

4 Teknisk utformning

4.1 Järnvägsanläggningen

4.1.1 Bana

Den nya järnvägen mellan Sundsvall och Härnösand planeras för enkelspår, men med en möjlighet till utbyggnad till dubbelspår. Den tar minst mark i anspråk om den går på låg bank, men i kuperad terräng kommer järnvägen att ligga såväl på bank eller bro som i skärning eller i tunnel, se exempelillustrationer i kapitel 5. Vid sidan av järnvägen kan också servicevägar behövas för drift och underhåll av växlar, tunnlar och andra anläggningar samt även räddningsplatser med tillhörande vägar i anslutning till tunnelmynningar.

För att den nya järnvägen ska uppfylla uppsatta krav såsom STH (största tillåtna hastighet) och STAX (största tillåtna axellast) ställs vissa tekniska dimensioneringskrav på järnvägen. Banan byggs enkelspårig med mötesstationer och dimensioneras för minst 250 km/h. För att klara detta bör inte horisontalradierna understiga 3300 meter. Horisontalradien är ett mått på hur skarpa kurvorna på järnvägen är när man tittar på järnvägen rakt ovanifrån på t.ex. en karta. Om man istället tittar på järnvägen från sidan är det vertikalkurvan som anges när järnvägen övergår i upp- och nedförsbackar.

På de platser där det är tekniskt och ekonomiskt möjligt ska hastigheter upp mot 300 km/h eftersträvas. Närmare orter där tågen ändå ska sakta ner och stanna för resandeuppehåll kan undantag från minimikravet 250 km/h tillåtas.

Strävan är att bygga järnvägen med så stora radier som möjligt. Samtidigt måste en avvägning göras mellan dimensionering och anläggningskostnad. Ju rakare man avser att bygga järnvägen, desto mer tunnlar, broar, bankar och skärningar får man räkna med, vilket generellt sett medför högre kostnader i jämförelse med att bygga järnvägen på plan mark. Den kuperade terrängen medför att det krävs mycket broar och tunnlar för att klara kraven på en höghastighetsjärnväg mellan Sundsvall och Härnösand.

För att klara de stora godsflöden och godsvolymer som förväntas trafikera banan kommer järnvägens underbyggnad att dimensioneras för STAX (Största Tillåtna Axeltryck) 25 ton.

För att tunga godståg ska kunna trafikera järnvägen får banans lutning uppgå till max 10 promille se figur 4.1.1. På mötesstationer får lutningen vara högst 1,5 promille.

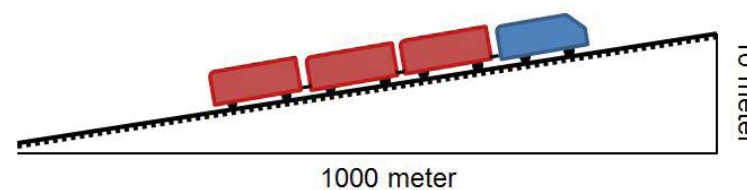
Mötesstationer ska finnas med 8-12 km mellanrum för att skapa en effektiv järnväg där tågmöten tillåts ske utan längre väntetider. Mötesstationerna dimensioneras för 750 meter långa tåg med samtidig infart, vilket betyder att de blir ca 1 km långa. Med samtidig infart blir det möjligt för två tåg att köra in på en mötesstation samtidigt från varsitt håll vilket är viktigt för kapaciteten på banan. Var tredje mötesstation ska ha tre spår, även detta för att uppnå en hög kapacitetsnivå.

Då järnvägen till stor del kommer att gå i tunnel eller på bro, som sträcker sig över både vatten och land, bedöms det inte finnas behov av ytterligare viltpassager.

I järnvägsanläggningen ingår även bullerplank samt andra skyddsåtgärder för t.ex. fåglar, småvilt och vattentäkter.

För att minska järnvägens påverkan på landskapet kan överblivna avbanningsmassor (ytjord) användas för att täcka bankar och slänter, vilket påskyndar etableringen av ett naturligt sammansatt fältskikt (gräs, örter, ris). Där det råder brist på användbara avbanningsmassor prioriteras täckning av visuellt exponerade skärningar och bankar.

Tillgängligheten till resecentrum är mycket viktig för funktion och maximal nytta med järnvägen. Ambitionen är därför att lokalisera resecentrum i så centrala lägen som möjligt med god tillgänglighet för olika trafikslag. Tillgänglighet- och trygghetsfrågor beaktas vid utformningen av resecentrum.



Figur 4.1.1 För att tunga godståg ska kunna trafikera järnvägen får banans lutning uppgå till max 10 promille.

4.1.2 El, signal och tele

El

Kontaktledningsanläggningen dimensioneras och anpassas för hastigheter över 200 km/h med AT-kraftmatningssystem. AT-system ger ett längre avstånd mellan transformatorer jämfört med konventionellt kraftmatningssystem samt dubbla systemspänningen. Detta ger en högre kapacitet och mindre förluster i kontaktledningssystemet.

Den nya järnvägen ska också byggas med en hjälpkraftledningsanläggning 3-fas 22 kV, 50Hz för att förse nödvändiga anläggningar för tågdriften med elkraft.

Tunnlar/Linje-, Driftplats/perronger förses med belysning, växelvärmesystem samt kraftförsörjning.

Signal

Befintlig järnväg mellan Sundsvall och Härnösand är idag utrustad med det nya gemensamma europeiska trafikstyrningssystemet ERTMS (European Rail Traffic Management System). Skillnaden mellan konventionella system och ERTMS är att lokföraren kan få information om hastighet, hinder och tågmöten kontinuerligt via radio i stället för punktvis via ljussignaler. Det ger möjlighet till att hålla jämnare hastigheter, att det blir enklare att hantera trafikstörningar och att man kan dimensionera banan för hastigheter över 200km/h.

ERTMS har färre komponenter än ett konventionellt system vilket ger lägre investerings och underhållskostnader. Trafiksäkerheten och kapaciteten är viktig vid utformningen av järnvägen och en utökning av järnvägsanläggningen med fler ytterobjekt kan implementeras i det befintliga systemets centralenheter som har större kapacitet än vad som krävs idag.

Tele

Ny MoK (Mellanortskabel) och optokabel förläggs i kanalisation längs hela sträckan. Tunnlar utrustas med radiositer vid vardera tunnelmynning samt radiositer i tunneln. För radiokommunikation förläggs läckande kabel i tunnlar.

Tunnlarna utrustas med nödtelefoner vid tunnelmynningarna samt var 300:e meter i tunnlar. Ny perrong i Timrå förses med dynamisk skyltning. Teknikhus liknande mötesstationer kompletterad med utrustning för styrning av dynamiska skyltar byggs i Timrå.

4.2 Tunnlar

Tunnlar antas i första hand utföras som bergtunnlar som drivs med konventionell borrhning och sprängning. Tunnelmynningarna utförs med betongportaler. Under särskilda omständigheter kan behov av kortare avsnitt med betongtunnlar föreligga. Separata utrymningsvägar krävs för tunnlar längre än 800-1000 m. För tunnlar längre än 1000 meter tillkommer flera tekniska säkerhetskrav enligt EU:s föreskrifter.

Tvårsnittsarean för spårtunnlar har på senare år ökat på grund av det ökade behovet av utrymningsvägar men även på grund av den ökande fokuseringen på passagerarkomfort, vilket innebär en aerodynamisk anpassning av tunneldesignen. Den aerodynamiska anpassningen baserar sig på att det mänskliga örat som regel är väl anpassat för att kompensera och utjämna tryckpåverkan under förutsättning att tryckförändringen är tillräckligt långsam.

Idag finns ett antal trycktröga tågtyper som medför att en god passagerarkomfort kan erbjudas med en mindre tvårsnittsarea på spårtunnlar. En sådan lösning kräver att de operatörer som trafikerar sträckan använder denna tågtyp.

Samtliga tunnlar skall utformas så att de ger samma prestanda för järnvägen som de delar som går ovan jord. Tunnelarna ska därför uppfylla kommande EU-direktiv för höghastighetsbanor.

Typsektionen för en enkelspårstunnel med rakspår, enligt TRVR Tunnel 2011:88, anger en bredd på ca 7,7 meter och en höjd över räls på ca 7,4 meter vilket får anses vara ett minimimått.

Utrymning

Tåg skall vid brand försöka köra ut ur tunneln. Om tåget inte kan ta sig ur tunneln skall personer i tunneln kunna utrymma. Vid en brandsituation utsätts de utrymmande för kraftiga påfrestningar. De brandgaser som alstras vid brand har flera negativa egenskaper som t.ex. höga temperaturer, de är giftiga att inandas samt siktnedsättande, vilket minskar möjligheten för de utrymmande att orientera sig och minskar den hastighet som människor förflyttar sig med. Vidare utsätts de utrymmande för en fysisk ansträngning samt en allmän psykisk belastning.

För längre tunnlar krävs därför utrymningsväg separerade från trafik-tunneln. Vanligtvis används en parallell tunnel med BxH, ca 4,5x5,5 meter, trafikerbar för räddningsfordon och utformad med mötesplatser och vändplatser. Alternativt utförs de längre tunnelarna med två parallella enkelspårstunnlar. Utrymning mellan tunnelarna sker då till säker plats.



Figur 4.2.1 Illustration tunnel, dubbelspår.

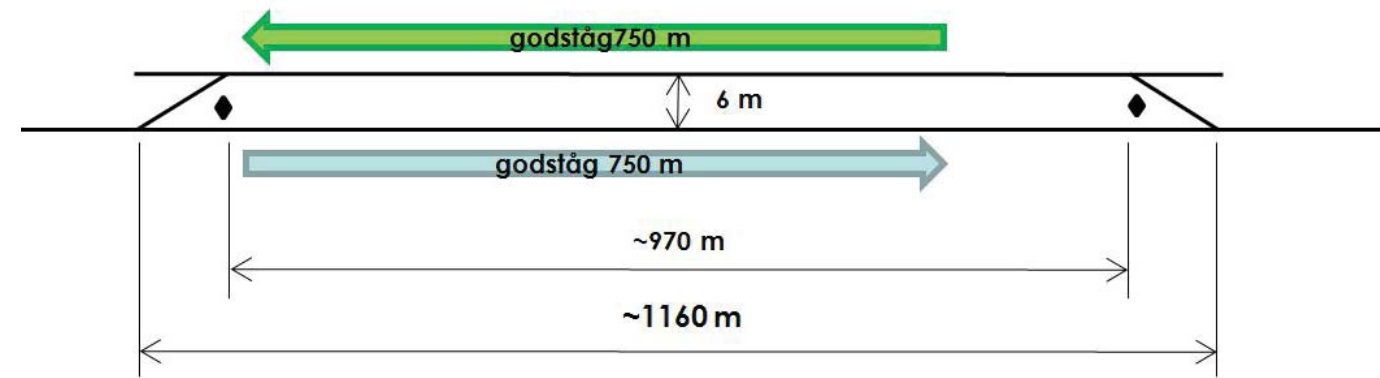


Figur 4.2.2 Illustration tunnel, enkelspår, med intilliggande räddningstunnel.

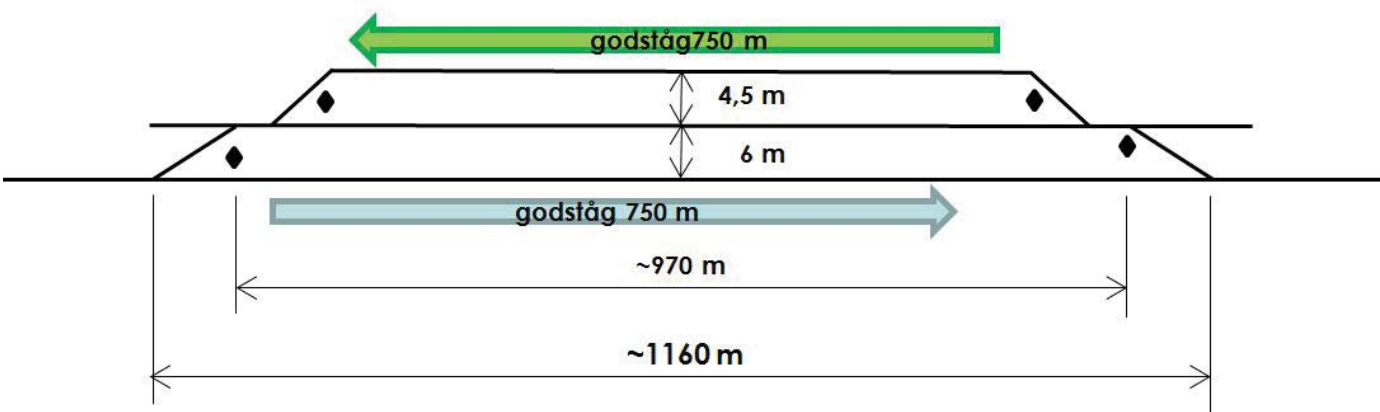
4.3 Mötesstationer

Mötesstationer (även kallade driftplatser) placeras med ett inbördes avstånd på 8-12 km för att medge god kapacitet på banan. Mötesstationerna är utformade så att 750 meter långa tågsätt skall kunna mötas med samtidig infart (tåg kan mötas med fart vilket ökar kapaciteten). För att klara dessa krav krävs att mötesstationerna är ca 1200 meter långa.

Mötesstationerna utformas med två eller tre spår, se figur 4.3.1 samt 4.3.2. Mötesstationer med tre spår har samtidig infart mellan huvudspåret och närmsta sidospår, vilket inte är möjligt mellan de båda sidospåren.



Figur 4.3.1 Principskiss mötesstation med två spår.



Figur 4.3.2 Principskiss mötesstation med tre spår.

4.4 Resecentrum

För optimerad samverkan och smidiga byten mellan olika transportslag behöver grundläggande rörelse och resandemönster kartläggas. Detta görs genom att studera markanvändning, boendemönster, viktiga målpunkter (t.ex. personalintensiva arbetsplatser). Risken är annars att man missar uppgiften att skapa ett resecentrum och i stället bygger fast sig i enbart en järnvägsstation utan tillfredsställande kopplingar till övriga trafikslag.

Ett väl planerat och fungerande resecentrum kan stimulera och påverka den framtida stadsplaneringen till både innehåll och form.

För att skapa goda bytesmöjligheter är det angeläget att lokalisera järnvägsstationer, bytespunkter och hållplatser för regional och lokal buss- trafik till samma plats. Bussarna (speciellt de lokala) bör ha hållplatser i nära anslutning till tågen.

Byte mellan bussar och tåg bör ske med kort gångsträcka, gärna under tak. Vid resecentrum bör väl tilltagna ytor för cykelparkering anläggas, direkt i anslutning till entré eller perrongände. Väntplatser för taxi samt korttidsparkeringar för den som hämtar eller lämnar någon vid tåget bör också finnas nära resecentrum. Långtidsparkeringar för den som tar bilen till tåget och parkerar vid stationen kan placeras något längre bort.

Serviceutbud i form av bl.a. dagligvaror är ett betydelsefullt inslag i en väl fungerande bytespunkt. Under den tid resecentrat är öppet och bemannat bidrar detta även till att skapa en trygg och säker miljö.



Figur 4.4.1 Resecentrum Hörnefors. Källa: Botniabanan.se.



Figur 4.4.2 Resecentrum Umeå. Källa: www.trafikverket.se.

4.4.1 Sundsvall

Projektet innebär inga förändringar av Sundsvalls central eller station Sundsvall västra.

4.4.2 Timrå

Beroende på vilken alternativ sträckning av järnvägen som väljs finns olika placeringar och lösningar för nytt resecentrum i Timrå.

Alternativ Röd väst medger inget resecentrum i Timrå med anledning av det allt för ocentrala läget. Avståndet på ca 3 km (fågelvägen) mellan centrala Timrå och ett möjligt läge för resecentrum anses vara ett allt för långt avstånd för ett attraktivt resande.

Alternativ Röd öst medger ett nytt resecentrum vid passage av Timrå industriområde. Här finns möjligheten att anlägga ett resecentrum på landbro i terminalvägens sträckning för att minska intrånget i industriområdet, se sektionsskiss i figur 4.4.3.

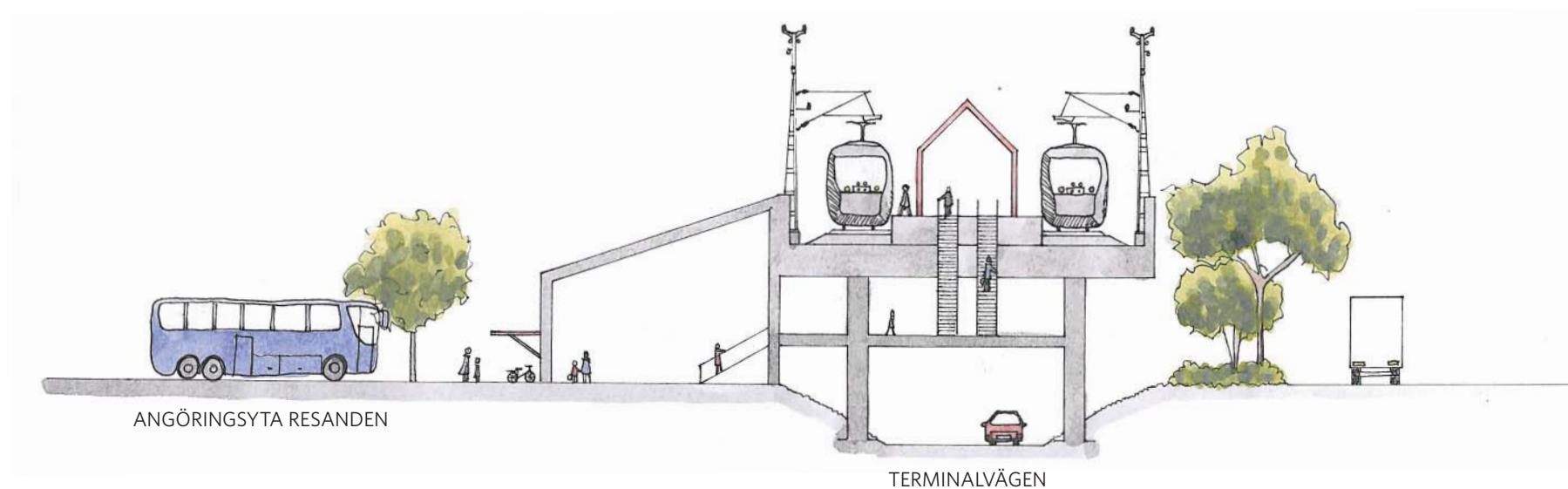
Alternativ Blå medger ett nytt resecentrum där järnvägen mynnar ut från tunnel strax norr om bostadsområdet Haga och fram till Vivstavarvstjärnen. Ett resecentrum i detta alternativ ligger i E4:ans närhet och möjliggör en nedsänkt lösning enligt skissförslag, se figur 4.4.4.

Alternativ Blå öst ansluter till befintligt resecentrum i Timrå, se figur 4.4.5 vilken måste anpassas utifrån den nya järnvägen.

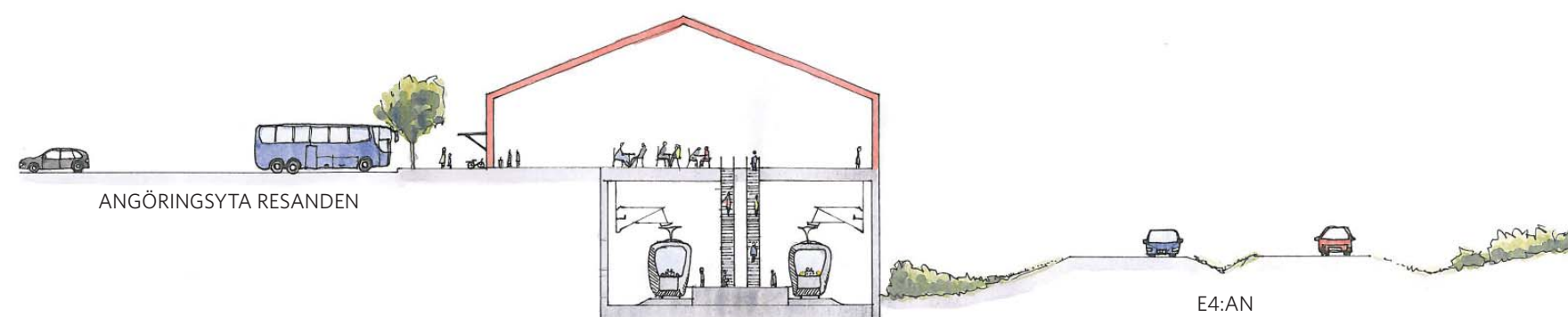
4.4.3 Härnösand

Projektet innebär inga förändringar av Härnösands resecentrum.

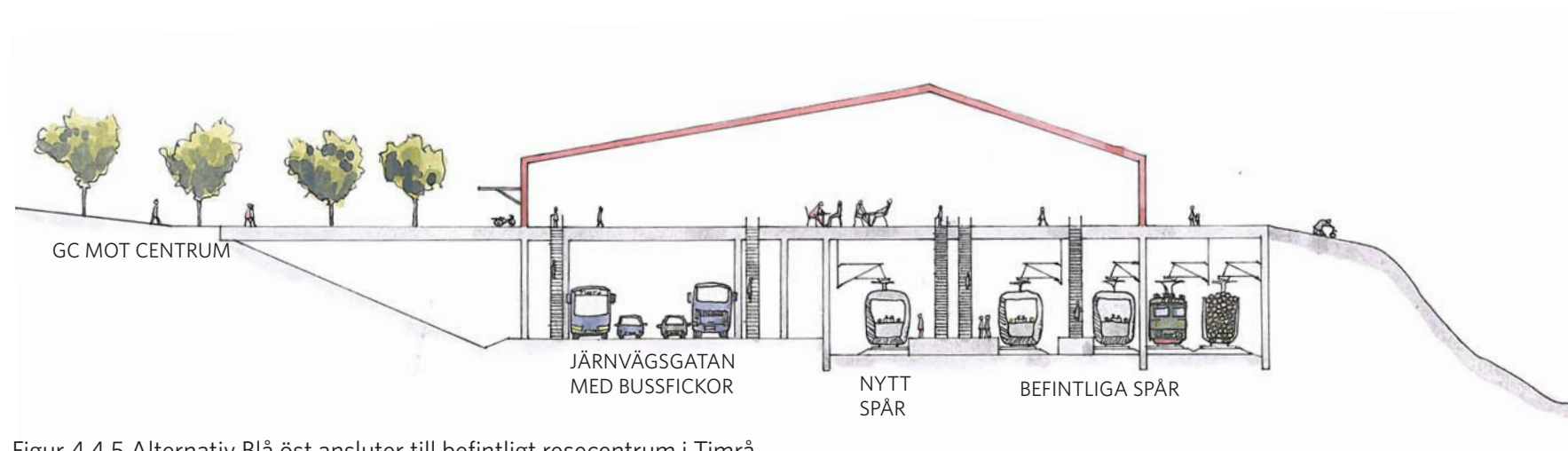
Härnösands kommun har påbörjat byggnation för att förbättra bytesmöjligheten vid resecentrum. Förbättringen ska innefatta bussplanen, väntsalen och hållplatsen på Stationsgatan.



Figur 4.4.3 Exempel på utformning av resecentrum i Timrå i alternativ Röd öst.



Figur 4.4.4 Exempel på utformning av resecentrum i Timrå i alternativ Blå.



Figur 4.4.5 Alternativ Blå öst ansluter till befintligt resecentrum i Timrå.

4.5 Konstbyggnader

4.5.1 Broar

En indelning av broar kan göras efter material som används till bron, betong, stål, stål med samverkande betongplatta eller trä.

Broar kan även indelas i två huvudgrupper, balkbro och plattbro. Broarna i dessa grupper kan utgöras av plattramsbro, balkbro, trågbalkbro, lådbalkbro samt samverkansbro bestående av en betongplatta som bärs av antingen stålbalkar eller ett ståltråg. Samverkansbro med stålbalkar eller tråg möjliggör spännvidder på ca 60-70 meter. Lådbalkbroar möjliggör spännvidder på upp till 150 m. Typen balkbro, trågbalkbro, lådbalkbro samt samverkansbro medför att broarna måste utföras med lager som innebär något högre drift- och underhållskostnader.

Materialen i broar är vanligtvis betong, stål eller trä. Den vanligaste typen över mindre vägar är plattramsbroar och för rena gång- och cykelbroar är det lämpligt att utföra de i trä som är en fördel ur miljösynpunkt. Järnvägsbro över större raviner, vattendrag och industriområden utförs lämpligast som samverkansbro eftersom denna brotyp inte kräver någon bärande form utan balk/tråg kan används för att bara formen.

Järnvägsbroar över större raviner, vattendrag och industriområden ger möjlighet till samlokalisering av annan infrastruktur som t ex fjärrvärme, rörledningar m.m. Vid konstruktionen är det dock järnvägens geometriska krav som måste styra hur anläggningen skall utformas.



Figur 4.5.1 Exempel på samverkansbro med lådbalk.

4.5.2 Övriga byggnadsverk

Övriga konstbyggnader som kan bli aktuella vid anläggande av ny järnväg utgörs av bullerplank, stödmurar, teknikhus, portar mm. För mer detaljerad beskrivning och riktlinjer för utformning av olika konstbyggnader, se avsnittet 5.2.3 i Gestaltningsskapitlet, kap 5.



Figur 4.5.2 Exempel på samverkansbro med lådbalk.



Figur 4.5.3 Exempel på samverkansbro med lådbalk.



Figur 4.5.4 Exempel på betongbro.



Figur 4.5.5 Exempel på betongbro.

4.6 Geo- och bergteknik

4.6.1 Geoteknik

Geotekniska förutsättningar påverkas av områdets varierande topografi och geologi i det kuperade landskapet vilket medför mycket varierande grundläggningsförutsättningar inom och mellan de föreslagna korridoralternativen (se jordartskarta, figur 3.3.1, sid 27). Sammantaget är dock variationerna relativt jämnt fördelade och de alternativskiljande geotekniska förutsättningarna jämnar i stort ut sig mellan föreslagna korridorer.

Hela den studerade sträckningen ligger under högsta kustlinjen (HK) där grus och morän är dominerande jordarter, ytligt är dessa mer eller mindre påverkade av svallning där finmaterial spolats bort. Inom dessa områden är byggbarheten generellt god och några särskilda geotekniska förstärkningsåtgärder bedöms ej aktuella.

Flera dalgångar (Selångersån, Huli, Merlobäcken, Indalsälven, Ljustorpsån, Gådeån) passeras där dalgångens vattendrag bidragit till att erodera ner i finsediment av sand, finsand, silt och lera som tidigare avlagrats under en högre liggande havsytta. I lägre liggande partier i dessa dalgångar kan sedimentdjupen vara betydande (10-40 m) och inom dessa områden erfordras generellt någon typ av geoteknisk förstärkningsåtgärd för att säkerställa byggbarheten. Även exempelvis dalgången vid Lundetjärn och Lögdösjön samt i anslutning till Byesjön och Antjärn bedöms jordarna var finkorniga med sediment av lera och silt. Förstärkningsåtgärder kan bestå av inblandningspelare eller pålgrundläggning av broar och bankar vid djupa/lösa sediment, vid grundare partier kan tryckbankar, utskiftning, förbelastning eller lättfyllning vara tillräckligt.

I anslutning till dalgångarna Selångersån, Indalsälven, Ljustorpsån och Gådeån förekommer även isälvsediment som består av lager med sorterat grus och sand i åsbildning och ofta är av värde som naturresurs.

På höjdparterier förekommer berg i markytan och småkuperade höjdområden består omväxlande av berg i dagen samt morän med myrmark och ställvis finsediment i svackorna. En lång sträcka där dessa förhållanden råder mer allmänt är på höjdparteriet mellan Ljustorpsån och Gådeåns dalgångar med marknivå över +70 m.ö.h. Inom dessa områden är djupet till fasta jordlager litet, någon till några meter, och byggbarheten generellt god. Dock kan mindre förstärkningsåtgärder erfordras på sträckor med torv och sediment av silt och lera som exempelvis utskiftning eller förbelastning för bankar eller plattgrundläggning av broar.

I det kuperade landskapet kommer skärningar att skapas i sluttande terräng, även i anslutning till tunnelpåslag skapas förskärningar som kan vara omfattande. Förekomst av exempelvis grovkorniga jordar och/eller höga grundvattenstryck innebär att det finns risk för problem med grundvattensituationen. För dessa skärningar är det av stor vikt att stabilitetssituation och omhändertagande av grundvatten utreds.

Några delsträckor som identifierats som sannolikt mest kostnadskrävande gällande geotekniska förstärkningsåtgärder är:

Selångersåns dalgång (samtliga korridorer) – Järnvägsbank och -bro för passage av dalgången, Selångersån och Västra vägen anläggs inom område med finsediment till 20 m djup i synnerhet i anslutning till ån.

Huli dalgång (samtliga korridorer) – Långa och djupa skärningar på skrå kan medföra problem med omhändertagande av grundvatten på sträckan. Passage över dalgången och Timmervägen med järnvägsbank och -bro sker över områden med torv och lösa sediment med upp till 10 m djup.

Merlobäckens dalgång (samtliga korridorer) – Dalgången passeras i olika lägen för olika korridorer. Stora höjdskillnader i dalgången som passeras på brolösning på lösa sediment med upp till 10 m djup medför problematiska grundläggningsförutsättningar.

Indalsälvens dalgång (samtliga korridorer) – Dalgången passeras i olika lägen för olika korridorer. Stora höjdskillnader, mycket mäktiga sediment (20-40 m) och behov av långa bropassager över Indalsälven medför kostsam grundläggning.

Ljustorpsåns dalgång (röda korridorer) – Järnvägsbank och -bro för passage av dalgången sker genom område med djupa finsediment (15-30 m) i synnerhet i anslutning till ån.

Krigsbyn (röda korridorer) – Passage av dalgången kommer att ske i eller under markytan och riskerar medföra stora problem med omhändertagande av grundvatten. Vissa osäkerheter finns gällande bergkvaliteten för sträckan.

4.6.2 Bergteknik

Bergtekniska förutsättningar för planerade bergtunnlar varierar både längs med och även mellan de föreslagna korridorerna mycket beroende av topografin och aktuella bergartsområden, men även med avseende på de bergkvalitetssänkande gångbergarter med samlingsnamnet Alnöitgångar som förekommer i Alnöns närområde med större frekvens och påverkar blå korridor mer än röd. Tunnelriktningen i förhållande till förekommande svaghetszoner samt bergartens egen planstruktur har även stor betydelse. Passager av bergartskontakter är vanligt förekommande. Dessa geologiska förhållanden kan medföra betydande problem och bör utredas i kommande skeden, särskilt i de fall där tolkade strukturer följer tunnelsträckningen under en längre sträcka.

Bergartsområdena där bergtunnlar förekommer utgörs i huvudsak av migmatit samt gråvacka vilka var för sig har stora variationer i egenskaper beroende sprickighet, glimmerinnehåll och t ex förekomst av gångbergarter såsom alnöiter men även diabaser och pegmatiter. Även ett område med granit förekommer där en kortare tunnel planeras.

Bergtekniska konsekvenser av beskrivna förhållanden är att tunnlar sannolikt kommer att utföras med systematiskt förankrad fiberarmad sprutbetong då en sämre vidhäftning kan förväntas. Alnöitgångar, beroende på storlek och karaktär, kommer att behandlas med anpassade åtgärder, ibland även med stödjande plastgjutna betongkonstruktioner.

Avledning av yt- och grundvatten från bergskärningar och tunnelpåslagens förskärningar är problem som måste hanteras vid projektering. Problematiken är viktig för drift och underhåll eftersom vatten har en negativ inverkan på befintliga konstruktioner och risken för svallisbildning vintertid utgör en påtaglig störningsrisk för trafiken.

Alnöitproblematik

Nedan graderas föreslagna tunnlar, från Sundsvall upp till och med Indalsälven, efter förekommande risk för alnöitgångar.

Alnöiten är en gångbergart som är kalkrik och vittrar lätt. Gångarna förekommer med mäktigheter upp till ett par meter men vanligast är mindre gångar. Beroende på riktning i förhållande till tunneln och frekvensen på förekomst kan dessa ha en stor betydelse för stabiliteten och därmed såväl produktionskostnad som framtida underhållskostnad.

En variant av alnöiten med högre kalkhalt sönderfaller till lera under inverkan av luft och vatten. Denna variant har observerats kring Bergeforsen.

Erfarenhet från en befintlig kylvattentunnel mellan Indalsälven och Östrand visar att problematiken är relevant för sträckan.

För resterande tunnlar till Härnösand bedöms risken för alnöitgångar som ringa.

Bergtäckning

Liten bergtäckning

För tunnlar, Kittjärn och Koldalsberget där korridorerna går samman till en, i ca 47+000, antas bergtäckningen genomgående vara liten och risken därmed stor att den ställvis saknas eller är för liten för att möjliggöra en bergtunnel. Alternativet är då en längre skärning med höga slänter/betongtunnel eller en sänkt linje som då medför en väsentligt längre och mer kostnadskrävande bergtunnel.

Stor bergtäckning

Stor bergtäckning, mer än 100 m, erhålls för Birstaberget, blå öst, och för Häbberdalsberget vilket kan ge problem med bergspänningar vid vissa känsliga geometrier.

Tabell 4.6.1 Alnöitproblematik.

Tunnel	Längdmätning	Risk
Huli blå/röd	6+650-7+300	Måttlig
Birstaberget blå/röd	10+950-12+100	Stor
Birstaberget blå öst	10+200-12+600	Stor
Fröland blå/röd	13+650-15+000	Mycket stor*
Häbberdalsberget röd	24+700-33+450	Måttlig (och endast i söder)
Sunnansjö blå	24+000-30+200	Måttlig (och endast i söder)

*För Frölandstunneln tillkommer att den även ligger längs en bergartskontakt migmatit/gråvacka vilket kan vara en extra risk.

4.7 Drift- och underhåll av anläggningen

För att underlätta framtida drift och underhåll måste vissa utformningskrav tillgodoses redan i utredningsskedet. Till de viktigaste kraven hör:

- Järnvägsområdet ska vara så brett att inga träd ska finnas inom 17 m från spåret. Detta minskar risken att omkullblåsta träd blockerar spåret eller river ned kontaktledningen.
- Servicevägar ska finnas till växlar, teknikhus, uppställningsspår och tunnelmynningar.
- Detektorplatser som kontrollerar hjulskador, varmgång (varmgående axellager), tjuvbroms (oönskad bromseffekt) placeras mellan varje station.
- Bullerskydd ska utformas så att drift och underhåll ej försvåras.
- Plattformarna skall tillgänglighetsanpassas så att snöröjning med maskiner skall kunna utföras.
- Tunnlar och broar utformas så att drift och underhåll ej försvåras.
- Berg- och betongtunnlar anläggs med teknisk livslängdsklass TKL=120 (L=100) vilket, per definition innebär att tunnelnars bärande huvudsystem dimensioneras för en minsta livslängd av 120 år. Med parallella servicetunnlar ges möjligheten att förlägga teknikutrymmen avskilt från trafikutrymmet. Detta möjliggör att underhålla banans tekniska system utan omfattande driftstörningar.
- Fasta broars drift och underhållskostnader är låga och i detta sammanhang försumbara. Där stålbroalternativ väljs tillkommer målning 1-2 gånger under bronns livslängd. Eventuellt kan man behöva byta lager under broarnas livslängd. Underhållet följer upprättade underhållsplaner.

4.8 Järnvägstrafik intill flygplats

När ett byggnadsverk ska uppföras i närheten av en flygplats ska samråd ske med operativt ansvarig flygplatschef. Flygplatsen gör en förhandsprövning av bygglov för att bedöma om byggnadsverket påverkar flygplatsen. Om det visar sig att det kommer att ske en påverkan ska flygplatsen ta fram en riskanalys. Riskanalysen ska därefter behandlas hos Luftfartsverket, som gör en bedömning om säkerheten på flygplatsen påverkas eller inte, samt vilka åtgärder som måste vidtas för att säkerheten ska upprätthållas.

Luftfartsverkets beslut/bedömning meddelas flygplatsen som i sin tur yttrar sig i bygglovprocessen.

För järnvägen är det främst föreskrifter gällande höjdbegränsningar, avstånd mellan flygplats och kraftledningar samt skyddsområden som blir aktuella.



Figur 4.8.1 Flyghindergräns Midlanda flygplats.

4.8.1 Höjdbegränsningar

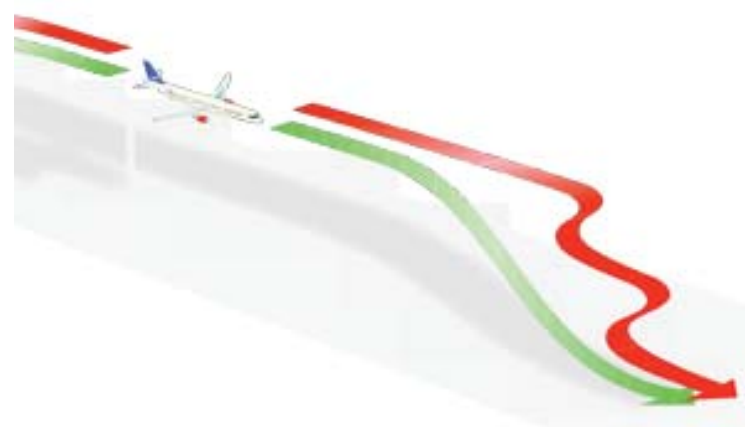
De höjdbegränsande områdena är den lägsta nivå där flygplanen ska kunna starta och landa vid t.ex. motorbortfall. Beroende på storlek och klassning av flygplatsens landningsbana definieras de höjdbegränsande områdena runt en flygplats. Området är unikt för varje flygplats. Det skyddas genom att byggnadsverkens höjder inte får överskrida höjdbegränsningarna. Alla byggnadsverk berörs, såväl fasta (byggnader, master, vindkraftverk) som tillfälliga (byggnadskranar etc.) se figur 4.8.1.

Det som nu utvecklas är så kallade ”gröna inflygningar” där man flyger kortast möjligaste väg, med motorerna på tomgång, se figur 4.8.2. Den här typen av inflygningar finns på prov på ett antal flygplatser och sparar bränsle och minskar miljöpåverkan.

Detta är framtidens flygvägar och redan idag måste hänsyn tas till hur dessa hinderytor kommer att se ut. Om man placerar höga hinder nära flygplatsen finns en risk att man bygger bort en framtida möjlighet till gröna inflygningar.

4.8.2 Avstånd mellan flygplats och kraftledningar

Enligt 13 § Starkströmsförordningen (2009:22) om starkströmsledning- ar inom områden för trafik får en ledning aldrig placeras närmare än 4 km från den referenspunkt som har bestämts för en flygplats av den som har inrättat flygplatsen.



Figur 4.8.2 Grön inflygning - Traditionell inflygning(röd) jämförs med grön inflygning (Källa: www.luftfartsverket.se).

4.8.3 Skyddsområden

För att flygplanen ska kunna navigera på ett säkert sätt samt övervakas och vägledas finns runt om i landet ett antal radionavigeringshjälpmedel, radarstationer och basstationer för VHF-kommunikation utplacerade på strategiska platser. Anläggningarna ingår som en viktig del i luftfartens infrastruktur. På flygplatserna finns också radionavigeringshjälpmedel som underlättar för flygplanen att landa (Instrumentlandningssystem, ILS).

När väderförhållanden inte medger inflygning till landningsbanan med hjälp av visuella referenser, erfordras ett hjälpmedel för instrumentflygning. Instrumentlandningssystemet ger information till piloten om flygplanets läge, både vertikalt och horisontellt, under inflygningstiden.

Trots att ILS är ett mycket precist system, har det sina svagheter, t.ex. är signalerna känsliga för störningar nära ILS-antennerna. Flygplan och markfordon som manövrerar för nära antennerna åstadkommer förvrängning av signalerna. Av den anledningen tillåts ingen marktrafik i närheten av antensystemen när en ILS är aktiv.

En typ av störningar på ILS-systemet är de sk Koronastörningar som kan uppstå vid den gnistbildning mellan lokets strömavtagare och kontaktledning som bildas när tåget framförs. Koronastörningar påverkar radiomottagning på lång-, mellan- och kortvåg (Källa: Luftfartsstyrelsens kunskapsunderlag). Strömavtagare för tågdrift, glappkontakter och andra defekter alstrar störningar på VHF och högre frekvenser.

Eventuella störningar på luftfartens navigeringshjälpmedel, kommunikations- och radarsystem kan få allvarliga konsekvenser. Förvrängning av navigationshjälpmedlets sändningar kan ha stor negativ inverkan på flygsäkerheten, eftersom dessa störningar kan vara vilseledande och medföra ej acceptabla förhållanden och till och med leda till haverier. Störningar hos radiokommunikationsanläggningar och radiolänkar kan ha samma effekt.

4.9 Enkel- eller dubbelspår

Järnvägsutredningen utgår från byggnation av nytt enkelspår (se figur 4.9.1), där det dock inryms möjlighet till dubbelspårsutbyggnad inom korridorerna.

Vid ett eventuellt val av dubbelspårsutformning eller en framtida dubbelspårsutbyggnad ger ett minimalt spåravstånd på 4,5 m ett mindre utökat markanspråk, se figur 4.9.2.

Vid en utbyggnad från enkelspår till dubbelspår med så små spåravstånd påverkas dock befintlig järnvägsanläggning med tillhörande spårtrafik i mycket negativ omfattning. Dels krävs kraftiga skyddsåtgärder vid arbete i närhet av trafikerade spår vilket påverkar driften och banans kapacitet, dels kompliceras framförallt markarbetena som kan ge besvärligare och dyrare byggmetoder såsom zonschakter, spontning mm.

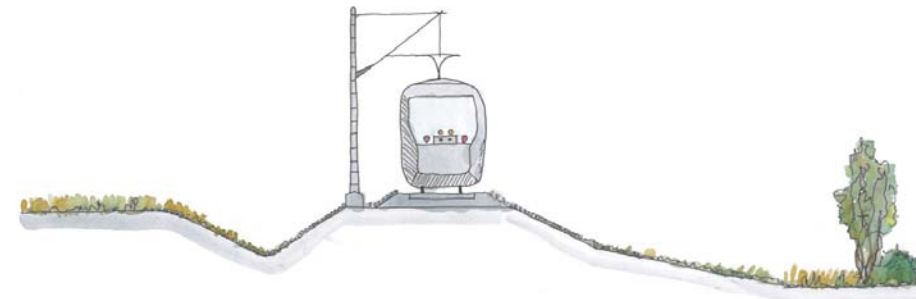
Alternativt kan man utöka spåravstånden till ≥ 6 m (se figur 4.9.3) för att möjliggöra rationellare byggmetoder med mindre påverkan på trafiken och intilliggande spår under byggtiden. Ett ökat spåravstånd ger även enklare och säkrare förutsättningar för drift och underhållsarbeten.

Möjligheten finns även att förbereda för ett framtida extraspår genom att initialt utföra en bredare banunderbyggnad utan att bygga själva spåransläggningen.

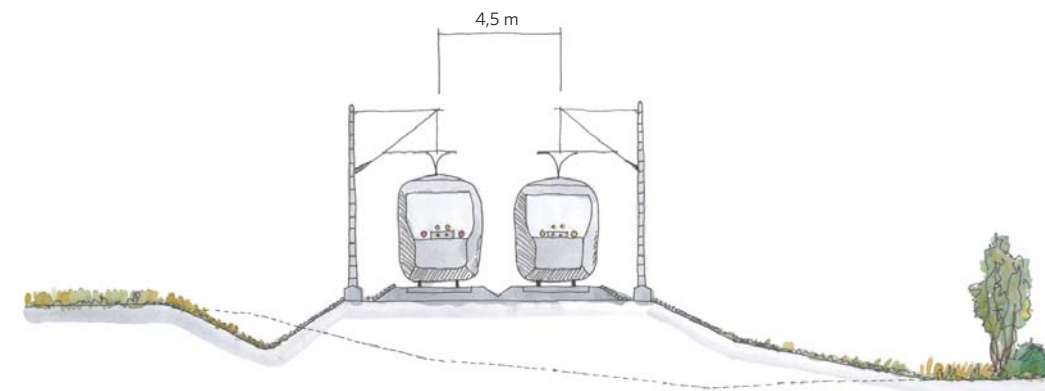
En framtida dubbelspårsutbyggnad påverkar i även hög utsträckning broar och tunnlar. Broar kan antingen förberedas för ett framtida extraspår genom att dimensioneras upp och byggas bredare eller så anläggs en ny separat bro parallellt. Den senare lösningen ger att spåravstånden på brosträcka behöver ökas för att ge rationella brobyggnadsförutsättningar samt att spårområdet ökas på ömse sidor om broar.

För tunnlar ger ett framtida extraspår att ett separat tunnelrör behöver byggas på ca 20 m avstånd till befintlig tunnel. På anslutningssträckorna mot tunnelpåslag behöver spåravstånden beredd ut i motsvarande grad.

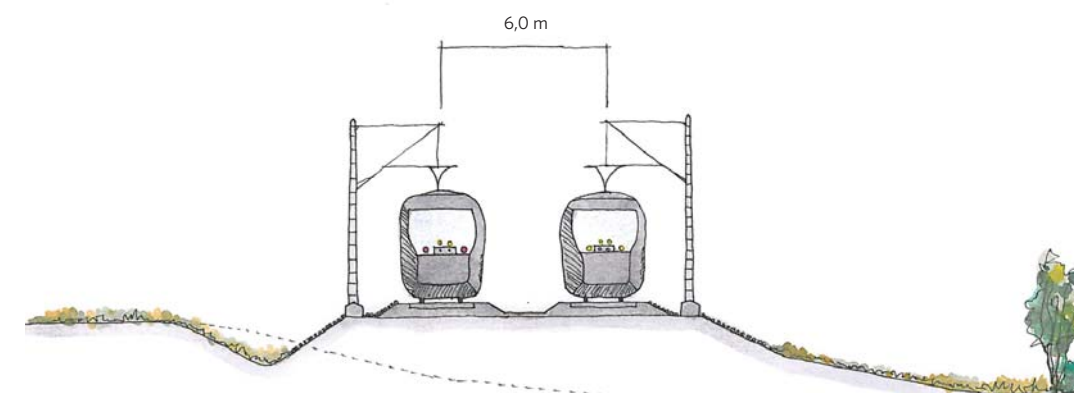
Generellt ger ett extra spår ökade markanspråk där markintranget ökar med ökade spåravstånd.



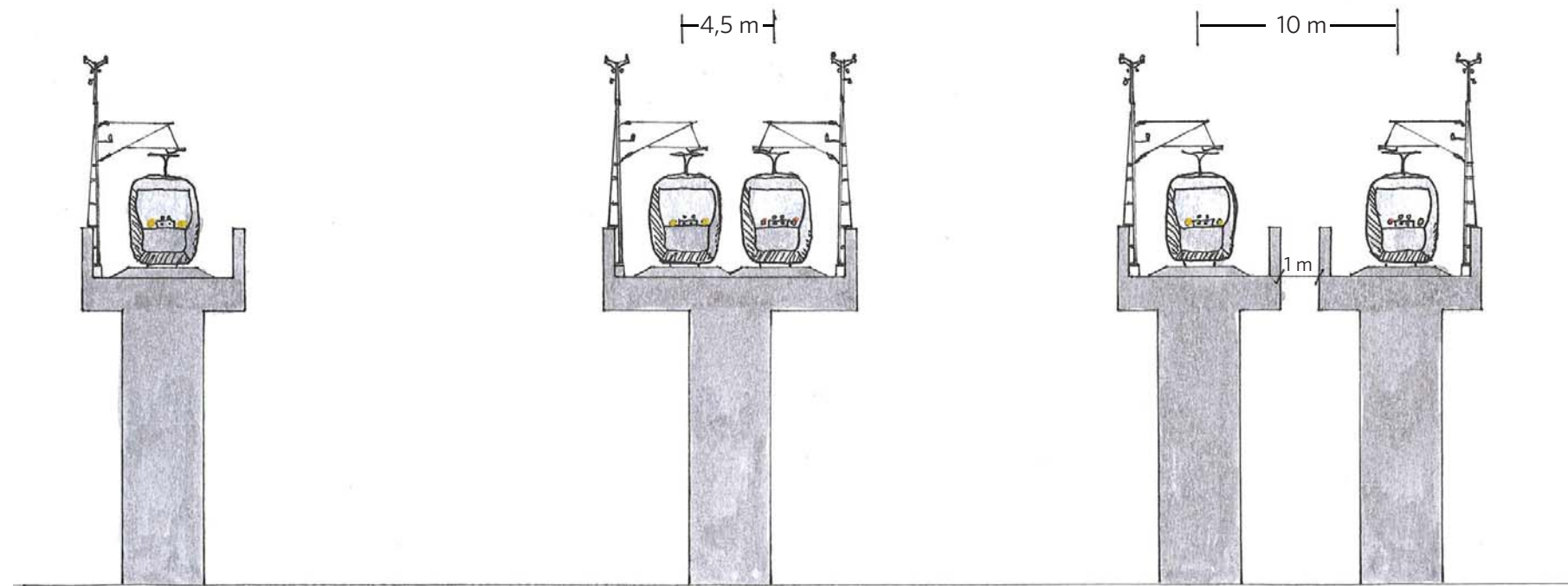
Figur 4.9.1 Utbredning enkelspår.



Figur 4.9.2. Utbredning dubbelspår med 4,5 m spåravstånd.



Figur 4.9.3 Utbredning dubbelspår med 6 m spåravstånd.



Figur 4.9.4 Illustration över järnväg på bro. Från vänster: enkelspår, dubbelspår på samma bro, skilda dubbelspår.



Figur 4.9.5 Enkelspår med tillhörande räddningstunnel, vars mynning senare i framtiden kan utvidgas och användas för ytterligare ett spår.

5 Gestaltning

5.1 Gestaltning - att utforma

5.1.1 Syfte

Arbetet med gestaltungsfrågor ingår i planerings- och projekteringsprocessen och är här en del av huvudrapporten, det vill säga järnvägsutredningen med MKB. Gestaltungsdelen fungerar som ett "överlämnandedokument" till kommande skeden i planeringen; järnvägsplan följt av bygghandling. Målsättningen för gestaltungsarbetet är att hitta goda lösningar för vald järnvägssträckning så att samspelet mellan järnväg och landskap blir så bra som möjligt.

Även om detaljutformningen inte är färdigplanerad anges exempel på gestaltungsprinciper. Dessa kan handla om utformning av slänter, skärningar och bankar, indelning av områden efter olika behov av landskapsanpassning och hänsynstaganden med mera. Byggnadselement (som till exempel bullerplank och stödmurar), konstbyggnader (som till exempel broar och vägpassager) och platser/områden som bör utformas på ett särskilt vis ska lyftas ut och beskrivas.

5.1.2 Järnvägen i landskapet

Den nya järnvägen, som är en del av järnvägsbanan längs norrlandskusten, ska förbinda målpunkterna Sundsvall och Härnösand. Mellan dessa punkter är den effektivaste linjedragningen en rät linje. Hur stora avvikelser från den rätta linjen som kan accepteras bestäms av restidsmålet; under 30 minuter för persontrafiken och hastighetsmålet; över 250 km/h. Avvikelser bestäms också av landskapets förutsättningar, geometriska krav och ekonomi (Banverket, 2010).

I äldre tider lades järnvägen, av byggnadstekniska skäl, så att den följde landskapets huvudstrukturer (dalgångar med mera). Idag, när avståndet mellan målpunkterna är längre och kravet på kortast möjliga restid är uttalat, kan järnvägen inte längre lokaliseras på detta sätt (Banverket, 2010).

För att hastigheten på 250 km/tim ska kunna tillgodoses, med väl-mående resenärer, måste horisontal- och vertikalradierna vara stora (Banverket, 2010). Horisontalradien är en kurvas radie i sidled och vertikalradien är en stignings radie i höjddled, se kapitel 1.3.2. I detta fall är minimikravet på horisontalradien 2950 meter och kravet på vertikal-



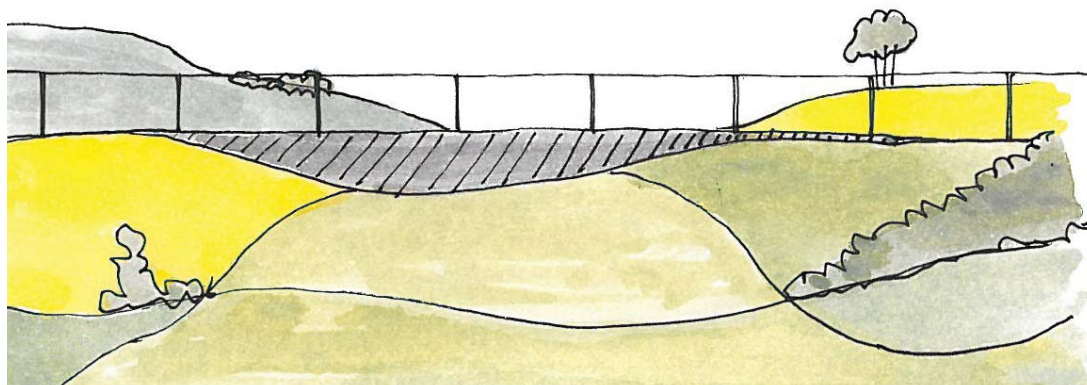
Figur 5.1.1 Fotomontage som visar exempel på landbro i landskapet. Exempel från Botniabanan.

radien 26500 meter. Persontrafiken klarar en lutning på maximalt 30 promille, medan godstågen klarar en lutning på maximalt 10 promille.

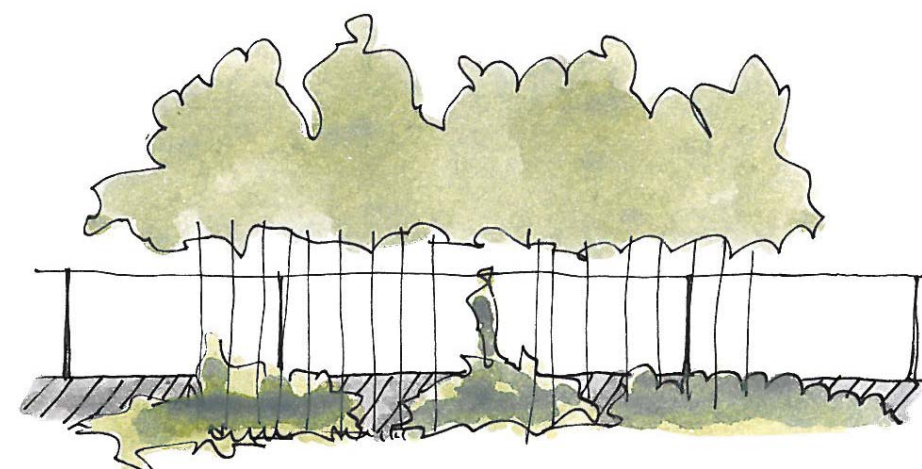
Med hastighetsmålen och de geometriska kraven blir järnvägen stel och svår att anpassa till det kuperade landskapet i utredningsområdet. Detta blir fallet vid exempelvis dalgången kring Hamstasjön där dalgång och omgivande höjder har stora höjdskillnader och avståndet mellan dessa är kort. Den stela järnvägen ska möta det omgivande landskapet med helt andra förutsättningar, och denna relation är avgörande för landskapsanpassningen (Banverket, 2010).

Vid passage av ett öppet landskapsrum, som till exempel ett odlingslandskap, blir järnvägen mer synlig och därmed mer framträdande än vid en passage i skogslandskapet, se figur 5.1.2 och 5.1.3. Hur det öppna

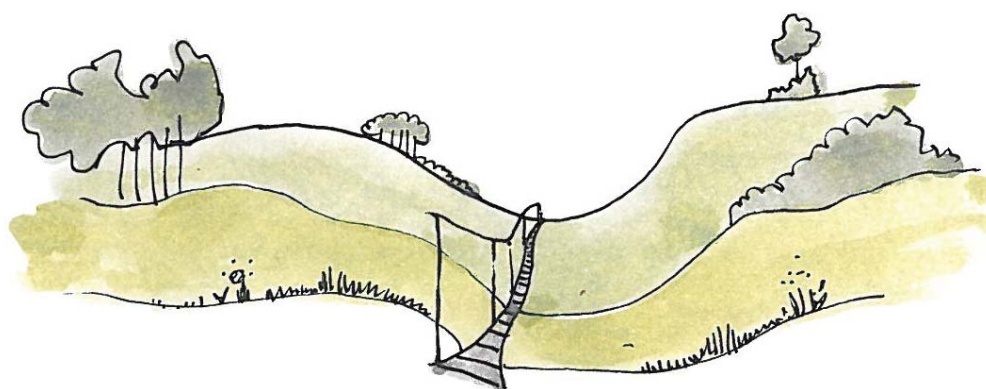
landskapsrummet passeras är avgörande för hur järnvägen uppfattas. Följer lokaliseringen av järnvägen rummets riktning, som till exempel en långsmal dalgång, verkar järnvägens linjeföring i harmoni med landskapets former och påverkan upplevs inte påtagligt störande, se figur 5.1.4. Korsar däremot järnvägen tvärs ett öppet landskapsrum strider linjedragningen mot rummets riktning och en visuell och fysisk barriärverkan uppstår, se figur 5.1.5. En hög bank medför ett större visuellt hinder än en låg bank, se figur 5.1.6 och 5.1.7. Vid passage tvärs en dalgång är det särskilt viktigt att minimera påverkan genom att välja landbro istället för bank. Detta eftersom en bro tillåter en viss landskapskontakt på båda sidor av bron, siktlinjer bevaras och landskapets riktning kan fortfarande uppfattas av en betraktare. Figur 5.1.1 är exempel på landbroar över öppna landskap och som medger visuellt kontakt på båda sidor av bron.



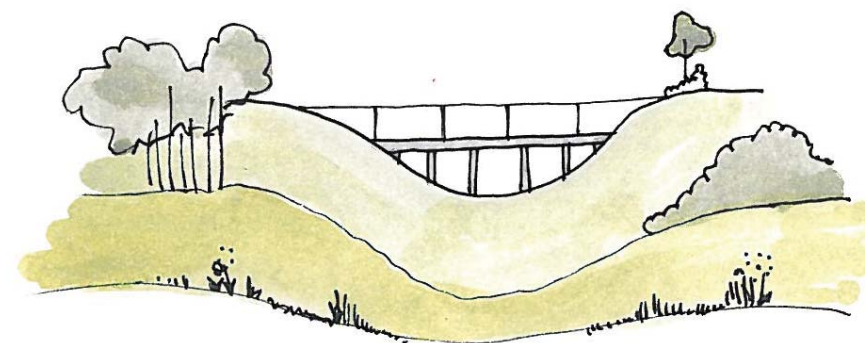
Figur 5.1.2 Öppet landskapsrum. Synlig järnväg.



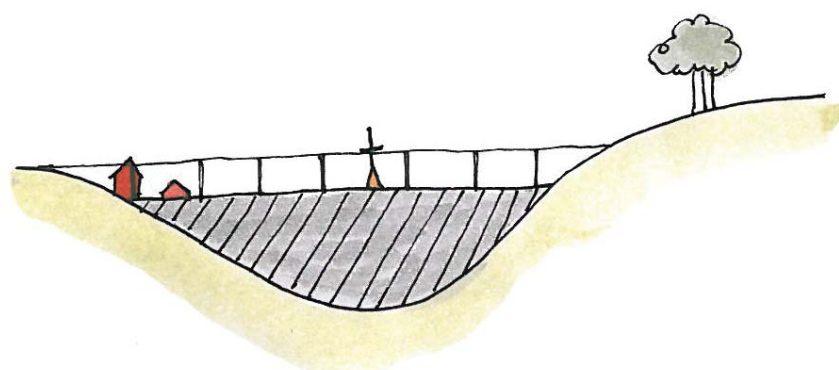
Figur 5.1.3 Skogslandskap. Dold järnväg.



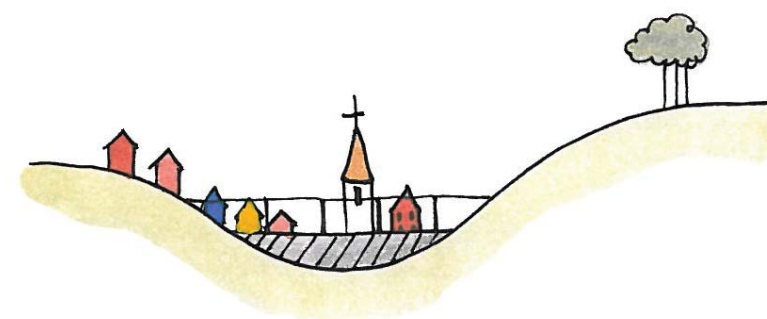
Figur 5.1.4 Järnvägen följer dalgångens riktning.



Figur 5.1.5 Järnvägen korsar tvärs dalgångens riktning.



Figur 5.1.6 En hög järnvägsbank döljer mycket/begränsar utblickar.



Figur 5.1.7 En låg järnvägsbank döljer mindre/medger utblickar.

Driftplatser, förbindelsepår, stationer och anslutningar

Längs med järnvägsspåret ska det finnas driftplatser (mötesstationer) med ett inbördes avstånd på cirka 8-12 km. Var tredje driftplats ska ha tre eller fler spår. Driftplatserna ska klara möten med 750 meter långa tåg, som kör in samtidigt. Lutningar inom driftplatsgränserna ska minimeras och växlar ska ligga i raka spår.

Förbindelsepår planeras i Bergsåker och Maland, men behandlas vidare i separata projekt. Både driftplatser och förbindelsepår tar stor plats i landskapet och därför är valet av plats särskilt viktigt för landskapsanpassningen.

Stationer ligger ofta lokaliserade i tätbebyggda områden där behovet och därmed tillgängligheten är som störst, vilket kan bli fallet i Timrå. Detta medför att det blir ett begränsat och snävt lokaliseringsutrymme för järnvägen med sin stela geometri. Således påverkar detta anpassningen till landskapets och stadens strukturer (Banverket, 2010). Särskilda krav ställs även på stationens utformning eftersom det rör sig många människor kring en järnvägsstation och det ska vara lätt att orientera sig. En eventuell ny station eller resecentrum i Timrå ska gestaltas med hög ambitionsnivå och utformas med hänsyn till omgivande arkitektur och förstärka Timrå kommuns identitet.

Ett nytt vägnät kommer att anläggas parallellt och i anslutning till järnvägen eftersom dels järnvägen och dels markägarnas marker behöver nås med bil. Planskilda korsningar med bilvägar, gång- och cykelvägar, skoterleder med mera medför, speciellt i flacka landskap, ofta stora ingrepp i landskapet såsom schakter och bankar. Nya kraftledningar behövs för att leverera ström till järnvägen och överskottsmassor används till att modellera landskapet. Järnvägen tar alltså mer mark i anspråk än endast järnvägsspåret (Banverket 2009).

5.2 Gestaltungsprinciper

5.2.1 Anpassa järnvägen till landskapet

Åtgärder vid anläggande av järnväg ska utföras medvetet och med omsorg, oavsett om det gäller nysträckning eller utbyggnad längs befintligt spår. Vald banteknisk standard ska anpassas till omgivande landskap (natur- och kulturlandskapets samt tätorters karaktär, skala, struktur och historiska/ekologiska sammanhang). Landskapsanpassningen ska i första hand sträva efter en anläggning i harmoni med landskapets karaktär, en "naturlig" järnväg. Skador ska begränsas och nyskapade miljöer ska samspela med omgivningen och ge positiva upplevelser för boende och personer som vistas i landskapet. Vid känsliga områden ges järnvägen en omsorgsfull och genomarbetad arkitektur. Då järnvägen ofrånkomligen blir ett dominerande element i landskapet, som till exempel i ett småskaligt jordbrukslandskap, är det av största vikt att stor omsorg läggs på gestaltningen.

5.2.2 Prioritering av insatser

Åtgärder för landskapsanpassning/gestaltning bör inte göras i lika hög grad på hela sträckan. Åtgärderna måste vara kostnadseffektiva och utföras där de gör bäst nytta. Följande prioriteringsordning föreslås gälla:

Hög estetisk bearbetningsgrad bör gälla i tätortsnära lägen där järnvägen är exponerad för många människor, där den är ett fysiskt närliggande objekt samt vid passage av särskilt värdefulla områden. En hög estetisk bearbetningsgrad innebär att slänter, skärningar och bankar så mycket som möjligt anpassas för att harmoniera med landskapet och att broar och andra anläggningar har en medveten gestaltning.

Hög estetisk bearbetningsgrad bör gälla vid:

- Passage förbi Selångersfjärden/Bergsåker
- Hulidalgängen-Hammal-Öråker
- Dalgången kring Hamstasjön
- Timrå
- Passage av Indalsälven
- Passage av Ljustorpsån/Lögdö bruk
- Krigsbyn/Sunnansjö
- Gådeåns dalgång



Figur 5.2.1 Järnvägen genom det småskaliga odlingslandskapet i Huli. Järnvägen förljer dalgångens riktning och smälter väl in i landskapet.



Figur 5.2.2 Järnvägen passerar skogslandskapet. Järnvägsbankarna är branta för att bevara mark. Låg estetisk bearbetningsgrad.



Figur 5.2.3 Slänten har planterats med buskar och träd. Hög estetisk bearbetningsgrad.



Figur 5.2.4 Hög estetisk bearbetningsgrad vad gäller brons utformning, material och ytskikt.



Figur 5.2.7 Hög estetisk bearbetningsgrad vad gäller gångbros/skidbros utformning, material och ytskikt.

Normal estetisk bearbetningsgrad bör gälla i lägen nära samhällen där järnvägen är exponerad för människor samt vid passage av värdefulla områden som vid sjöar och odlingsmarker med längre siktlinjer. En normal estetisk bearbetningsgrad innebär att slänter, skärningar och bankar så mycket som möjligt anpassas för att harmoniera med landskapet. Broar, passager och andra kringanläggningar ges en bearbetad gestaltning.

Normal estetisk bearbetningsgrad bör gälla vid:

- Passage över Bölesjön
- Passage förbi Storsjön
- Häggsjö vid Häggsjön och Sjövikens vid Öjesjön
- Antjärn/Tjärnsjö

Låg estetisk bearbetningsgrad bör gälla där järnvägen går i terräng som döljer järnvägen eller där den går i landskap som exponeras för ett mindre antal människor. En låg estetisk bearbetningsgrad innebär att slänter och bankar så mycket som möjligt anpassas till omgivande landskap men att större skärningar och bankar kan accepteras om nödvändigt för banans tekniska krav. Broar, passager och andra kringanläggningar ges en standardmässig bearbetning utifrån tekniska och funktionsmässiga krav.

Låg estetisk bearbetningsgrad bör gälla:

- När järnvägen går genom skogsmark



Figur 5.2.5 Hög estetisk bearbetningsgrad vad gäller brons och släntens utformning och material.



Figur 5.2.8 Låg estetisk bearbetningsgrad vad gäller vägport och slänter. Björksly växer snabbt upp ur bergkrossen.



Figur 5.2.6 Hög estetisk bearbetningsgrad vad gäller bropelare och brons utformning och material.



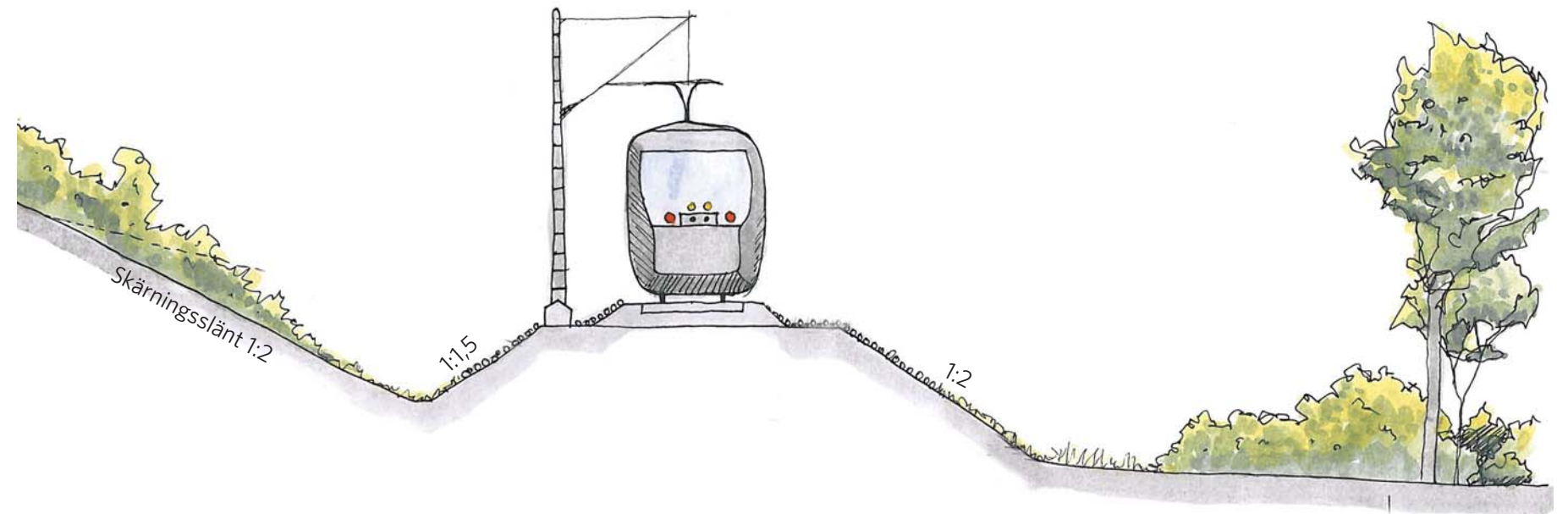
Figur 5.2.9 Falkenbergs station. Hög estetisk bearbetningsgrad vad gäller stationsbyggnad och vägport.

5.2.3 Riktlinjer

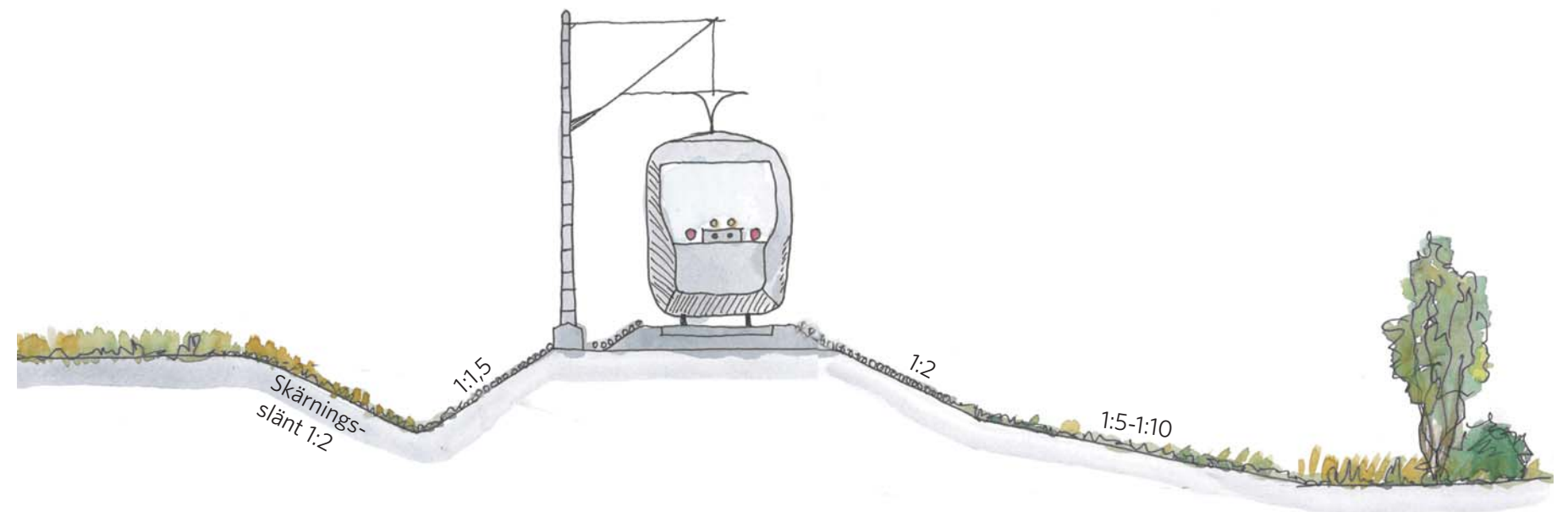
Slänter

Slänter är det som i största grad påverkar landskapet vid anläggande av ny järnväg. I ett kuperat landskap kan slänterna bli höga vid skärningar och bankar. Genom att göra slänterna flacka blir dominansen i landskapet mildare och skötseln av dem blir enklare. En flackare slänt tar dock mer mark i anspråk. I skogsmark kan bankar och skärningar göras branta, se figur 5.2.10. Här är det viktigare att bevara skogsmark än att dölja järnvägen. I öppna odlingsmarker, hag- och betesmarker, där järnvägen blir visuellt synlig, är det av stor vikt att järnvägens slänter görs flackare för att smälta in i landskapet. Flacka slänter kan också medföra att större areal kan återföras till markägaren och brukas av denne. Genom att variera slänthlutningen kan järnvägen anpassas till topografin, se figur 5.2.11 (Banverket 2009).

Vid flackare lutning i skärningar minskar behovet av erosionsskydd. Vid användning av bergkross som erosionsskydd i slänter hindras inväxning av gräs medan slyvegetation som björk, tall och al gynnas. Genom att istället använda ytjord, det vill säga avbaningsmassor från bygget, skapas en snabb etablering av gräs, örter och ris som konkurrerar med slyvegetationen och behovet av skötsel minskar. Viktigt här är att avbaningsmassorna skall vara från motsvarande omgivande vegetation. På öppen odlingsmark skall alltså inte massor från skogsmark användas. Fältskiktets rötter bidrar till att binda jorden och erosionsrisken minskar och skötseln förenklas. Detta förfarande används både i skärningsslänt och på bank (Banverket 2009).



Figur 5.2.10 Vid passage av skogsmark görs bankar och skärningsslänt med en lutning på 1:2. Detta för att spara så mycket befintlig vegetation som möjligt. Beklädnad av slänter i skogsmark görs generellt upp till 2 meter under RÖK (rälsöverkant) med avbaningsmassor från motsvarande omgivande vegetation.



Figur 5.2.11 Vid passage av öppen mark görs slänterna flackare och mer varierade, med en lutning på 1:5-1:10, för att minska intrycket av järnvägen. Beklädnad av slänter görs generellt upp till 2 meter under RÖK (rälsöverkant) med avbaningsmassor från motsvarande omgivande vegetation.

Tunnlar

I varierande grad går de olika korridorerna i tunnel. Järnväg i tunnel har fördelen att landskapspåverkan blir liten. Samtidigt blir resenärsupplevelsen begränsad. Det är viktigt hur in- och utgången i tunneln, s.k. tunnelpåslag, utformas. I skogsterräng kan den göras mer standardmässigt bearbetad medan det i lägen som är mer exponerade bör göras en medveten gestaltning. Figur 4.5.5 visar en övergång från landbro till tunnel och här har tunnelpåslaget kunnat göras i utförande med bergslän-ter med branta lutningar vilket minskar intrånget i landskapet.

Konstbyggnader

Broar

Broar är stora byggnadselement som ofta dominerar i landskapet. Genomarbetad formgivning och gestaltningskoncept kan medföra att broarna blir en del av landskapet och kan bidra till järnvägens identitet. Ett generellt mål bör vara en enhetlig utformning i projektet för att eftersträva helhet.

Förr var det en självklarhet att broar byggdes av det material som fanns i omgivningen, som stenar och trä, och en självklar koppling mellan bro och landskap uppstod. Idag, då broar byggs av stål och betong, finns inte denna tydliga koppling. För att få tillbaka den krävs andra metoder så som ytbearbetning för att få till en liknande landskapskoppling mellan bro och omgivning. Viktiga aspekter att ha i åtanke vid utformning av en bro som ska anpassas till ort och läge är: form, funktion, konstruktion, rum och symbolik (Banverket 2005).

Vid passage av järnvägen genom öppet landskap syns bron från långt håll och det är av största vikt att den estetiska utformningen av bron görs tilltalande för ögat så att den upplevs som något positivt i landskapet och en del av den totala landskapsupplevelsen. Faktorer som spelar in är: avstånd/längd, omgivande markförhållanden, topografi och närmiljön (Banverket 2005).



Figur 5.2.12 Exempel på falurött plank med genomsiktliga delar.



Figur 5.2.14 Exempel på naturfärgat plank på bro.



Figur 5.2.13 Exempel på bullervall och falurött plank.

I denna järnvägsutredning finns fyra passager av landskapsrum där järnvägsbroar är visuellt synliga från långt håll och som inte går att undvika. Här bör järnvägen ges en omsorgsfull och genomarbetad arkitektur:

- Passagen över dalgången vid Hamstasjön
- Passagen av Indalsälven
- Passagen av Ljustorpsån/Lögdö bruk
- Passage över Gådeåns dalgång

Beroende på vilken linjedragning som blir slutgiltig kan det tillkomma fler broar som kräver en medveten arkitektonisk bearbetning.

Övriga byggnadsverk

Bullerskydd

Bullerskyddsvallar är att föredra i första hand då de är mer beständiga och lättare kan integreras i landskapet än skärmar. En naturlig utformning som är anpassad till omgivande landskap skall eftersträvas vid utformning av bullerskyddsvallar.

Bullerskyddsskärmar utförs vid tätbebyggda områden och där utrymmet är begränsat. Skärmarna bör ges en omsorgsfull och genomarbetad arkitektur, se figur 5.2.13 och 5.2.14. Genomsiktliga skärmar, se figur 5.2.12, bör användas där skärmarna riskerar att bli en visuell barriär.

Stödmurar

I lägen med begränsat utrymme och där stora höjdskillnader behöver tas upp kan stödmurar vara aktuella. Stödmurar kan byggas i en mängd olika utföranden och material. Gabioner, prefabricerade eller platsgjutna betongelement, stålspontar eller murblock är exempel på stödmurar. Användandet av och val av material och utförande ska ha ett samband med den övriga gestaltningen och materialval. I tätortsnära lägen där stödmurarna är exponerade ska de ges en hög bearbetningsgrad.

Teknikhus

Teknikhus är mindre byggnader längs järnvägen som innehåller diverse tekniska funktioner, transformatorer och andra elanläggningar. Utformningen av dessa bör ha medveten gestaltning för att tillsammans med övriga gestaltade objekt på sträckan ge järnvägssträckan sitt eget uttryck. I exponerade lägen bör de ha en högre bearbetningsgrad.

Portar

Där järnvägen korsar vägar kan det bli aktuellt med vägportar. Ett exempel på en vägport med låg bearbetningsgrad och standardmässigt utförande finns i figur 5.2.8. I exponerade lägen bör en högre bearbetningsgrad gälla vad gäller vägportens materialval och utseende.



Figur 5.2.15 Exempel på gabionmur.