

Sammanfattande PM Byggbarhetsutredning
JÄRNVÄGSPLAN – Val av lokaliseringsalternativ inkl MKB
Ostkustbanan, Stegskogen-Bäling

Nordanstigs och Hudiksvalls kommuner, Gävleborgs län

Ärendenummer: TRV 2016/71881

2017-03-10



Dokumenttitel: Byggbarhetsutredning Stegskogen-Bäling

Skapat av: Linnea Söderholm

Dokumentdatum: 2017-03-10

Dokumenttyp: Rapport

Projektnummer: TRV 2016/71881

Utgivare: Trafikverket Region Mitt

Kontaktperson: Kenth Nilsson, k

Distributör: Trafikverket, Box 417

Telefon: 0771-921 921

Innehåll

1. Allmänt	4
1.1 Projekt mål	4
1.1.1 Måluppfyllelse	5
1.2 Korridorbeskrivning.....	5
1.2.1 Angränsande planering	6
2. Tekniska förutsättningar	7
2.1 Linjebeskrivning, befintligt enkelspår.	7
2.2 Risker och arbetsmiljö.	7
2.3 Byggprocessen och spårkonstruktion	8
2.4 BEST-arbeten (banöverbyggnad)	9
2.5 Spåravstånd.....	9
2.6 Störningar under byggtiden	10
2.6.1 Påverkan på tågtrafik och vägnät	10
2.7 Planering, genomförande.....	13
3. Byggbarhet.....	13
3.1 Befintliga ledningar.....	14
3.1.1 Vatten- och avlopp.....	14
3.1.2 Luftledningarna	14
3.2 Vägar och byggnationer	17
3.2.1 Vägnätet	17
3.2.2 Påverkan på befintliga byggnadsverk	20
3.2.3 Nya byggnadsverk.....	21
3.3 Jordarter	23
3.4 Vattenförekomster	25
3.5 Skyddsvärda områden..... Fel! Bokmärket är inte definierat.	
4. Drift och underhåll	25
5. Kalkyl.....	26
5.1 Kostnadsgenererande byggnationer och konfliktpunkter	26
5.2 Markfastighetsinlösen.....	27
5.3 Miljöåtgärder.....	28
6. Sammanfattning	28

1. Allmänt

Trafikverket har uppdragit åt Ramböll att utföra en Byggbarhetsutredning längs sträckan Tjärnvik - Njurundabommen inom projektet Dubbelspår Ostkustbanan Gävle-Sundsvall.

Syftet med denna sammanfattande byggbarhetsutredning är att beskriva förutsättningarna för byggnation och trafikpåverkan vid en eventuell utbyggnad av enkelspår till dubbelspår.

Genom beskrivningarna ges en övergripande bild av procedurer och konsekvenser som då blir aktuella. Rapporten tar inte ställning till olika korridorer eller val av lösningar utan försöker beskriva konsekvenserna som följer när nytt dubbelspår, eller spår bredvid befintligt enkelspår anläggs.

Ostkustbanan sträcker sig mellan Gävle-Sundsvall och utgör idag ca 22 mil enkelspårig järnväg för både gods och persontrafik. Liksom Ådalsbanan och Botniabanan är Ostkustbanan en viktig länk för att förbinda södra Norrlands kustland med Stockholm och de södra delarna av landet.

Enkelspåret på Ostkustbanan är idag fullt utnyttjat. Trafiken är tät och det är långa avstånd mellan mötesstationerna. Under de senaste decennierna har tågtrafiken ökat kraftigt och kapacitetsbristen är ett växande problem.

Kapacitetsbristen är ett växande problem. Under det senaste decenniet har tågtrafiken ökat kraftigt. Detta gäller inte minst för Ostkustbanan, där antalet tåg sedan år 2000 ökat för alla tågtyper. Trafikprognosen för 2015 som legat till grund för påbörjade investeringar längs Ostkustbanan, har på vissa sträckor redan överträffats och trafikverket har klassat Ostkustbanan som överbelastad.

Kapacitetsbristen leder till långa restider och kraftiga förseningar. Längs sträckan Gävle-Sundsvall är i dagsläget cirka 20 % av snabbtågen och 10 % av regionaltågen mer än fem minuter försenade till ankomststation.

En större del av Ostkustbanan mellan Gävle och Sundsvall är fortfarande densamma som den byggdes på 1920-talet. Sträckan har både många och snäva kurvor. Det är ogenomförbart att med enkla medel uppgradera en sådan gammal anläggning till de krav som ställs idag och för framtida behov.

Befintlig bana Gävle-Sundsvall är närmare 22 mil lång. Genom att bygga nytt dubbelspår blir sträckan nästan 2 mil kortare, framförallt blir spåret mycket rakare vilket möjliggör för ökad hastighet. Att tågen slipper stanna för mötande tågtrafik innebär även detta i sig en avsevärd förkortning av restiderna.

1.1 **Projektmål**

Det nya dubbelspåret skapar förutsättningar för en attraktiv dagspendling i regionen, och förbättrad förbindelse mellan Botniabanan/Ådalsbanan och Stockholm. Detta innebär följande restidsmål: Snabbtågstrafik (direkttåg) Sundsvall-Gävle på 1 timme samt regionaltågtrafik < 90 minuter Sundsvall-Gävle. Snabbtågstrafik <45 minuter Sundsvall-Söderhamn och Hudiksvall-Gävle samt Regionaltågstrafik < 90 minuter Sundsvall-Gävle. Det innebär även att planera och bygga resecentrum/stationer som har hög tillgänglighet (oavsett ålder, kön eller funktionsnedsättning) för gående, cyklister, bilister och bussresenärer samt att dessa placeras i attraktiva delar av betjänade orter.

Det nya dubbelspåret ska utformas på ett sätt som anpassas till de krav som finns angående god livsmiljö. Detta innebär att lösningar med god gestaltning, som minimerar påverkan på Natura 2000 områden, riksintressen, bostadsområden och naturreservat eftersträvas.

Dubbelspåret ska bidra till att säkerställa punktlighet och robusthet i järnvägssystemet.

Det nya dubbelspåret ska utformas på ett sätt där näringslivet i området kan utvecklas.

Detta innebär bland annat att Trafikverket ska söka lösningar med väl fungerande noder/industrianslutningar mot de etablerade industrierna i regionen. Trafikverket ska också söka lösningar som kan stärka lokalt företagande med bättre transportkvalité av gods och människor.

1.1.1 Måluppfyllelse

Hela projektet med att bygga ut Ostkustbanan delas upp i etapper. Utbyggnaden kan på så sätt ske i mindre delprojekt och orter/sträckor med störst behov kan lösas först. Utfarten från Gävle, infarten till Sundsvall samt genomfart Hudiksvall är prioriterade sträckor. Projektet ska också sträva efter att utnyttja de investeringar som utgörs i beslutat mötesstationsprojekt.

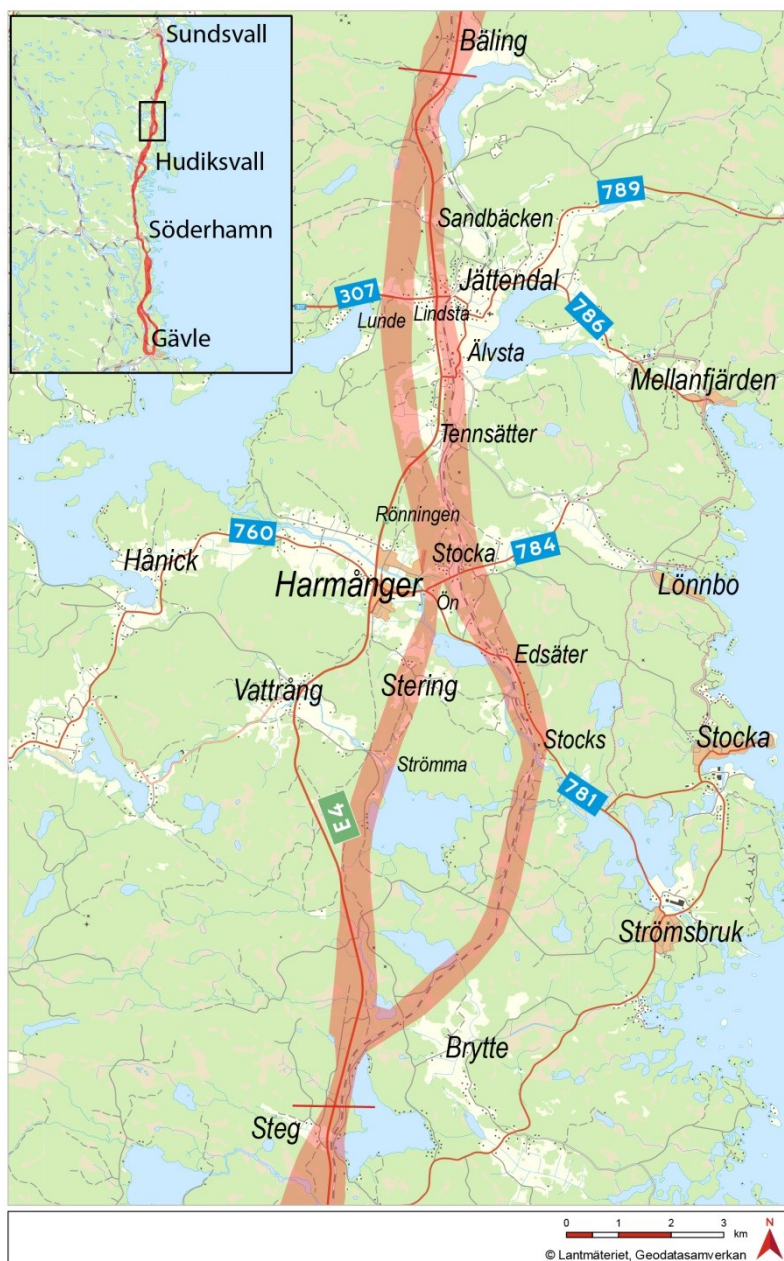
1.2 Korridorbeskrivning

Etappen börjar vid Långsjön och slutar strax söder om Bäling. Efter Långsjön delas etappen upp i ett Östligt och ett Västligt utredningsalternativ. Bälingsjön passerar i en korridor.

Västlig korridor går parallellt med befintlig E4 fram till Vasstjärnen. Passerar väster om Harsjön, Stering, Kyrksjön och vidare upp till Stocka, öster om Harmånger. Marken består främst av skogsmark med några få mindre bebyggda områden. Mellan Långsjön och Harmånger finns ett mindre antal konfliktpunkter med befintlig infrastruktur och bebyggelse. Vid Stocka möts korridorerna men inte tänkta spårlinjer. Det innebär att etappen längs med hela sträckan ändå betraktas som två olika utredningskorridorer i detta PM.

Mellan Harmånger och Jättendal korsar den Västra korridoren befintlig E4 och ett mindre antal konfliktpunkter med befintlig vägnät har identifierats. Marken består främst av skogsmark och en mindre andel jordbruksmark. Korridoren passerar få bebyggda områden. Bälingsjön passerar i en korridor och marken består främst av jordbruksmark.

Östliga korridoren följer delvis befintlig järnvägssträckning och går öster om Masksjön och Harsjön för att sen fortsätta över Harsjöbäcken, Harmångersån och Kyrksjön. Mellan Långsjön och Stocks anläggs dubbelspår intill befintligt spår med några få undantag där järnvägen behöver kurvrätas. Marken består främst av skogsmark. Mellan Stocks och Älvsta/Tennsätter finns en mindre andel bebyggelse och infrastruktur som kommer påverkas av ny järnväg. Från Älvsta/Tennsätter till Jättendal



Figur 1: Översikt etapp Stegskogen-Bäling

Källa: Bakgrundskarta Visningstjänst Topowebb, © Lantmäteriet (2017).

planeras dubbelspår vid befintlig järnväg. Marken består av jordbruksmark och en del bebyggelse samt viss väginfrastruktur förekommer.

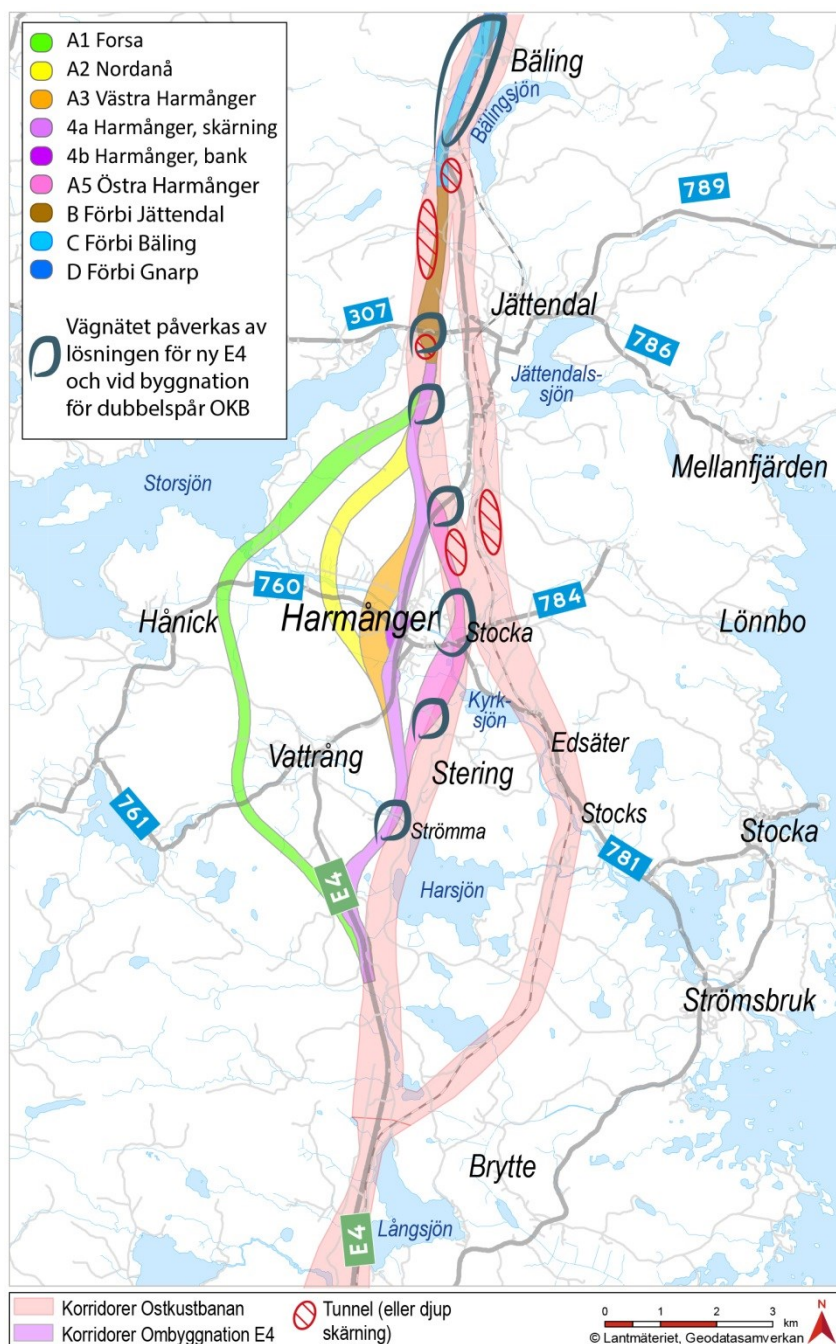
Söder om väg 786, vid Lindsta, Jättendal går ny järnväg i egen sträckning fram till Bäling. Vid Bälingsjön förläggs dubbelspår längs med befintligt spår. Längs med Bälingsjön går befintlig järnväg i kanten av ett odlingslandskap. Befintlig E4 korsas två gånger. När en ombyggnation av järnvägen är aktuell kommer troligen E4 gå i en annan sträckning.

1.2.1 Angränsande planering

Från Stockholm till Sundsvall är det idag enbart sträckan Kongberget-Gnarp som inte är ombyggd till mötesseparerad väg. Sträckan är i stort behov av åtgärder och Trafikverket utreder just nu olika lokaliserings-alternativ. Det finns fem olika korridorer förbi Harmånger, en förbi Jättendal, en förbi Bäling samt en förbi Gnarp. E4:an ska utformas som en mötesseparerad väg med dimensionerad hastigheten 110 km/h och planskilda korsningar, den valda vägtypen ska uppfylla kapacitetskrav till år 2045. Trafikverket ska även bygga ett separat vägnät för långsamtgående fordon och gående/cyklister.

Korridorerna för Ostkustbanan genom Nordanstigs kommun sammanfaller i vissa delar med planerad E4. Planerade vägombyggnationer som sker i området i samband med omdragning av E4 bör därför ta hänsyn till vägomdragningar som blir nödvändiga om anläggning av dubbelspår blir aktuellt. I vissa områden kommer det vara svårt att avgöra hur påverkan av dubbelspår påverkar vägnätets utformning och funktion, eftersom detta kommer att ändras beroende på hur E4 byggs om.

Identifierade områden som påverkar vägnätet för Kongberget-Gnarp projektet och Ostkustbanan är vägnätet vid Strömna och väster om Kyrksjön, genom Harmånger, passage av befintlig E4, passage av väg 307 väster och söder om Lunde vid Jättendal samt passage av Bälingsjön.



Figur 2 Beröringspunkter mellan OKB och ombyggnation av E4. Källa: Bakgrundskarta Visningstjänst Topowebb, © Lantmäteriet (2017).

2. Tekniska förutsättningar

Ostkustbanan trafikeras av både godstrafik och persontrafik. Godstrafiken består av kombitåg, vagnlasttåg och systemtåg. Persontrafiken består främst av snabbtåg och regiontåg. Under byggnationen ska befintlig spårtrafik trafikera banan som vanligt.

Kapaciteten på banan ska ökas genom dubbelspår samt genom att järnvägen ska klara högre hastigheter och ökad bärighet än dagens järnväg. Förstudien anger en minsta spårradie på 3000 m och ett minsta spåravstånd på 4.5 m vilket är standardavstånd i Sverige. Det nya spåret skall utformas för en så hög hastighet som möjligt och rakt spår eftersträvas vilket ger en spårradie på minimum 5000 m för 300 km/h. Största tillåtna lutning ska vara 10 promille. Vid hastighet mellan 250-320 km/h ställs tekniska krav enligt TDOK 2014:0159 *Teknisk systemstandard för höghastighetsbanor*.

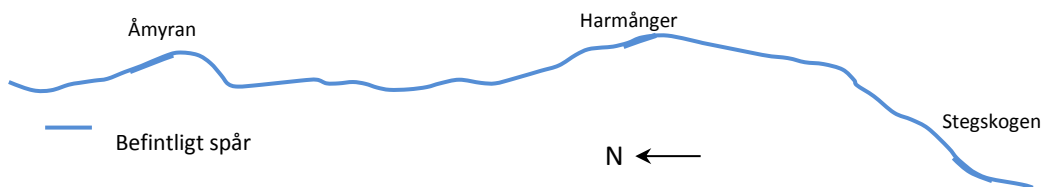
2.1 Linjebeskrivning, befintligt enkelspår.

Banan delas upp i linjen och driftplatser. Linjen är den del av banan där tåget färdas mellan två driftplatser. Driftplatser är "ett från linjen avgränsat område av banan som kan övervakas mer detaljerat av tågklarare än vad som krävs för linjen". Driftplatser är till exempel stationer och mötesspår.

Trafikplatser är mer generellt och kan vara driftplats, driftplatsdel, linjeplats, avfart mot stickspår, hållplats eller hållställe inom driftplats.

Sträckan Stegskogen – Bäling har tre driftplatser med enkelspår däremellan. Anslutningarna i norra änden av etappen är mot enkelspår. Sträckan sammanfattas med namn på driftplats och ungefärligt avstånd emellan för linjen, från söder mot norr. En driftplats är vanligen en till två km lång.

Stegskogen 6 km Harmånger 9 km Åmyran 2 km anslutning mot enkelspår.



Figur 3 Driftplatser längs med etappen

2.2 Risker och arbetsmiljö.

Beskrivna risker är utifrån trafikerat spår och som har trafikpåverkan. Andra risker kan finnas som inte tagits med. Att arbeta nära trafikerat befintligt spår är förenat med risker dels arbetsmiljömässigt och dels säkerhetsmässigt och driftsmässigt för tågtrafiken.

Att arbeta nära befintligt spår påverkar arbetsmiljön såväl som säkerheten. Även tågtrafikens driftmässighet kan störas.

Risker för tågtrafiken är om spårläget förändras eller om maskiner och redskap kommer i vägen för passerande tåg. En känslig del i spåret är ballasten som ligger på sidorna om slipers, så kallade ballastskuldror. Om dessa skadas eller blir uppluckrade innebär det risker. Ogymsamma förhållanden som varma eller soliga dagar kan uppluckrad ballast orsaka solkurvor. Hastighetsnedsättning under flera dagar kan bli nödvändig vid uppluckrad ballast.

Arbetsmiljömässigt finns det direkta påkörningsrisker, eller att föremål slungas vid påkörning av redskap eller materiel. Det finns också elsäkerhetsfaror, t.ex. att en grävmaskin kommer för nära kontaktledning och blir spänningsförande. Hastighetsnedsättningar blir därför nödvändiga för att skapa godtagbara arbetsförhållanden och säker tågtrafik. En risk i sig är om den riskbedömning (sos-planering) som gjorts inte används på rätt sätt.

Arbete inom säkerhetsavståndet, 2,2 meter från räl, innebär att spåret måste stängas av eller att hastighetsnedsättning är nödvändig. Är det endast lättare redskap som kan flyttas med handkraft kan hastighetsnedsättning användas. Finns risk att tunga redskap kommer in i säkerhetszon innebär att spåret måste stängas av. Säkerhetszonen sträcker sig normalt minst 2,2 meter ut från rälen, men för höghastighetsbanor är säkerhetszonen utökad till 3,5 meter.

En riskbedömning (sos-planering) skall göras på platsen vid varje arbete och kontinuerligt följas upp för att avgöra att rätt säkerhetsåtgärder är vidtagna. Hänsyn skall tas även till väder och siktförhållanden. Se TDOK 2016:0289.

2.3

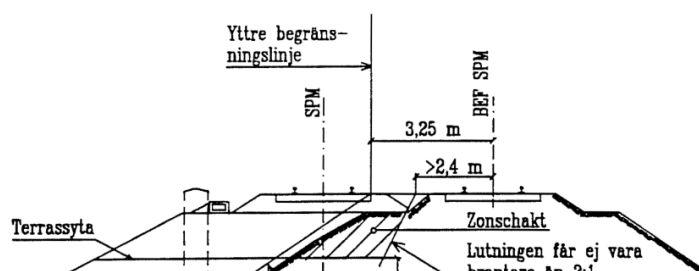
Byggprocessen och spårkonstruktion

Tågspår består av banunderbyggnad och banöverbyggnad. Banunderbyggnaden skall bära upp banöverbyggnaden och skall vara något elastisk/dämpande men stabil, dränering skall vara tillräcklig för att inte få tjälskott. Banunderbyggnaden byggs upp som en terrass. Finns berg behövs sprängning för att skapa utrymme för banunderbyggnaden. Underliggande mark och jordlager måste kunna bära upp banken, i annat fall kan grundförstärkning i form av pålning genomföras. Efter geoteknisk undersökning framgår vilka förstärkningsåtgärder som kan behövas.

När banunderbyggnaden är färdigställd kan banöverbyggnaden anläggas. I banöverbyggnaden ingår, ballast, slipers, befästningar, räler, växlar, stoppbockar, kontaktledning, kraft och lågspänning, signalkomponenter typ ljussignaler, z-förbindningar mm. Även ledning för tele och IT-data och detekteringssystem ingår i banöverbyggnad. Ballast är en viktig komponent för stabilitet av spårläget. Ballast skall stabilisera spårläget i framförallt höjded och sidled. I sidled läggs ballast minst 40 cm ut från slipers om kurvradien inte är mindre än 500m.

Ballasten komprimeras med spårriktningsmaskiner i första skedet. Därefter komprimeras ballasten ytterligare när passerande tåg orsakar vibrationer. När 100 000 bruttoton trafik passerat bedöms 80-90% stabilisering uppnått. Under tiden är hastighetsnedsättning nödvändig, kan vara ned till 40 km/h. Hastighetsnedsänkning är vanligtvis nödvändig några dagar till någon vecka beroende på hur hårt sträckan är belastad med trafik. Slutligen görs en kontroll av spårläget innan full hastighet medges. Maskinteknik finns för att hjälpa till med packning upp till en viss nivå, vilket kortar tiden innan full hastighet kan medges. Packning sker med hjälp av maskiner upp till 50 000 bruttoton.

Aktiviteter som är svårbedömda och har stor inverkan är framförallt dimensionering av banunderbyggnad. Dimensionering av banunderbyggnad kan påverka bredvidliggande spårs banunderbyggnad. Bli bredvidliggande spårs banunderbyggnad underminerad krävs avstängning av spåret.



Figur 4 Jordschakt för järnväg, zonschakt. Spåraavstånd 4,5 meter. Schaktning inom streckat område innebär avstängt spår.

Källa: Figur TRV CBB/14 (AMA CBB.44)

Vibrationer vid sprängning och bergschakt kan också påverka befintlig tågtrafik. Antigen genom att underminering sker på bredvidliggande spår eller genom att större område berg på grund av dräneringsorsaker behöver schacktas. Här kan en sprängmetod som inte ger stötvågor i den utsträckningen att bredvidliggande spår påverkas användas, det kan in sin tur

innebära att arbetet tar längre tid. Vid sprängning kan det dock behövas kortare avstängning för att förhindra stenskott träffar ett passerande tåg samt att spårets farbarhet ska kontrolleras. Sprängning bör endast orsaka en kort avstängning för själva sprängningen om sprängningen fungerat som planerat.

2.4 **BEST-arbeten (banöverbyggnad)**

BEST-arbeten innefattar Ban- El- Signal- och Telearbeten. I stort alla arbeten som tillhör banöverbyggnaden. Det är olika typer av resurser för respektive teknikområde och resurserna kan tillhöra olika organisationer eller företag. Resurserna måste samordnas då de är beroende av varandra.

För att ansluta nya spår mot befintlig spåranslagning krävs att växlar läggs in i befintligt anläggning. Anslutning av nytt dubbelspår kan ske genom att enkelväxlar läggs in vid befintliga driftplatser och mötesspår eller direkt i enkelspår. Beroende på en driftplats utformning kan driftplatsen behöva göras om. Är förutsättningarna gynnsamma till exempel att mötesspåret är ett sidospår bredvid ett rakt huvudspår och med spåravstånd på 6 meter kan växlar läggas in på mötesspåret och behöver då inte orsaka någon större avstängning. Är förutsättningarna för driftplatsen ogynnsamma kan behov finnas att byta växlar och spår rätas ut för befintligt huvudspår med trafikavstängning som följd. Skall anslutning ske mot enkelspåret direkt sker också en avstängning och hastighetsnedsättning. Trafikpåverkan är svårare att minimera vid sådana platser.

Iläggning av enkelväxel genomförs under avstängt spår. Det gäller för både ny och utbyte av befintliga växlar. Vid byte av växel sker först borttagning av befintlig växel och sedan schaktas ballasten undan ned till terraseringsnivån. Därefter läggs nya växeln på plats och ansluts och ballast fylls på. Sedan sker injustering, vibration av ballast och spårålägeskontroller måste utföras. Byte av enkelväxel genomförs på 15 timmar och spåret är då helt avstängt. Det finns olika typer av växlar och det finns olika typer av arbetsmetoder och maskiner för växelbyten. En ledande entreprenör på området arbetar med målet att klara växelbyten på 8 timmar. Men menar att processen är svår och det är svårt att undvika hinder, att något går fel, som gör att det tar längre tid i praktiken. Efter att växelbytet är klart krävs hastighetsnedsättning tills ballasten är packad. Exempel finns där iläggning av ny växel i rakspår tar upp till 24 timmar där spåret är helt avstängt. Proceduren för iläggning av växel på nytt ställe är den samma som byte av en växel. Det tillkommer dock mer arbete omkring och påverkas av hur mycket spår som behöver bytas utanför själva växeln.

Olika entreprenörer har olika arbetsmetoder vilket påverkar tiden för ett arbete. Modernare maskiner har högre kapacitet och arbetar snabbare. Beroende på resursplanering (antal arbetslag) och tillräckliga förberedelser samt gynnsamma förhållanden kan ett komplett växelkryss kopplas in på 12 timmar. Ett växelkryss är i princip fyra enkelväxlar. För att komma ned på 12 timmar krävs flera arbetslag som arbetar parallellt samt flera maskiner som opererar samtidigt. Tiden för en avstängning och växeliläggning påverkas av hur mycket som kan förarbetas, att planeringen är noggrann och tillgången till resurser.

Direkt påverkande arbeten på trafiken i befintlig spåranslagning har inkoppling av nya spår då iläggning av växlar sker. Spår måste då stängas av under en period. Med noggrann planering kan perioden hållas relativt kort eller delas upp på 2-3 nätter.

Vid läggning av spår skall en neutraltemperatur tas fram, några grader högre än medeltemperatur för orten för att undvika solkurvor eller rälsbrott. Detta på grund av att räl som är helsvetsade långa sträckor vill krympa och utvidga sig med temperaturen och orsakar långsgående tryck i räl.

Läggning av växlar och räl kan därför vara lämpligt nattetid men direkt olämpligt varma och soliga dagar. Räler kan därför behöva lossas och justeras i flera omgångar. Väder påverkar därför också arbetsprocessen och möjligheten att utföra vissa moment.

2.5 **Spåravstånd**

Normalt spåravstånd i Sverige är 4,5 m. Spåravstånd mäts mellan respektive spårmitt. Vid anläggande av spår utmed ett befintligt spår med spåravstånd på 4,5 m innebär det att arbeten inkräktar i säkerhetszonen. Hastighetsnedsättning kan medföra förbättringar i byggprocessen och är nödvändiga för att skapa arbetsmiljö med acceptabla risker.

Hastighetsnedsättningar och tillfälliga stopp av tågtrafik kommer att krävas för olika arbeten. Byggprocessen påverkas negativt av att ta hänsyn till tågtrafiken. Byggprocessen kan dra ut på tiden då arbetena måste anpassas till tågtrafiken.

Ökas spåravståndet till 6 meter kan många BEST-arbeten utföras med minimal påverkan på bredvidliggande spår. Vid mötesspår och driftplatser används 6 m spåravstånd idag. Det förbättrar underhållsbarheten i framtiden.

Byggprocessen kan då också arbeta mer rationellt och behöver inte ta lika stor hänsyn till tågtrafiken. Spåravstånd kan vara svårt att öka till 6 m i tätbebyggda områden. I det fallet kan eventuellt provisoriska spår behöva läggas och tillfälligt flytta undan tågtrafiken så att man kan lägga nytt spår och uppgradera befintligt

2.6 **Störningar under byggtiden**

Tiden det tar att färdigställa de olika banalternativen varierar beroende på hur omfattande byggnationerna är, hur svåra markförhållandena är, antalet tunnlar och broar som måste byggas, hur den intilliggande bebyggelsen ser ut samt övrigt hänsynstagande som krävs för att minska störningar vid byggnationen. I förstudien till Ostkustbanan utförs en grov uppskattning där byggtiden beräknas mellan 3 och 5 år beroende på hur komplicerad etappen är.

Störningar från byggverksamheten uppstår av naturliga skäl i tätbebyggda områden och på andra platser där människor gärna vistats, t.ex. friluftsområden.

Att bygga bredvid befintlig järnväg medför betydande störningar för redan befintlig järnvägstrafik under byggtiden. Enligt förstudien för Ostkustbanan kommer hela projektets utbyggnad pågå i tio år om det byggs intill befintlig järnväg. Det i sin tur innebär kontinuerliga störningar i järnvägstrafiken under hela byggtiden vilket medför en lång period med sämre kapacitet och längre restider än vad som är i dagsläget.

Vid byggande av ett nytt spår i befintlig sträckning skulle det närgångna byggarbetet påverka trafiken på järnvägen och orsaka hastighetsnedsänkningar, avbrott och förseningar. Det kan innebära att viss del av järnvägstrafiken behöver framföras på vägnätet istället för på järnvägen under en tidsperiod.

Att bygga parallellt med befintlig järnväg utan att stora störningar på tågtrafiken är tidskrävande. Störningar måste planeras långt i förväg och endast kortare stunder med total avstängning är acceptabelt

2.6.1 **Påverkan på tågtrafik och vägnät**

Västligt utredningsalternativ

Västlig korridor går helt i egen sträckning från slutet av Långsjön fram till Bälingsjön som passeras i en korridor. Det innebär att störningar i den befintliga tågtrafiken endast sker vid anslutningspunkterna och vid Bälingsjön. Störningarna kommer främst bestå av kortare avstängningar och hastighetsnedsänkningar.

Störningar på vägnätet och framkomligheten sker vid bebyggda områden och korsning av primära, sekundära och tertiära vägnätet under byggtiden. Framkomligheten på vägnätet sker väster om Masksjön när ny järnvägen orsakar ombyggnationer av befintlig E4. Vid Stocka, öster om Harmånger påverkas väg 784 och 781.

Väster om Tenssätter korsar korridoren befintlig E4 vilket kommer orsaka störningar på det primära vägnätet under byggnationstiden. Norr om Lunde, väster om Jättendal korsar korridoren väg 307. Störningar på det sekundära vägnätet sker under byggtiden. Längs med Bälingsjön korsas befintlig E4 ytterligare två gånger. E4 kommer i detta område att byggas om vilket innebär att störningen inte blir lika omfattande på det primära vägnätet i området.

Östligt utredningsalternativ

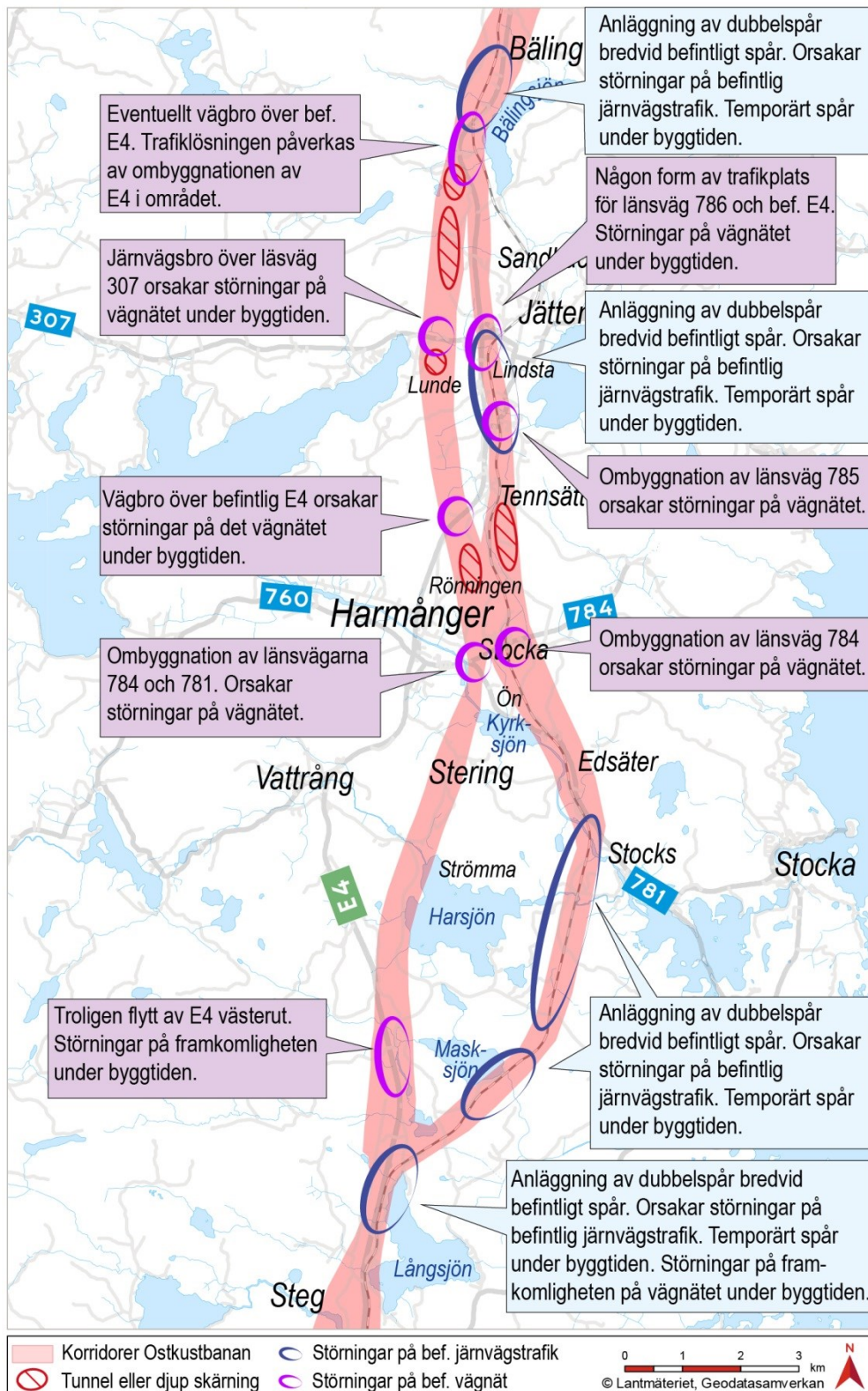
Föreslagen Östlig korridor är till största del separerad från befintligt enkelspår. Dubbelspår kommer anläggas intill befintligt spår vid fyra tillfällen, sex om vi räknar etappens början och slut. Viss kurvrätning kommer ske längs dessa sträckor.

Anslutning i södra änden av etappen sker mot vid driftplats Stegskogen, föreslagen sträckning korsar över driftplats Stegskogen. Här är avstängningar och hastighetsnedsättningar aktuellt. Mellan Stegskogen och Harmånger kommer trafikpåverkan vara omfattande med hastighetsnedsättningar och avstängningar. Temporärt spår för befintlig trafik måste troligen byggas under byggtiden.

Strax före Harmånger separerar föreslagen sträckning från befintligt spår och är separerad ca sex km. Denna delsträcka kan byggas utan trafikpåverkan då det är relativt stort avstånd till befintligt spår. Föreslagen sträckning går sedan ihop och korsar befintligt spår. Trafikpåverkan kommer vara omfattande på följande en till två km med hastighetsnedsättningar och avstängningar som följd.

Därefter går föreslagen sträckning och befintligt spår separerade och gör så fram till anslutning som sker efter driftplats Åmyran mot enkelspår. Den separata delsträckan fram till anslutningen kan byggas utan trafikpåverkan fram till anslutningen som sker någon km efter Åmyran. Vid anslutningen som sker mot enkelspår blir hastighetsnedsättningar och eventuella avstängningar nödvändiga.

Störningar på vägnätet sker vid bebyggda områden och korsning av primära och sekundära vägar. Vid Stocks sker störningar på väg 781 och vid Stocka sker störningar på väg 784. Vid Jättendal påverkas främst 785 och väg 789. Vid Bälingsjön sker konflikter som beskrivs under Västligt utredningsalternativ.



Figur 5 Störningar under byggtiden.

Källa: Bakgrundskarta: Visningstjänst Topowebb, © Lantmäteriet (2017).

2.7

Planering, genomförande.

Avstängning av spår eller hastighetsnedsättning regleras i TDOK 2016:0289. Olika typer av skydd anges och hur tågvarning utförs.

Kortare spårarbeten som kräver avstängt spår planeras normalt nattetid. Många av de åtgärder som behövs för att skapa dubbelspår kan planeras med tillfälliga avstängningar under nattetid, till exempel med bandisposition mellan 02:00-06:00. Gångse metod för växelbyten är fredag, lördag och söndag natt. En växeliläggning kan delas upp i olika steg.

Vid arbete nära spår är det riskbedömning som avgör om hastighetsnedsättning är nödvändig eller om arbetet kan tillåtas utan avstängning. I riskbedömningen ingår till exempel siktförhållanden som beror på skymd sikt i kurvor eller av byggnader samt väder och ljus. Riskbedömningen skall göras på plats i direkt samband med arbetet. Riskbedömningen avgör om arbetet får utföras och vilka säkerhetsåtgärder som krävs.

För elrisker skall en särskild elriskplanering genomföras. Här skall även andra nätägares korsande ledningar beaktas. Elriskplaneringen avgör vilken arbetsmetod som kan användas och om spänningen måste brytas. Elriskplaneringen och riskhanteringen regleras i TDOK 2015:0223. Det finns arbetsmaskiner som kan spärras i svängradie samt höjded som kan minska behovet av avstängningar av trafikspår på grund av elrisker.

Närhet till trafikerat och spänningssatt spår är avgörande för om arbetet kan utföras säkert eller inte och om det i sådant fall krävs avstängning eller hastighetsnedsättning. För att kunna avgöra mer detaljerat vilka konsekvenser som uppstår behövs detaljstudier genomföras utifrån ett konkret underlag hur spåret skall anläggas.

Planeringen för spårutbyggnaden är helt avgörande för vilken trafikpåverkan som uppstår. Ett tänkt scenario där ett nytt spår byggs bredvid befintligt mellan två driftplatser. Det nya spåret kan tas i drift och man får dubbelspårskapacitet på den sträckan. Det möjliggör att effekterna av trafikpåverkan på nästa del kan dämpas eftersom dubbelspåret har bättre kapacitet och man får en möjlighet att så att säga ta igen förlorad tid. Alternativt att det nya spåret används som enkelspår medan det befintliga enkelspåret genomgår statushöjning för att motsvara de tekniska kraven. För att få en mer konkret bild av hela trafikpåverkan behöver man fastställa ett underlag som kan detaljplaneras.

Planeringen av genomförandet och resursplaneringen vid respektive aktivitet är viktigt för att minimera påverkan på trafiken. Ett arbete måste kunna genomföras i sin helhet för att inte orsaka avstängningar utanför planerade bandispositioner. Normal planering sker tre månader i förväg för bandispositioner. Måste att arbete göras om eller inte kan genomföras när det var tänkt, kan det innebära onödiga avstängningar och trafikpåverkan eller förskjutning i projektplaner. Rätt resurser, både vad gäller olika kompetenser och volym, realistiskt genomförandeplan och allt material på plats är förutsättningar som behöver uppfyllas.

Planering för arbetsmaskiner som används för arbeten med banunderbyggnad och banöverbyggnad är också nödvändigt. Spårgående arbetsmaskiner har behov av skyddsspår så att de inte är i vägen för tåg i trafik. I vilken omfattning det är nödvändigt går först att avgöra efter att arbetsmetoder fastställs av entreprenörer. Skyddsspår bör inte påverka trafiken nämnvärt, extra växlar med tillfälliga stickspår kan vara nödvändigt att anläggas. Delar av enkelspår som kopplas bort från trafik kan användas tillfälligt under uppförandet.

3. Byggbarhet

Den allmänna ledningsinfrastrukturen kommer att påverkas vid byggnation av ny järnväg eller vid anläggande av dubbelspår vid befintlig järnväg. De större konfliktpunkterna är viktiga att identifiera i ett tidigt skede. Dels för att kunna planera eventuella omdragningar och ansökningar som krävs för de åtgärder som blir nödvändiga och dels för att kunna identifiera tidigt om dessa konflikter ger upphov till merkostnader. En full inventering ingår dock inte i uppdraget. Konfliktpunkterna för luftledning har gjorts genom att okulärt genom att analyserat tillgängligt material för stamledningar och regional kraftledningar. Viss översyn av det lokala nätet har också kunnat utföras. Detta material har dock inte varit fullständigt. Därmed är alla konflikter med det lokala nätet inte redovisade

3.1 Befintliga ledningar

3.1.1 Vatten- och avlopp

Västligt utredningsalternativ

Kommunala överföringsledningar för vatten och tryckavlopp från Harmånger till Stocka/ Strömsbruk korsar den västra korridoren strax öster om samhället.

Östligt utredningsalternativ

Den östra korridoren korsar kommunala överföringsledningar för vatten och tryckavlopp nordöst om Kyrksjön. I Jättendal så passerar den östra korridoren kommunala VA-ledningar strax norr om Landsvägen.

3.1.2 Luftledningar

Luftledningar består av stamnät, regionnät och lokalnät. Det lokala nätet tar vid efter det regionala nätet och är det nät som distribuerar el till elanvändarna, d.v.s. till byggnader, bostäder och mindre industriområden. Ledningarna ägs och drivs av olika nätbolag.

För att få bygga och driva kraftledningar krävs tillstånd, s.k. nätkoncession. Om ledningar höjs, eller går från luft till markkabel eller flyttas så att det tillkommer nya intressenter och konfliktpunkter som inte berörs i den befintliga koncessionen behöver ledningsägaren ansöka om en ny koncession. Om en ändring ryms inom en ny koncession eller inte beroende delvis på hur koncessionsbeslutet är utformat och beroende på hur miljökonsekvenserna förändras av en ledningshöjning (magnetfält, påverkan på fågel, landskap osv). För varje koncessionsansökan som lämnas in ska även en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) finnas med och samråd ska hållas. I vissa fall, om flytten av ledningen inte är mer än några tiotals meter kan det räcka med att göra en 12.6 anmälan hos länsstyrelsen. Även inom industriområden kan flytt av en ledning hanteras inom befintlig koncession.

Att ansöka om ny koncession är en process som regleras i ellagen och miljöbalken och kortfattat omfattar den en lokaliseringstudie, samråd i en eller två omgångar samt upprättande av tillståndsansökan inklusive MKB. Processen tar ca 1 år att genomföra och därefter tar behandling och handläggning på tillståndsgivande myndighet (Energimarknadsinspektionen) vid innan tillstånd erhålls. Beroende på ärendets komplexitet varierar den tiden, men uppskattningsvis ligger tiden på ca 1-1,5 år.

När en luftledning ska korsa en elektrifierad järnväg ska den förläggas på den höjd som Elsäkerhetsverket beslutar efter samråd med järnvägens ägare. När den korsade ledningen är en högspänningsledning brukar avståndet mellan ledningsstolpe och närmaste spårmitt vara stolpens totalhöjd utökad med ett avstånd på tio meter. Går järnvägen på bank i ett avsnitt där den korsar en högspänningsledning kan det bli en väldigt stor höjning av ledningen. Det kan motivera en omdragning av ledningen så att korspunkten sker vid ett lämpligare ställe.

Att ändra på en högspänningsledning kan ge störningar i elleveranserna för stora områden. Att förlägga högspänningsledningar på stamnäts- eller regionnätetsnivå under mark längre sträckor är inte att föredra eftersom det uppstår fasförskjutningar mellan ström och spänning. Det innebär att den el som kan nyttjas i slutet av kabeln är en bråkdel av det som har matats in. En markkabel för växelström kan endast undantagsvis användas i stamnätet och då på kortare avstånd. Det innebär att konfliktpunkter med högspänningsledningar endast kan lösas undantagsvis med att den förläggs i mark. Att dra högspänningsledningen över järnvägen i befintligt sträckning bör ses som ett första alternativ, alternativt en omdragning av ledningen i ny sträckning.

En full inventering av ledningsnätet ingår inte i uppdraget. Konfliktpunkterna har identifierats genom okulär GIS-analys. Analysen utgår från stam- och regionalluftledningar samt det lokala nätet där luftledningar har kunnat identifieras. Det har inte funnits ett detaljerat underlag för lokalnätet. Hur koncessionerna i etappen är utformade redovisas inte samt inte vilka spänningar de olika ledningarna har.

Det Västra alternativet innebär fler konfliktpunkter på det regionala kraftledningsnätet medan det Östra alternativet har fler konfliktpunkter på det lokala nätet (som inte har varit komplett

Figur 6 Konfliktpunkter med ledningsnät.

Källa: Bakgrundskarta Visningstjänst Topowebb, samt kraftlednings nät från Terrängkartan © Lantmäteriet (2017).

vid analys). Alternativ Väst ger upphov till ca 6-9 koncessioner och Östra alternativet ger upphov till ca 4-9 koncessioner beroende på vilka ändringar som ryms inom befintliga koncessioner. Den mest komplicerade konfliktpunkten ligger vid passage av Bäling, vilket inte är alternativskiljande.



Figur 7 Troliga konfliktområden mellan luftledningsnät och ny järnväg.

Källa: Bakgrundskarta: Visningstjänst Topowebb, Terrängkartan © Lantmäteriet (2017)

Västligt utredningsalternativ

Mellan Masksjön och Harsjön finns ett par konfliktpunkter med två parallella regionala kraftluftsledningar. Mellan **Stegsängarna** och **Björknäs** dras den förslagsvis mellan E4 och ny järnväg för att förhindra att kraftledningarna korsas av ny järnväg. Denna omdragning kräver ny koncession för de båda ledningarna. Vid konfliktpunkten Stegsängarna passerar järnvägen troligen i skärning och vid Björknäs först på bank och sedan i skärning.

Öster om **Stering** korsar förmodligen ny järnväg i skärning två parallella regionala kraftluftsledningar och två ledningar från det lokala nätet på bank. Konfliktpunkten med två av kraftluftsledningarna bör kunna lösas med en höjning av ledningarna. De andra två ledningarna från det lokala nätet är idag luftledningen men kommer troligen behöva korsa under järnvägen med en markkabel. Markkabel innebär ny koncession. Även en markant höjning av ledningarna kan kräva ny koncession.

Vid **Stocka**, öster om Harmånger kan ny järnväg vara i konflikt med två luftledningar från det lokala nätet och två parallella regionala kraftluftsledningar (samma som korsas vid Stegsängarna och Björknäs). Precis innan den första luftledningen blir en landbro aktuellt. En markkabel bör vara aktuellt för att hantera denna konfliktpunkt. Vid markkabel krävs ny koncession. Nästa luftledning från det lokala nätet passeras sannolikt på en hög bank och innebär att en markkabel är det bästa alternativet. Det innebär ny koncession. Järnvägen korsar de regionala kraftluftsledningarna i skärning. Det innebär att de kraftledningarna kanske kan passera över järnvägen. Om detta är möjligt behöver utredas vidare. Om ledningarna inte kan passera över behöver deras sträckning ändras vilket innebär ny koncession.

Norr om väg 307, vid **Lindsta** finns en konfliktpunkt med en regional kraftluftsledning. Järnvägen går på bank. Troligen kan ledningen höjas över ny järnväg men det behöver utredas vidare. Om det är möjligt att dra över järnvägen beror på hur hög banken blir. Bli höjningen för hög, krävs omdragning av ledningen. Ny koncession blir nödvändig vid omdragning. Även en markant höjning kan kräva ny koncession om det anses att det inte är möjligt att göra denna ändring inom befintlig koncession.

I höjd med **Västansjö** ligger ny spårlinje nära två regionala parallella kraftluftsledningar (samma två ledningar vid Stocka och mellan Stegsängarna och Björknäs). Hur stor konflikten blir går idag inte att avgöra. Troligt är att kraftledningarna måste flyttas något. Det går inte att avgöra om det ryms inom befintlig koncession.

Östligt utredningsalternativ

Vid **Stentjärn** passeras en luftledning från det lokala nätet. Denna bör kunna höjas eller passera under ny järnväg. Vid markkabel krävs ny koncession. Markant höjning kan även innebära ny koncession.

Sydväst om **Stocks** finns en konfliktpunkt med två parallella, regional kraftluftsledningar. Dessa två ledningar bör kunna höjas över järnvägen. Denna förändring kan komma kräva ny koncessioner.

Mellan **Stocks**, **Edsäter** och **Stocka** korsas en luftledning från det lokala nätet vid fem tillfällen samt en avgrening. Dessa konfliktpunkter bör kunna lösas genom att antingen höja ledningen eller genom att dra den under järnvägen med en markkabel. Markkabel kräver ny koncession.

Sydost om **Älvsta** tangeras ny spårlinje med en befintlig luftledning från det lokala nätet. Konfliktpunkten innebär troligen att luftledningen måste få en ny sträckning och ny koncession som följd.

Norr om **Lindsta**, i höjd med fotbollsplanen passeras en luftledning från det lokala nätet. Denna ledning bör kunna höjas eller passera under ny järnväg. Markkabel eller markkant höjning kräver ny koncession.

Vid **Sandbäcken** passeras en luftledning från det lokala nätet. Denna bör kunna höjas eller passera under järnvägen. Markkabel eller markkant höjning kräver ny koncession. Här finns även en transformatorstation. Den bedöms inte påverkas av byggnation av ny järnväg.

Norr om **Sjömyran** går en förgrening från en regional kraftluftsledning under befintlig E4. Denna kommer upp ur marken ungefär där ny järnväg förväntas ligga. Konfliktpunkten hanteras genom att luftledningen även går under den nya spårlinjen. Ytterligare kabling under mark kräver troligen ny koncession.

Vid **Västansjö**, precis innan den Västliga och Östliga spårlinjen möts passerar två parallella regionala kraftluftsledningar. Dessa kommer att behöva få en ny dragning. Förslagsvis mellan E4 och ny järnväg. Ny koncession blir aktuellt. Komplicerande faktor är närheten till E4.

3.2 Vägar och byggnationer

3.2.1 Vägnätet

Där den framtida järnvägen korsar befintligt vägnät behöver delar av vägnätet byggas om. Vid konfliktpunkten behöver ett helhetsgrepp över vägnätet i konfliktområdet tas. Nya dragningar och anslutningar av vägar i närheten kan behöva dras om för att lutningar och järnvägsbroar och vägbroar ska få rätt radie och höjd.

Korsningar i plan anses inte vara ett alternativ i detta projekt. Det innebär att vägen antingen ska korsa över järnvägen eller under järnvägen. Om det i ett område finns flera vägar som den nya järnvägen ska passera kan det vara bra att bygga om vägnätet så att järnvägen endast korsas vid ett tillfälle. Ett annat alternativ är att en väg får en återvändsgränd vid konfliktpunkten med den nya järnvägen. Det kan även bli att den nya spårlinjen passerar genom bostadsfastigheter och att enskilda vägar då tappar sin funktion då markfastighetsinlösen blir tvunget.

För att få en uppfattning om hur stor påverkan de olika alternativen får för konsekvenser har en okulär översyn gjorts där järnvägens korridorer analyserats tillsammans med befintligt vägnät. Troliga konfliktpunkter har identifierats och kortfattade åtgärdsförslag tagits fram för att få en uppskattning om vilket alternativ som ger störst påverkan på vägnätet, befintliga byggnationer och behov av nya byggnationer.

Västligt utredningsalternativ

I höjd med Södertjärnen finns en enskild väg. Den kommer troligen få en återvändsgränd vid konflikt med järnvägen. För att lösa konflikten sker ny infart via den enskilda vägen Bergsjöbanan-Steg som ansluter till skogsbilvägen väster om befintlig järnväg.

Vid Vasstjärnen flyttas befintlig E4 västerut så ny järnväg kan passera mellan tjärnen och E4.

Mellan områdena Harlan och Stegsängarna söder om Rosslavallens naturreservat kommer vägarna behöva dras om. Främst gäller det Kungsjövägen och en enskild väg som ägs av Holmen Skog. En järnvägsbro kan vara aktuellt.

Vid Strömman påverkas Bergsjöbanan och en enskild väg som kopplar samman Vattring med Stering. Den enskilda vägen får återvändsgränd. Järnvägsbro byggs över vattendraget. Bron byggs så att Bergsjöbanan kan passera under järnvägen.

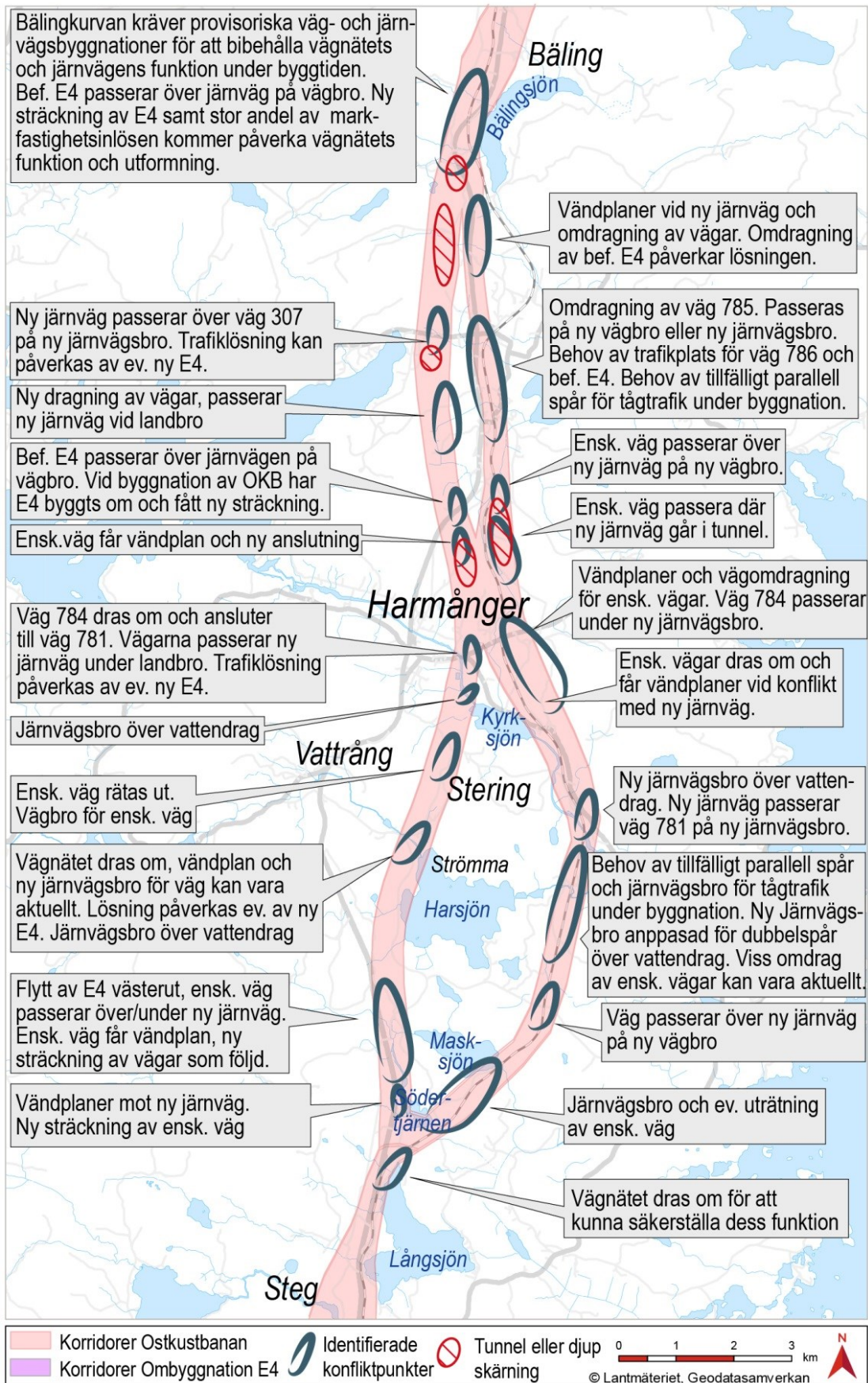
Vid konflikt med Steringvägen, som knyter samman Harmånger med Stering, behöver vägen troligen passerar över järnvägen på en vägbro. Vägen kan delvis behöva rätas ut.

Vid Änget, väster om Stering finns en enskild väg. Denna kan få en kurvrätning eftersom det finns risk att den tangerar med ny järnväg.

Järnvägsbro över Harmångersån.

Väg 781 (Strömbruksvägen) och väg 784 vid Ön, får nya dragningar och passerar tillsammans järnvägen vid konflikt. Järnvägen passerar troligen på bank vilket gör att vägarna passerar under järnvägen. En järnvägsbro byggs.

Norr om Rönningen byggs upp till tre tunnlår. Soptippsvägen dras om och passerar järnvägen vid tunnlarna.



Figur 8 Konfliktpunkter med befintligt vägnät.

Källa: Bakgrundskarta: Visningstjänst Topowebb, © Lantmäteriet (2017).

Vid konflikt väg 307 har järnvägen troligen precis passerat ett vattendrag. Det är därför lämpligt att bygga järnvägsbron så att väg 307 även kan passera under denna.

Vid Finnmyrsvägen planeras tunnlar (alternativt djupa skärningar) och landbroar där emellan. Vid tunnlar påverkas inte vägnätet nämnvärt. Vid djupa skärningar korsas järnvägen på vägbro eller landbro beroende på vilken ny sträckning av de nya vägarna som anses bäst. Trafiklösningen påverkas av ny E4.

Vid Västansjö korsar det Västliga alternativet befintlig E4 och vid Nyland två enskilda vägar. Trafiklösningen påverkas av ny E4. Norr om Nyland går utredningsalternativen samman och passerar Bälingsjön i gemensam sträckning.

Östligt utredningsalternativ

Vid Norrvallen, vid Långsjön går vägen Bergsjöbanan-Steg. Det finns risk att den nya järnvägen går i samma läge som befintlig väg. Det ligger en del fastigheter närmast vattnet som sannolikt kommer bli föremål för markfastighetsinlösen. Vilken funktion Bergsjöbanan-Stegs har i samband med järnvägsbyggnationen är svår att bedöma i nuläget. Det finns dock fastigheter som även i fortsättningen är beroende av vägen. Det innebär att vägen dras om för att säkerställa dess funktion.

Vid passage av Södertjärnen finns det behov av en landbro. Långstjärnvägen som går mellan Stetjärn och Lill-brytte föreslås passera under landbron.

Vid konflikt med Masksjövägen rätas vägen ut så konfliktpunkt med ny järnväg undviks. (Vid Maskjön planeras dubbelspår vid befintlig järnväg. Anläggning av temporärt spår för befintlig tågtrafik är nödvändigt).

Kunnsjövägen går från E4 och österut mot Strömsbruk. Vid konfliktpunkt går järnvägen troligen i skärning. Vägen bör därför passera över järnvägen på en vägbro. Viss omdragning av vägen är troligen aktuellt för att hitta en bra punkt att korsa.

Efter Kunnsjövägen sammanfaller troligen ny järnväg med befintlig järnväg. (Behov av temporärt spår under byggtiden är aktuellt.) Från Hömyran till Hörssjöbacken går det idag en enskild väg längs med järnvägen som ägs av Långtjärnsvägarnas SSF. Denna väg bör även vid dubbelspår kunna gå längs med järnvägen. Under byggtiden kommer den inte att kunna användas.

Vid Harsjöbacken byggs en ny järnvägsbro för att passera vattendraget. Alternativt går det att anpassa befintlig järnvägsbro till att klara dubbelspår.

För att passera Harmångersån krävs en ny järnvägsbro.

Efter att järnvägen passerat Harmångersån korsar järnvägen troligen väg 781 på bank. Vägen bör därför passera under järnvägen vid konfliktpunkten. En järnvägsbro byggs. Väg 781 går mellan Harmånger och Stocka.

Skogsbilvägen Smörlyckan och Smörlyckevägen får återvändsgränder mot ny järnväg. Smörlyckevägen går mellan Lappberget och Slätten.

Vid Lugnet korsar korridoren den skogliga vägen Byvägar Rogsta. Här kan markfastighetsinlösen bli aktuellt och generera ny funktion för vägen. Vägen får ny sträckning och ansluter till väg 784, öster om planerad järnväg.

Väg 784 korsar järnvägen där järnvägen går från bank till skärning. Korspunkten innebär troligen en vägbro och en sänkning av vägen.

Lingmyrvägen får återvändsgränd vid konflikt med ny järnväg.

Mastvägen och övriga enskilda vägar i området dras om och passerar över planerad tunnel.

Mellan Älvsta och Lindsta anläggs dubbelspår vid befintlig järnväg. Idag passerar väg 785 via en övervakad järnvägs korsning i plan. Vägen går mellan Gärde, Nybyn och Älvsta från E4 och har en viktig funktion i området. Befintlig järnväg går nästan i plan och väg 785 gör en snävkurva precis innan nuvarande passage. För att korsa järnvägen krävs en omdragning av

785 för att få till en bra vägprofil. Järnvägen måste troligen korsas över vägen på en järnvägsbro.

Vid Lindsta går väg 786 från E4 till Jättendal. Risken är att väg 786 korsas av järnvägen nära befintlig E4 vilket får konsekvenser för hela vägnätet i området. Det blir svårt att bygga en järnvägsbro utan att upp/nerfarten blir för nära E4. Ett sätt att komma runt en större ombyggnation av vägnätet är att väg 786 går under både järnvägen och E4. E4 behöver då byggas med en trafikplats för att kunna behålla vägens funktion idag. E4 kommer dock byggas om i detta område och få en annan sträckning. Det som idag är E4 kommer dock fortfarande vara en viktig väg i området vars funktion måste säkerställas.

Vid Sandbäcken påverkas tre enskilda vägar, varav två går till fastigheter som kan bli aktuella för markfastighetsinlösen. Järnvägen går troligen i skärning och vägen som korsar ny järnväg bör kunna passera på en vägbro.

Vid Sjömyran går, från E4 går Bölevägen (enskild) och försörjer fastigheter och verksamheter vid Jättingsberget och vid Bölesberget. Järnvägen går troligen i skärning vid konfliktpunkten och därmed bör vägen passera över järnvägen på en vägbro. Befintlig E4 kan behöva dras om. Vid ombyggnation av E4 kommer vägen att dras om.

Vid Nyland går utredningsalternativen ihop och passerar Bälingsjön i gemensam sträckning.

Bälingsjön

Vid Västansjö, Nyland, Storsveden, Sandsvedjan, Öst i äng och Väst på backen finns enskilda vägar som fungerar som fastighetsanslutningar. I dessa områden kommer viss markfastighetsinlösen vara nödvändiga. Det innebär att det finns vägar som är i konflikt med ny järnväg som tappar sin funktion. Övriga trafiklösningar påverkas hur vägnätet byggs om i samband med byggnation av ny E4.

3.2.2 Påverkan på befintliga byggnadsverk

Där den nya spårlinjen korsar befintliga byggnadsverk som exempelvis järnvägs korsningar, järnvägsbroar, vägbroar, underfarter och tunnlar måste en översyn göras på hur dessa påverkas. Byggnadsverk kan behöva rivas och/eller byggas om för att kunna rymma dubbelspår. Inventering har gjorts okulärt utifrån kartunderlag som tillhandahållits av trafikverket och dess tjänst Lastkajen. Fler eller andra byggnadsverk kan påverkas än de som redovisas här.

Vid Bälingsjön finns ett alternativ. Vid Storsvedjan passerar befintlig E4 befintlig järnväg på en vägbro. Den är i väldigt dåligt skick och måste rivas. Ny vägbro anpassas till dubbelspår. Befintlig E4 kommer att dras om och vid byggnation av dubbelspår har vägen förlorat sin funktion som europaväg.

Västligt utredningsalternativ

Väster om den nya järnvägen i Strömma har man sett att det finns en skjutbana. I fall Skjutbanan kommer i konflikt med den nya järnvägen behöver den eventuellt flyttas. Troligen påverkas den inte. En transformatorstation finns i korridoren men kommer antagligen inte i konflikt med ny järnväg. Tunnlar eller djupa skärningar planeras i området.

Östligt utredningsalternativ

Järnvägsbroarna över Masksjöbacken och Harsjöbacken kommer att behöva anpassas till dubbelspår. Kan de inte anpassas måste de rivas och två nya järnvägsbroar byggs. Troligen måste bron vid Harmångersån rivas och ersättas med en bro som klarar dubbelspår.

Mellan Älvsta och Lindsta planeras befintligt spår breddas till dubbelspår. Det påverkar järnvägs korsningen vid väg 785 i Älvsta. Idag är denna korsning i plan men kommer vid dubbelspår bli planskild. Järnvägen går nästan i plan här. Det går därför inte i det här skedet av planeringen att avgöra om det blir järnvägsbro eller en vägbro. Eventuellt måste vägen byggas om så att vägen kan passera järnvägen.

I Dvästa finns en oskyddad passage över järnvägen från en traktorväg. Denna bör inte ersättas med ny planskild passage.

3.2.3

Nya byggnadsverk

Landbroar byggs ibland för att eliminera barriäreffekter för människor och djur som vistas i området eller för att bevara t.ex. jordbruksmark så att den går lättare att bruka. Ibland byggs även landbroar för att jämna ut höjdskillnader.

Där den nya järnvägen passerar större vattendrag kommer järnvägen passera över vattendraget på järnvägsbro och mindre vattendrag passerar under järnvägen via trummor. Flertalet av dessa byggnationer kommer kräva en anmälan om vattenverksamhet.

När järnvägen passerar en väg kommer järnvägens höjdprofil att avgöra om vägen passerar över eller under järnvägen. Vid djupskärning kommer troligen en vägbro att byggas så att vägen passerar över järnvägen. Ligger däremot järnvägen på bank kan en järnvägsbro bli aktuellt så att vägen passerar under järnvägen.

Västligt utredningsalternativ

Översynen av eventuella konfliktpunktern mellan ny järnväg och befintligt vägnät visar att den Västliga korridoren uppskattningsvis ger upphov till:

- ca 2 vägbroar
- ca 5 järnvägsbroar
- 7 landbroar varav 6 är kopplade till eventuella tunnlar
- 3 till 8 tunnlar, eller eventuellt djupa skärningar
 - 1 till 3 tunnlar vid Rönningen, norr om Harmånger. Blir uppskattningsvis 80 m, 170 m och 120 m långa
 - 1 tunnel väster om Lunde, ca 110 m lång
 - 1-2 tunnlar vid Sandbäcken, 450 m resp. 680 m långa
 - 1-2 tunnlar vid Västansjö, förbi Lintjärnsberget, 130 m resp. 80 m långa.

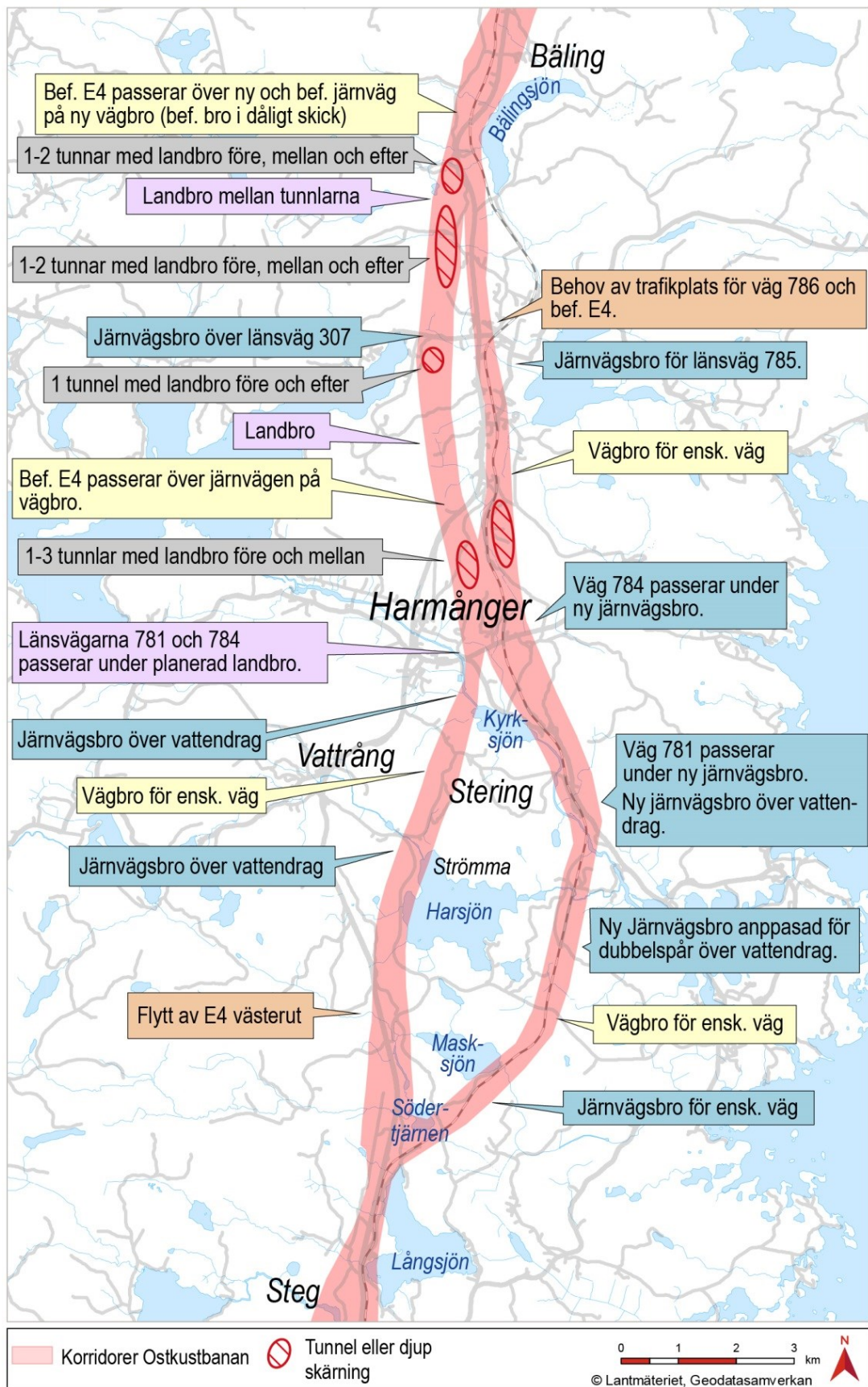
Konflikterna vid Bälingsjön är inte inkluderade eftersom de inte är alternativskiljande och gräver ytterligare utredningar.

Östligt utredningsalternativ

Översynen av eventuella konfliktpunktern mellan ny järnväg och befintligt vägnät visar att den Östliga korridoren uppskattningsvis ger upphov till:

- ca 4-5 vägbroar
- ca 5 järnvägsbroar
- Troligen 1 trafikplatslösning för väg 786 och E4. Om inte trafikplats måste någon annan form av större ombyggnation av vägnätet utföras.
- 1 landbro blir troligen nödvändig om järnvägen passerar i kanten av Södertjärnen
- 1 tunnel eller djupskärning mellan Lymyran och Tensätter. En tunnel uppskattas till ca 860 m lång.

Konflikterna vid Bälingsjön är inte inkluderade eftersom de inte är alternativskiljande och gräver ytterligare utredningar.



Figur 9 Behov av nya byggnadsverk.

Källa; Bakgrundskarta: topowebb © Lantmäteriet (2017).

Jordarter

Beroende på de olika jordarternas sammansättning så har de olika förmåga att bära upp belastning. Morän har generellt god förmåga till att bära laster i medan silt, lera och torv har en generellt dålig förmåga till det. För att förhindra att sättningar, krypningar och tjälskjutning i konstruktionen sker kommer det att behöva göras förstärkningsåtgärder där sådana risker föreligger. Det finns en rad olika metoder att använda sig av för att förstärka markens bärighet.

- Massutsiftning, den befintliga jorden grävs ur och ersätts
- Masstabilisering, pålning, injektering
- Förbelastning, marken förbelastas ett tag innan bygget så att marken komprimeras

Det finns skillnader mellan Östlig och Västlig del av korridoren. Det västra alternativet passerar i högre utsträckning berg som kan kräva upp till 7 tunnlar. Marken vid Harmånger har dokumenterat dålig bärighet. Dessa två parametrar anses vara alternativskiljande.

Korridorernas jordarter analyseras okulärt utifrån SGU:s jordartskarta.

Västligt utredningsalternativ

Mellan Långsjön och Strömma vid Harsjön dominerar morän med inslag av torv. Vasstjärnen ligger i höjd med Masksjön och har torv både norr och söder om tjärnen. Området vid tjärnen är så problematiska att järnvägen rekommenderas förläggas utanför detta område. Det innebär att E4 kan behöva flyttas västerut.

Efter Strömma går morän från att dominera till att tas över av större partier med lera. Lera är sedan den dominerande jordarten fram till Vattring och Harmånger. Leran är till viss del undersökt och har dålig bärighet.

Genom Harmånger går ett stråk av isälvsediment och sand. Isälvsedimentstråket går från Storsjön, genom Harmånger och ner till Strömsbruk. Markens bärighet kring Harmånger har undersökts i samband med planering av omdragning av E4. De geotekniska undersökningarna visar att det förekommer upp till ca 12 m djupa jordlager av mycket lös silt, lera och gyttja i området. Det är troligt att anta att dessa förhållanden även gäller för området där Ostkustbanans västliga alternativ sträcker sig. Det innebär att på en sträcka omkring 1-1,5 km kommer det krävas omfattande geotekniska åtgärder för att reducera ojämna sättningar och erhålla tillfredställande stabilitet på järnvägen. Markens sammansättning kommer även inverka på stabiliseringsåtgärder vid byggnationer av eventuella järnvägs- och vägbroar.

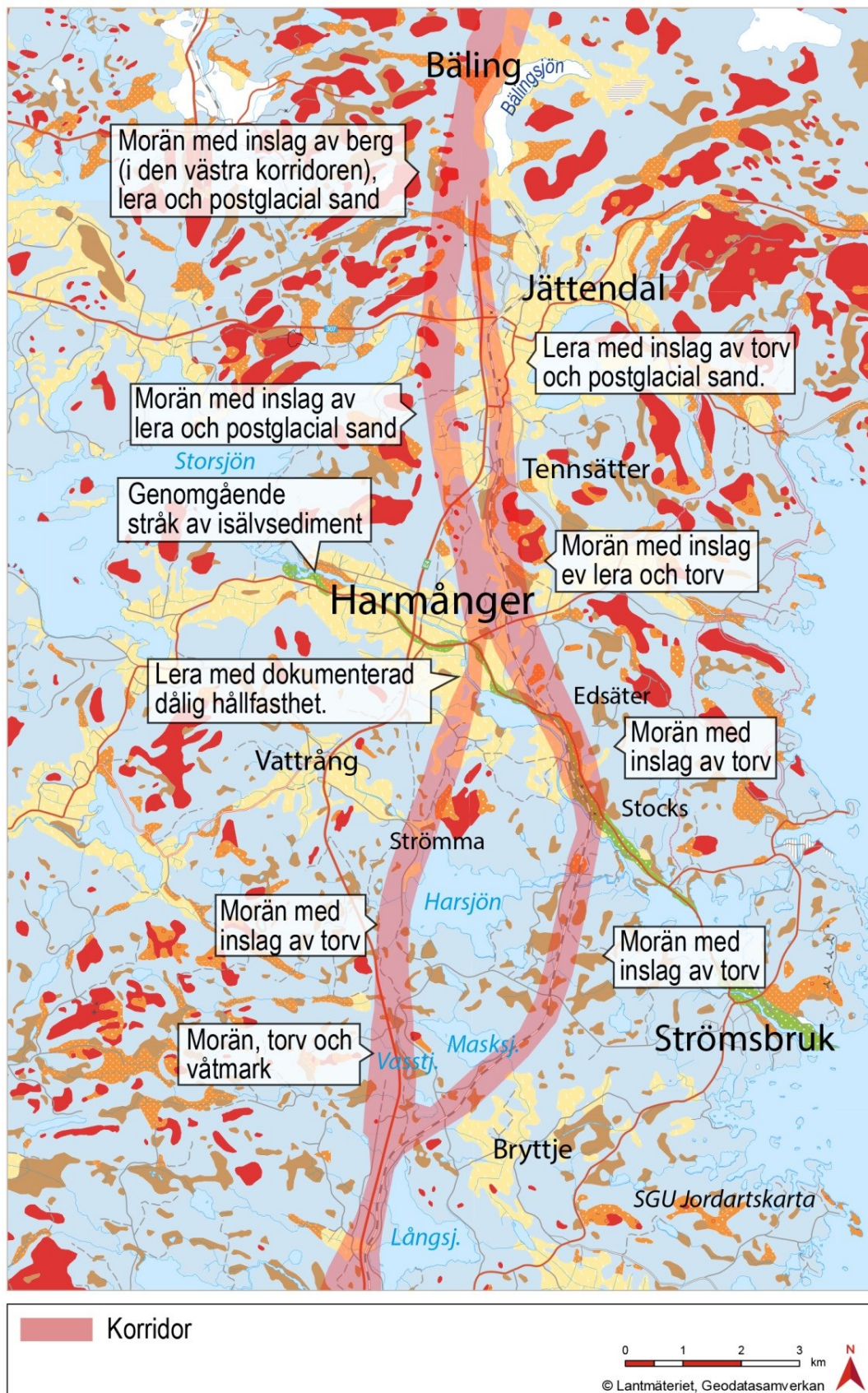
Mellan Harmånger och Jättendal fortsätter marken domineras av morän men har större partier med lera och mindre områden med postglacial sand. Dominansen av morän fortsätter efter Jättendal fram till Bäling. Här finns inslag av mindre partier av berg, postglacial sand. Längs med Bälingsjön består marken främst av lera och postglacial sand.

Östligt utredningsalternativ

Mellan Långsjön och Stocks består marken främst av morän med inslag av torv. I korridoren, mellan Stocks och Edsäter korsas ett stråk av Isälvsediment och sand. Isälvsedimentstråket går från Storsjön, genom Harmånger och ner till Strömsbruk. Ny järnväg kommer troligen korsa området på bank. Mellan Stocks och Edsäter består marken främst av postglacial sand, lera och torv. Markens stabilitet behöver därför undersökas vidare i det här området. Från Edsäter till Tensäter dominerar morän följt av inslag med lera och torv.

Marken mellan Tensäter och Lindsta, en sträcka på närmare tre km består främst av lera. Förbi Jättendal passerar befintlig och ny järnväg i samma sträckning i ca 1300 m där marken består av lera. Viss undersökning av marken har utförts i samband med projektet av ombyggnation av E4. Den visar att vid Nygården finns ett lösmarksområde med ca 1-3 meter lera och silt på morän. För att kunna avgöra vilka typer av geotekniska åtgärder som måste till samt hur anläggning av ett parallell spår påverkar bärigheten vid befintligt spår måste vidare geotekniska undersökningar utföras. Vid denna sträcka måste det också anläggas ett temporärt spår för befintlig tågtrafik under byggtiden.

Dominansen av morän fortsätter efter Jättendal upp till Bäling. Längs med Bälingsjön består marken främst av lera och postglacial sand.



Figur 10. Jordarter längs med etappen.

Källa: Visningstjänst Jordarter 1:25 000- 1:100 000 © SGU (2017)

Vattenförekomster

När järnvägen skall korsa vattenförekomster är det viktigt att järnvägen förläggs på en höjd som medför att vattnet kan passera järnvägen samt att vandringshinder motverkas. Detta ger möjlighet för fisk och andra bottenlevande djur att vandra längs vattendragen. Man måste även beakta hur anläggandet av nya diken omkring järnvägsspåret påverkar vattenföringen i och utanför järnvägsområdet.

Skillnaden i antalet påverkade vattenförekomster i respektive korridor är mycket små. Passage av grundvattentäkten Harmånger-Stocka sker oavsett korridorsval. Det bedöms dock sannolikt att passage i den västra korridoren har mindre påverkan på grundvattentäkten eftersom den östra korridoren delvis går parallellt med grundvattentäkten. Vidare bedömning av geohydrologisk påverkan på grundvatten görs i ett senare skede.

Västligt utredningsalternativ

En grundvattenförekomst, tre våtmarker, tre vattendrag/markavvattningsföretag, elva vattendrag, fyra tjärnar och fyra sjöar.

De större vattenförekomsterna redovisas i kartan. Harsjöbäcken och Harmångersån kräver järnvägbroar. Övriga vattendrag antas kunna passeras genom trummor eller mindre brolösningar. Våtmarker, tjärnar och sjöar undviks.

För mer information se PM Avvattning Stegskogen-Bäling.

Östligt utredningsalternativ

En Grundvattenförekomst, ett vattenskyddsområde, åtta våtmarker, tre vattendrag/markavvattningsföretag, elva vattendrag, två tjärnar och fyra sjöar.

Vattenskyddsområdet i Jättendal påverkas troligen främst under byggnationstiden. Under drifttiden kan järnvägen orsaka föroreningar av råvattnet och ha negativ påverkan på vattenkvaliteten i området. Detta anses vara alternativskiljande.

De större vattenförekomsterna redovisas i kartan. Harsjöbäcken och Harmångersån kräver järnvägbroar. Övriga vattendrag antas kunna passeras genom trummor eller mindre brolösningar. Våtmarker, tjärnar och sjöar undviks.

För mer information se PM Avvattning Stegskogen-Bäling.

4. Drift och underhåll

Med drift menas när anläggningen är överlämnad och produktion sker, d.v.s. när tågen kan åka och det är en färdig fungerande spåranläggning.

I produktion ingår också underhåll av spåren. Mycket av underhållet är kontroller som utförs enligt fasta intervaller beroende på vilka hastigheter och bärigheter spåranläggningen är klassificerad för. Sedan tillkommer planerat underhåll i form av byte av anläggningsdelar såsom räil, sliper, kontaktledning etc. Förutom det finns också avhjälpande underhåll, när något gått sönder, det kan vara ett rälbrott eller skadade slipers av någon orsak.

När spår byggs bredvid befintligt spår finns underhållsbehov kvar på de äldre delar som kan behöva renoveras eller statushöjas, eftersom de nya spåren/banan ska vara godkänd för högre hastigheter och bärighet så att hastigheten på tågen kan ökas samt att tyngre godståg ska kunna nyttja banan. Om ett nytt spår byggs bredvid det gamla kommer dels det gamla spåret behövas flyttas lite i kurvor för att kurvradien skall ökas samt kan både banunderbyggnad och överbyggnad behöva bytas på vissa delar. Hur det arbetet kommer utföras beror på banunderbyggnadens status. Efter att ett sådant arbete blivit utfört bör underhållsbehovet vara lika för befintligt spår och nytt spår.

Vid byggnation bredvid det befintliga finns fördelen att arbetet kan utföras i etapper mellan varje driftplats. När en sträcka är klar mellan två driftplatser kan den tas i drift. Då ökar

tillgängligheten för spår och uppgradering av den äldre delen blir lättare. Samtidigt kan nästa etapp mellan nästa driftplats börja byggas.

Vid en helt ny dragning går det inte använda det nya förrän det hel kan anslutas till den övriga ostkustbanan. I en helt ny korridor är det troligen betydligt längre mellan dessa anslutningar. Det gör att hela det nya måste byggas och tas i drift innan det går att släppa det gamla. Men de nya spåren har troligen lägre underhållsbehov beroende på nuvarande status av befintligt spår. Vid byggnation av ny järnväg beräknas det ta 40 år för spåröverbyggnaden innan större underhållsåtgärder behöver utföras.

En slutsats är därmed att byggs ett nytt dubbelspår i egen korridor så minskar underhållsbehovet men det kan ta längre tid innan hela anläggningen kan börja användas. Byggs ett nytt spår bredvid det äldre så kan varje etapp nyttjas tidigare. Men beroende på status på det äldre spåret så kvarstår behov att uppgradera till samma status. Är banunderbyggnad på en acceptabelnivå behöver bara banöverbyggnad statushöjas. Men om det finns partier med banunderbyggnad som behöver göras om så är det nästan lika som att bygga helt nytt spår. I kurvor där radien är för snäv behöver sträckningen ändras även på det gamla spåret vilket innebär ny banunderbyggnad och omläggning av banöverbyggnaden.

5. Kalkyl

I den grova kalkyl som tagits fram är det Östliga utredningsalternativet ca 300 mkr dyrare (2013 års prisnivå). Det Västliga alternativet beräknas kosta 1 800 000 tkr och det Östliga 1 50 000. I den bedömningen ingår viss mark- och fastighetsinlösen, bulleråtgärder, mötesstation, vissa större byggnadsverk och ombyggnationer av vägar, BEST-arbeten och projektunika föreutsättningar/arkeologi.

Felmarginalen i denna grova kalkyl ligger främst att inte hänsyn till specifika markförhållanden tagits, rätt antal tunnlar, landbroar, vägbroar och järnvägsbroar. Eftersom den tänkta järnvägslinjen inte har beslutats kan endast en grov uppskattning göras i detta skede.

Ombyggnationer av ledningsnät för vatten och avlopp, kraftledningsnät, lokalt ledningsnät, ombyggnationer av vägnät, inlösen av bostadsfastigheter är sådant som inte ingår i ovanstående kalkyl.

Detta PM har identifierat vissa kostnadsgenererande byggnationer och konfliktpunkter som kommer påverka ovanstående kalkyl.

5.1 Jordarter

Att anlägga järnväg genom Harmånger (Västligt utredningsalternativ) kommer generera omfattande stabiliseringsåtgärder eftersom marken kan antas ha väldigt dålig bärighet. Ingen kostandsuppskattning är utförd.

5.2 Regionala kraftledningsnätet

Det Västra utredningsalternativet påverkar i högre utsträckning det regionala kraftledningsnätet. Upp till nio nya koncessioner kan vara aktuellt. Varje ny koncession innebär en egen MKB med följande samråd. Detta kan vara en tidskrävande process. Ingen kostandsuppskattning är utförd.

5.3 Vägnätet och byggnadsverk, nya och befintliga

	Västligt	Östligt
Vägbroar	2	4-5
JV-broar	5	5
Landbroar	7	1
Tunnlar	3-8	1
Vägombyggnation	Ombyggnation av E4	1 ny trfpl

Ingen kostandsuppskattning är utförd.

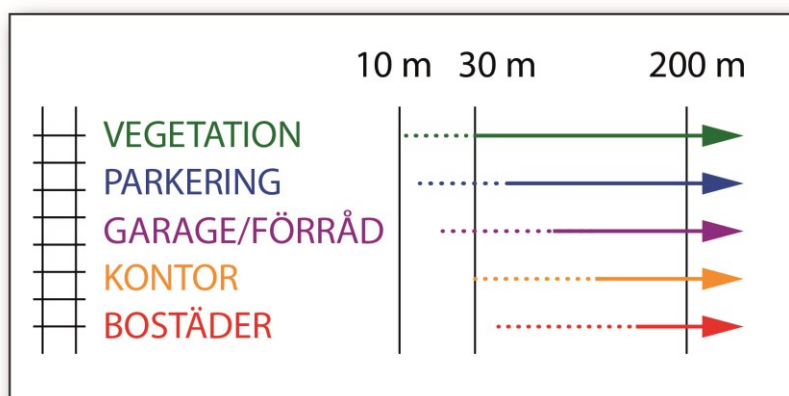
5.4 Markfastighetsinlösen

Ny bebyggelse bör generellt inte tillåtas inom ett område på 30 meter från järnvägen, räknat från spårmittpå på närmaste spår. Avståndet är satt för att ge utrymme för räddningsinsatser vid olyckor och för att kunna möjliggöra viss utveckling/underhåll av järnvägsanläggningen. Enligt Trafikverket kan verksamheter som inte är störningskänslig och där människor endast tillfälligtvis vistas, till exempel parkering, garage och förråd finnas inom 30 meter från spårmittpå (figur nedan). Hänsyn bör dock tas till möjligheterna att underhålla järnvägsanläggningen och bebyggelsen.

Parkeringsplatser bör anläggas minst 15 meter från närmaste järnvägs spårmittpå. Kritan kan anläggas nio meter från närmaste spårmittpå. För parkeringshus/däck gäller ett avstånd på minst 30 meter från järnvägen. Mindre garage/carports kan anläggas närmare järnvägen, dock minst 15 meter.

För verksamheter som finns inom 30 meter från järnvägen måste en hänsyn till elsäkerhet tas. Byggnader eller byggnadsdel får av säkerhetsskäl normalt sett inte förekomma inom fem meter från del annal del av järnvägsanläggningen enligt Elsäkerhets- verkets föreskrifter, ELSAK-FS 2008:1. För höga byggnader kan större avstånd eller särskilda skyddsåtgärder krävas.

Magnetfältet från järnvägen, när inget tåg är i närheten är omkring 0,1 µT vid ett avstånd av cirka 20 meter. Det är detsamma som normalt finns i bostäder och kontor och är ett medelvärde. När ett tåg passerar ökar styrkan något och kan påverka känslig utrustning. Byggnader inom 20 m kan påverkas. Längre bort än 20 m är magnetfältet från järnvägen generellt så svag att störningar är ovanliga.



Figur 11 Generella råd om avstånd till järnvägen för olika typer av verksamheter. Avstånden som anges utgör inte fasta regler utan verksamhetens lokalisering är en bedömningsfråga från fall till fall. Linjerna i figuren har därför streckats. Källa: Trafikverket.

Markfastighetsinlösen blir aktuellt där husen kommer ligga för nära järnvägen, inom minst 30 meter. I dagsläget är korridoren bred och det går inte att förutsäga exakt vilka fastigheter eller delar av fastigheter som kommer att beröras.

Så länge järnvägens sträckning inte är beslutad kan Trafikverket inte ersätta eventuella värdeminskningar i förhållandet till markvärdet. Enligt lagen anses inte fastigheten tagit skada. När sträckningen är beslutad tas kontakt med berörda fastighetsägare. När en järnvägsplan är beslutad får Trafikverket rätt att lösa in mark som behövs permanent för järnvägsändamål. Vid inlösen skall ersättning motsvara marknadsvärde betalas ut. Utöver detta ska ett 25 procentigt påslag. Fastigheter som indirekt berörs av t.ex. buller eller påverkan på landskapsbilden kan också vara berättigade till ersättning.

Markfastighetsinlösen är aktuellt längs båda korridorerna. I det här skedet av planeringen går det inte att fastslå vilka fastigheter som påverkas eftersom sträckningen för den nya järnvägen inte är helt fastställd. Den Östra korridoren går i större utsträckning genom bebyggt område än det Västra alternativet. Med hänsyn till markfastighetsinlösen är det Västra alternativet att föredra.

Västligt utredningsalternativ

Markfastighetsinlösen kan bli aktuellt i områdena längs med Långsjön, Strömma, Ön, Stocka, Nygården och Sandbäcken.

Östligt utredningsalternativ

Markfastighetsinlösen kan bli aktuellt i områdena längs med Långsjön, Strömma, Tensätter, Nybyn, Dvästa, Lindsta, Sandbäcken och Västansjö.

De bebyggda områdena längs med Bälingsjön (Nyland, Storsveden, Sandsvedjan, Öst i ängat och Väst på backen) är inte alternativskiljande men kommer kräva markfastighetsinlösen.

5.5

Miljöåtgärder

Både det Östra och det Västra utredningsalternativet går genom mindre samhällen med gles och spridd bebyggelse. Här störs relativt få av buller. Kring Jättendal och närmare Bäling kan kombinationen med buller från både järnväg och väg E4 betyda en sammanvägd högre störning. Endast det östra alternativet berör Jättendal. I övrigt är störningsgraden i stort sett densamma i de båda utredningsalternativen (MKB DP).

Påverkan under byggtiden, för trafikanter och boende, bedöms också bli mycket begränsad i och med att järnvägen byggs i ett läge längre ifrån befintlig bebyggelse. Bullerstörningar kan dock uppstå under byggskedet, men dessa uppträder företrädesvis dagtid och bedöms vara av kortvarig natur.

Bullerutredningen visar att den totala bullerpåverkan skattas som måttlig. Baserat på antalet berörda bostäder är västligt alternativ att föredra ur bullerstörningssynpunkt.

Gällande vibrationer som orsakas av järnvägen ger det västliga alternativet mindre besvär än det östliga och är därmed att föredra.

Båda alternativen innebär små negativa konsekvenser när det gäller magnetfält.

För mer information se MKB och/eller PM Buller Stegskogen-Bäling.

6.

Sammanfattning

Beroende på olika strategiska och tekniska val kan trafiken påverkas i större eller mindre utsträckning. Trafikpåverkan och byggbarheten påverkas på så sätt att vid större avstånd mellan befintligt och nytt spår i samma korridor minskar trafikpåverkan och byggprocessen blir mer rationell. Trafikpåverkan minskar också i ju högre grad dubbelspår byggs i nya separata korridorer och sedan ansluts till befintlig anläggning. Befintliga driftplatser har två spår och kan anslutningar göras mot driftplatser kan det minska trafikpåverkan.

Utbyggnad till dubbelspår kan inte ske utan påverkan på trafiken. Till exempel inkoppling av växlar för att ansluta nya spår kräver avstängningar. Vissa arbeten kommer kräva hastighetsnedsättningar. Olika val ger emellertid olika påverkan och en planering som ger minsta möjliga påverkan kan genomföras med kortare avstängningstider för vissa arbeten.

Östlig korridor för dubbelspår följer befintligt enkelspår. Föreslagen sträckning har uträtade kurvor och korsar befintligt enkelspår på flertalet platser. Flera delar av sträckningen är avståndet till befintligt spår större och dubbelspår kan byggas utan trafikpåverkan på dessa delsträckor.

Dock kommer trafiken påverkas kraftigt då det nya spåret korsar och löper jäms med om vart annat. Där korridor och befintligt spår korsar behöver djupare utredning genomföras för eventuella planskillnader och alternativ för tillfälliga spår som kan bli nödvändiga.

Tillfälliga spår kan anläggas för att ansluta nytt dubbelspår mot enkelspåret under uppförande av etappen och det blir troligen nödvändigt att genomföra flera mindre deletapper. Skillnader i plan avgör sträckning och längd på tillfälliga spår. Trafikpåverkan uppstår vid anslutningarna till befintligt spår och där korridor korsar befintligt enkelspår.

Västlig korridor är helt separat från befintligt spår och trafikpåverkan uppstår vid anslutningar till befintligt trafikerat spår i ändarna av hela etappen.

För banunderbyggnad vid befintligt spår där dubbelspår anläggs behöver geotekniska förundersökningar genomföras för att avgöra bärighet och eventuella förstärkningsåtgärder som krävs. Är bärigheten inte tillräcklig behöver banunderbyggnaden förstärkas vilket kan ge en större trafikpåverkan.

Referenser

Robin Prior, Tautvydas Rindzevicius, 2012 *Optimering av växelbyten*, Lunds Tekniska högskola, LTH Ingenjörshögskolan Teknik och samhälle/Trafik och väg.

Karin Edvardsson, Ragnar Hedström, 2015, *Bankonstruktionens egenskaper och deras påverkansgrad på nedbrytningen av spårfunktionen*. VTI rapport 864

Järnvägsskolan Trafikverket, dokument Banteknik

Trafikverket, 2014, *Teknisk systemstandard för höghastighetsbanor* TDOK 2014:0159, krav för höghastighetsjärnväg (banor med sth 250-320 km/h).

Trafikverket, 2016, *Elsäkerhetsföreskrifter för arbete på eller nära järnvägsanknutna högspännings- och tågvärmeanläggningar* TDOK 2015:0223

Trafikverket, 2016, *UNDERLAG TILL LINJEBOK, DRIFTLEDNINGSOMRÅDE GÄVLE*, TRV 2013/80727

Trafikverket, 2016, *Säkerhet vid aktiviteter i spårrområde* TDOK 2016:0289

Krister Löfgren, Ramböll Sverige. Intervju 2016-06-16, 2016-06-17.

Trafikverket 2016, *Trafikbestämmelser för Järnväg*, TDOK 2015:03:09.