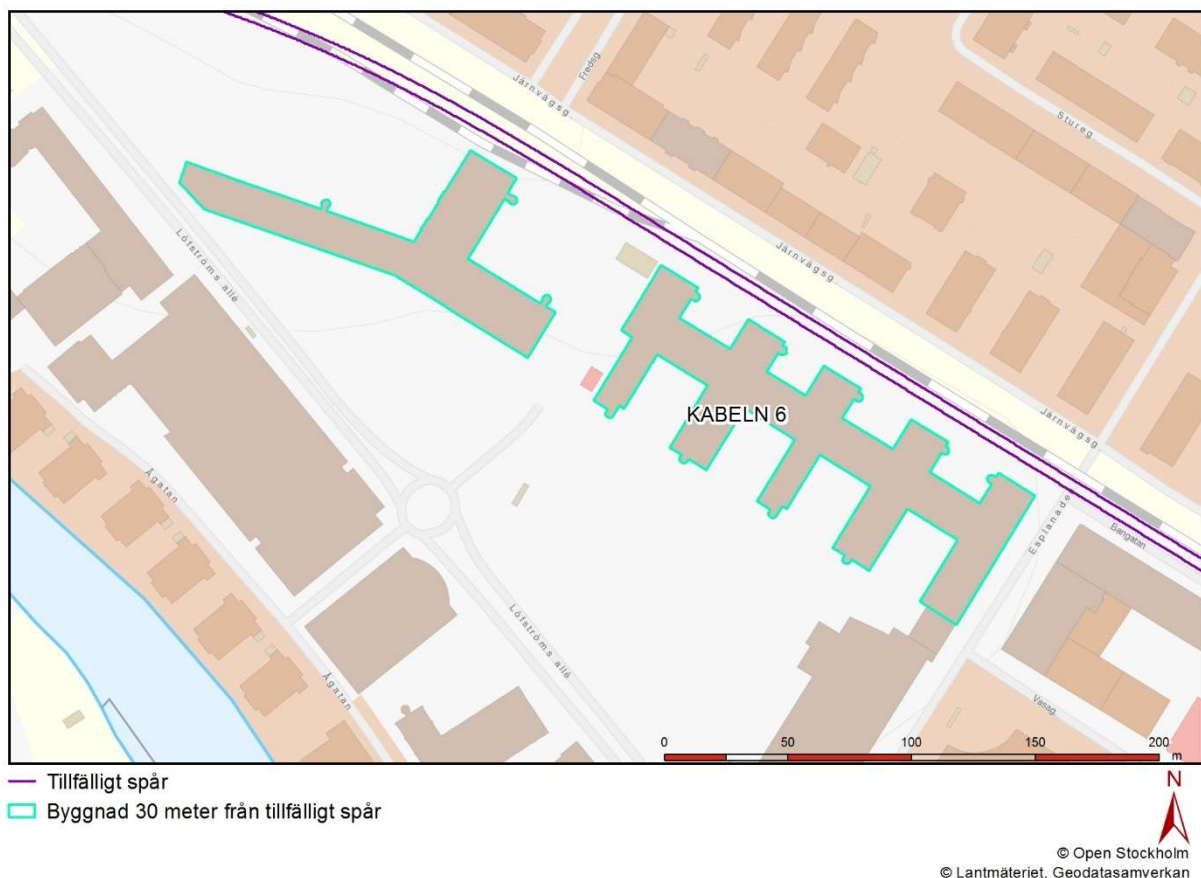
Avstånd mellan byggnad och närmsta spår, tillfällig anläggning: ca 23 meter

Verksamhet: Metall- och maskinindustri med komplementbyggnad

Bedömning: Byggnaden är placerad på ett avstånd som innebär att individrisken ligger på acceptabla nivåer i nuläge, och hamnar på oacceptabla risknivåer för den driftsatta tillfälliga anläggningen. Dock är det enbart en begränsad del av byggnaden som kommer hamna inom 30 meterszonen från närmsta spårmitt för den driftsatta tillfälliga anläggningen (den nordöstra delen). Vidare bedöms enbart ett begränsat antal individer befinna sig inom byggnaden till följd av verksamheten och med avseende på byggnadens storlek.

Detta tillsammans med att det, enligt kartstudier, redan finns en existerande jordvall med vegetation mellan byggnaden och spår resulterar i att den berörda byggnaden anses ha ett bra skydd mot mekaniska skador i samband med urspårning. Om denna jordvall, helt eller delvis, inte är kvar under drifttiden för den tillfälliga anläggningen ska skyddsräll anläggas på sådant sätt att hela byggnaden skyddas, för att säkerställa att individ- och samhällsrisknivåerna från den driftsatta tillfälliga anläggningen inte överskrider nulägets risknivåer.

H.3 Kabeln 6 (TKF och KKF-huset)



Figur 87. Kabeln 6 vid ca. km 7+200-6+800. Den tillfälliga anläggningen är lilamarkerad och byggnaderna gröna och grå.

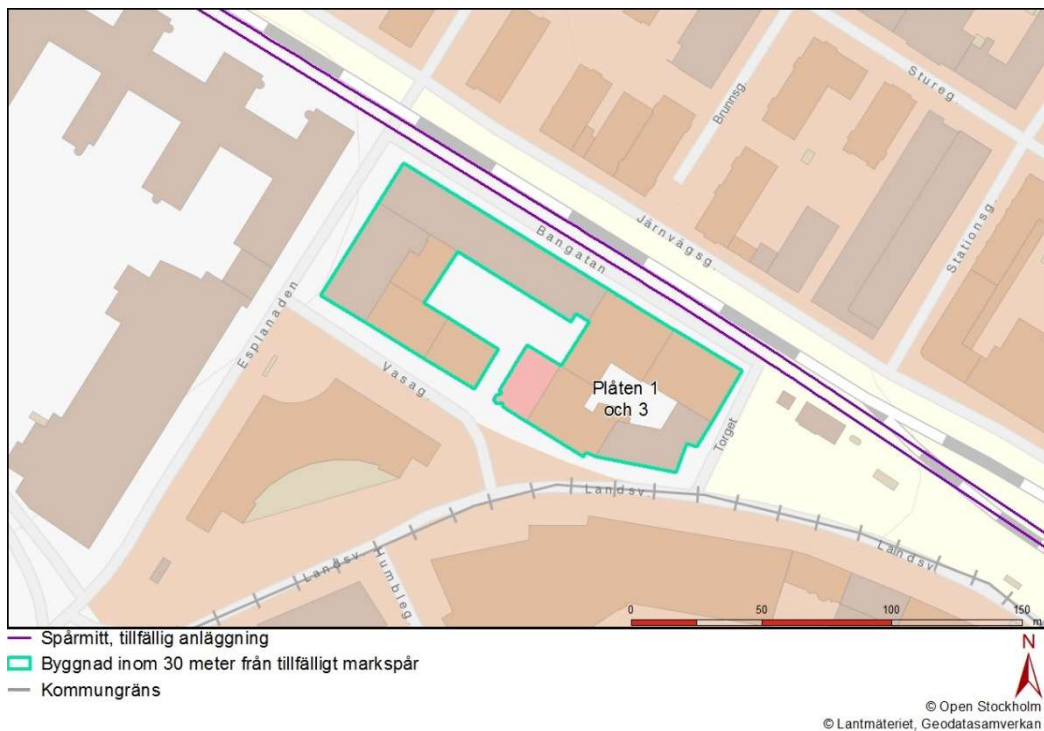
Avstånd mellan byggnad och närmsta spår, nuläge: ca 13 meter

Avstånd mellan byggnad och närmsta spår, tillfällig anläggning: ca 9 meter

Verksamhet: Kontor, speciellt Kemikalieinspektionen som utgör en samhällsviktig verksamhet, restaurang, gym (enbart för personal på kontoren och restaurangen), och garage.

Bedömning: Byggnaderna ligger på ett avstånd som innebär en oacceptabel individrisknivå för nuläget. Individrisknivån förblir oacceptabel även för den driftsatta tillfälliga anläggningen. För att säkerställa att individrisknivån från den driftsatta tillfälliga anläggningen inte överskrider nulägets individrisknivå ska skyddsräll anläggas på sådant sätt att hela byggnaderna skyddas. I och med installation av skyddsräll blir även samhällsriskens förväntade konsekvens lägre för den driftsatta tillfälliga anläggningen jämfört med nuläget.

H.4 Plåten 1, 3, och 8



Figur 88. Plåten 1, 3, och 8, vid ca. km 6+800-6+650. Den tillfälliga anläggningen är lilamarkerad och byggnaden är grön och grå.

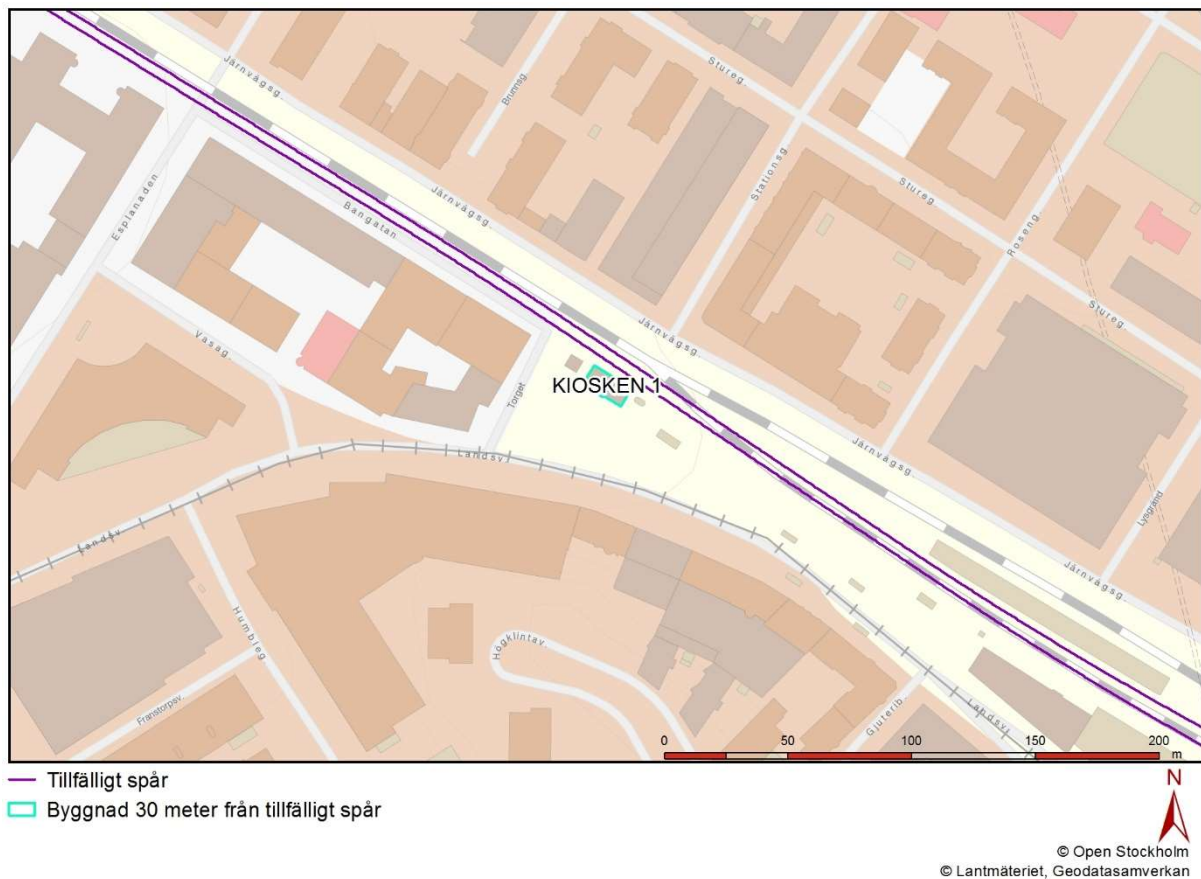
Avstånd mellan byggnad och närmsta spår, nuläge: 13 meter

Avstånd mellan byggnad och närmsta spår, tillfällig anläggning: 9 meter

Verksamhet: Tandläkare, kontor, butiker, bibliotek, café, gym, miljörum, garage, en församlingslokal, och lägenheter.

Bedömning: Byggnaden ligger på ett avstånd som innebär en oacceptabel individrisknivå för nuläget. Individrisknivån förblir oacceptabel även för den driftsatta tillfälliga anläggningen. För att säkerställa att individrisknivån från den driftsatta tillfälliga anläggningen inte överskrider nulägets individrisknivå ska skyddsräll anläggas på sådant sätt att hela byggnaden skyddas. I och med installation av skyddsräll blir även samhällsriskens förväntade konsekvens lägre för den driftsatta tillfälliga anläggningen jämfört med nuläget.

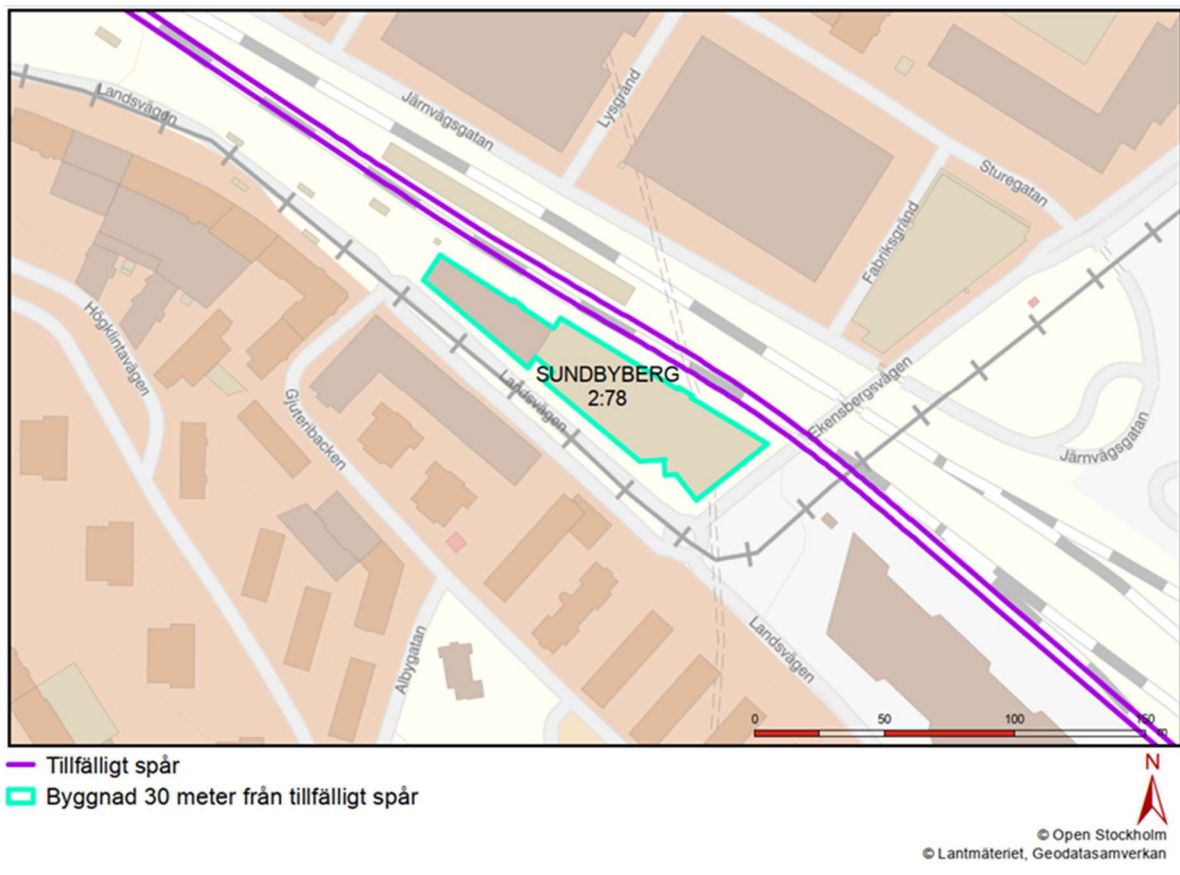
H.5 Kiosken 1



Figur 89. Kiosken 1, vid ca. Km 6+600. Den tillfälliga anläggningen är lilamarkerad och byggnaden är grön och grå.

Bedömning: Denna byggnad ska rivas. Om detta sker innan den tillfälliga anläggningen driftsätts, alternativt att ingen verksamhet bedrivs i byggnaden under drifttiden av den tillfälliga anläggningen, erfordras inga riskreducerande åtgärder. I annat fall behövs riskreducerande åtgärder för att skydda denna byggnad. Dessa riskreducerande åtgärder kan utgöras av antingen skyddsräll, förlängd plattform, eller fysisk barriär.

H.6 Sundbyberg 2:78



Figur 90. Sundbyberg 2:78, vid ca. Km 6+400-6+300. Den tillfälliga anläggningen är lilamarkerad och byggnaden är grön och grå.

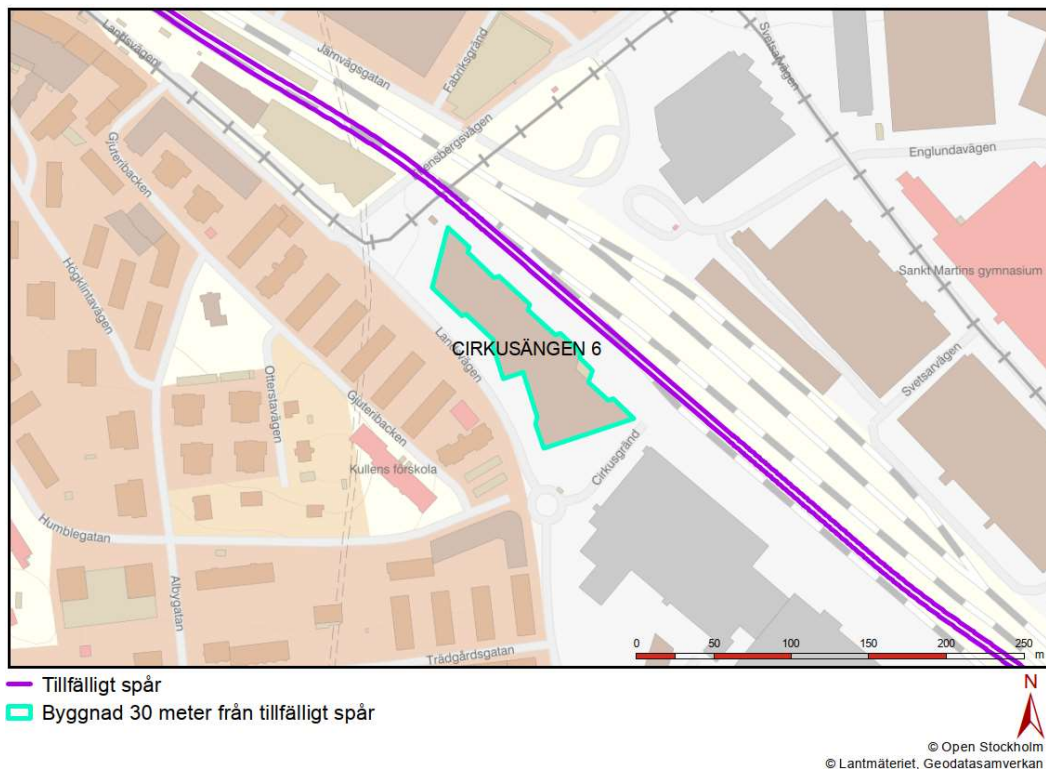
Avstånd mellan byggnad och närmsta spår, nuläge: ca 8 meter

Avstånd mellan byggnad och närmsta spår, tillfällig anläggning: ca 8 meter

Verksamhet: Kontor, ett gym, ett café, samlings- och utställningslokaler, butiker, restaurang, och garage.

Bedömning: Mellan denna byggnad och den tillfälliga anläggningen kommer en tillfällig perrong att anläggas. Om denna kan konstrueras med tillräcklig motståndskraft mot ett urspåret tåg anses den berörda byggnaden ha ett tillräckligt gott skydd mot mekanisk skada. I annat fall ska skyddsräll anläggas på sådant sätt att hela byggnaden skyddas.

H.7 Cirkusängen 6



Figur 91. Cirkusängen 6, vid ca. Km 6+200–6+100. Den tillfälliga järnvägsanläggningen är lilamarkerad och byggnaden är grön och grå.

Avstånd mellan byggnad och närmsta spår, nuläge: 24 meter

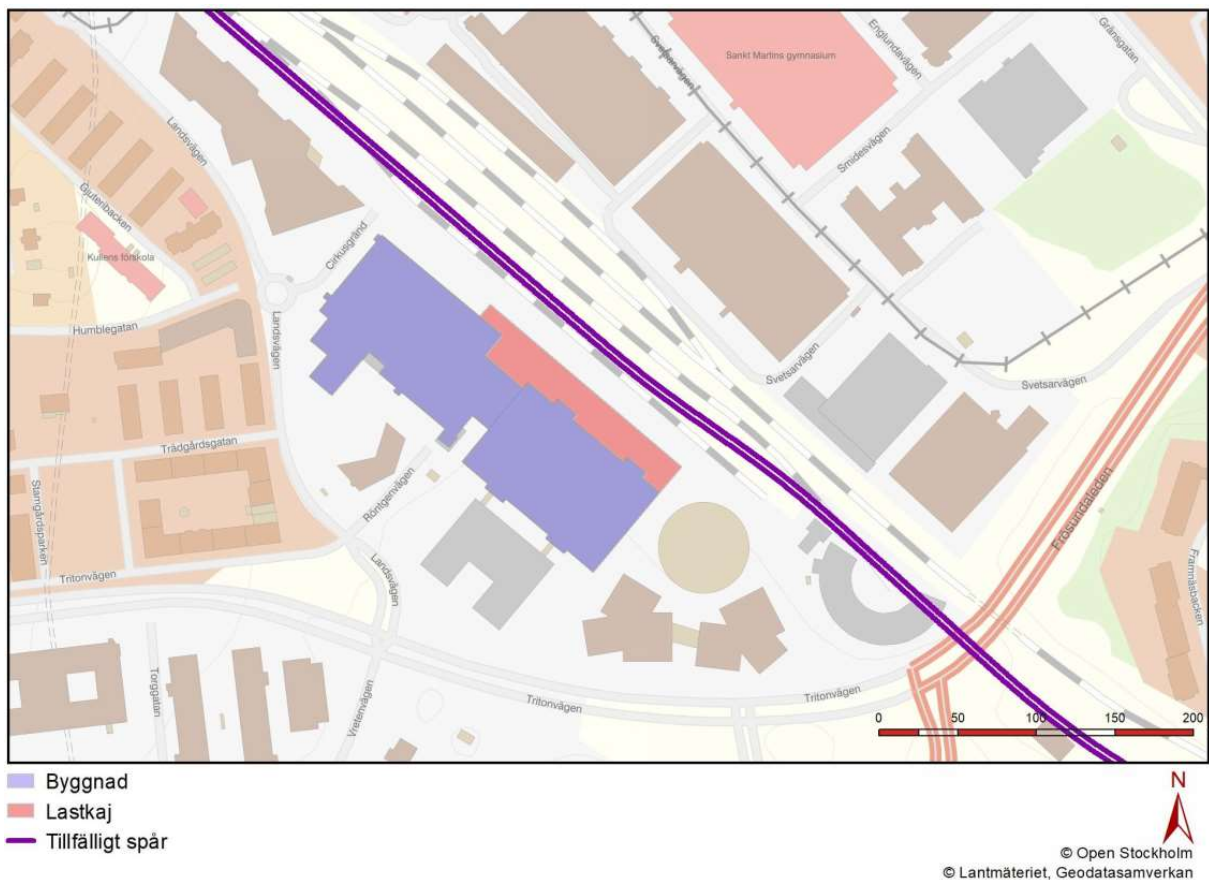
Avstånd mellan byggnad och närmsta spår, tillfällig järnvägsanläggning: 13 meter

Verksamhet: Kontor

Existerande riskreducerande åtgärder: Enligt en utredning gjord av TYRÉNS (67) ska stommarna i byggnaden vara utformade med rasdämpande egenskaper för att motstå ett urspåret tåg.

Bedömning: Byggnaden ska vara utformad med egenskaper för att stå emot ett urspåret tåg. Avståndet mellan byggnaden och spårmitt varierar mellan 13 till 22 meter. Det våningsplan som ligger i nivå och närmst järnvägen används enligt uppgift som parkeringsgarage vilket enbart medför tillfällig vistelse av människor (67). Med bakgrund av detta anses inte vidare riskreducerande åtgärder vara nödvändiga att vidta.

H.8 Stenhöga 1



Figur 92. Stenhöga 1 vid ca. Km 5+1000 till 5+800. Den tillfälliga järnvägsanläggningen är lilamarkerad och byggnaden är blå och lastkajen röd.

Avstånd mellan byggnad och närmsta spår, nuläge: 48 meter

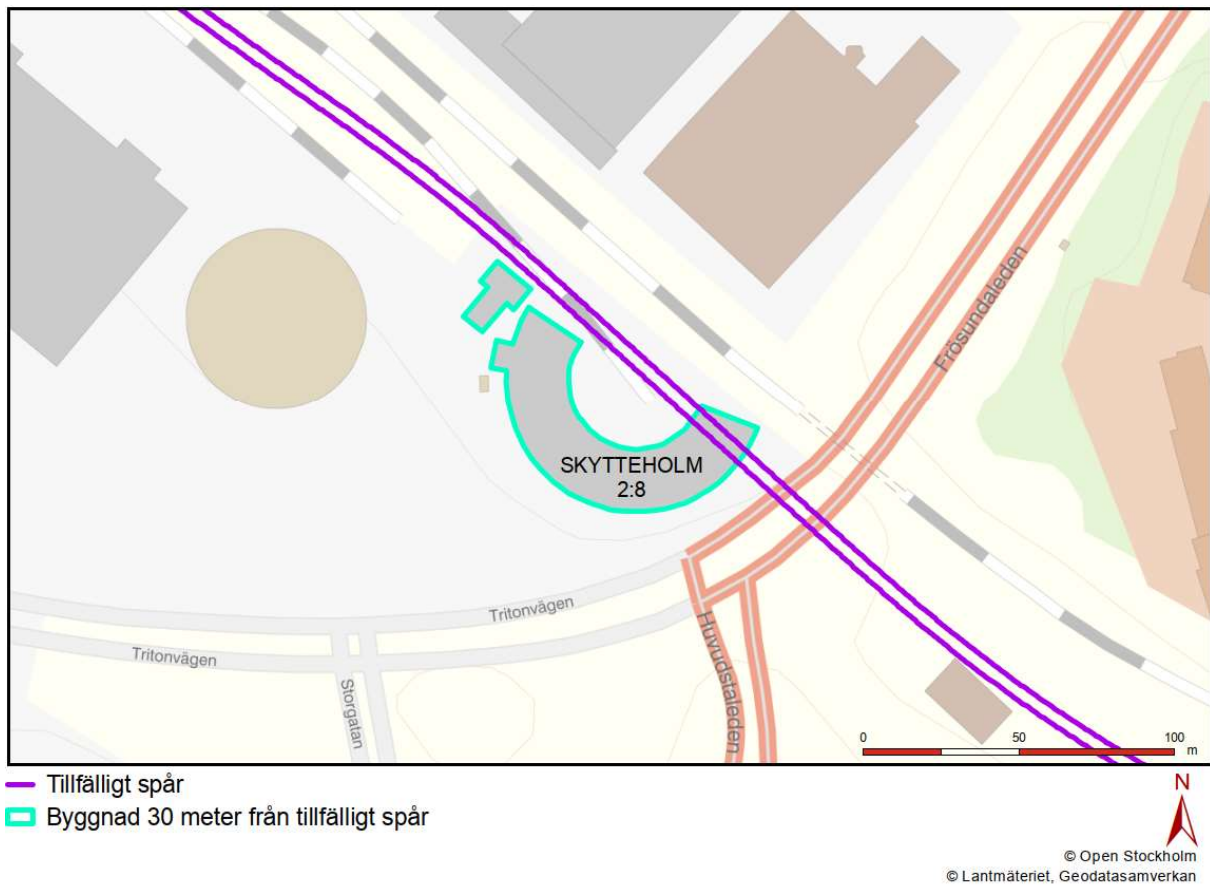
Avstånd mellan byggnad och närmsta spår, tillfällig järnvägsanläggning: 40 meter

Avstånd mellan lastkaj och närmsta spår, tillfällig järnvägsanläggning: 26 meter

Verksamhet: Metall- och maskinindustri

Bedömning: Lastkajen bedöms skydda bakomliggande byggnadsdelar från mekaniska påverkan till följd av urspårade fordon. Inga ytterligare riskreducerande åtgärder bedöms nödvändiga.

H.9 Skytteholm 2:8



Figur 93. Skytteholm 2:8, vid ca. Km 5+700-5+600. Den tillfälliga anläggningen är lilamarkerad och byggnaden är grön och grå.

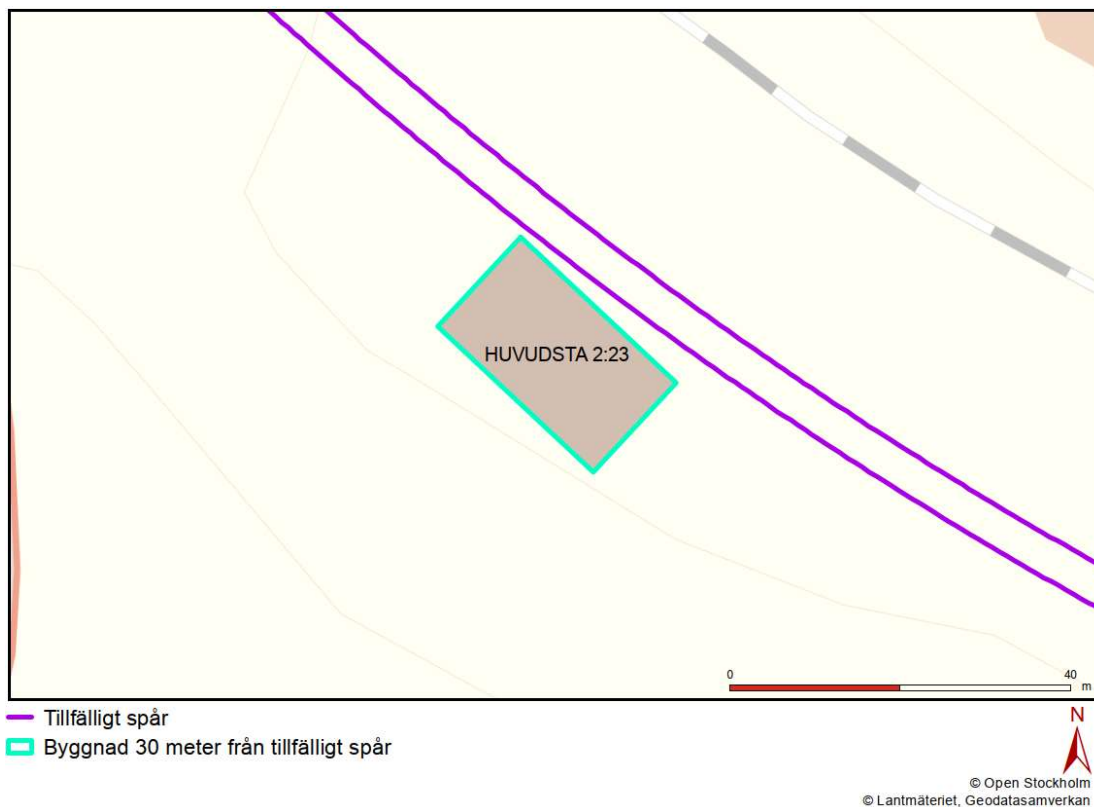
Avstånd mellan byggnad och närmsta spår, nuläge: 13 meter

Avstånd mellan byggnad och närmsta spår, tillfällig anläggning: 0 meter

Verksamhet: Industri med kallförråd ämnat för uppställning av spårmaskiner, med tillhörande kontor, och personalutrymme.

Bedömning: Trafikverket äger byggnaden. Delar av byggnaden kommer att tillfälligt demonteras för att göra plats åt den tillfälliga anläggningen. Övriga delar av byggnaden kommer enligt uppgift från Trafikverket att vara utrymda under hela den tidsperiod då den tillfälliga anläggningen är i drift. Inga ytterligare riskreducerande åtgärder bedöms vara nödvändiga

H.10 Huvudsta 2:23



Figur 94. Skytteholm 2:23, vid ca. Km 5+500. Den tillfälliga anläggningen är lilamarkerad och byggnaden är grön och grå.

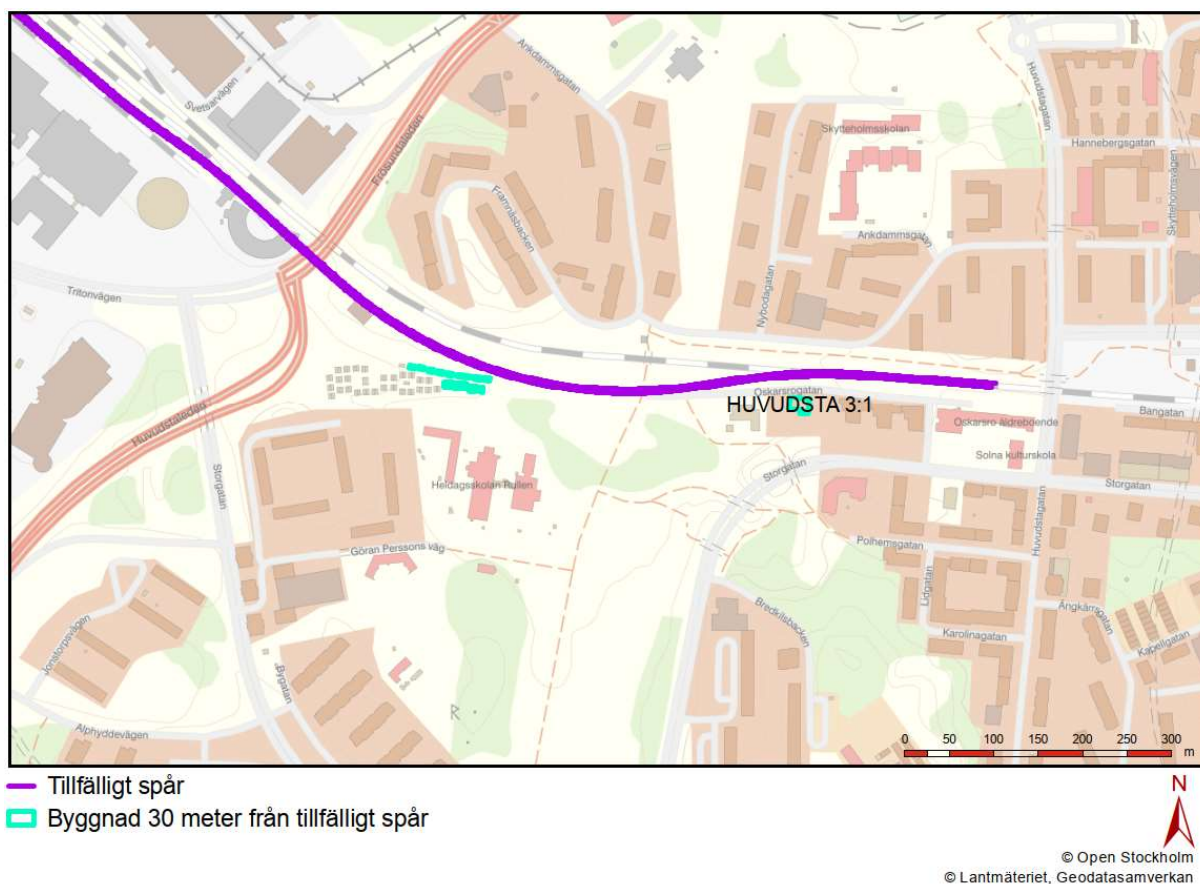
Avstånd mellan byggnad och närmsta spår, nuläge: 23 meter

Avstånd mellan byggnad och närmsta spår, tillfällig anläggning: 22 meter

Verksamhet: InfraNord arrenderade byggnaden till årsskiftet 2016/2017. Därefter lämnade InfraNord byggnaden och Trafikverket tog över. Byggnaden består utav plattform/lastkaj mot spår, och lagerlokal med upplag och parkering, och fastigheten med byggnad är tänkt att användas som arbetsområde under hela byggtiden.

Bedömning: Byggnaden ska användas av Trafikverket och ingå i arbetsområdet under byggnationstiden. Därför kan byggnaden behandlas som arbetsområdena i övrigt och kräver samma säkerhetsåtgärder som övriga arbetsområden, se vidare i *PM Risk och säkerhet – Tillfällig anläggning*.

H.11 Huvudsta 3:1



Figur 95. Huvudsta 3:1, vid ca. Km 5+500–4+1100, tillfälliga studentbostäder och transformatorstation längs Oskarsrogatan. Den tillfälliga anläggningen är lilamarkerad. Byggnader inom 30 meter från tillfälliga anläggning är markerade i grönt.

Studentbostäder:

Avstånd mellan studentbostäder och närmsta spår, nuläge: 49 meter

Avstånd mellan studentbostäder och närmsta spår, tillfällig anläggning: Kortaste avståndet mellan tillfällig anläggning och bostäderna uppgår till 10 meter.

Verksamhet: Längs Oskarsrogatan fanns ett flertal baracker som utgör tillfälliga studentbostäder.

Bedömning: Individrisknivån för bostäderna skulle hamna på oacceptabla nivåer när den tillfälliga anläggningen tas i drift. Barackerna började uppföras år 2002 och gavs då ett tillfälligt bygglov. Barackerna är nu enligt uppgift från Trafikverket rivna. Givet att barackerna redan har avlägsnats bedöms inga vidare riskreducerande åtgärder vara nödvändiga

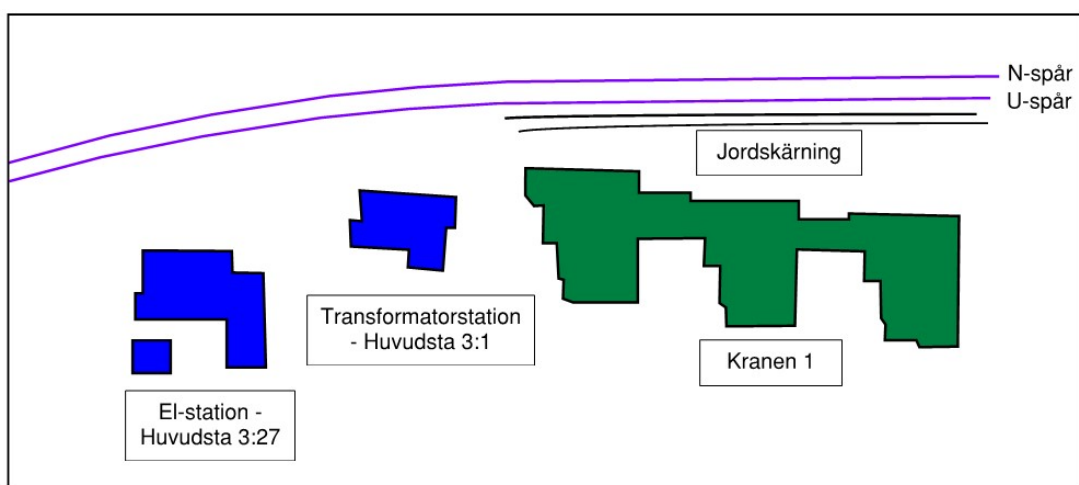
Transformatorstation:

Avstånd mellan byggnad och närmsta spår, nuläge: 29 meter

Avstånd mellan byggnad och närmsta spår, tillfällig anläggning: 23 meter

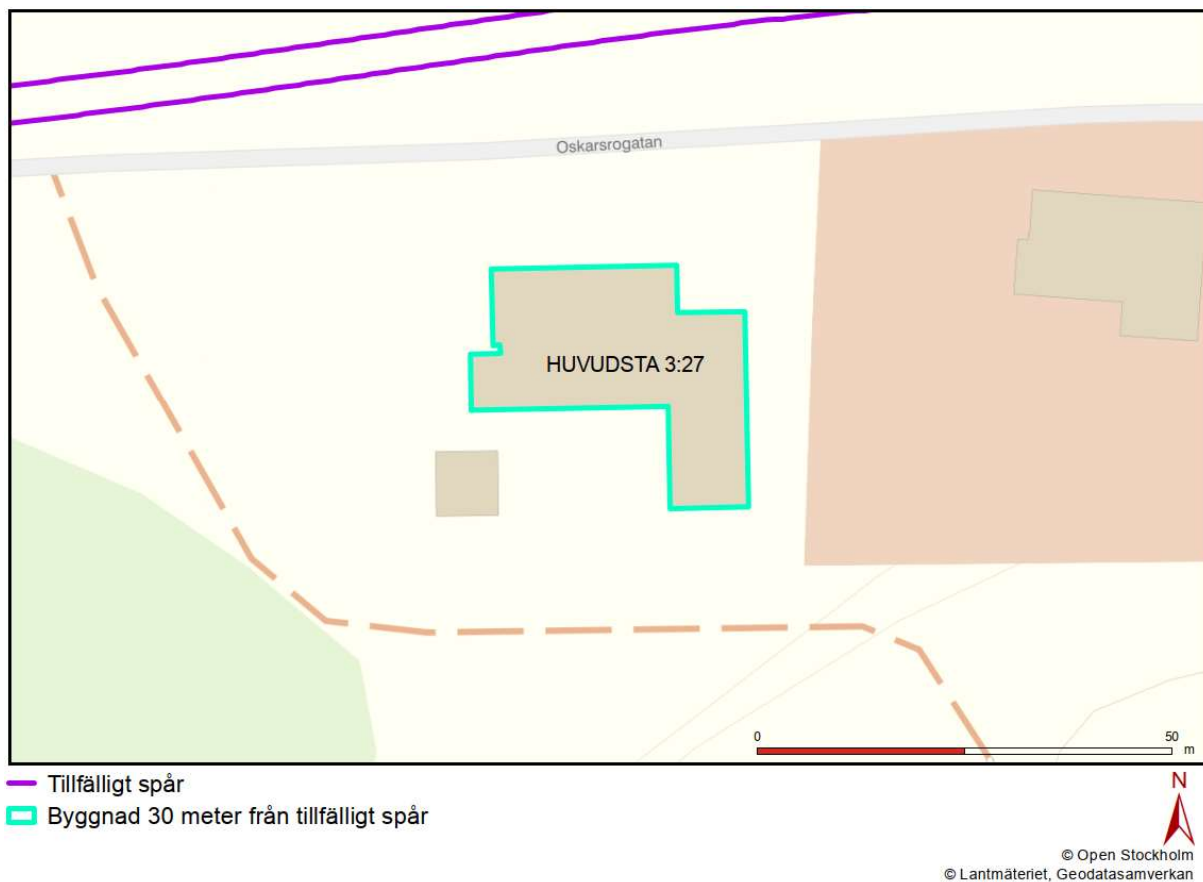
Verksamhet: Byggnaden utgörs av en transformatorstation (vilken möjligen utgör samhällsviktig verksamhet).

Bedömning: Inga människor uppehåller sig inom fastigheten förutom vid tillfälligt arbete med transformatorn. Enligt grundberäkningen ligger individrisknivån för byggnaden inom oacceptabla nivåer när den tillfälliga anläggningen är i drift. Lokala faktorer bedöms dock medföra en betydande riskreducering för transformatorstationen med avseende på urspårningsolyckor. Strax innan transformatorstationen, längs fastigheten Kranen 1, går järnvägen i jordskärning, se illustration i Figur 96. Skärningen medför att en urspårning på U-spåret strax innan transformator- och el-stationen kommer att få en reducerad urspårningsvinkel. Givet att jordskärningen bibehålls under tiden då den tillfälliga anläggningen är i drift bedöms inga ytterligare riskreducerande åtgärder vara skäliga. Om jordskärningen utjämnas bör skyddsräll anläggas så att fastigheterna Huvudsta 3:1 och Huvudsta 3:27 skyddas.



Figur 96. Illustration över riskreducerande lokala förutsättningar vid Huvudsta 3:1 och Huvudsta 3:27.

H.12 Huvudsta 3:27



Figur 97. Huvudsta 3:27, vid ca. Km 5+080. Den tillfälliga anläggningen är lilamarkerad och byggnaden är grön och grå.

Avstånd mellan byggnad och närmsta spår, nuläge: 38 meter

Avstånd mellan byggnad och närmsta spår, tillfällig järnvägsanläggning: 25 meter

Verksamhet: Byggnaden är en el-station, vilken möjligen utgör samhällsviktig verksamhet.

Bedömning: Inga människor uppehåller sig inom fastigheten förutom vid tillfälligt arbete med el-stationen. Enligt grundberäkningen ligger individrisknivån för byggnaden inom ALARP-området när den tillfälliga anläggningen är i drift. Inga riskreducerande åtgärder bedöms nödvändiga givet lokala förutsättningar, se bedömning för transformatorstationen på Huvudsta 3:1 i H.11.



TRAFIKVERKET

Trafikverket, Projekt Mälarbanan, 172 90 Sundbyberg
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

www.trafikverket.se