CHALMERS

Västlänken

Analys ur ett tekniskt och ekonomiskt perspektiv

Kandidatarbete inom Väg- och Vattenbyggnad

Linn Eriksson
Maritha Grek
Cecilia Norberg
Erik Olsson
Olof Sjöqvist
Alexander Spånglund

Institutionen för Bygg- och Miljöteknik
Avdelningen Geologi och Geoteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2012
Kandidatarbete grupp nr 45

Författarnas tack

Ett varmt tack vill vi rikta till vår handledare Gunnar Lannér som hjälpt och stöttat oss med sin eviga entusiasm. Vidare vill vi tacka Lars-Bertil Ekman på Göteborgs Stads stadsledningskontor, Bo Lindgren och Per Lerjefors på Trafikverket samt Claes Alén på Chalmers tekniska högskola för att ni tagit er tid och bidragit med värdefull information till rapporten.

Göteborg maj 2012
Chalmers tekniska högskola

Abstract

“Västsvenska paketet” is the name for several ongoing infrastructure projects in the Gothenburg region. The single largest part of this infrastructure investment is a railway tunnel called “Västlänken” under the center of Gothenburg. The purpose of this report is to describe and analyze “Västlänken” from a technical and an economical perspective. The technical part of the report focuses on the present conditions for the ability to construct a tunnel in Gothenburg, and the different route options investigated. The economical part of the report describes the economic factors affecting the choice of route, and how socio-economic benefits are valued. The report is also an interpretation of the economic decision making and how this has affected the basis of the project.

The ground in the center of Gothenburg consists mostly of great layers of clay but also of areas with bedrock and friction soil. The ground water balance in the city is heavily influenced by the existing buildings. The impact on the ground water level combined with the properties of the clay poses a major risk of subsidence. Where the tunnel passes from soil to bedrock, special measures for stabilization and sealing of the structure must be taken.

In the preliminary study presented by the Swedish Transport Administration there were six alternative routes. Four of these alternatives were selected to be investigated further in the railway study which provides a basis for the choice of route. The three route options the railway study found to be most accordant for the goal of the project are Korsvägen via Johannebergsgatan, Haga-Korsvägen via Älvstranden and Haga-Chalmers via Älvstranden. This report compares the three route options based on six areas: geology and geography, groundwater, construction methods and technical performance, the location of train stations, conflicts with existing buildings and cultural environment and the opportunities for future expansion. This comparison shows no significant differences between the three route options. The Swedish Traffic Authority's decision to choose Haga-Korsvägen via Älvstranden may be considered unjustified, especially considering the benefits of route Korsvägen via Johannebergsgatan.

The cost of constructing the chosen route option Haga-Korsvägen via Älvstranden is 20 billion SEK, which partly has been valued by the successive principle. The expenditure also includes an expansion of the railway between Gothenburg and Borås. The Swedish Traffic Authority’s current model estimates the benefits for Västlänken to 8.6 billion SEK resulting in a negative net present value ratio. In addition, further effects of labour-related region growth provide benefits of 8 billion SEK. Furthermore, a higher passenger growth rate than expected could contribute with more than 6 billion SEK. According to the traditional model the tunnel becomes unprofitable, but with these additions it might become profitable.

The socio-economics benefits for “Västlänken” were as for the similar projects Citytiunneln in Malmö and Citybanan in Stockholm negative in the initial stage of the projects. Since all projects are expected to be realized despite negative net present value ratio, it can be concluded that it is not sufficient to only look at technology and economics to justify the construction of the project. Decisions are also based on a political vision that goes beyond the perspectives of this report.

Sammanfattning

Västsvenska paketet är ett samlingsnamn för flertalet infrastrukturprojekt i Göteborgsregionen. Den största delen i denna infrastruktursatsning är en järnvägstunnel under centrala Göteborg, kallad Västlänken. Syftet med denna rapport är att ur ett tekniskt och ett ekonomiskt perspektiv beskriva och analysera Västlänken som projekt. Den tekniska delen av rapporten fokuserar på rådande förutsättningar för att anlägga en tunnel under centrala Göteborg samt på de olika sträckningsalternativen som utretts. Den ekonomiska delen beskriver de ekonomiska faktorer som påverkar valet av sträckning samt hur samhällsekonomiska nyttor värderas. Rapporten är även en tolkning av det ekonomiska beslutsunderlaget och hur detta har legat till grund för projektet.

Marken i centrala Göteborg utgörs till största del av mäktiga lager lera men även av områden med berg samt friktionsjord. Grundvattenbalansen i staden är starkt påverkad i och med den befintliga bebyggelsen. Påverkan på grundvattennivån tillsammans med lerans egenskaper innebär en stor risk för sättningar. Där tunneln övergår mellan jord och berg krävs speciella åtgärder beträffande stabilisering och tätning av konstruktionen.

I Trafikverkets förstudie fanns sex alternativ för projektets sträckning. Av dessa sex alternativ togs fyra vidare till järnvägsutredningen vilken utgör en grund för beslut av Västlänkens sträckning. De tre sträckningsalternativ som i järnvägsutredningen bedömts uppfylla projektets målsättningar till störst grad är Korsvägen via Johannebergsgatan, Haga-Korsvägen via Älvstranden och Haga-Chalmers via Älvstranden. I denna rapport jämförs dessa tre sträckningsalternativ utifrån sex områden; geologi och geografi, grundvatten, anläggningsmetoder och tekniskt genomförande, stationslägen, konflikter med befintlig bebyggelse och kulturmiljö samt möjlighet till framtida utbyggnad. I denna jämförelse framgår ingen betydande skillnad mellan de tre sträckningsalternativen. Trafikverkets beslut att välja Haga-Korsvägen via Älvstranden kan därför utifrån jämförelsens perspektiv anses vara omotiverat, speciellt med hänsyn till de fördelar som sträckningsalternativ Korsvägen via Johannebergsgatan uppvisar.

Kostnaden för att anlägga Västlänken via Haga-Korsvägen är 20 miljarder kronor, vilket delvis har värderats med den Successiva metoden. I kostnaden ingår även en utbyggd järnväg mellan Göteborg och Borås. Nyttan är enligt Trafikverkets nuvarande modell beräknad till 8,6 miljarder kronor vilket ger en negativ nettonuvärdeskvot. Utöver detta kan ytterligare effekter av arbetsmarknadsrelaterad regionförstoring bidra med nyttor på 8 miljarder kronor. Dessutom kan en högre resandetillväxt än kalkylerat bidra med ytterligare minst 6 miljarder kronor. Enligt den traditionella modellen blir tunneln olönsam men med de ovan nämnda tilläggen kan den bli lönsam.

Nyttan för Västlänkens var liksom för Citytunnel i Malmö och Citybanan i Stockholm negativ i planeringsskedet. Då alla projekten förväntas genomföras räcker det alltså inte med att endast titta på teknik och ekonomi för att kunna motivera byggnation. Besluten grundar sig också på en politisk vision som är mer omfattande än perspektiven i denna rapport.

Innehållsförteckning

Författarnas tack

Abstract

Sammanfattning

Innehållsförteckning

1 Inledning 1

1.1 Syfte 1

1.1.1 Delsyfte teknik 1

1.1.2 Delsyfte ekonomi 1

1.2 Avgränsningar 1

1.2.1 Avgränsningar teknik 2

1.2.2 Avgränsningar ekonomi 2

1.3 Metod 2

1.4 Rapportens disposition 2

2 Planeringsprocessen 4

2.1 Allmänt 4

2.2 Samråd 5

2.3 Idéskede 5

2.4 Förstudie 5

2.5 Järnvägsutredning 6

2.6 Järnvägsplanen 6

2.7 Bygghandling 6

2.8 Planeringsprocessen för Västlänken 6

3 Mål 8

3.1 Nationella miljö- och transportmål och lagar 8

3.2 Mål för regional och lokal utveckling 9

3.3 Projektmål 10

4 Förutsättningar för tunnelbyggnad i Göteborg 12

4.1 Geologiska förutsättningar 13

4.1.1 Lera 13

4.1.2 Fyllning 14

4.1.3 Friktionsjord 14

4.1.4 Berg 14

4.1.5 Geologiska undersökningar ... 15
4.2 Geohydrologiska förutsättningar ... 15
4.2.1 Tunnelbyggets påverkan på grundvatten ... 15
4.2.1.1 Grundvatten och bergtunnlar ... 16
4.2.1.2 Grundvatten och jordtunnlar ... 16
4.2.1.3 Förhöjda vattennivåer ... 17
4.2.2 Sättningar ... 17
4.2.3 Geohydrologiska undersökningar ... 17
4.3 Bebyggelse och ledningar ... 18
5 Metoder för anläggande av tunnel ... 19
5.1 Anläggning av tunnel i berg ... 19
5.1.1 Drill and blast ... 19
5.1.2 TBM i berg ... 20
5.1.3 Störningar i stadsmiljön vid anläggande av tunneln i berg ... 20
5.2 Anläggning av tunnel i jord ... 20
5.2.1 Cut and cover ... 21
5.2.1.1 Cut and cover i stadsmiljö ... 21
5.2.1.2 Slitsmurar ... 22
5.2.2 TBM i jord ... 22
5.2.3 Pressning ... 23
5.2.4 Störningar i stadsmiljön vid anläggande av tunneln i jord ... 23
5.3 Övergångar mellan bergtunnel och jordtunnel ... 24
6 Västlänkens sträckningsalternativ och Förstärkningsalternativet ... 25
7 Analys av sträckningsalternativ ... 27
7.1 Korsvägen via Johannebergsgatan ... 27
7.1.1 Geologi och geografi ... 27
7.1.2 Grundvatten ... 28
7.1.3 Stationslägen ... 29
7.1.4 Anläggningsmetod och tekniskt genomförande ... 29
7.1.5 Konflikter med befintlig bebyggelse och kulturmiljö ... 29
7.1.6 Möjlighet till framtida utbyggnad ... 30
7.2 Haga-Korsvägen via Älvstranden ... 31
7.2.1 Geologi och geografi ... 31

7.2.2 Grundvatten ... 33
7.2.3 Stationslägen ... 33
7.2.4 Anläggningsmetod och tekniskt genomförande ... 34
7.2.5 Konflikter med befintlig bebyggelse och kulturmiljö ... 34
7.2.6 Möjlighet till framtida utbyggnad ... 35
7.3 Haga-Chalmers via Älvstranden ... 36
7.3.1 Geologi och geografi ... 36
7.3.2 Grundvatten ... 37
7.3.3 Stationslägen ... 37
7.3.4 Anläggningsmetod och tekniskt genomförande ... 37
7.3.5 Konflikter med befintlig bebyggelse och kulturmiljö ... 38
7.3.6 Möjlighet till framtida utbyggnad ... 38
7.4 Sammanfattning av jämförelse ... 39
8 Sträckningarnas måluppfyllelse enligt järnvägsutredningen ... 40
8.1 Uppfyllelse av transportpolitiska mål ... 40
8.2 Uppfyllelse av nationella miljömål ... 40
8.3 Uppfyllelse av projektmål ... 41
9 Remissvar ... 42
10 Samhällsekonomi ... 44
10.1 Samhällsekonomisk nytta ... 44
10.2 Skillnaden på samhällsekonomisk kalkyl och bedömning ... 44
10.3 Kalkyl- och analysmetoder ... 46
10.3.1 Successiva metoden ... 46
10.3.2 Sampers-Samkalk ... 49
10.3.3 Samlok ... 49
10.4 Nettonuvärdeskvot ... 50
11 Beräknad anläggningskostnad för Västlänksalternativen ... 51
11.1 Haga-Korsvägen ... 53
11.2 Haga-Chalmers ... 54
11.3 Korsvägen ... 55
11.4 Förstärkningsalternativet ... 56
12 Västlänkens samhällsekonomiska bedömning ... 58
12.1 Lönsamhet för de olika alternativen ... 61

12.2 Känslighetsanalys för Västlänken ... 62
12.2.1 10 minuters turtäthet ... 62
12.2.2 Resande enligt målbilden K2020 ... 63
12.2.3 Anläggningskostnader i extremfall ... 63
12.2.4 Ökande resandetillväxt ... 64
12.2.5 Sammanfattning av känslighetsanalysen ... 64
12.3 Kritik från Riksrevisionen mot samhällsekonomiska kalkyler ... 64
13 Största osäkerheterna i bedömningen ... 65
13.1 Besparingsmöjligheter ... 66
14 Regionala och nationella utvecklingseffekter ... 68
14.1 Utvecklingseffekter för Västlänken ... 68
14.2 Götalandsbanan ... 69
15 Jämförelse av de samhällsekonomiska kalkylerna med Citybanans och Citytunnelns ... 70
15.1 Citybanan ... 70
15.1.1 Bakgrund ... 70
15.1.2 Val av sträckning ... 70
15.1.3 Förutsättningar och fakta ... 71
15.1.4 Revidering av kalkyl ... 72
15.2 Citytunneln ... 73
15.2.1 Färdigställande av Citytunneln ... 73
15.2.2 Kalkylresultat ... 74
15.2.3 Osäkerheter i kalkylen ... 75
15.3 Jämförelse ... 75
16 Politik ... 77
17 Diskussion ... 78
17.1 Diskussion av Västlänken ur ett tekniskt perspektiv ... 78
17.1.1 Geologi och geografi ... 78
17.1.2 Grundvatten ... 79
17.1.3 Anläggningsmetoder och tekniskt genomförande ... 79
17.1.4 Stationslägen ... 80
17.1.5 Möjlighet till framtida utbyggnad ... 80
17.1.6 Konflikt med befintlig bebyggelse och kulturmiljö ... 81
17.1.7 Tidigare erfarenheter från liknande projekt och från äldre projekt i Göteborg ... 82

17.1.7.1 Optimism och tilltro till problemlösning 82
17.1.8 Är den valda sträckningen den mest lämpliga ur ett tekniskt perspektiv? 83
17.2 Diskussion av Västlänken ur ett ekonomiskt perspektiv 84
17.2.1 Samhällsekonomi 84
17.2.2 Utvecklingseffekter 86
17.2.3 Jämförelse 86
17.2.4 Bör Västlänken byggas? 87
18 Slutsatser 88
Litteraturförteckning 90
Figur- och tabellförteckning 94

1 Inledning

Som landets näst största stad och med Skandinaviens största hamn utgör Göteborg idag navet i Västsveriges infrastrukturnät. Göteborgsregionen växer ständigt och för att möta framtida behov och visioner behöver kollektivtrafiken utvecklas för att tillgodose en robust och hållbar infrastruktur. Detta kommer till viss del att införlivas i och med Västsvenska paketet, en infrastruktursatsning på 34 miljarder som finansieras statligt och regionalt. En stor del av denna satsning utgörs av Västlänken, en tågtunnel under centrala Göteborg som ska tillåta genomgående pendeltrafik och därigenom avlasta säckstationen vid Göteborg Central. Västlänken ska, tillsammans med övriga lösningar i det Västsvenska paketet, på ett ekologiskt, ekonomiskt och socialt hållbart sätt bidra till bättre pendlingsmöjligheter och ökad tillgänglighet.

1.1 Syfte

Syftet med arbetet är att studera Västlänken utifrån ett tekniskt respektive ett ekonomiskt perspektiv utifrån nedanstående delsyften.

1.1.1 Delsyfte teknik

Syftet är att ge en redogörelse av tekniska förhållanden och förutsättningar för val av sträckning samt för byggandet av Västlänken. Konsekvenser av sträckningsalternativ ska ställas mot varandra och jämföras utifrån ett tekniskt perspektiv. Rapporten syftar till att skapa en bild av hur tekniska faktorer har legat till grund i valet av Västlänkens sträckning.

1.1.2 Delsyfte ekonomi

Syftet är att undersöka till vilken grad ekonomin har påverkat valet av sträckning för Västlänken. Vidare är syftet också att undersöka vilka kalkylmodeller som brukats och hur de används för att beräkna lönsamheten. Syftet är också att undersöka vilka parametrar som ingår i den samhällsekonomiska kalkylen och bedömningen samt hur infrastrukturprojektet motiveras av beslutsfattare.

1.2 Avgränsningar

Västlänken är den största delen i infrastrukturprojektet Västsvenska paketet. I denna rapport undersöks endast Västlänken och dess tekniska förutsättningar samt ekonomiska aspekter. För att följa rapportens övriga disposition har vi valt att även dela upp övriga avgränsningar i två delar rörande teknik samt ekonomi.

1.2.1 Avgränsningar teknik

Fokus kommer att ligga på byggskedet och ej driftskedet. Tekniska faktorer som berör tunneln i drift behandlas ej utan endast de förutsättningar och faktorer som kan vara alternativskiljande i valet av Västlänkens sträckning. Rapporten lägger stor vikt vid de geologiska, geohydrologiska och geografiska förutsättningar som råder för anläggande av tunnel i Göteborg. De sträckningsalternativ som mer ingående jämförs och analyseras är de som i Trafikverkets järnvägsutredning av Västlänken bedömts vara de mest relevanta.

1.2.2 Avgränsningar ekonomi

Västlänken är den största delen infrastrukturprojektet Västsvenska paketet. Undersökningen begränsas dock till att endast behandla Västlänkens ekonomiska aspekter. I en samhällsekonomisk kalkyl beräknas nyttor som positiva effekter av ett projekt. Vissa av dessa nyttor går att kvantifiera. Vi har valt att inte undersöka hur nyttorna kvantifieras på en djupare nivå, då detta är mycket komplex och tidskrävande.

Rapporten är ingen jämförelse mellan olika kalkylmodeller varför endast modeller som använts vid beräkning av Västlänken, Citytunneln och Citybanan beskrivits. Beskrivning av de parametrar som brukar benämnas mjuka sker på en djupare nivå. Även om de mjuka parametrarna är faktorer som ligger till grund för beslut är resultaten svåra att tolka då alla inte är kvantifierbara.

Jämförelsen mellan Västlänken, Citybana och Citytunneln är endast övergripande för att undersöka likheter och skillnader i kalkylresultat. Det sker ingen granskning av finansieringen eller vad en förhöjd kostnad kommer att leda till.

1.3 Metod

För att kunna besvara rapportens syften har en stor mängd information samlats in och bearbetats. I huvudsak har rapporten baserats på de underlagsrapporter Banverket och Trafikverket tagit fram under Västlänkens järnvägsutredning. Informationen har även hämtats från officiella dokument angående Västlänken, intervjuer och e-postkontakt med insatta personer inom berörda områden samt internetsidor och andra rapporter. Informationen kommer övervägande från källor som inte är helt oberoende i förhållande till Västlänken. Dock bör tilläggas att endast Banverket har tagit fram utförlig information om teknik och ekonomi som direkt anknyter till Västlänken.

1.4 Rapportens disposition

Kapitel 2 och 3 beskriver Västlänken generellt genom att presentera planeringsprocessen och målsättningar. Rapporten är därefter uppdelad i två delstudier. I kapitel 4 till 9 behandlas teknikdelen som redogör för förutsättningar och anläggningsmetoder för att bygga en tunnel i Göteborg samt analys av olika sträckningsalternativ. I kapitel 10 till 16 behandlas

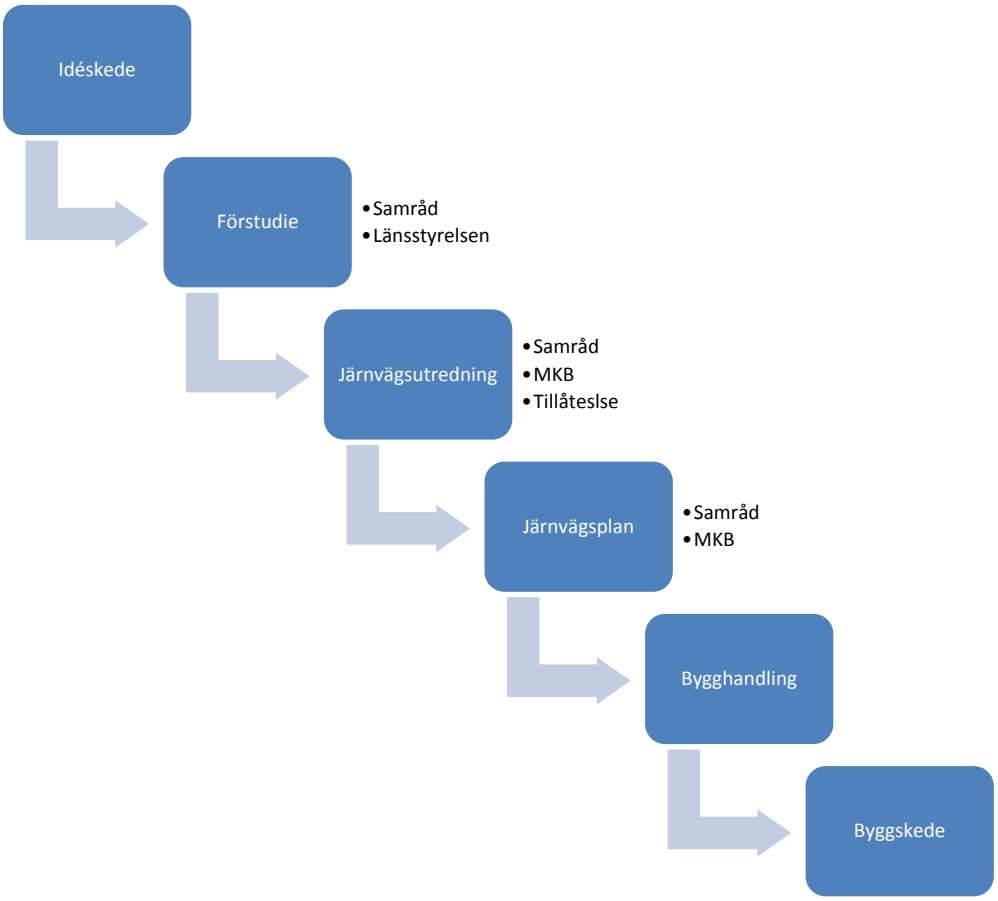
ekonomidelen i vilken den samhällsekonomiska bedömningen för Västlänksalternativen studeras. Effekterna av en regionförstoring betraktas och en övergripande jämförelse av kalkylerna för projekten Västlänken, Citybanan och Citytunneln utförs. Vidare behandlas politiken kring projektet i kapitel 16. Därefter diskuteras respektive delstudie i två separata diskussioner i kapitel 17, följt av slutsatser.

2 Planeringsprocessen

2.1 Allmänt

För att en ny väg eller järnväg ska kunna byggas krävs en strukturerad planeringsprocess, se figur 1 (Trafikverket, 2012). Tillvägagångssättet utförs enligt en standardstruktur som används av Trafikverket. Planeringsprocessen består av flera olika delar i följande ordning: idéskede, förstudie, väg- eller järnvägsutredning och arbets- eller järnvägsplan.

Att gå från idé till färdig väg eller järnväg är en tidsödande process som kan ta flera år beroende på storleken av projektet (Trafikverket, 2012). Planeringsprocessen regleras av flera lagar såsom lagen om byggande av järnväg, väglagen och miljöbalken. Lagarnas funktion är att minimera påverkan av ett projekt på närboende och miljö men även att säkerställa att projektets ändamål uppfylls och att dess budget hålls inom givna ramar.



Figur 1 Schematisk beskrivning av planeringsprocessen efter inspiration från (Trafikverket, 2012)

2.2 Samråd

För att ge enskilda och allmänna intressen möjlighet att påverka beslutsprocessen anordnas flera tillfällen för samråd under planeringsprocessens gång (Trafikverket, 2012). I samrådet diskuteras projektet och möjlighet ges att påverka utformningen, sträckningen samt miljökonsekvensbeskrivningen av projektet. Samråd utförs i samband med förstudien, järnvägsutredningen samt järnvägsplanen. I större projekt som kan medföra stor miljöpåverkan ska ett samråd med utökad krets utföras.

2.3 Idéskede

Idéskedet är första steget i planeringsprocessen och här identifieras och diskuteras potentiella problem och möjligheter (Banverket; Tyrens Infrakonsult AB, 2001). Till problemen tas åtgärder fram där tidsperspektivet kan variera, kort, mellan och långt sikt. Åtgärderna är dock bara principlösningar och ser inte till huruvida alternativen är tekniskt genomförbara. Idéstudien är inte lagstyrd till skillnad från de efterföljande stegen i planeringsprocessen

2.4 Förstudie

I förstudien tas tänkbara åtgärder upp och analyseras för att utreda vilka som är genomförbara och vilka potentiella effekter de kan medföra i framtiden (Trafikverket, 2012). Om en idé inte anses genomförbar tas den bort som eventuell åtgärdslösning. Förstudien är tänkt att vara ett samspel mellan järnvägsplanering, miljölagstiftning och övrig samhällsplanering. I förstudien ingår att föra en dialog med berörda parter såsom länsstyrelser, kommuner, intresseorganisationer och enskilda intressenter för att samråda om planeringen och förankra projektet.

Vid mindre väg- och järnvägsprojekt övergår processen direkt från förstudie till planering utan krav på godkännande från regeringen. Projekt som kan innebära betydande miljöpåverkan behöver däremot tillåtlighetsprövas av regeringen. Större projekt kan till exempelvis innebära nybyggnad av järnväg längre än 5 kilometer, anläggning av motortrafikleder samt fyrfältsvägar längre än 10 kilometer.

Om förstudien resulterar i att inget alternativ uppfyller de uppsatta målen kan projektet läggas ner. I de fall rimliga alternativ finns resulterar förstudien i rekommendationer för ytterligare utredningar i ett senare planeringsskede.

2.5 Järnvägsutredning

Om åtgärdsalternativen i förstudien rekommenderas tas projektet vidare till en järnvägsutredning (Banverket, 2007b). I järnvägsutredningen utvärderas och analyseras lösningarna ytterligare för att få ett så bra underlag till beslut som möjligt. Normalt finns även ett nollalternativ vilket innebär att inga åtgärder vidtas. I underlaget ska det framgå vilket geografiskt område som ska tas i anspråk. En miljökonsekvensbeskrivning upprättas och ska godkännas av länsstyrelsen. Ett projekt kan ha flera lösningsalternativ men om endast ett finns kan projektet gå direkt från förstudie till arbets- eller järnvägsplan. Det alternativ som väljs i järnvägsutredningen måste ha regeringens tillåtlighet enligt miljöbalken kapitel 17. Ytterligare samråd hålls med berörda parter och resultaten av samråden väger tungt i regeringens tillåtlighetsprövning.

2.6 Järnvägsplanen

I järnvägsplanen fastställs banans utformning och sträckning samt vilken mark och vilka fastigheter som berörs (Trafikverket, 2012). I järnvägsplanen ska genomförandet av den valda lösningen fastställas detaljerat. En miljökonsekvensbeskrivning ska upprättas och godkännas av länsstyrelsen. När järnvägsplanen är färdig kommer tid att ges till eventuella överklaganden. Likt processen i förstudien och järnvägsplanen fördes även samråd mellan sakägare, myndigheter och intressenter. I större projekt brukar utställningar om projektet hållas för berörda och allmänheten.

2.7 Bygghandling

I det slutliga steget i planeringsprocessen bearbetas projektets tekniska utformning (Trafikverket, 2012). Det är viktigt att bygghandlingen överensstämmer med tidigare beslut i järnvägsplanen. Endast mindre avvikelser från järnvägsplanen godkänns och om större ändringar sker kan planen revideras.

2.8 Planeringsprocessen för Västlänken

Idéstudien för Västlänken utfördes under 2001 och syftet med den var att ta fram möjliga åtgärder för att lösa problemen med kapacitetsbegränsningarna vid Göteborgs Central (Trafikverket, 2012). Eventuella åtgärder på kort sikt, medellång sikt och lång sikt diskuterades. Göteborgs Central är en så kallad säckstation där all tågtrafik måste åka in till stationen för att sedan vända, detta ger upphov till en flaskhals vad gäller kapacitet och effektivitet i systemet.

Förstudien utfördes under 2001 till 2002 i samråd med Banverket (nuvarande Trafikverket), Göteborgs stad, Göteborgsregionens kommunalförbund, Västtrafik samt Västra Götalandsregionen. Fem sträckningsalternativ för Västlänken togs vidare (för redogörelse av sträckningsalternativen, se kapitel 6 och 7). Under 2004 till 2006 genomfördes

järnvägsutredningen i samverkan med samtliga instanser som deltog i förstudien. Ett flertal underlagsrapporter inom specifika områden ligger till grund för järnvägsutredningen, vilken ställdes ut under 2006. Järnvägsutredningen och miljökonsekvensbeskrivningen remissbehandlades och skickades till ett trettiotal instanser. I remissvaren ställde sig samtliga instanser utom en, Statens institut för kommunikationsanalys (nedlagt sedan 2010), positiva till byggandet av Västlänken.

Med järnvägsutredningen och remissvar som grund fattade Banverket år 2007 beslut om att Västlänken fortsatt ska utredas och byggas enligt sträckningsalternativet Haga-Korsvägen via Älvstranden (för presentation av sträckningarna, se kapitel 7). Innan det fortsatta arbetet i form av järnvägsplanen kan fortskrida måste den valda lösningen godkännas av regeringen i en tillåtlighetsprövning. I skrivande stund har regeringen ännu inte gett sitt godkännande men upphandling inför arbetet med järnvägsplanen pågår sedan 2011. Fram till runt år 2018- 2019 ska arbete med tillåtlighetsprövning, järnvägsplan, systemhandling och bygghandlingar ske. Anläggandet av tunneln inklusive förberedande arbete och järnvägsarbete beräknas ta ytterligare nio till tio år. Som tidigast väntas Västlänken stå klar 2027.

3 Mål

Västlänken har tagits fram som en del av en lösning på den rådande problematiska trafiksituationen i Göteborg och Västsverige men också för att den nuvarande och den framtida infrastruktursituationen i staden och regionen ska vara hållbar och konkurrenskraftig (Banverket, 2006c). Hela projektets existens och slutliga utformning avgörs av en rad målsättningar samt regelverk, på allt ifrån nationell till regional och lokal nivå. Specifika projektmål framtagna av Trafikverket definierar själva Västlänken och kompletterar de övergripande målen.

3.1 Nationella miljö- och transportmål och lagar

Ett infrastrukturprojekt av denna skala skall bidra till uppfyllelse av landets trafikpolitiska mål samt de nationella miljömålen (Banverket, 2006e). Det övergripande trafikpolitiska målet är ”*att säkerställa en samhällsekonomiskt effektiv och långsiktigt hållbar transportförsörjning för medborgarna och näringslivet i hela landet*” och åskådliggörs mer konkret genom delmålen:

- Tillgängligt transportsystem
- Hög transportkvalitet
- Säker trafik
- God miljö
- Positiv regional utveckling
- Jämställt transportsystem

Västlänken berörs i allra högsta grad av dessa mål och skall bidra till att uppfylla samtliga. Vad gäller de sexton nationella miljömålen är åtta av dem relevanta att beakta i samband med Västlänken:

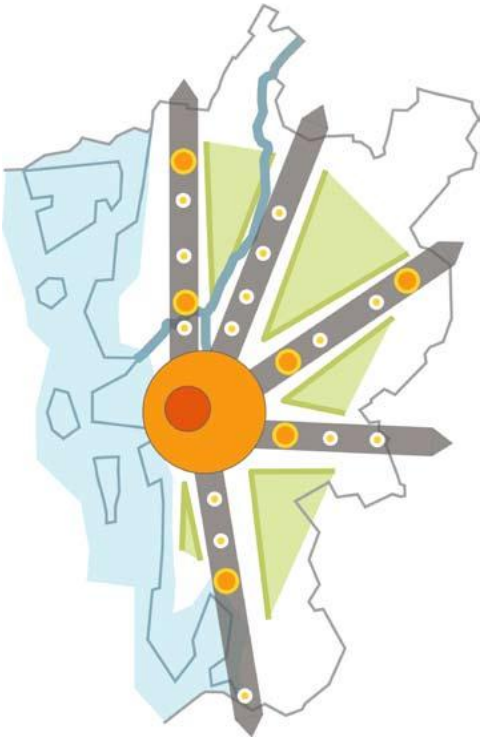
- Begränsad klimatpåverkan
- Frisk luft
- Bara naturlig försurning
- Ingen övergödning
- Levande sjöar och vattendrag
- Giftfri miljö
- Säker strålmiljö
- God bebyggd miljö

Även regelverk i form av lagen om byggande av järnväg och miljöbalken påverkar Västlänken. I den förstnämnda behandlas frågor som estetisk utformning och hänsyn till stads- och landskapsbild samt natur- och kulturvärden. I miljöbalken finns allmänna hänsynsregler vilket reglerar det ansvar som är knutet till planering och genomförande

beträffande projekt av Västlänkens omfattning. Dessutom finns bestämmelser om hushållning med mark och vatten samt skydd av områden med riksintresse, såsom kulturminnesmiljöer. Natura 2000, som behandlar skydd av viktiga och känsliga ekologiska miljöer, och miljökvalitetsnormer finns också i miljöbalken.

3.2 Mål för regional och lokal utveckling

I Västra Götalandsregionens vision ”Det goda livet” som antogs 2005, lyfts en hållbar och säker infrastruktur fram som avgörande för såväl regionens som hela landets näringslivsutveckling. Därmed är ett projekt som Västlänken av mycket stort intresse i denna vision (Banverket, 2006c). I Göteborgs Stads översiktsplan ska stadsutvecklingen vara ekologiskt, ekonomiskt och socialt hållbar. En förutsättning för att uppnå detta är goda kommunikationer, något som hindras av de kapacitetsbegränsningar som Göteborgs säckstation ger upphov till. Samtidigt har Västtrafik som målsättning att verka för att förbättra möjligheterna till längre resor inom hela Västra Götaland och tågtrafik utgör en stor del av Västtrafiks målbild. Regionen, och även städer utanför den, har intresse av goda kommunikationsmöjligheter i hela regionen, där Göteborg som största stad utgör navet.



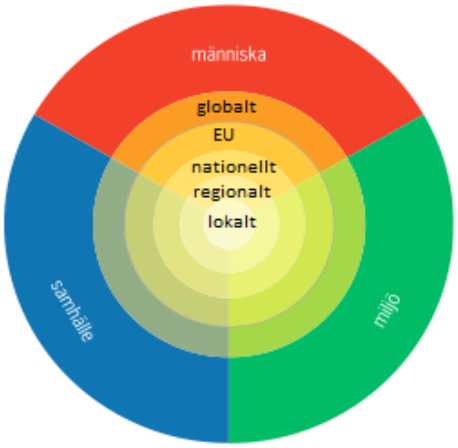
Figur 2 Göteborgsregionens strukturbild över huvudtrafikstråk (Göteborgsregionens kommunalförbund, 2008)

Västlänken ses tillsammans med utbyggnad av pendel- och regiontågrafiken till Alingsås/Skövde, Uddevalla, Trollhättan, Varberg och Borås, som en mycket viktig bidragande faktor i skapandet och utvecklandet av den regionstruktur som Göteborgsregionen strävar efter för långsiktig hållbarhet (Göteborgsregionens kommunalförbund, 2008). Huvudstråken för kommunikation, framförallt ovan nämnda tågtrafik, utgör ryggraden kring vilken regionen ska kunna utvecklas och förstoras.

Överlag är biltrafik i dagsläget dominerande i Göteborg med omnejd, vilket inte långsiktigt kan bidra till att de nationella miljömålen uppnås (Banverket, 2006c). Länsstyrelsen i Västra Götaland har utifrån miljömålen, vilka ingår i Göteborgs Stads översiktsplan, tagit fram mät- och beräkningsbara indikationer för att en tydlig uppföljning av målen skall vara möjlig. Konkreta handlingsplaner finns och förbättring av järnvägen i regionen ses som en investering med hög prioritet.

3.3 Projektmål

Grundat på ovan nämnda mål, krav och regelverk har ett för Västlänken specifikt projektmål formulerats (Banverket, 2006c). Det lyder: ”*Västlänken ska bidra till en hållbar tillväxt i landet genom att fler resor och transporter kan ske på järnväg*”. Detta projektmål bygger på tre dimensioner vilka utgörs av människa, samhälle och miljö samt en geografisk dimension från lokal till global nivå.



Figur 3 Dimensioner för Västlänkens projektmål (Banverket, 2006c)

Projektmålet finns ytterligare preciserat utifrån de tre perspektiven människa, samhälle och miljö och det är dessa förhållningspunkter som har fungerat som grund för valet av Västlänkens sträckning.

Delprojektmålen utifrån perspektivet ”människa”:

- Tilltalande stationer
- God säkerhet
- Hög tillgänglighet för alla
- Minsta möjliga trafikstörningar under byggskedet
- Bättre jämställdhet och jämlikhet
- Tät och flexibel trafikering
- Korta restider
- Möjligt att utan byte nå regionalt betydelsefulla platser i Göteborg
- Goda bytesmöjligheter

Delprojektmålen utifrån perspektivet ”samhälle”:

- Positiv regional utveckling
- Positiv stadsutveckling
- Effektiv markanvändning
- Framtida utbyggnadsmöjligheter
- Minsta möjliga störningar för näringsidkare under byggskedet
- Hög kapacitet för persontrafiken
- Ökad andel resande på järnväg
- Goda möjligheter för godstrafik under dagtid
- Robust transportsystem i Göteborgsregionen
- Samhällsekonomisk lönsamhet

Delprojektmålen utifrån perspektivet ”miljö”:

- Stadsmiljön värnas och utvecklas
- Minskade luftutsläpp och minskad förbrukning av naturresurser
- Mycket liten påverkan på omgivningen
- Minsta möjliga påverkan på omgivningen under byggtiden
- Låg risk för skador på liv och egendom

4 Förutsättningar för tunnelbyggnad i Göteborg

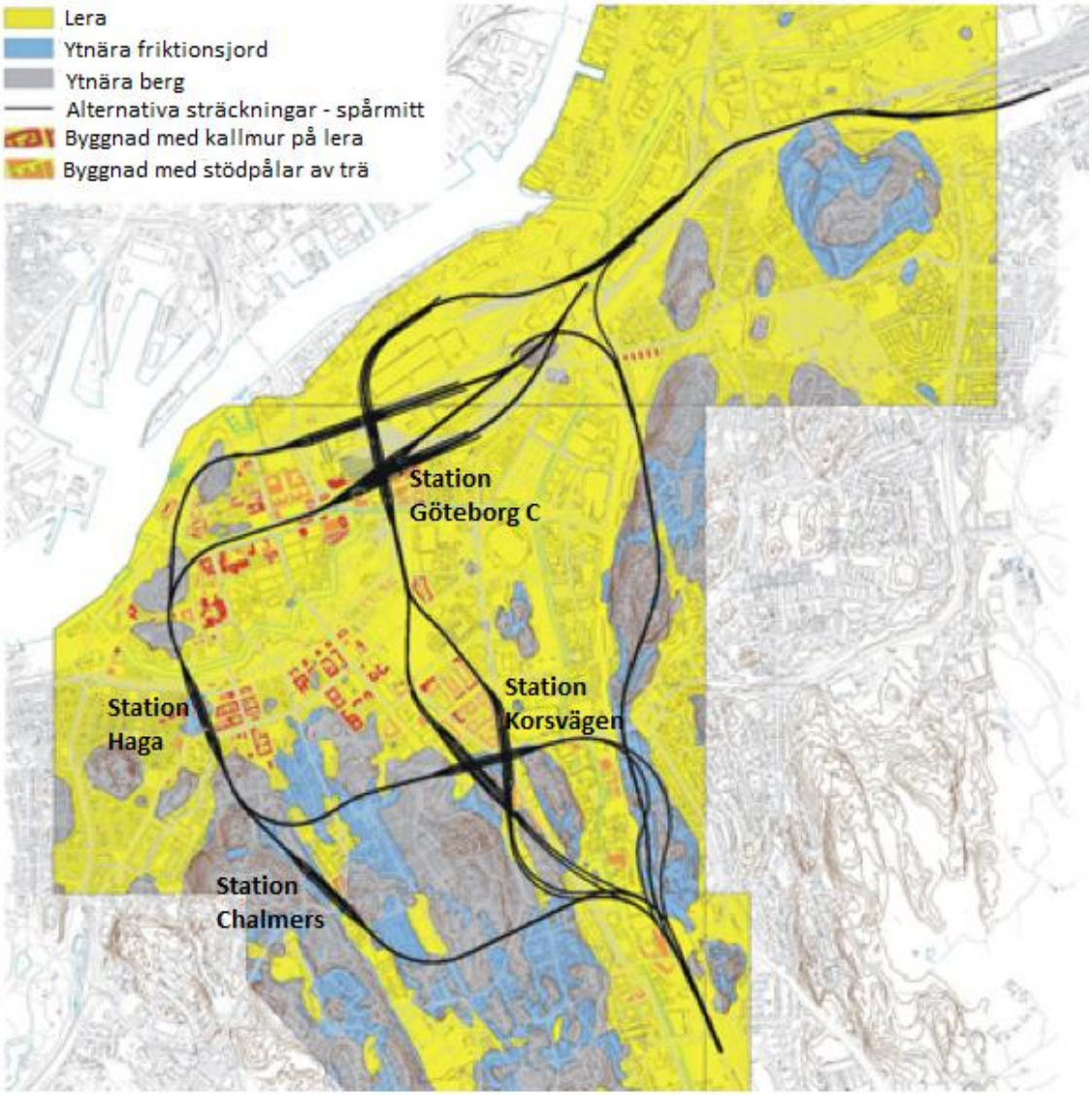
Göta älvområdet består av gammal havsbotten och därför av mäktiga lager lera (Banverket, 2006l). Lerdjupen kan sträcka sig ända ner till 100 meter. Göteborgs stad är lågt liggande men har inslag av bergsområden i södra och östra delen av staden. Nivåskillnaden är stor mellan de centrala delarna av staden och bergsområdena i söder och uppgår till 50 meter.

Byggandet av en tågtunnel medför att grundvattennivåerna påverkas (Banverket, 2006l). Eftersom det redan finns många befintliga anläggningar i Göteborg blir grundvattennivåerna extra känsliga för ytterligare avsänkning med sättningar som följd. Målsättningen är att påverkan på omgivande miljö under byggskedet och driftskedet ska vara så liten som möjligt. Västlänken har i första hand anpassats till det befintliga kommunikationsstråket vid Olskroken och Almedal. Det betyder att delar av tunneln måste gå genom lågt liggande områden med mycket lera.

Stationernas placering har prioriterats och sträckningarna har valts utifrån dem (Banverket, 2006l). Valet av stationernas placering är främst grundat på bedömd ökning av antalet resenärer och viktiga befintliga knytpunkter i staden. Tillgänglighet har prioriterats framför byggnadstekniska faktorer vid placering av stationerna. Det har också strävats efter att försöka förlägga tunneln under nuvarande kommunikationsstråk för att minska påverkan på byggnader så mycket som möjligt. De geologiska förutsättningarna har studerats och hur stor andel av tunneln som kan anläggas i berg respektive jord varierar för de olika sträckningsförslagen som funnits. Att bygga en tunnel i berg är i allmänhet enklare, billigare och orsakar mindre störningar än att bygga en i jord.

4.1 Geologiska förutsättningar

Marken under Göteborg består till större delen av lera men även av bergsområden i söder och öster, se figur 4, (Banverket, 2006l).



Figur 4 Jordartskarta över för Västlänken aktuellt område i Göteborg (Banverket, 2006l)

4.1.1 Lera

I Göteborg finns lågt liggande leområden som sträcker sig längs älven och andra vattendrag (Banverket, 2006l). Lerdjupen är stora på många platser i området. Dess mäktighet uppgår till mellan 40 och 100 meter vid platser som områdena kring Partihallarna, Olskroken, Göteborgs Central och spårområden runtomkring, Lilla Bommen, Östra Nordstaden, södra Älvstranden, Rosenlund, Trädgårdsföreningen, Heden och norra Sten Sturegatan. Mindre mäktiga lerdjup som understiger 40 meter finns vid Sävenäs, Olskroken, Gustav Adolfs torg, Stora Hamnkanalen, Lilla Torget, södra Älvstranden, södra Sten Sturegatan, Skånegatan, Korsvägen och kring Mölndalsåns dalgång. Leran är normalkonsoliderad eller svagt överkonsoliderad. Normalkonsoliderad lera innebär att jorden för tillfället är utsatt för det

högsta tryck den någonsin varit belastad med och svag överkonsolidering innebär att jorden blivit något avlastad från en tidigare större last, exempelvis från senaste istiden.

Leran är lös eller mycket lös, särskilt i Mölndalsåns dalgång är den lösare än vad påträffas i övriga Göteborg (Banverket, 2006l). Den lösa leran innebär att marken är mycket sättningsbenägen samt att stora rörelser i marken kan uppkomma vid utgrävning av schakter. Därför måste åtgärder vidtas beträffande grundvatten och sättningar, samt i samband med schaktning innan tunnelbygget påbörjas för att undvika påverkan på omkringliggande byggnader.

4.1.2 Fyllning

De lågt liggande lerområdena överlagras normalt av fyllning, vilken utgörs av friktionsjord med lokala inslag av torrskorpelera (Banverket, 2006l). Fyllningen är vattenförande och utgör ett övre grundvattenmagasin. Fyllningslagret har en mäktighet på ungefär 1 till 3 meter men kan vara mäktigare. Vid Lilla Bommen till exempel kan fyllningen sträcka sig ner till 7 meter och har lagts dit för att fylla igen kanaler och hamnbassänger.

4.1.3 Friktionsjord

Mellan lerlagret och berggrunden finns på vissa ställen lager av friktionsjord, oftast med en mäktighet på 1 till 3 meter (Banverket, 2006l). Vid Mölndalsån dalgång, Stora Hamnkanalen, Sten Sturegatan och Korsvägen är friktionslagrets mäktighet större, upp till 15 meter i Mölndalsåns dalgång (Göteborgs stad Stadsbyggnadskontoret, 2010). Friktionsjorden är grundvattenförande och nivåförändringar i detta lager, det undre grundvattenmagasinet, får omfattande spridning över geografiskt stora områden.

4.1.4 Berg

I Göteborg finns höga bergsområden söder om centrala staden och öster om Mölndalsån (Banverket, 2006l). Bergarten utgörs av en kristallin bergmassa som består av gnejs vilken är ådergnejsomvandlad granodiorit. I gnejsen finns bland annat mörka djupbergarter som diabas och metamafit vilka inte bör påverka hållfastheten negativt. Bergmassan är av god kvalitet och skiljer sig inte mycket över området. Endast lokala avvikelser har påträffats och de förekommer över hela bergmassan och innebär därför ingen skillnad för de olika utredningsalternativen. Partier av gnejsen kan ha något skiftande karaktär och åtskiljs ofta av djupgående, vattenförande krosszoner i berggrunden. Vid dessa zoner finns djupa jordfyllda svackor som uppkommit genom inverkan från inlandsisen. Det förekommer även mycket uppspruckna gnejsskivor i berggrunden som har påträffats när kartering genomförts i samband med andra tunnelbyggen.

4.1.5 Geologiska undersökningar

Endast ett begränsat antal fältundersökningar har gjorts inom järnvägsutredningen och i det vidare arbetet krävs noggrannare och mer specifika undersökningar av den slutligen valda sträckningen (Banverket, 2006l). Hållfastheten i jordlager har bestämts med bland annat triaxialförsök, vilka har angett att hållfastheten är högre än vad andra metoder har visat. Triaxialförsöken anses dock vara tillförlitliga eftersom de överensstämmer väl med andra undersökningar som gjorts i Göteborg. Andra undersökningar som gjorts är jord- och bergssondering för att bestämma djup ner till berg vilket är särskilt viktigt att bestämma vid övergångarna mellan jord och berg. Vid Haga kyrkoplan har djupet bestämts med seismik. Mätningar av fyllningslagrens mäktighet och djup ner till lerans underkant har gjorts med trycksonderingar. För bedömning av mäktighet hos fastare jordlager som finns mellan lera och berg har en kombination av jord/berg- och trycksonderingar använts. Fält- och laboratorieundersökningar har även utförts såsom vingborrförsök, CPT-sondering, portrycksmätning, installation av bälgsättningsmätare, ostörd provtagning, CRS-försök, direkta skjuvförsök och triaxialförsök som tidigare nämnts. För berggrunden har dock inga undersökningar utförts inom järnvägsutredningen.

4.2 Geohydrologiska förutsättningar

I Göteborg är markens grundvattennivåer påverkade av befintlig bebyggelse i och med inverkan av dräneringar, infiltrationsanläggningar och läckande ledningar (Banverket, 2006g). Detta har medfört att grundvattennivån sjunkit och orsakat sättningsskador på byggnader vilket gör att området nu är känsligt för ytterligare förändringar. I jordlagren finns normalt två vattenmagasin; det övre magasinet finns i fyllningsmaterial och torrskorpelera och det undre magasinet finns i friktionsjord. Ett lågpermeabelt lerlager skiljer de två vattenmagasinen åt. Hydraulisk kontakt kan uppstå mellan dessa om den mellanliggande leran punkteras på grund av exempelvis borrning. Grundvattennivåerna i det övre magasinet påverkas främst av nederbörd och läckande ledningar medan det undre magasinet påverkas när inläckage sker till befintliga bergtunnlar. Det sistnämnda åtgärdas genom att vatten tillförs med hjälp av infiltrationsbrunnar.

Eftersom Västlänken kommer att anläggas under grundvattennivån ställs stora krav på tunnelns täthet (Banverket, 2006g). Dock kommer visst inläckage inte att kunna undvikas. Bortledning av inläckande grundvatten kommer att krävas både från schakter och från bergrum under byggskedet men även från den färdiga tunneln i driftskedet. Därmed kommer vattenbalansen i området att påverkas. Störst påverkan kommer att ske under byggskedet och kan innebära sättningar, ändrade flödesriktningar, sänkta vattennivåer i brunnar, mobilisering av befintliga markföroreningar och ändrade vegetationsförhållanden.

4.2.1 Tunnelbyggets påverkan på grundvatten

Vilken påverkan Västlänken kommer att ha på grundvattnet varierar mycket vilket beror på de geohydrologiska förutsättningarna och den tekniska utformningen av tunneln (Banverket, 2006g). De största problemen vid tunnelbyggnad uppstår vid påverkan av

grundvattenmagasinen i och med sättningsrisken, därför utgör jordtunnlar en större risk än bergtunnlar. Förutsättningarna varierar i området för Västlänken och eftersom tunnlarna kommer att förläggas på varierande djup kommer olika grundvattenmagasin att beröras. Påverkan kommer även att vara olika under bygg- och driftskedet, dock förväntas störst påverkan uppkomma under byggskedet. Mest kritiskt är övergångar mellan jord- och bergtunnel, framförallt i och med problematiken beträffande tätning av tunneln.

4.2.1.1 *Grundvatten och bergtunnlar*

För bergtunnlar ställs höga krav på täthet för att minimera den påverkan på omgivningen som inläckande av grundvatten till tunneln skulle ge (Banverket, 2006g). Om tunneln inte är helt tät kan bortledning av inläckande grundvatten bli nödvändigt under byggskedet. Därmed kan grundvattennivån sänkas och flödesriktningar ändras. Risker med förändrade flödesriktningar är att vattennivåer i bergvärmebrunnar sänks och att inläckage ökar till andra befintliga bergsanläggningar intill Västlänken.

Bergtunnlarnas påverkan på grundvattnet under driftskedet bedöms som liten och det anses fullt möjligt att klara täthetskraven större delen av sträckorna (Banverket, 2006l). Permanent skyddsinfiltration kan behövas för att bibehålla önskad grundvattennivå där bestående sänkningar uppkommer. Grundvattenförhållandena kan komma att ändras i samband med att ny bebyggelse anläggs och därför är kontroll- och skyddsåtgärder viktiga även under driftskedet.

4.2.1.2 *Grundvatten och jordtunnlar*

Jordtunnlar konstrueras som en tät konstruktion men ändå kan läckor uppstå och orsaka sänkning av grundvattennivån i de övre och undre grundvattenmagasinen (Banverket, 2006g). Sänkning kan även ske vid jordschakt om grundvattnet påverkas via schaktbotten. Eventuella läckage måste därför följas upp och det kan bli nödvändigt att utföra kompletterande tätning. Dessa efterarbeten blir svårare ju djupare schaktet är. Spontning och pålning som utförs under byggskedet kan också medföra att det undre grundvattenmagasinet påverkas på grund av att det avskiljande lerlagret mellan de två vattenmagasinen punkterats.

Ytterligare situationer som kan påverka grundvattenbalansen är där jordtunnelns grundläggning kommer i kontakt med berg eller undre friktionslager, vid passage av större vattenförande sprickzoner i berg, eller där grundvattentrycket måste sänkas för att undvika bottenupptryckning (Banverket, 2006g). Risker som uppstår är bland annat att park- och naturmiljö påverkas negativt samt att befintliga föroreningar i marken sprids okontrollerat.

Eftersom jordtunnlar är förhållandevis täta är påverkan på grundvattnet under driftskedet begränsad (Banverket, 2006g). Störst risk för grundvattenpåverkan finns i områden med starkt lutande grundvattenyta. Grundvattengradienten är som störst i övergångarna mellan jord- och bergstunnel, där är även tätningen som mest problematisk på grund av ytliga sprickor. Det är vid dessa övergångar som den huvudsakliga påverkan på grundvattnet sker.

De skador som uppkommer under driftskedet kan emellertid bli märkbara först en lång tid efter byggskedet (Banverket, 2006g). I områden med mäktiga lerlager går processen långsamt och därför kan sättningar uppkomma långt efter byggskedet. Effekter på miljön kan likaså få fördröjda konsekvenser. Med hänsyn till detta behöver stora krav ställas på noggrann uppföljning så att allvarliga skador kan undvikas.

4.2.1.3 *Förhöjda vattennivåer*

Under byggskedet kan anläggandet av Västlänken orsaka förhöjda vattennivåer på lokala platser (Banverket, 2006g) vilket kan ske i samband med dämning eller infiltration. Risk för dämning uppstår om konstruktionen hindrar det naturliga grundvattenflödet, exempelvis där tätkonstruktioner går ner till berg eller då bergstunnlar är grundlagda på berg. Dämning innebär att vattennivån stiger på uppströmssidan medan den sjunker på nedströmssidan. Effekterna med förhöjda vattennivåer kan innebära fuktskador och problem med inläckande vatten till byggnationer. Om problemen är permanenta bör konstruktionen byggas så att grundvattnet kan passera, antingen över eller under konstruktionen. Om dämning endast sker under byggskedet kan en överpumpning av vattnet vara tillräckligt.

I situationer där tunneln byggs i anslutning till infiltrationsanläggningar kan höjning av vattennivån undvikas genom anpassning av infiltrationsbrunnarnas lägen och av infiltrationsflöden och tryck (Banverket, 2006g). Även klimatförändringar och höjda vattennivåer beaktas för att inte riskera att tunnelns in- och utgångar hamnar under framtida vattennivåer.

4.2.2 **Sättningar**

Utredningar har visat att inom influensområdet för Västlänken finns byggnader med grundvattenberoende grundläggningar, vilka kan få sättningsskador om grundvattennivån sänks (Banverket, 2006g). Grundvattensänkning i det övre grundvattenmagasinet utgör en risk för byggnader grundlagda direkt på mark och för byggnader med träpålegrundläggning. Det förstnämnda kan skadas direkt av sättningen som uppstår. För byggnader med träpålegrundläggning kan träpålarna börja ruttna då grundvattennivån sänks och exponeras för luft. Grundvattensänkning i det undre magasinet utgör även den en risk att skada byggnader med pålgrundläggning.

4.2.3 **Geohydrologiska undersökningar**

Provpumpning har utförts i Mölndalsåns dalgång vid Liseberg och kompletterande undersökningar kommer att göras (Banverket, 2006g). Undersökningsborrning och tester kommer att genomföras för att bestämma jordlagrens och berggrundens vattenförande förmåga. Influensområden där grundvattennivån kan komma att påverkas har utvärderats. Eftersom fler provtagningar behöver göras är bedömningen endast preliminär. Vidare

kommer sättningsutredningar att göras för att avgöra sättningskänsligheten för olika områden. Fler kompletteringar kommer också att behövas beträffande föroreningar i jord och vatten.

4.3 Bebyggelse och ledningar

Västlänken anläggs under en befintlig stad och påverkan på omgivande bebyggelse är oundviklig (Banverket, 2006g). Där tunneln inte passerar genom berg förläggs den i så stor utsträckning som möjligt till gator och öppna områden för att minimera påverkan på byggnader. Anläggandet av tunneln, samt till viss del även den färdigställda tunneln i drift, kommer att påverka grundvattennivån. Specifika krav på minsta tillåtna grundvattenpåverkan måste ställas eftersom grundvattensänkning i Göteborgsleran ger upphov till sättningar och kan därmed skada befintlig bebyggelse[1]. Noggrann inspektion av byggnader är nödvändigt och åtgärder som grundförstärkning, avväxling och efterjusteringar i form av reparation kommer att behöva vidtas.

I de lägre delarna av staden finns äldre bebyggelse som är grundlagd med enbart trärustbädd eller rustbädd och mantelburna träpålar (Banverket, 2006g). Denna bebyggelse är i och med sin grundläggning känslig för sättningar och sidorörelser. Inventering, okulärbesiktning och bedömning har gjorts när det gäller risken för skador på byggnaderna. På vissa håll finns behov av grundförstärkning innan tunnelbygget sätts igång för att inte stora skador ska uppstå. Nyare bebyggelse är också känslig, främst för sidorörelser som de inte är dimensionerade för. Även här har inventeringar gjorts och förstärkningar i grundläggning och stommar kan bli nödvändigt.

I området som Västlänken kommer att byggas finns flera bergsanläggningar som måste tas hänsyn till (Banverket, 2006g). Dessa är belägna i Otterhälla och Kungshöjd samt i södra delen av centrala staden. I Otterhälla och Kungshöjd finns Götatunneln och dess arbetstunnel från Stora Badhusgatan, Stadsarkivet, Kungsgaraget samt Göteborg Energis och TeliaSoneras tunnlar. I södra delen av staden finns Chalmerstunneln och VA-verkets tunnlar. För att undersöka möjligheterna att bygga Västlänken utan att komma i konflikt med de befintliga bergsanläggningarna har en 3D-modell används. Även om utrymmet är mycket begränsat beräknas Västlänken kunna anläggas i området.

I stadens lägre områden ligger omfattande ledningsstråk med kommunalteknik (Banverket, 2006g). Här finns bland annat självfallsledningar för vatten och avlopp, vilka kan vara problematiska att lägga om eftersom lutningen är viktig för denna typ av ledningar. Avloppsnätet kommer också påverkas i stor utsträckning vid Östra Hamngatan och vid Göteborgs Central. Även ledningar som går i eller parallellt med sträckningen för tunneln kan innebära problem då ledningarna måste flyttas helt. Mest fördelaktiga är de ledningar som korsar tunneln så länge de inte kolliderar, då de lättast kan flyttas under byggtiden. Tunneln kommer att gå minst 3 meter under markytan räknat från tunnels tak för att möjliggöra för ledningar, rör och kablar att dras ovanför. Djupare ledningar kan bli ett problem.

[1] Claes Alén (biträdande professor i geologi och geoteknik) intervjuad av författarna den 7 februari 2012

5 Metoder för anläggande av tunnel

I Trafikverkets järnvägsutredning av Västlänken utreds de metoder för tunnelbygge som är aktuella för projektet. Järnvägsutredningens syfte är att visa huruvida det ur ett tekniskt perspektiv är möjligt att genomföra projektet och till vilken kostnadsstorlek. Järnvägsutredningen föreslår för Västlänken konventionella metoder som drill and blast och cut and cover men utreder även möjligheterna att använda modernare metoder som tunnelborrningsmaskin, TBM, för både hård och mjuk mark. Vilka metoder och tekniska lösningar som kommer att användas avgörs tillsammans med upphandlade entreprenörer i ett senare skede av planeringsprocessen[2]. Nedan redogörs för de anläggningsmetoder som är aktuella i byggandet av Västlänken.

5.1 Anläggning av tunnel i berg

5.1.1 Drill and blast

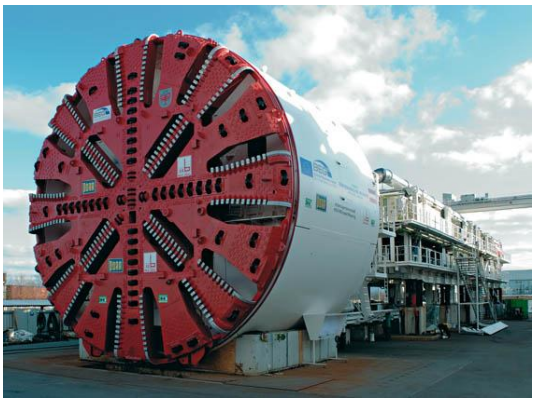
I Göteborg, såväl som i resten av världen, har många bergtunnlar byggts enligt den konventionella metoden drill and blast (Banverket, 2006l). Med denna metod sprängs önskad mängd berg loss och material forslas bort, på detta sätt växer tunneln successivt fram genom berget. Erfarenheter finns från tidigare tunnelbyggen i Göteborg där metoden visat sig relativt enkel och snabb i den bergart som finns i området (kristallint berg med inslag av mörkare bergarter). Dock ger den upphov till vibrationer, varvid styrkan i sprängsalvorna och därmed byggtakten måste anpassas efter omgivningens vibrationskänslighet. Förinjektering är nödvändigt för att minska inläckage av grundvatten. Grundvattenledande krosszoner förekommer i berget och vid sådana områden måste extra åtgärder för att minska risken för inläckage vidtas innan tunnelbyggandet påbörjas. Vid svaghetszoner i berget och i områden där bergtäckningen inte har den mäktighet som krävs, måste arbetet anpassas efter respektive situation. Erfarenheter från tunnelbyggen i Göteborg där denna metod tillämpats har gjort att väl beprövade metoder för arbetets olika problemområden finns att tillgå. Som stabiliseringsåtgärder har metoder som bergbult och sprutning av bergrummets insida med betong visats sig tillräckliga, speciella åtgärder krävs dock i svaghetsområden.

Med drill and blast byggs tunneln så att båda rälsspåren finns i samma bergrum som då blir 12,6 meter brett (Banverket, 2006l). En mindre service- och utrymningstunnel byggs med samma metod längs med tågtunneln och med jämna mellanrum tas förbindelser mellan de båda tunnlarna upp. Överskottsmaterialet som fås från sprängningen kan krossas och användas, förutsatt att berget har en lämplig sammansättning kan det bland annat användas till ballast.

[2] Claes Alén (biträdande professor i geologi och geoteknik) intervjuad av författarna den 7 februari 2012

5.1.2 TBM i berg

TBM – tunnel boring machine – utförs genom att hela tunnelarean bearbetas samtidigt av ett roterande skärhuvud med stålrullar (Banverket, 2006l). Skärhuvudet pressas mot berget med mycket stort tryck och dess rotation formar en cirkulär tunnel genom berget. Denna metod ger en jämn kontur samtidigt som eventuella skador på omgivande berg samt risken för vibrationer minskar jämfört med konventionell sprängning. Metoden har tidigare använts i mjuka bergarter men är numera fullt möjlig att använda i de hårda granit- och gnejsarterna som finns i Göteborg. Tunnelborrmaskinen måste specialtillverkas utifrån varje enskilt projekts förutsättningar, därmed blir investeringskostnaderna stora och för ekonomisk lönsamhet krävs att metoden används långa sträckor. Materialet som fås från TBM-metoden blir flisigt och kan användas i underbyggnad men ej i förstärkningslager eller ballast. Även vid utnyttjande av TBM som metod måste injektering av berget ske för att minska inläckaget.



Figur 5 TBM, Tunnelborrmaskin (NZ Transport Agency, 2006)

I Västlänkens fall skulle ett skärhuvud med diametern 13 meter behövas för att få plats med båda spåren i samma rör (Banverket, 2006l). Det innebär att tunnelprofilen måste förläggas till ett större djup än en sprängd tunnel för att upprätthålla kravet på bergtäckning, framförallt vid bergpåslag under bebyggelse. Om spåren läggs i två separata rör skulle ett skärhuvud med diametern 9,5 meter krävas. Vid två separata rör krävs även ett tredje för service- och räddningstunneln, vid ett gemensamt rör är dess tvärsnittsarea så stor att tunneln kan utföras i två våningar med servicetunneln under spåren. Oavsett om spåren förläggs i samma rör eller i två separata, kräver anläggande av tunneln med TBM en annan spårutformning och sträckning än en sprängd tunnel.

5.1.3 Störningar i stadsmiljön vid anläggande av tunneln i berg

Byggande i berg ger inte speciellt stora rumsliga störningar i omgivningen eftersom byggandet sker inuti berget (Banverket, 2006l). Schakter krävs där tunneln går in i berg, både vid metoden med sprängning och vid TBM. Bortforsling och omhändertagande av bergmaterial krävs, vilket kan störa trafiken något. Sprängning kan ge upphov till störande vibrationer och måste planeras och avvägas för att inte utgöra någon risk för skador på byggnader eller störningar för verksamheter.

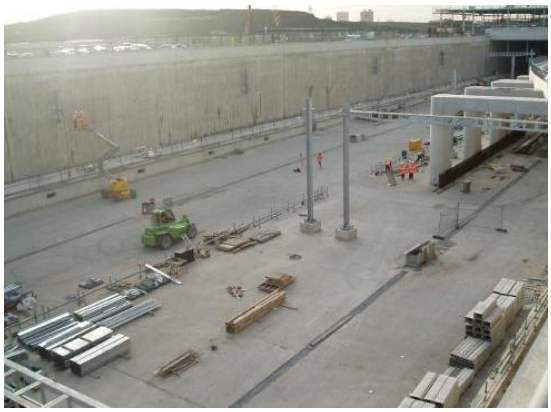
5.2 Anläggning av tunnel i jord

Anläggande av tunnel i jord är på flera sätt mer omständligt än anläggande av tunnel i berg. Större yta tas i anspråk för byggarbetsplatsen och störningarna i den omgivande miljön kan bli betydligt större beroende på vilken anläggningsmetod som används. Överlag är det dyrare att

anlägga en tunnel i jord, i Västlänkens fall är en grov uppskattning att en jordtunnel blir i storleksordningen fem till tio gånger dyrare än en bergtunnel av samma längd[3].

5.2.1 **Cut and cover**

Cut and cover innebär att arbetet utförs i ett öppet jordschakt där själva tunneln gjuts i betong direkt på plats, sedan återfylls material runt om tunneln (Banverket, 2006l). Denna metod är en relativt billig lösning då tunneln kan förläggas ytligt. Stora markområden tas i anspråk för det öppna schaktet och mycket lermaterial måste transporteras bort. Schakterna som krävs för Västlänken är stora, 10 till 25 meter djupa och 25 till 60 meter breda, och omfattande stabilisering krävs, både av intilliggande jord för att inte riskera horisontella rörelser i jorden och av schaktbotten för att risken för hydraulisk bottenupptryckning ska elimineras. Att eliminera risken för bottenupptryckning genom att sänka grundvattentrycket i den underliggande friktionsjorden är problematiskt i och med grundvattensituationen (Jendeby, 2011). En alternativ lösning kan vara att genomföra byggandet under vatten.



Figur 6 Utbyggnad av järnvägsförbindelse mellan London-Paris med cut and cover (Alén, Lindvall, Johansson, Magnusson, & Norén, 2006)

De konstruktioner som ska stabilisera schaktväggarna kan utgöras av stålspont, pålväggar eller slitsmurar, samtliga tillsammans med stämp på en upp till fyra nivåer (Banverket, 2006l). Pålväggar har tidigare ej använts i förhållanden liknande dem för Västlänken medan slitsmurar och stålsponter som stabiliserande konstruktioner är väl beprövade metoder både nationellt och internationellt. Vid byggande i jord måste tunneln även grundläggas med lämplig metod, pålar slagna till berg eller kohesionspålning. I och med att Västlänken kommer att ligga under grundvattenytan måste grundläggningen även motverka upplyftning. Det sistnämnda kommer framförallt att bli påtagligt för stationer som placeras helt i lera med stort djup på grund av deras stora area.

5.2.1.1 *Cut and cover i stadsmiljö*

Cut and cover tar stora markytor i anspråk och måste förläggas till områden där bebyggelse inte finns, eller så måste sådan demonteras (Banverket, 2006l). Med stålspont som stabilisering behöver schakten göras fem till sex meter bredare än själva tunneln, vilket både tar extra mycket mark i anspråk och leder till en större mängd schaktmassor som måste transporteras. Om istället slitsmurar används både för att stabilisera och för att sedan ingå i den färdiga konstruktionen kan schakten göras smalare. Med permanenta slitsmurar kan även arbetet utföras enligt metoden top down där tunnelns väggar och tak anläggas först och sedan

[3] Per Lerjefors (projektledare för Västlänken på Trafikverket) intervjuad av författarna den 2 februari 2012

återfylls schaktet så att områdets ordinarie aktiviteter kan återupptas. Top down förutsätter att slitsmurarna ingår i den slutliga konstruktionen, vilket är ett vanligt utförande internationellt sett, dock har det tidigare inte varit tillåtet enligt svenska byggnormer. Överlag är byggande med öppna schakter i lera en nedsmutsande aktivitet med stor påverkan på omgivningen som dessutom ger upphov till mycket trafik i och med att schaktmassor måste forslas bort.

5.2.1.2 *Slitsmurar*

Avgörande för att cut and cover ska kunna utföras enligt top down-metoden är att slitsmurar används för att stabilisera schaktväggarna samt att de ingår som väggar i den färdiga konstruktionen (Alén, Lindvall, Johansson, Magnusson, & Norén, 2006). En mycket stor fördel med att låta slitsmurarna ingå i konstruktionen är att schaktens storlek begränsas och påverkar alltså omgivande miljö mindre. Samtidigt ger denna metod inte upphov till de höga bullernivåer som exempelvis slagning av en spontvägg ger. Deformationer i intilliggande mark blir mindre än med traditionella metoder samt grundvattenpåverkan är något mindre än med spont. Dessutom går anläggningsarbetet av slitsmurar snabbare än det för slagning av spontväggar, vilket innebär en tidsbesparing (Banverket, 2006f). Slitsmurar har hittills inte varit godkända som permanenta konstruktionsdelar av Vägverket och Banverket beroende på osäkerheter rörande slitsmurarnas beständighet, vattentäthet och täckskiktet på väggarnas baksida (Alén, Lindvall, Johansson, Magnusson, & Norén, 2006). Täthetskraven på permanenta slitsmurar måste i Västlänkens fall vara mycket höga eftersom Göteborgsleran har låg permeabilitet och redan väldigt små vattenmängders avgång ur leran ger upphov till portryckssänkning och därmed risk för sättningar (Jendeby, 2011). I nuläget är det i Sverige tillåtet att använda slitsmurar som permanenta konstruktionsdelar, dock med höga krav[4]. Slitsmurar som permanenta konstruktionsdelar är internationellt sett mycket vanligt och deras teknisk-ekonomiska fördelar är stora, speciellt i Västlänkens fall (Banverket, 2006l). Vid byggandet av Citytunneln i Malmö har mer omfattande försök och undersökningar av slitsmurar gjorts bland annat för att kunna utgöra en del av beslutsunderlaget i ett framtida godkännande som bestående konstruktion[5]. Slitsmurar kan med fördel även användas för att stabilisera jordschakter mot bottenupptryckning, erfarenheter av detta finns från Götatunneln.

5.2.2 **TBM i jord**

Fullortsborrning med TBM kan ske i jord såväl som i berg. Skärhuvudet och maskinen måste då utformas och konstrueras specifikt för den aktuella jordtypen (Banverket, 2006l). Allt eftersom skärhuvudet arbetar sig fram genom jorden kläs tunneln in med prefabricerade tunnelsegment i betong. Skarvarna mellan dessa måste tätas och hela tunneln kräver liksom vid metoden med cut and cover grundläggning för att motverka både uppflytning och sättningar. Öppna schakter krävs vid start- och ändpunkter samt vid stationer. Med denna metod måste tunneln utformas som två separata rör och dessutom förläggas till ett större djup

[4] Claes Alén (biträdande professor i geologi och geoteknik) intervjuad av författarna den 7 februari 2012
[5] Claes Alén (biträdande professor i geologi och geoteknik) intervjuad av författarna den 7 februari 2012

än en tunnel som platsgjuts i öppet schakt för att samma sättningsbegränsningar ska kunna garanteras.

Mark med mycket varierande jordinnehåll försämrar förutsättningarna för lyckad TBM-användning, så även förekomst av rester av gammal grundläggning såsom träpålar kan försvåra och fördröja arbetet avsevärt (Kovári & Ramoni, 2006). Skärhuvudet tar skada då det går genom grövre föremål i jorden och behöver i sådana fall repareras (Banverket, 2006l). Eftersom utrymmet framför skärhuvudet är trycksatt blir sådana åtgärder tidskrävande och kostsamma. Även för TBM i jord gäller att den höga investeringskostnaden kan motiveras först när metoden kan användas långa, sammanhängande sträckor där jordmånen är i stort sett homogen. Metoden har vid några tidigare tillfällen använts i liknande förhållanden som i Göteborg, dock aldrig i Norden.

5.2.3 Pressning

Pressning kan sägas vara en förenklad metod av TBM där en rektangulär front arbetar sig genom jorden med hjälp av hydraulisk kraft (Banverket, 2006l). Tidigare erfarenheter av pressning finns från anläggande av större kulvertar och VA-ledningar i Göteborg och det bedöms troligt att ett tunneltvärsnitt av Västlänkens storlek skulle kunna pressas genom jorden kortare sträckor. Eftersom det vid pressning finns risk att stora mängder grundvatten läcker in på ett okontrollerat sätt måste antingen grundvattenavsänkning eller tät injektering vidtas. Pressning skulle kunna vara en lösning exempelvis där tunneln går under befintliga kommunikationsstråk.

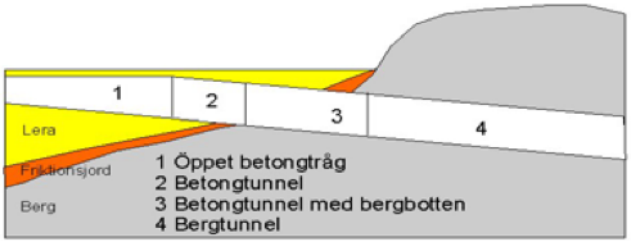
5.2.4 Störningar i stadsmiljön vid anläggande av tunneln i jord

Med TBM blir störningen på omgivningen mycket liten för de sträckor där öppna schakter inte krävs, dock finns risker för ras av markytan, vilket måste elimineras bland annat genom att tunneln förläggs till det djup som krävs för god täckning (Kovári & Ramoni, 2006). TBM i jord kräver schakter vid start- och ändpunkter samt vid stationer (Banverket, 2006l). Sådana schakter bedöms för Västlänken framförallt vid stationerna bli omfattande till sin storlek eftersom de båda tunnelrören behöver gå ihop. Störningar på omgivningen från cut and cover-metoden är omfattande i och med att hela gator tidvis tas i anspråk, transporterna av schaktmassa är omfattande och nedsmutsande. Störningar på trafik och näringsliv blir uppenbara men med top down-metodik kan de dock minskas betydligt.

Överlag gäller för undermarksbyggande i lera att sättningar och horisontalrörelser på grund av schaktningen sker (Banverket, 2006l) (Banverket, 2006g). För båda metoderna, TBM och cut and cover, kommer åtgärder för att stabilisera den närmaste bebyggelsen att behöva vidtas. Göteborgsleran är relativt lågpermeabel vilket gör att inläckage av grundvatten under byggskedet, varken för TBM eller cut and cover, kommer att vara något problem när väl betongrör respektive stödkonstruktioner är på plats. Däremot måste undermarkbyggandet i jord, såväl som i berg, utföras på ett sådant sätt att grundvattenpåverkan med risk för sättningsskador ej uppkommer (Banverket, 2006l). Sådana risker är överhängande bland annat

vid schaktarbete och då grundläggningen av tunneln kommer i kontakt med det undre grundvattenmagasinet i friktionsjorden under leran.

5.3 Övergångar mellan bergtunnel och jordtunnel



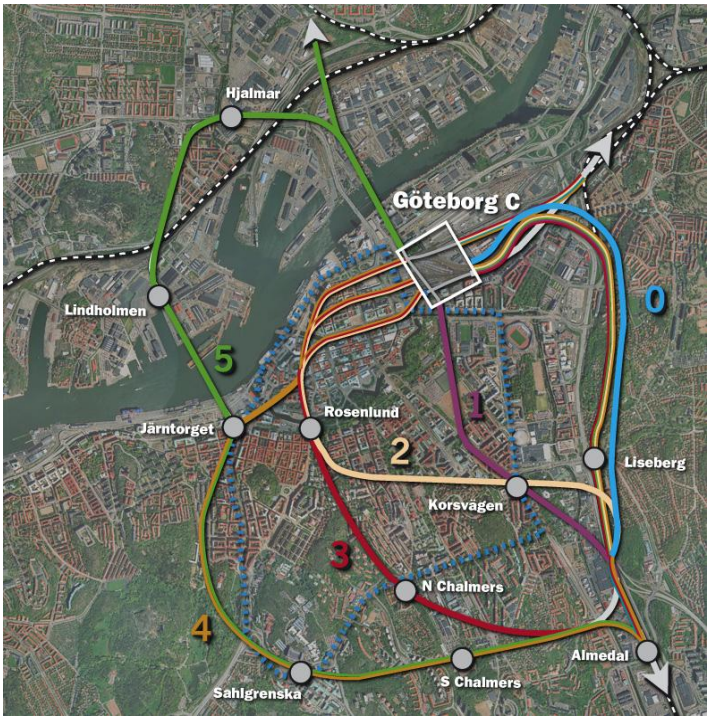
Figur 7 Övergång från jordtunnel till bergtunnel (Banverket, 2006g)

Där övergångar måste ske från betongtunnel i jord till bergtunnel och vice versa ställs stora krav på övergången både vad gäller vattentäthet och stabilitet (Banverket, 2006l). Berget är fast och leran är sättningsbenägen, samtidigt som tunnelkonstruktionen och spåren är mycket känsliga. Vid varje bergpåslag måste noggranna undersökningar av mark och material göras för att utformningen av tunneln ska kunna optimeras. Antingen måste tunnelkonstruktionen anpassas efter de sättningar som beräknas ske eller så måste grundläggning och liknande åtgärder säkerställa att konstruktionens begräsningar ej överstigs[6]. För uppfyllelse av stabilitetskrav kan en lining, förankrad i betongtunneln, låtas gå in i bergtunneln, hur långt avgörs beroende på bergkvalitet och bergtäckning. En sådan lining utgörs av en stödjande konstruktion längs insidan av tunnelkonstruktionen och löper mellan de båda typerna av tunnel. Liningen utförs med tätmembran och fästs med rörliga, vattentäta fogar i betongtunneln. Speciella stabiliserade åtgärder av berget kan krävas vid själva påslaget (Banverket, 2006l).

[6] Claes Alén (biträdande professor i geologi och geoteknik) intervjuad av författarna den 7 februari 2012

6 Västlänkens sträckningsalternativ och Förstärkningsalternativet

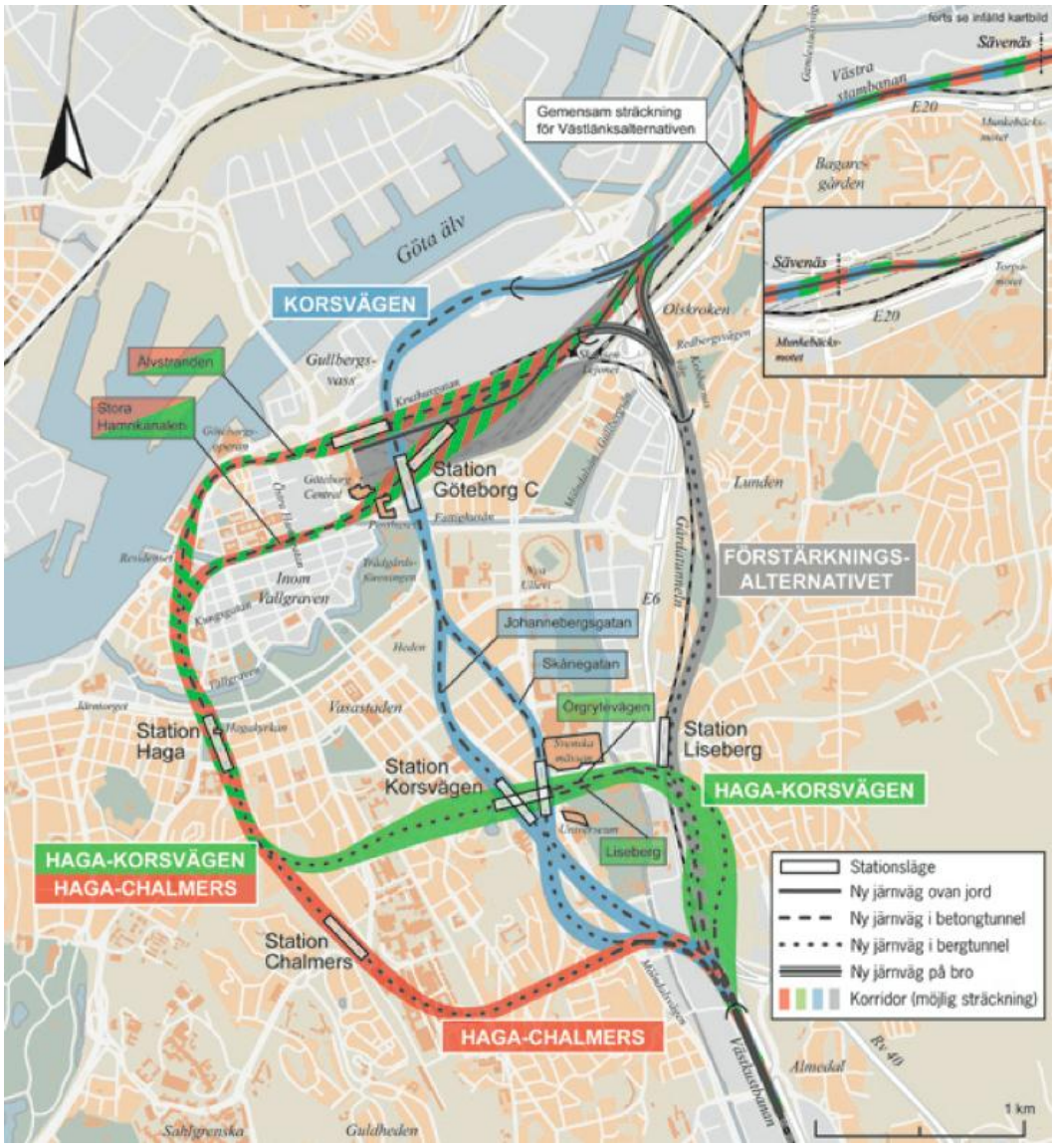
I förstudien av projektet har sex alternativ utretts för att utöka kapaciteten mellan Göteborgs Central och Almedal i Mölndal (Banverket, 2002a). Av dessa sex alternativ är nummer 1 till 5 i figur 8 sträckningsförslag för Västlänken, nummer 0 utgörs av Förstärkningsalternativet. Förslag fyra och fem, se figur 8, som skulle komma att bindas samman vid en station vid Järntorget ansågs vara de bästa förslagen när det gäller antalet resenärer. Efter granskning i projektets förstudie ansågs dock att många problem uppstod vid sträckningarna, framförallt när det gäller en station vid Järntorget eftersom det skulle bli svårt att korsa Götatunnelns mynning på grund av dess jordtäckning[7]. Det finns inget utrymme för en ny tunnel ovan Götatunneln samtidigt som det inte är möjligt att leda en ny tunnel under, detta på grund av Götatunnelns grundläggning i kombination med leran i området. Tunneln skulle med detta sträckningsalternativ efter Järntorget gå vidare mot Sahlgrenska via Linnégatan. Kulturminnen i området samt Linnégatans otillräckliga bredd i kombination med Götatunneln, bidrog till att sträckningsförslagen inte togs vidare från förstudien till järnvägsutredningen.



Figur 8 Viktiga knytpunkter i Göteborg och sträckningsalternativ som studerats i Västlänkens förstudie (Banverket, 2002a)

Förslag 0 i figur 8, Förstärkningsalternativet, anses enligt järnvägsutredningen inte vara ett tillfredställande alternativ eftersom det inte bidrar till en lösning vad gäller den rådande kapaciteten vid Göteborgs Central[8]. Förslaget utgör en förstärkning av det nuvarande järnvägsnätet genom att anlägga en ny tunnel parallellt med Gårdatunneln mellan Göteborgs Central och Almedal. Säckstationen vid Göteborgs Central, som idag är överbelastad, gynnas inte av Förstärkningsalternativet och hade krävt utbyggnad. På grund av platsbrist vid Göteborgs Central diskuterades att eventuellt anlägga en ny station vid Olskroken. Avståndet från den nya centralstationen vid Olskroken till centrum ansågs skapa problem både vid eventuella tågbyten samt vid vidare resor i staden inom en rimlig tid. Förstärkningsalternativet uppfyller inte målet om regionförstoring på samma sätt som de andra fem alternativen, därmed studeras Förstärkningsalternativet inte mer ingående i analysen i kapitel 7.

[7] Per Lerjefors (projektledare för västlänken på Trafikverket) intervjuad av författarna den 2 februari 2012
[8] Per Lerjefors (projektledare för västlänken på Trafikverket) intervjuad av författarna den 2 februari 2012



Figur 9 Karta med de träckningsalternativ som utretts i järnvägsutredningen (Banverket, 2006a)

Efter att de ovanstående alternativen valts bort kvarstår tre sträckningar: Korsvägen, sträcka 1 i figur 8, Haga-Korsvägen, sträcka 2 i figur 8, samt Haga-Chalmers, sträcka 3 i figur 8 (Banverket, 2006a). För samtliga tre sträckningar fanns två sträckningsalternativ vardera. Korsvägen kunde antingen gå via Berzeliigatan och Johannebergsgatan eller via Skånegatan, se blå linjer i figur 9. Sträckningarna Haga-Korsvägen och Haga-Chalmers kunde båda dras antingen via Älvstranden eller Stora Hamnkanalen, se röd-gröna linjer i figur 9. Det sträckningsalternativ som i järnvägsutredningen bedömts vara mest lämpligt för Korsvägen är varianten via Johannebergsgatan. Via Skånegatan skulle stäckningen orsaka stort intrång på bebyggelsen vilket skulle bli mycket kostsamt att åtgärda. Vad gäller Haga-Korsvägen och Haga-Chalmers skulle sträckning via Stora Hamnkanalen innebära ett stort intrång på fornminnen och kulturmiljö i området. Därmed är sträckningen längs med Älvstranden ett bättre alternativ. De sträckningsalternativ som bedömts vara mest aktuella är alltså Korsvägen via Johannebergsgatan, Haga-Korsvägen via Älvstranden och Haga-Chalmers via Älvstranden.

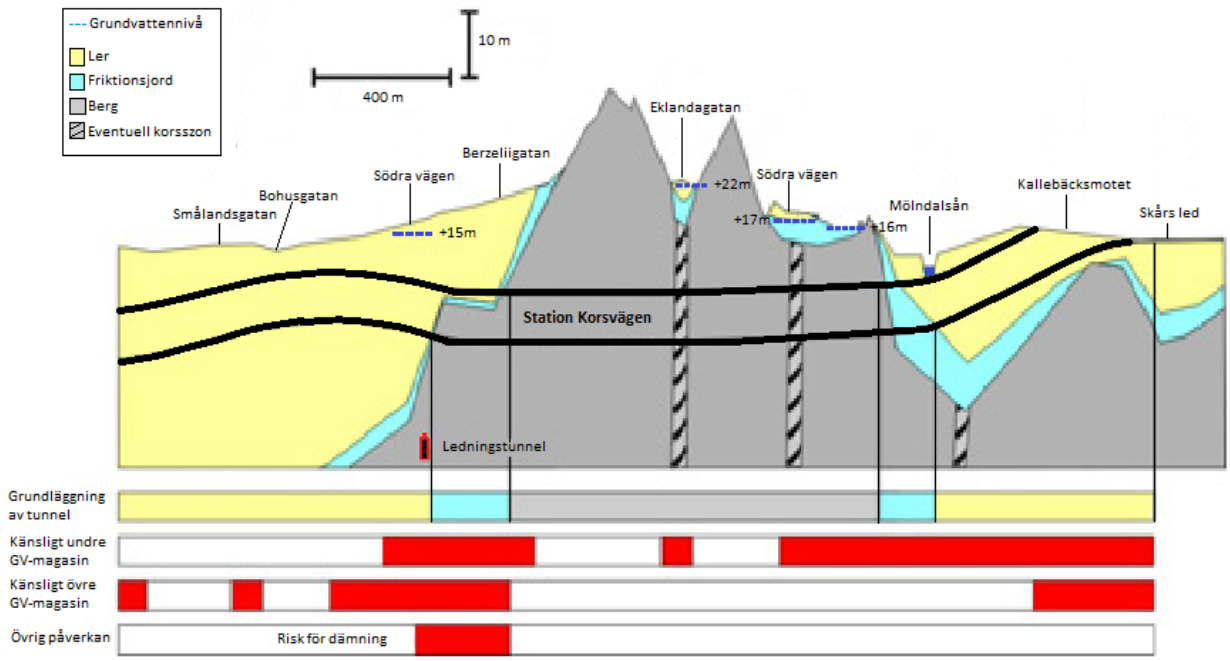
7 Analys av sträckningsalternativ

I detta kapitel analyseras sträckningsalternativen Korsvägen via Johannebergsgatan, Haga-Korsvägen via Älvstranden och Haga-Chalmers via Älvstranden, de tre sträckningar som i järnvägsutredningen bedöms ha störst potential att uppfylla projektets målsättningar. Analysen görs utifrån sex olika områden som kan ligga till grund för en jämförelse mellan sträckningarna. Dessa områden är geologi och geografi, grundvatten, anläggningsmetod och tekniskt genomförande, stationslägen, konflikter med befintlig bebyggelse och kulturmiljö samt möjlighet till framtida utbyggnad. Vardera sträckningsalternativ analyseras separat utifrån presenterade områden.

7.1 Korsvägen via Johannebergsgatan

7.1.1 Geologi och geografi

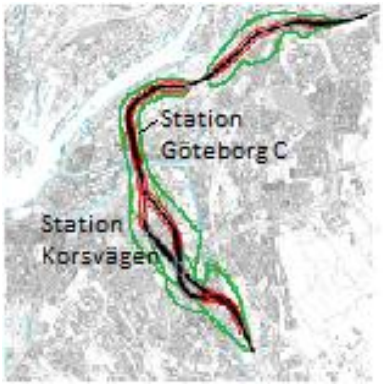
Korsvägen via Johannebergsgatan utgör den kortaste sträckningen av de tre alternativen (Banverket, 2006b). Alternativet sträcker sig från Skansen Lejonet till Göteborgs Central och passerar därefter under Trädgårdsföreningen och Heden. Från Heden går tunneln via Berzeliigatan och Johannebergsgatan fram till Korsvägen för att sedan fortsätta via Carlanderska till Almedal. Tunneln går med denna sträckning genom de lågt liggande delarna i staden där marken till övervägande del utgörs av lera (Banverket, 2006g). Mellan Skansen Lejonet och Korsvägen har detta lerlager mycket stor mäktighet. Vid Korsvägen återfinns berg och sträckningen passerar åter genom lera den sista biten mot Almedal. Endast två bergpåslag sker och dessa finns i norr vid Johannebergsgatans korsning med Berzeliigatan samt i söder vid Mölndalsåns dalgång mellan Södra Vägen och Mölndalsån. Tunneln passerar två sprickzoner i berget samt ett mäktigt lager friktionsjord vid bergpåslaget i söder. Där tunneln passerar under Mölndalsån för att i Almedal knyta samman med befintlig järnväg är jordtäckningen liten. Totalt är sträckningen 7369 meter lång varav 5537 meter tunnel i jord och 1010 meter tunnel i berg (Banverket, 2006l). Övrig längd utgörs av tråg och/eller bro. I figur 10 visas en profilbild för sträckningsalternativ Korsvägen via Johannebergsgatan.



Figur 10 Profilbild för sträckningsalternativ Korsvägen via Johannebergsgatan. Bilden visar tunnelns vertikala läge i profil samt ger information om markförhållanden och grundvattenmagasin. Skapad utifrån (Banverket, 2006g)

7.1.2 Grundvatten

En mycket stor andel av sträckningen Korsvägen via Johannebergsgatan går genom lera där grundvattenpåverkan är extra kritisk (Banverket, 2006g). Av park- och naturvärden är det främst Trädgårdsföreningen som kan påverkas, detta minimeras genom att grundvattenförändringar i det övre grundvattenmagasinet begränsas. De alléstråk som påverkas måste inom en snar framtid bytas ut i vilket fall, om det sker något tidigare än planerat på grund av Västlänken bedöms inte som negativt. Vid Johannebergs landeri finns träd av kulturminnesintresse som kan påverkas negativt och måste då ersättas.



Figur 11 Influensområde för grundvattenpåverkan för sträckningsalternativ Korsvägen visas innanför grön markering. Skapad utifrån (Banverket, 2006g)

Byggnader med grundläggning beroende av det övre grundvattenmagasinet återfinns längs hela sträckningen (Banverket, 2006g). Det undre grundvattenmagasinet är känslig för påverkan utefter hela sträckningen men det är endast i den södra delen, vid området kring Almedal, som anläggandet av tunneln kommer i kontakt med det. Skyddsåtgärder kommer att behövas där under byggtiden och höga krav på tunnelns täthet måste ställas.

I Mölndalsåns dalgång är ingrepp som påverkar grundvattnet överlag mycket kritiska då en grundvattensänkning får stor geografisk utbredning (Banverket, 2006g).

7.1.3 Stationslägen

Stationen vid Göteborgs Central innebär för samtliga sträckningsalternativ en teknisk utmaning (Jendeby, 2011)[9]. I och med stationens stora yta kommer vattnet i leran att utöva en stor lyftkraft på anläggningen. Berggrunden återfinns i området på mycket stort djup vilket gör att stationen inte kan grundläggas och förankras i berget, istället kan en lösning exempelvis vara att uppföra en byggnad som motverkande tyngd ovanpå stationen. Problematiken med stationsläget vid Göteborgs Central är densamma för samtliga sträckningar. För sträckningsalternativ Korsvägen placeras stationen vid Göteborgs Central i nord-sydlig riktning under Drottningtorget (Banverket, 2006k). Stationen vid Korsvägen placeras vid Johannebergsgatan och anläggs helt i berg.

7.1.4 Anläggningsmetod och tekniskt genomförande

Sträckningen Korsvägen via Johanneberg går mestadels genom lera vilket gör det möjligt att använda TBM som metod (Banverket, 2006l). Vid övergångar mellan jord och lera är metoden inte passande men eftersom sådana övergångar förekommer endast i ena änden av sträckan, se figur 4, kan TBM köras en lång sträcka i följd, vilket skulle kunna göra metoden ekonomiskt försvarbar. Alternativ anläggningsmetod till TBM är cut and cover med öppna jordschakter. Möjligheterna att använda TBM är således av stort intresse eftersom störningarna i den omgivande miljön skulle kunna bli mindre. De osäkerheter som finns kring utförande med TBM angående okontrollerade sättningar, övergångar mellan jord och berg samt anslutning till stationslägen medverkar till att det har kunnat fastslås att TBM och cut and cover rent ekonomiskt är i princip likvärdiga. Frågan har utretts i flera skeden eftersom resultatet i underlagsrapport teknik först redovisat större sättningsrisker och därmed ett större anläggningsdjup än vad som i senare utredningsskeden visats sig vara aktuellt (Banverket, 2007b). Den sträcka som utgörs av bergtunnel anläggs med drill and blast (Banverket, 2006l).

7.1.5 Konflikter med befintlig bebyggelse och kulturmiljö

De konflikter med befintlig bebyggelse och kulturmiljö som finns för sträckningen Korsvägen utgörs av att byggnader såsom Västra Stambanans stationsbyggnad, Posthotellet och byggnader i deras närhet påverkas (Banverket, 2006i). Tunneln passerar dessutom under de befintliga spåren vid Göteborgs Central vilket kan innebära en risk. Tunneln måste dessutom passera under Fattighusån och Trädgårdsföreningen samt värdefulla alléstråk, samtliga områden känsliga för grundvattenpåverkan. Trånga passager och hinder som kommer att kräva speciella åtgärder återfinns vid Olskroken, Göteborg Central, Slussbron/Ullevigatan och Mölndalsåns dalgång (Banverket, 2006h).

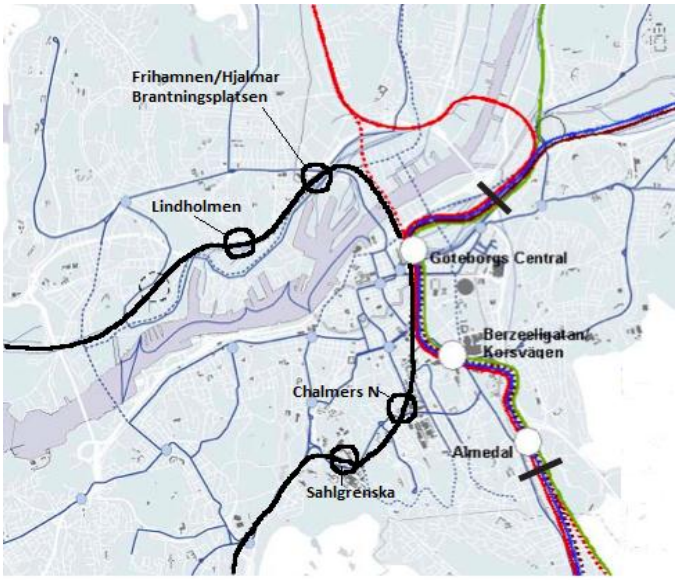
[9] Per Lerjefors (projektledare för västlänken på Trafikverket) intervjuad av författarna den 2 februari 2012

De åtgärdsposter för befintlig bebyggelse som enligt järnvägsutredningen bedöms vara de största, presenteras nedan i ordning längs sträckningen från norr till söder (Banverket, 2006h):

- Avväxling av GP-huset
- Rivning och återställning av Slussbron
- Avväxling av fastigheter vid Stureplatsen
- Grundförstärkning av fastigheter längs hela Södra vägen, Berzeliigatan samt Lorensbergsteatern
- Grundförstärkning av fastigheterna SAAB:s växellådsfabrik och Lyckholms
- Tillfällig flyttning av Hedens bollplaner med tillhörande omklädningsbyggnad

7.1.6 Möjlighet till framtida utbyggnad

I valet av Västlänkens sträckning har även framtida möjligheter till utbyggnad studerats (Banverket, 2002a). För samtliga tre sträckningsalternativ finns möjlighet att koppla ihop Västlänken med järnvägsnätet på Hisingen, detta antingen genom en ny tågbro i närheten av dagens bro över Göta älv eller genom utbyggnad av den befintliga tågbron vid Marieholm[10]. På så vis skulle två nya stationer erhållas, en vid Frihamnen eller Hjalmar Brantingsplatsen samt en vid Lindholmen (Banverket, 2002a). För samtliga sträckningsalternativ finns även en möjlighet att bygga ut spåret söder ut för anslutning till en framtida Säröbana.



Figur 12 Svart linje visar utbyggnadsmöjlighet mellan Hisingen och Askim/Särö, ringar markerar möjliga stationslägen. Skapad utifrån (Banverket, 2002a)

Alternativ Korsvägen innebär inte några fördelaktiga utbyggnadsmöjligheter mot Hisingen eftersom passagen över Göta älv i så fall måste ske i konflikt med befintlig infrastruktur och bebyggelse, en sådan utbyggnad är dock ändå ingen omöjlighet[11]. Däremot kan sträckningen med fördel förberedas för utbyggnad söder ut genom anslutning till Säröbanan och därmed efter Korsvägen ge även en station vid Chalmers och en vid Sahlgrenska.

Vid en eventuell framtida anläggning av Götalandsbanan (höghastighetsbana mellan Stockholm och Göteborg) krävs större kapacitet i Mölndal vid en anslutning till Västkustbanan (Banverket, 2007b). För sträckningen Korsvägen finns möjligheten att ansluta till Götalandsbanan, detta genom en tågtunnel från stationen vid Korsvägen genom Safjället.

[10] Per Lerjefors (projektledare för västlänken på Trafikverket) intervjuad av författarna den 2 februari 2012
[11] Per Lerjefors (projektledare för västlänken på Trafikverket) intervjuad av författarna den 2 februari 2012

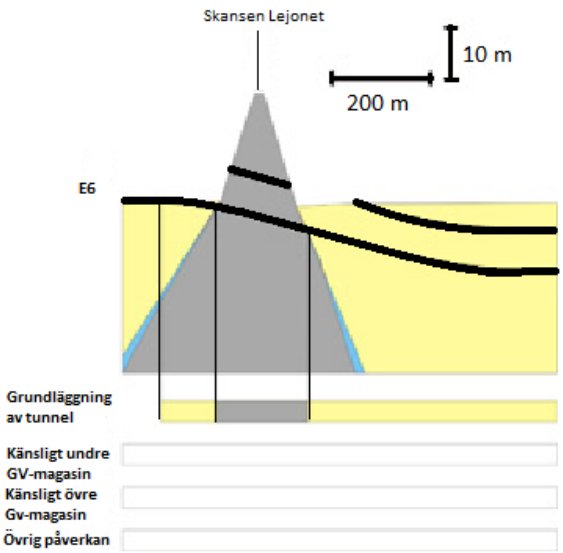
På så sätt behöver inte den redan hårt belastade Mölndalsåns dalgång belastas ytterligare. Denna möjlighet finns även för sträckningen Haga-Chalmers.

7.2 Haga-Korsvägen via Älvstranden

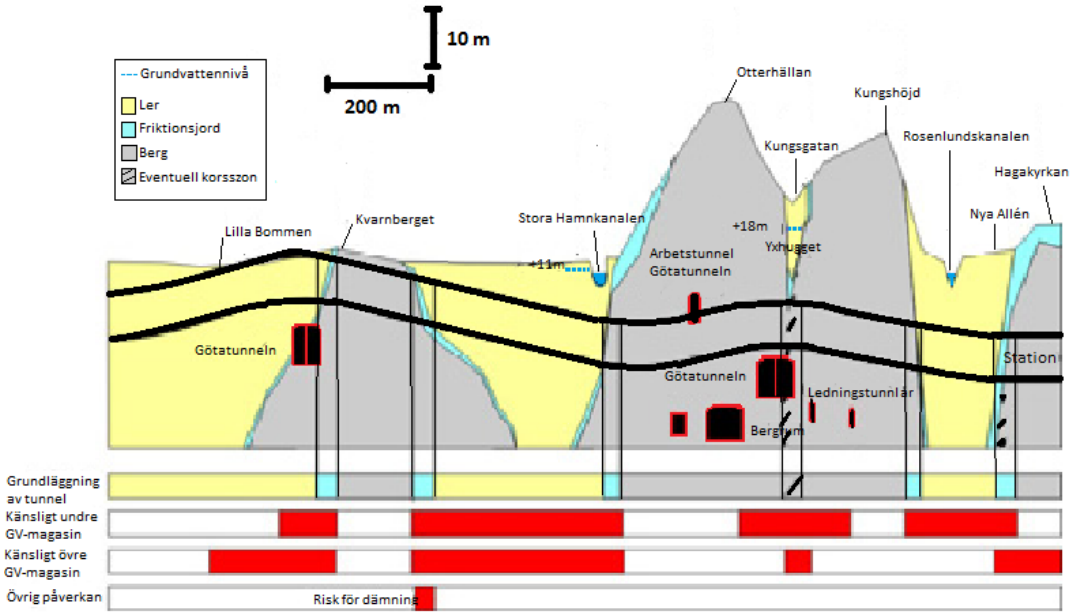
7.2.1 Geologi och geografi

Sträckningen Haga-Korsvägen via Älvstranden går en kort sträcka i berg under Skansen Lejonet för att sedan fortsätta i lera till Göteborgs Central och vidare norr om Nordstan (Banverket, 2006g). Tunneln fortsätter i lera förbi Lilla Bommen och fram till Kvarnberget där den övergår från lera till berg. Efter en kortare sträcka övergår sträckningen från berg till lera i höjd med Packhuskajen. Efter att tunneln passerat Stora Hamnkanalen sker ytterligare en övergång till berg och tunneln fortsätter i berg ända tills Otterhälla och Kungshöjd passerats. Därifrån går tunneln i lera under Rosenlundskanalen och Nya Allén för att strax före Hagakyrkan övergå i berg. Det är även här, i övergången mellan lera och berg under Hagakyrkan, som stationen Haga ska ligga. På den ovan beskrivna sträckan ska sträckningen passera Götatunneln, Götatunnelns arbetstunnel samt ledningstunnlar, se figur 14.

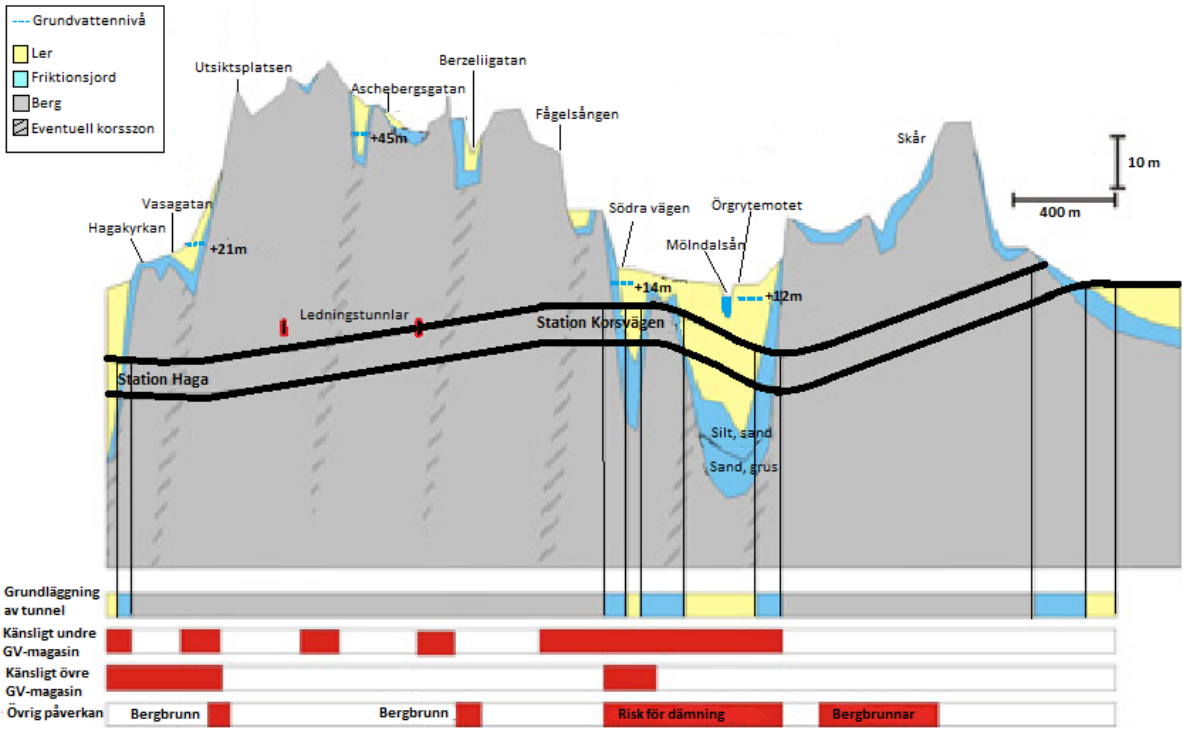
Från stationen i Haga fortsätter sträckningen på stort djup genom berg fram till Södra vägen och stationsläget vid Korsvägen (Banverket, 2006l). Tunneln passerar under denna sträcka genom fyra sprickzoner i berget. Genom Mölndalsåns dalgång går tunneln i lera utom en kort sträcka i berg, se figur 15. Efter Mölndalsåns dalgång följer en sträcka i berg före det att tunneln går upp till marknivå och fortsätter ovan mark fram till Almedal (Banverket, 2006g). Sträckningen Haga-Korsvägen via Älvstranden är totalt 9715 meter lång varav 5093 meter utgörs av tunnel i jord och 3520 meter utgörs av tunnel i berg (Banverket, 2006l). Totalt sker 10 bergpåslag (Banverket, 2006g). I figur 13-15 visas profilbild för sträckningsalternativ Haga-Korsvägen via Älvstranden.



Figur 13 Passage under Skansen Lejonet, profilbild för sträckningsalternativ Haga-Korsvägen via Älvstranden och Haga-Chalmers via Älvstranden. Bilden visar tunnelns vertikala läge i profil samt ger information om markförhållanden och grundvattenmagasin. Skapad utifrån (Banverket, 2006g)



Figur 14 Mellan Göteborg C och Haga, profilbild för sträckningsalternativ Haga-Korsvägen via Älvstranden och Haga-Chalmers via Älvstranden. Bilden visar tunnelns vertikala läge i profil samt ger information om markförhållanden och grundvattenmagasin. Skapad utifrån (Banverket, 2006g)



Figur 15 Mellan Haga och Almedal, profilbild för sträckningsalternativ Haga-Korsvägen via Älvstranden. Bilden visar tunnelns vertikala läge i profil samt ger information om markförhållanden och grundvattenmagasin. Skapad utifrån (Banverket, 2006g)

7.2.2 **Grundvatten**

Från Skansen lejonet till Haga, sträckan utefter Älvstranden

Från Skansen Lejonet till Haga går tunneln genom lerområden där grundvattnet i nuläget är starkt påverkat (Banverket, 2006g). Grundvattenbalansen är störd både i det undre och i det övre grundvattenmagasinet och skyddsinfiltration finns redan för att sättningsskador ska begränsas. Trots skyddsinfiltration finns en grundvattensänka vid Rosenlundskanalen vilken sträckningen går genom. Jordlagren i detta område bedöms vara mycket känsliga för påverkan och en sänkning kan förväntas få stor utspridning på stort avstånd.

Figur 16 Influensområde för grundvattenpåverkan för sträckningsalternativ Haga-Korsvägen visas innanför grön markering. Skapad utifrån (Banverket, 2006g)

Det finns ett flertal byggnader som är känsliga för grundvattenpåverkan i det övre magasinet; Nordstans parkeringshus, kvarteren öster och väster om Hagakyrkan, Packhusplatsen, Västra Nordstaden som ligger ovanför ett av tunnelns bergpåslag, Kungsgatan samt kvarteren norr och söder om Stora Hamnkanalen (Banverket, 2006g). Ovanstående beskrivning gäller även alternativet Haga-Chalmers via Älvstranden för sträckan mellan Skansen Lejonet och Haga.

Från Haga till Almedal

Byggnader med sättningskänsliga grundläggningar beträffande övre grundvattenmagasin finns även öster och väster om Hagakyrkan, vid Vasagatan, kring Korsvägen och i Mölndalsåns dalgång (Banverket, 2006g). Byggnader med sättningskänsliga grundläggningar beträffande undre grundvattenmagasin finns bland annat söder om Vasagatan, där det finns en försänkning i berget och möjligen även en sprickzon. De dalgångar som är högt belägna vid Aschebergsgatan och Berzeliigatan har troligen god vattentillgång och är därför inte lika känsliga för grundvattenpåverkan. För delen från Haga till Almedal är det främst sträckan i Mölndalsåns dalgång som är kritisk ur grundvattensynpunkt på samma sätt som för alternativ Korsvägen. Speciellt känsliga byggnader för grundvattensänkning finns framför allt i dalgångarna vid Södra vägen och Mölndalsån.

7.2.3 **Stationslägen**

Stationsläget vid Göteborgs Central placeras norr om Nils Ericsson Terminalen, i övrigt gäller problematiken beskriven i kapitel 7.1.3 (Banverket, 2006k). Stationen i Haga, vars läge blir i höjd med Haga kyrkoplan, anläggs delvis i berg, delvis i lera (Banverket, 2006e). Tunneln ska övergå från betongtunnel till bergtunnel precis när den går in i Hagaområdet och på så sätt bevaras viktiga kulturminnen i området. Stationen vid Korsvägen anläggs för denna sträckning vid Örgrytevägen (Banverket, 2006d). Stationen byggs som en kombination av

berg- och betongstation med möjlighet till en sekundär entré vid Götaplatsen via en lång underjordisk gång.

7.2.4 Anläggningsmetod och tekniskt genomförande

Sträckan innehåller flertalet övergångar mellan berg och lera vilket ställer krav på utformandet av tunneln samt noggranna undersökningar av förutsättningarna som råder vid bergpåslagen (Banverket, 2006l). Delar av tunneln som byggs i lera utgörs av betongtunnel och byggs med cut and cover teknik, detta sker framförallt i tunnelns början fram till Götatunneln där den delvis går in i berg och delvis i lera. Bergtunneln kommer att genomföras med drill and blast. TBM är inte aktuellt vare sig i berg eller i jord i och med att respektive material endast återfinns i korta sammanhängande sträckor. Svårigheten kommer framförallt att ligga i övergångar mellan jord och berg, bland annat i och med sättnings- och grundvattenproblematik tidigare beskrivet i kapitel 5.3 respektive kapitel 4.2.1.2.

7.2.5 Konflikter med befintlig bebyggelse och kulturmiljö

Göteborg blev under 1600-talet en handelsstad med ett starkt befästningsstråk för att skydda Sverige mot mäktiga fiender i väst (Banverket, 2006e). Idag har delar av befästningsstråket skymts undan av nya byggnader inom vallgraven, men mycket finns idag kvar både över och under mark. Det är därför mycket viktigt att all jord som schaktas bort längs vallgraven och hamnkanalen granskas av arkeologer för att säkerhetsställa att inga fornlämningar går förlorade. Det är även viktigt att säkerhetsställa att värdefull kulturmiljö inte tar skada vid anläggandet av Västlänken så som Skansen Lejonet (ett viktigt landmärke sedan 1600-talet), före detta Bergslagsbanans station, hamnstråket med Stora Bommen och Haga kyrkoplan. Samtliga områden antas innehålla lämningar, framförallt de områden som ligger med anslutning till befästningsstråket och Stora Hamnkanalen. Vid Haga kyrkoplan finns idag även mycket gamla träd som anses vara värdefulla kulturminnen. Byggnader vid Otterhälla och Kungshöjd står idag på träpålar och riskeras att ta skada om tunneln inte går i berg aktuell sträcka. Norr ut i området ligger ett flertal byggnader av stort kulturminnesintresse som inte får ta skada på grund av sättningar.

Figur 17 1700-talets befästningsmurs läge, delar i gult är de äldsta från 1620-tal och framåt. Hela detta område är klassat som riksintresse (Banverket, 2006i)

Då Västlänken går under Johannebergs landeris byggnad och under en del av parken som är historiskt värdefull kan de stora träden i parken påverkas (Banverket, 2006e). Dessa står öster

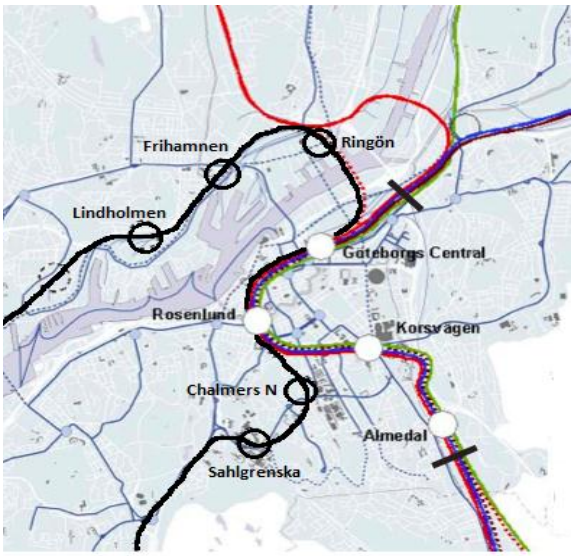
om byggnaden och ersätts då med nya. Vidare österut passerar Västlänken under Mölndalsån där hänsyn till naturmiljön krävs i byggskedet. Även vid Södra vägen finns ett antal stora träd som tillhör Johannebergs landeri vilka kan skadas av sänkta grundvattennivåer under anläggningstiden.

De åtgärdsposter för befintlig bebyggelse som enligt järnvägsutredningen bedöms vara de största, presenteras nedan i ordning längs sträckningen från norr till söder (Banverket, 2006h):

- Göta älvbrons östra ramp
- Avväxling av Nils Ericsson-terminalen
- Grundförstärkning av parkeringshuset Östra Nordstan
- Rivning och återställning av ramp från parkeringshuset
- Grundförstärkning av kasinot
- Rivning och återställning av Packhusbron och Rosenlundsbron
- Avväxling av skattehuset
- Rivning och återställning av kajer i Stora Hamnkanalen och Rosenlundskanalen
- Grundförstärkning av Lyckholms
- Grundförstärkning av Rondo och Lisebergshallen
- Rivning av parkeringshuset vid Liseberg
- Rivning och återställande av broar och påldäck för E6 inklusive ramper och riksväg 40

7.2.6 Möjlighet till framtida utbyggnad

Stationsläget norr om Göteborgs Central gynnar framtida utbyggnader över älven och mot Hisingen (Banverket, 2002a). En station i väst-ostlig riktning gör det möjligt att enkelt korsa Göta älv runt Tingstad för vidare sträckning mot Torslanda via Ringön och Lindholmen. Möjligheter finns även att bygga ut järnvägsnätet för att koppla samman Torslanda med Askim/Särö. Utbyggnaden mot Askim/Särö kan åstadkommas via bergtunnel från station Haga och ansluter därmed inte till den viktiga knytpunkten Korsvägen. Utbyggnaden skulle mynna i fem ytterligare stationer: Frihamnen/ Hjalmar Brantingsplatsen, Lindholmen, Chalmers, Sahlgrenska samt en station vid Ringön, se figur 18. Sträckningen Haga-Korsvägen innebär ingen möjlighet att vid framtida byggande av Götalandsbanan avlasta Mölndalsåns dalgång (Banverket, 2007b). Detta eftersom anslutning från Korsvägen till en eventuell tunnel genom Safjället rent spårgeometriskt inte anses vara möjlig.

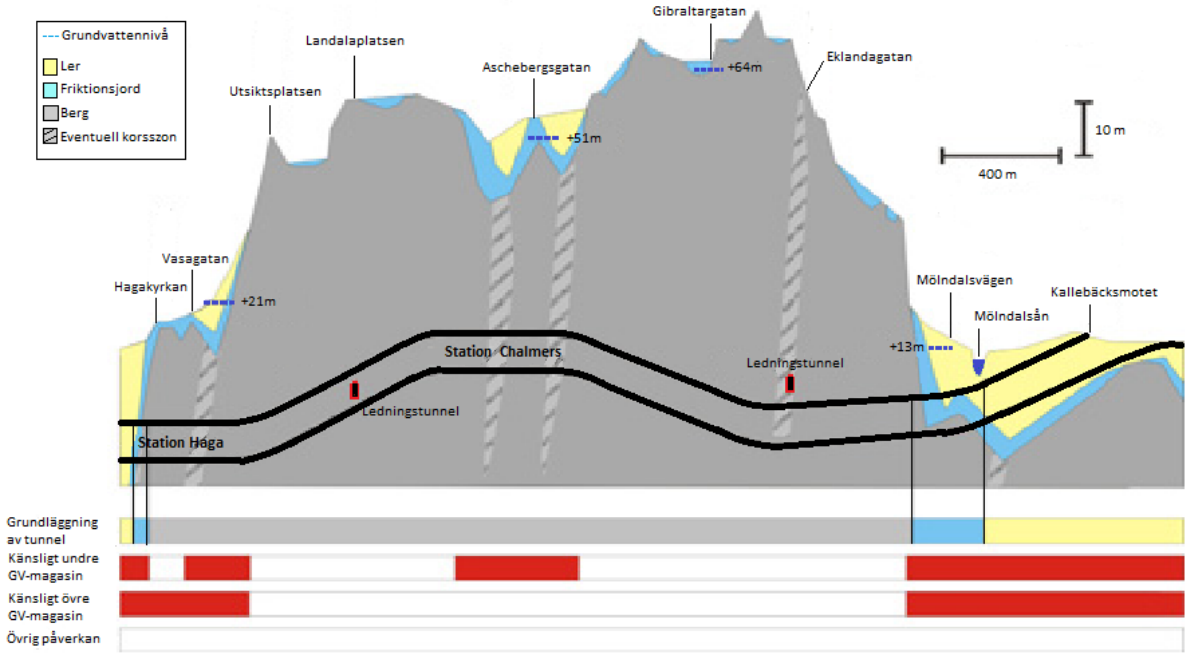


Figur 18 Svart linje visar utbyggnadsmöjlighet mellan Hisingen och Askim/Särö, ringar markerar möjliga stationslägen. Skapad utifrån (Banverket, 2002a)

7.3 Haga-Chalmers via Älvstranden

7.3.1 Geologi och geografi

Från Skansen Lejonet till stationen i Haga gäller samma beskrivning som för Haga-Korsvägen i kapitel 7.2.1. Från stationen i Haga går tunneln helt i berg fram till Mölndalsvägen, därefter passerar den ett lerområde för att ansluta till järnvägen i Almedal (Banverket, 2006g). Bergtäckningen är i Haga minst 10 meter, de efterföljande två kilometrarna har en bergtäckning på 30-50 meter. Tre möjliga sprickzoner passeras. Sträckningen Haga-Chalmers har en total längd på 9280 meter varav 5082 meter tunnel i jord och 3275 meter tunnel i berg, övrig längd utgörs av tråg och/eller bro (Banverket, 2006l). I figur 13-14 samt 19 visas profilbild för sträckningsalternativ Haga-Chalmers via Älvstranden .



Figur 19 Mellan Haga och Almedal, profilbild för sträckningsalternativ Haga-Chalmers via Älvstranden. Bilden visar tunnelns vertikala läge i profil samt ger information om markförhållanden och grundvattenmagasin. Skapad utifrån (Banverket, 2006g)

7.3.2 **Grundvatten**

Från Skansen lejonet till Haga, sträckan utefter Älvstranden

Fram till station Haga gäller samma grundvattenförutsättningar som beskrivits ovan för alternativ Haga-Korsvägen i kapitel 7.2.2.

Från Haga till Almedal

Sträckan som följer efter stationen i Haga har relativt god tillgång på grundvatten och är därmed inte så känsligt för avsänkningar (Banverket, 2006g). Dock är området kring Hagakyrkan och Vasagatan känsligt och kräver åtgärder för att grundvattennivån inte ska sänkas. Söder om Vasagatan finns en försänkning i berget och eventuellt en sprickzon. Detta innebär att om de grundvattenförande sprickzonerna läcker in i bergtunnlarna så kan grundvattensänkningar fortplanta sig och påverka grundvattenmagasin i jord. I dalgångar där tunneln går genom berg överlagrat av jord kommer inte det övre grundvattenmagasinet påverkas. I Mölndalsåns dalgång där bergtunneln övergår till betongtunnel gäller precis som för övriga två sträckningar att grundvattenpåverkan är kritiskt i det undre magasinet i friktionsjorden. Här förekommer även byggnader som är känsliga för trycksänkning i det övre grundvattenmagasinet.

Figur 20 Influensområde för grundvattenpåverkan för sträckningsalternativ Haga-Chalmers visas innanför grön markering. Skapad utifrån (Banverket, 2006g)

7.3.3 **Stationslägen**

För stationerna vid Haga och Göteborgs Central gäller samma beskrivning som i kapitel 7.2.3 respektive kapitel 7.1.3 (Banverket, 2006d). Stationen vid Chalmers får sitt läge mellan Landala torg och Chalmers huvudentré. Stationen byggs helt i berg på cirka 50 meters djup, vilket kräver långa upp- och nedgångar mellan stationen och markytan. Dessutom blir det kostsamt att åstadkomma dagsljus på ett sådant djup till stationen, något som är eftersträvansvärt för samtliga stationer (Banverket, 2006k). Stationen vid Chalmers innebär inga eller minimala konflikter med befintlig markanvändning och stadsmiljöer.

7.3.4 **Anläggningsmetod och tekniskt genomförande**

För sträckan från Skansen lejonet till stationen i Haga gäller samma beskrivning som för Haga-Korsvägen i kapitel 7.2.4 ovan och anläggandet utförs i jord med cut and cover och i berg med drill and blast (Banverket, 2006l). Från Haga går sträckningen i berg ända ut till Mölndalsåns dalgång vilket innebär att drill and blast används en längre sträcka och endast ett ytterligare bergpåslag förekommer efter det i Haga.

7.3.5 Konflikter med befintlig bebyggelse och kulturmiljö

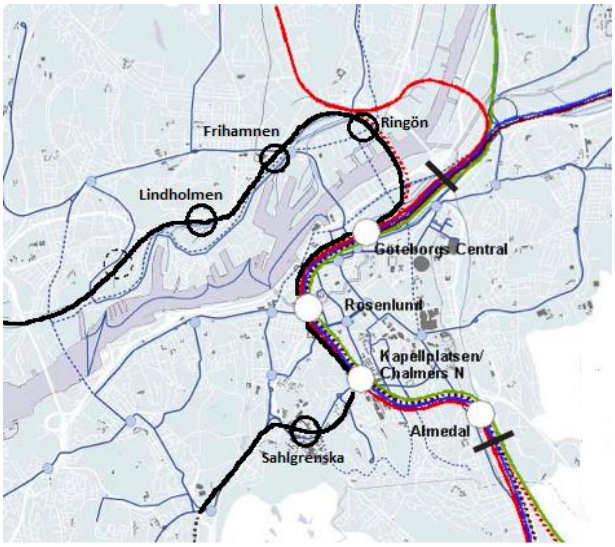
Från Skansen lejonet till Haga gäller samma konflikter med bebyggelse och kulturmiljö som beskrivits för Haga-Korsvägen i kapitel 7.2.5. På sträckan Haga-Almedal påverkas inte några park- och kulturmiljöer nämnvärt i och med att tunneln går helt i berg (Banverket, 2006e). Däremot kommer Västlänken under Landalaplatsen i konflikt med en arbetstunnel som ligger på samma djup (Banverket, 2006g).

De åtgärdsposter för befintlig bebyggelse som enligt järnvägsutredningen bedöms vara de största, presenteras nedan i ordning längs sträckningen från norr till söder (Banverket, 2006h):

- Göta älvbrons östra ramp
- Avväxling av Nils Ericsson-terminalen
- Grundförstärkning av parkeringshuset Östra Nordstan
- Rivning och återställning av ramp från parkeringshuset
- Grundförstärkning av kasinot
- Rivning och återställning av Packhusbron och Rosenlundsbron
- Rivning och återställning av kajer i Stora Hamnkanalen och Rosenlundskanalen
- Avväxling av skattehuset
- Avväxling av bostadsfastigheter väster om Mölndalsvägen
- Grundförstärkning av fastigheterna SAAB och Lyckholms

7.3.6 Möjlighet till framtida utbyggnad

Sträckningen Haga-Chalmers lämpar sig på samma sätt som sträckningen Haga-Korsvägen för utbyggnad mot Hisingen med enda skillnaden att inget stationsläge vid Korsvägen erhålls (Banverket, 2002a). Haga-Chalmers innebär även, likt alternativ Korsvägen kapitel 7.1.6, en möjlighet att i framtiden avlasta Mölndalsåns dalgång genom att en tunnel genom Safjället kan ansluta vid stationen vid Chalmers.



Figur 21 Svart linje visar utbyggnadsmöjlighet mellan Hisingen och Askim/Särö, ringar markerar möjliga stationslägen. Skapad utifrån (Banverket, 2002a)

7.4 Sammanfattning av jämförelse

Analysen av sträckningsalternativen sammanfattas i tabell 1. Vertikal läsning av tabellen ger en sammanfattande presentation av sträckningarna medan horisontal läsning ger skillnaden mellan dem.

	Korsvägen	***Haga-Korsvägen***	***Haga-Chalmers***
Geologi och geografi			
Total längd	7369 meter	9715 meter	9280 meter
Längd och andel tunnel i berg	1010 meter 13,7%	3520 meter 36,2%	3275 meter 35,3%
Längd och andel tunnel i jord	5537 meter 75,1%	5093 meter 52,4%	5082 meter 54,8%
Antal Bergpåslag	2 stycken	10 stycken	7 stycken
Grundvatten			
Risk för grundvattenpåverkan	Stor	Stor	Stor
Längd i Mölndalsåns dalgång	Kortare	Längre	Kortare
Stationslägen			
Stationer	Göteborg C (nord-sydlig riktning under Drottningtorget) Korsvägen (Johannebergsgatan)	Göteborg C (Norr om Nils Ericssonterminalen) Haga (Haga kyrkoplan) och Korsvägen (Örgrytevägen)	Göteborg C (Norr om Nils Erikssonterminalen) Haga (Haga kyrkoplan) och Chalmers (norr om)
Anläggningsmetod och tekniskt genomförande			
Lämplig metod lera	TBM, cut and cover	Cut and cover	Cut and cover
Lämplig metod berg	Drill and blast	Drill and blast	Drill and blast
Konflikter med befintlig bebyggelse och kulturmiljö			
Antal stora åtgärdsposter	6 stycken	12 stycken	10 stycken
Fornlämningar och kulturminnen	Västra stambanans stationsbyggnad	Skansen Lejonet, befästningsmuren	Skansen Lejonet, befästningsmuren
Natur- och parkmiljö	Trädgårdsföreningen, Johannebergs landeri	Haga kyrkoplan, Johannebergs landeri	Haga kyrkoplan
Möjlighet till framtida utbyggnad			
Utbyggnad mot Hisingen	Möjligt men komplicerat	Möjligt	Möjligt
Utbyggnad mot Särö	Möjligt från stationsläget vid Korsvägen	Möjligt från stationsläget vid Haga	Möjligt från stationsläget vid Chalmers
Utbyggnad genom Safjället	Möjligt	Inte möjligt	Möjligt

Tabell 1 Sammanfattning av sträckningsalternativen Korsvägen via Johannebergsgatan, Haga-Korsvägen via Älvstranden och Haga-Chalmers via Älvstranden

8 Sträckningarnas måluppfyllelse enligt järnvägsutredningen

I Trafikverkets järnvägsutredning görs en bedömning av hur olika sträckningsalternativ uppfyller de mål och krav som Västlänken ska uppfylla, bland annat i form av transportpolitiska mål och nationella miljömål se kapitel 3.1 och kapitel 3.2. I järnvägsutredningen görs även en mer konkret bedömning av hur väl sträckningsalternativen uppfyller de uppsatta projektmålen vilka redovisats i kapitel 3.3. I följande kapitel redogörs för järnvägsutredningens bedömning av hur de tre sträckningarna Korsvägen via Johannebergsgatan, Haga-Korsvägen via Älvstranden och Haga-Chalmers via Älvstranden bidrar till att uppfylla nationella mål och projektmål. Mål som inte är relevanta i jämförelsen mellan de tre sträckningarna ur ett tekniskt perspektiv berörs ej.

8.1 Uppfyllelse av transportpolitiska mål

Uppfyllelse av de transportpolitiska målen fullbordas till olika grad för de tre sträckningarna och samtliga alternativ ses som starkt bidragande (Banverket, 2006e). Haga-Korsvägen och Haga-Chalmers stöder de transportpolitiska målen till något högre grad än alternativ Korsvägen i och med att de två förstnämnda anses leda till mest överflyttning från biltrafik till tågtrafik. Haga-Korsvägen anses ge något större ökning av antal resenärer än Haga-Chalmers. Detta är en av de största anledningarna till att Haga-Korsvägen via Älvstranden har fastställts att utgöra Västlänkens sträckning.

8.2 Uppfyllelse av nationella miljömål

Västlänken ses som bidragande till uppfyllelse av samtliga åtta för projektet aktuella nationella miljömål (Banverket, 2006e). Mål som ”Begränsad klimatpåverkan”, ”Frisk luft”, ”Bara naturlig försurning”, ”Ingen övergödning” samt ”Levande sjöar och vattendrag” uppfylls samtliga genom att biltrafiken minskar i samband med den överflyttning till tågtrafik som bedöms ske, dock i något olika grad för de olika sträckningsalternativen, nämnda i kapitel 7. I miljömålet ”Levande sjöar och vattendrag” behandlas även grundvatten, vilket inte får påverkas skadligt genom varken sänkningar, höjningar eller spridning av föroreningar. Västlänken bidrar till att uppfylla målet ”giftfri miljö” genom att förorenad mark under arbetets gång kommer att omhändertas och saneras. I miljömål nummer åtta, ”God bebyggd miljö”, berörs utöver stadsplanering, markanvändning och kulturmiljö även hanteringen och användandet av överskottsmassor. Järnvägsutredningen gör ingen direkt skillnad mellan de tre sträckningarnas uppfyllelse av de nationella miljömålen utan alla alternativ anses bidra. Den sträckning som anses bidra till uppfyllandet till störst grad är den som bedöms bidra till störts överflyttning från personbilstrafik till tåg, alltså Haga-Korsvägen. De andra sträckningsalternativen ses på den punkten i järnvägsutredningen som likvärdiga.

8.3 Uppfyllelse av projektmål

Järnvägsutredningen baseras på ett antal underlagsrapporter, vilka behandlar specifika områden (Banverket, 2006g). I underlagsrapport grundvatten görs en slutlig bedömning där påverkan från tunneln, både i byggskede och driftskede, inte skiljer sig mellan de tre alternativen Korsvägen via Johanneberggatan, Haga-Korsvägen via Älvstranden och Haga-Chalmers via Älvstranden. Detta resultat är baserat på vilka konsekvenser som fås, behov av eventuella skyddsåtgärder samt påverkan på skyddsobjekt. Sättningsriskerna är betydande oavsett sträckning.

I underlagsrapport byggskedet är det fyra av projektmålets delmål som är aktuella; ”påverkan på stadsbilden”, ”trafikstörningar under byggtiden”, ”störningar för näringsidkare under byggtiden” och ” låg risk för skador på liv och egendom” (Banverket, 2006f). Vad gäller ”påverkan på stadsbilden” bedöms alternativ Haga-Chalmers påverka stadsbilden mindre än Haga-Korsvägen och Korsvägen. Vad gäller ”trafikstörningar under byggtiden” kommer alternativ Korsvägen att ge upphov till störst störningar, följt av Haga-Korsvägen och minst störningar Haga-Chalmers ”störningar för näringsidkare under byggtiden blir störst för Korsvägen och Haga-Korsvägen och något mindre för Haga-Chalmers. Beträffande ”låg risk för skador på liv och egendom” i byggskedet bedöms den vara störst för alternativ Haga-Korsvägen, följt av Haga-Chalmers och lägst risk för Korsvägen. De bedömningar som gjorts av störningar i byggskedet har grundats på att cut and cover samt drill and blast används som anläggningsmetoder i jord respektive berg.

I underlagsrapport kulturmiljö fastslås att arbete med anläggande av tunnel i Göteborg överlag kräver arkeologiska utgrävningar samt att viktiga områden som grönområden och grönstråk kommer att påverkas (Banverket, 2006i). För alternativen Haga-Chalmers och Haga-Korsvägen via Älvstranden är det värdefull bebyggelse på södra Älvstranden samt området kring Hagakyrkan som är mest kritiskt beträffande fornlämningar. För alternativ Korsvägen är det främst allé- och parkmiljö som påverkas men även ett antal byggnader. I det stora hela fastslår underlagsrapport kulturmiljö att sträckningsalternativ Korsvägen är det alternativ som ger minst påverkan på kulturmiljö, mellan sträckningarna Haga-Korsvägen och Haga-Chalmers görs ingen skillnad.

9 Remissvar

Under våren 2006 hade 29 instanser möjlighet att svara på remiss angående Trafikverkets järnvägsutredning. Utöver järnvägsutredningen fick instanserna även tillgång till Stadsbyggnadskontorets detaljplaneprogram (Banverket, 2006m). Av de instanser som förespråkade ett specifikt sträckningsalternativ framhölls i övervägande störst omfattning alternativ Korsvägen och alternativ Haga-Korsvägen som mest intressanta. Sträckningsalternativ Korsvägen förespråkades explicit av fem instanser; Riksantikvarieämbetet, Göteborg köpmannaförbund, Järnvägsfrämjandets lokalavdelning, Jernhusen och Hallandstrafiken. Sträckningsalternativ Haga-Korsvägen förespråkades i sin tur explicit av fyra instanser; Västtrafik, Svenska Mässan, Göteborgsregionens kommunalförbund och Länsstyrelsen i Västra Götaland. Nedan redogörs för en del av de synpunkter som framkom i remissvaren.

I remissvaren uttalar sig instanserna Statens geotekniska institut, SGI, och Sveriges geologiska undersökning, SGU, om brister i järnvägsutredningen angående undersökningar av totalstabilitet, särskilt beträffande leran utefter Göta älv, respektive avsaknad av mer utförliga undersökningar i ett tidigt skede (Banverket, 2006m). Även Naturvårdverket framhäver behovet av mer utförliga undersökningar i ett tidigare skede. SGU påpekar även en del felaktigheter angående den geologiska beskrivningen, bland annat krosszonernas riktning i berget. Vidare påpekas även bristande redovisning av geohydrologiska förutsättningar i järnvägsutredningen.

Länsstyrelsen i Västra Götaland påpekar i sitt remissvar att noggrannare utredning av kapaciteten i Mölndalsåns dalgång och det eventuella framtida behovet av att kunna avlasta den behövs (Banverket, 2006m). Kommunstyrelsen i Borås stad poängterar att Västlänkens utformning inte får motverka verkställandet av Götalandsbanan. Även Boverket framhåller att stor vikt bör läggas på långsiktiga faktorer som Götalandsbanan och regional- och lokaltågens täckningsgrad. Enligt instanserna Länsstyrelsen i Västra Götaland och Köpmannaförbundet behandlar järnvägsutredningen i bristande utsträckning de framtida utbyggnadsmöjligheter som respektive granskat sträckningsalternativ innebär. Köpmannaförbundet lägger tonvikt vid att sådana utbyggnadsmöjligheter bör vara av mycket stor vikt i ett så omfattande projekt som Västlänken och att järnvägsutredningen borde kopplas till planer om framtida stadsutveckling. Beträffande stadsutveckling framhäver såväl Länsstyrelsen som Köpmannaförbundet att byggandet av Västlänken inte bör försvåra de visioner som finns för utvecklingen av exempelvis området Gullbergsvass, där en framtida nedsänkt bangård har diskuterats. Köpmannaförbundet påpekar även att Järntorget borde ses som en viktigare strategisk knytpunkt än Haga.

Vikten av och önskemålet om mer tydlig långsiktighet i järnvägsutredningen framhävs av både Länsstyrelsen i Västra Götaland och Köpmannaförbundet (Banverket, 2006m). Båda instanserna påpekar att järnvägsutredningens tidsperspektiv (2020) är för kort för en infrastruktursatsning av Västlänkens skala. Stadsbyggnadskontorets detaljplaneprogram som granskats i samband med remissvaren har ett längre tidsperspektiv (2050), där förutsättningarna aktuella för Västlänken därmed ser annorlunda ut. Framförallt vad gäller de

framtida möjligheterna till utbyggnad anser instanserna att ett långsiktigt perspektiv saknas i järnvägsutredningen. Göteborgsregionens kommunalförbund framhåller dessutom att en noggrannare undersökning av huruvida Västlänken bör byggas med fyra spår eller planerade två spår för att möta framtidens behov krävs.

Vidare påpekar bland andra Länsstyrelsen i sitt remissvar att med detaljplaneprogrammets tidsperspektiv 2050 blir skillnaden beträffande ökningen av antalet resenärer mellan sträckningsalternativen Haga-Korsvägen och Korsvägen inte alls stora då framtida utbyggnader mot Hisingen och Särö tas i beaktande (Banverket, 2006m). Länsstyrelsen förespråkande av sträckningsalternativ Haga-Korsvägen framför alternativ Korsvägen bygger på det kortsiktiga perspektivets bedömning av störst överflyttning av resenärer för Haga-Korsvägen.

10 Samhällsekonomi

Samhällsekonomi, som också brukar benämnas nationalekonomi, inkluderar all ekonomi i ett land och handlar främst om hur resurser ska fördelas och utnyttjas på bästa sätt (Västtrafik). Till skillnad från bland annat privatekonomin och företagsekonomin angår samhällsekonomin både privatpersoner och företag, tillika banker och den offentliga sektorn. Samhällsekonomi omdebatteras ofta i samband med stora infrastrukturprojekt, då de ofta är skattefinansierade till stor del.

10.1 Samhällsekonomisk nytta

Stora investeringar från den offentliga sektorn såsom landsting, kommuner och staten motiveras ofta genom att de genererar en samhällsekonomisk vinst (Västtrafik). Detta innebär att de nyttor som väntas efter ett projekts färdigställande är större än de kostnader som projektet medför totalt. Då det finns ett nästan oändligt antal potentiella projekt att bekosta, men endast begränsade resurser, jämförs med fördel de olika projektförslagens så kallade samhällsekonomiska lönsamhet för att få en bild av vilket projekt som ger mest nytta för pengarna. Den samhällsekonomiska bedömningen är en viktig del i projektets planeringsfas. Den totala nyttan av ett projekt kan vara såväl positiv som negativ. Beslutsfattarna kan dock välja att förbise resultatet och välja att genomföra projektet ändå. Eftersom andra parametrar än de som är med i den samhällsekonomiska bedömningen kan motivera projektet trots en eventuell negativ nytta kan projektet ändå genomföras.

10.2 Skillnaden på samhällsekonomisk kalkyl och bedömning

Det finns två olika begrepp inom samhällsekonomin som är snarlika men bör skiljas på: samhällsekonomisk **bedömning** (eller analys) och samhällsekonomisk **kalkyl** (Naturvårdsverket, 2012). Det finns tre olika typer av värden som behöver uppskattas för att kunna utföra kalkylen och bedömningen: Monetära, kvantitativa och kvalitativa värden.

Monetära värden är de som direkt går att värdera i rena pengar. Anläggningskostnader, biljettintäkter och projekteringskostnader med mera ingår i denna kategori.

Kvantitativa värden är parametrar som går att mäta, men endast indirekt i pengar. Det kan till exempel röra sig om restider, utsläpp eller exploateringsbar markyta.

Kvalitativa värden är de svåraste att bedöma. Dessa värden går inte att mäta utan de beskrivs snarare i ord, vilket medför att det blir mer eller mindre en subjektiv bedömning. Det kan bland annat handla om landskapsbilden, bekvämlighet, sociala konsekvenser, trygghet, konjunktur, prioritet och buller.

”Hårda” och ”mjuka” parametrar är två termer som ofta brukar användas i kalkylsammanhang. Monetära värden brukar placeras in under kategorin hårda parametrar, medan de kvalitativa och kvantitativa värdena brukar kallas mjuka. Kategoriseringen av kostnads- och nyttoposter under hårda och mjuka parametrar är dock komplicerad då det inte

finns något allmänt vedertaget sätt att utföra den på. Därför kan det ibland uppstå förvirring angående vad som menas med de olika parametrarna.

I kalkylen ställs alla förväntade kostnader mot nyttor. Det innebär att de monetära och kvantitativa värdena är de som ingår i kalkylen. När de kvantitativa och monetära värdena kostnadsbedömts genomförs kalkylen för projektet och resultatet presenteras sedan som en total kostnad.

Till skillnad från den samhällsekonomiska kalkylen innehåller bedömningen även de kvalitativa värdena (Naturvårdsverket, 2012). Enkelt uttryckt är avsikten med bedömningen att försöka inkludera det som inte vägs in i kalkylen. Bedömningen ger därför en bättre helhetsbild över kostnader och intäkter. Ju större projekt, desto fler variabler finns det, både mjuka och hårda. Således är en samhällsekonomisk bedömning väldigt viktig i projekt av Västlänkens storlek.

De mjuka parametrarna inkluderar områden som konjunktur, prioritet, trygghet och landskapsbild, men även ännu större begrepp, såsom regionförstoring (Banverket, 2006j). Mjuka parametrar går inte att uppskatta det monetära värdet på lika lätt som de hårda och värdet av dem måste alltså snarare bedömas än räknas på. Mjuka parametrar kommer ofta i skymundan då det är lättare att överblicka och förstå de hårda. Den samhällsekonomiska bedömningen försöker dock att sammanställa alla parametrar för att få fram både de kostnader och intäkter som visar sig direkt, men även de som är svårare att lägga märke till vid en första anblick.

Under ett möte med Lars-Bertil Ekman[12], koordinator för det Västsvenska paketet, påpekade han att det finns långt fler nyttor med projekt i Västlänkens storlek än vad en traditionell samhällsekonomisk analys klarar av att betona. Dessa nyttor passar bäst in under de mjuka parametrarna då det till exempel kan handla om vilken effekt en järnväg får då den grävs ner under mark istället för att gå genom stadskärnan och dela upp staden, vilket kan bidra med en så kallad barriäreffekt.

De nyttor som analyseras men som inte medräknas i den traditionella kalkylen är således en stor anledning till varför projektet verkställs överhuvudtaget (Hadenius, 2006). Håkan Stille, professor inom jord- och bergsmekanik vid KTH, menar på att en stor andel av de stora infrastrukturprojekt som genomförts förr, och innefattar just tunnlar, antagligen också skulle ha visat på negativa resultat om dagens metoder skulle tillämpas vid beräkningarna. Han anser dock att det var tur att de genomfördes med tanke på hur viktiga de är i dagsläget.

[12] Lars-Bertil Ekman (Koordinator för Västsvenska paketet) intervjuad av författarna den 19 april 2012.

10.3 **Kalkyl- och analysmetoder**

När kalkylerna ska utföras i projektets förstudie måste först en kalkylmetod väljas (Lundin). Det finns flera olika typer av metoder, men numer används ofta den successiva metoden inom byggbranschen. Nedan följer beskrivningar av de metoder som berörs i detta arbete. Metoderna är: Successiva metoden, Sampers och Samkalk, samt Samlok.

10.3.1 **Successiva metoden**

I Västlänkens förstudie användes Lichtenbergsmetoden, även kallad den successiva metoden, för att räkna på projektets kostnad i den samhällsekonomiska kalkylen (Banverket, 2006h). Det som karaktäriserar metoden är att den tar väl hand om de osäkerheter som finns inom projektets ekonomiska ramar samt att den är mycket lättanvändlig (Swerea IVF, 2002). Metoden går ut på att olika kostnadsposter värderas på tre olika sannolikhetsnivåer för att sedan kunna vävas ihop till en medelkostnad. Maximum-, minimum- och mest trolig kostnad för varje kostnadspost tas fram. I de fall där maximum- och minimumkostnaderna skiljer sig mest från den mest troliga kostnaden finns den största osäkerheten.

Metoden kräver endast att beräkningar på mer detaljerade nivåer utförs på de ställen där osäkerheterna är stora (Banverket, 2006h). Detta kallas ofta för top-down-tänkande eftersom kalkylerna utförs från toppen (så omfattande som möjligt) och ner till botten (mer detaljerat) där det behövs. Tack vare detta anses metoden vara en av de mest lättanvända idag. Den successiva metoden kan, förutom att användas för att uppskatta kostnader, även användas för att beräkna tider i ett projekt.

Värderingarna utförs av en grupp människor som var och en anses ha höga kunskaper inom sitt enskilda område (Vägverket, 2008). Vid projekt av Västlänkens storlek ökar givetvis osäkerheterna då det finns en mycket stor utsträckning av delar som ska ses över. Det krävs därför fler personer än vid mindre projekt. Antalet personer som deltar i kalkylarbetet kan variera kraftigt beroende på projekt, just i detta projekt fanns det nio stycken arbetsgrupper, vilket är ett högt antal. Västlänken är endast ett av många projekt där denna metod använts, till exempel har den också använts vid projekteringen av Botniabanan och Ostlänken som även de är järnvägsprojekt i mångmiljardklassen (Botniabanan AB, 2001) (Banverket, 2009).

När analyserna av kostnadsposterna ska utföras bedöms först hur osäkra de olika posterna väntas vara (Swerea IVF, 2002). De minst osäkra posterna kan då analyseras kostnadsmässigt på en mer övergripande nivå. Posterna med högre osäkerhet bryts isär till mindre poster för att osäkerheterna ska bli mindre och kunna kostnadsuppskattas var för sig för att sedan summeras ihop. Den bakomliggande tanken till denna metodik är att även om de säkra posterna skulle ha värderats på en mer detaljerad nivå, skulle osäkerheterna i slutkalkylen ändå inte påverkas nämnvärt. När de olika kostnadsposterna värdesätts används följande formler:

$$Medelvärde = \frac{A+2{,}9B+C}{4{,}9} \qquad Standardavvikelse = \frac{maximumvärde-minimumvärde}{5}$$

där A motsvarar minimikostnaden, B den troligaste kostnaden och C den maximala kostnaden. A och C väljs så att de garanterat inte inträffar. Ur formeln går det att urskilja att

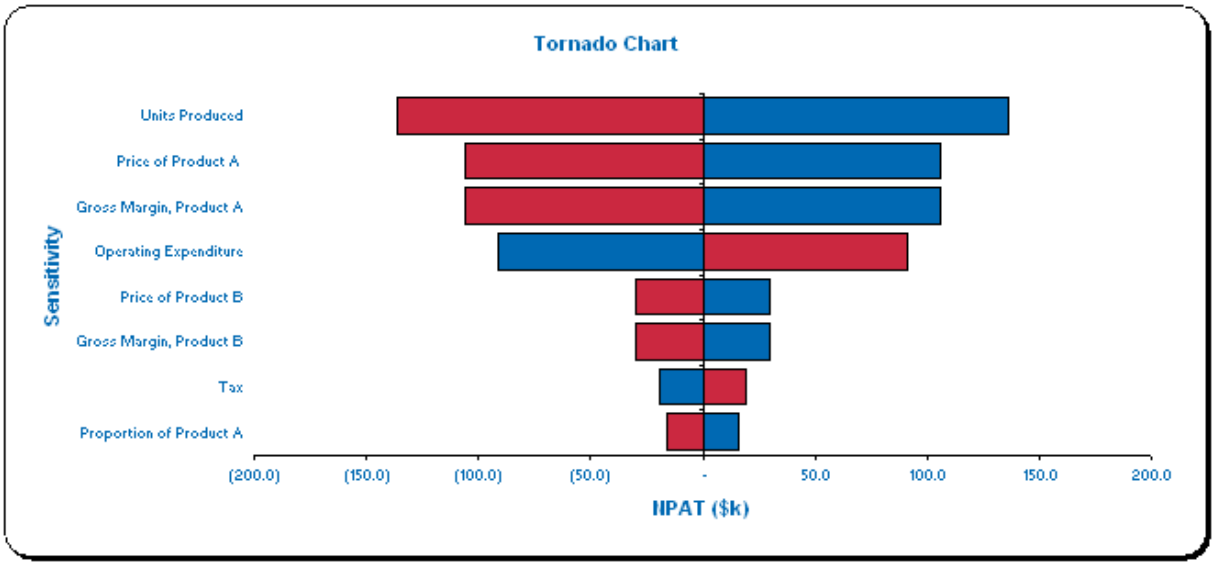
den största vikten hos medelvärdet kommer från det värdet som anses vara mest troligt, då det har en faktor 2,9 mot 1. Medelvärdet kan vara samma som det troliga värdet, om min- och maxvärdena är lika långt från det troliga värdet, men det skiljer sig ofta något åt. De olika medelvärdena för varje post adderas ihop i beräkningsgångens slut vilket resulterar i en total medelkostnad för hela projektet. Medelkostnaden kan självklart inte antas vara den kostnad som projektet verkligen kommer att sluta på, men den ger en bra fingervisning om vad som är sannolikt.

Det är inte bara medelvärdet som är intressant utan även vilka poster som väntas bidra mest till osäkerheten i kalkylen, vilken bör minimeras så gott det går (Swerea IVF, 2002). För att göra detta beräknas även standardavvikelsen samt variansen för samtliga poster. Den största osäkerheten kommer ifrån den post som har den största variansen. Variansen är standardavvikelsen i kvadrat, och därför minskar osäkerheten exponentiellt om en osäkerhetspost bryts ner till två, eller fler, mindre poster istället.

Exempel: En post har ett medelvärde på 1000, en standardavvikelse på 60 samt en varians på 3600. Bryts posten istället ned till två poster à 500 med standardavvikelser på 30 respektive 40 erhålls varianser på 900 och 1600, vilket tillsammans blir 2500 – en väsentlig reduktion av det ursprungliga värdet.

Då kalkylen är färdigställd kan två diagram framställas, en S-kurva och ett tornadodiagram, se figur 22 och 23. S-kurvan visar kostnad i förhållande till sannolikhet. Kostnadsmedelvärdet (50 % percentilen) brukar märkas ut, men också två andra percentiler. För Västlänken har 20 % och 80 % percentilerna valt att presenteras. Tornadodiagrammet visar de kostnadsmässiga osäkerheterna i rangordning från störst till minst.

Figur 22 Exempel på S-kurva (Thibault, 2011)



Figur 23 Exempel på Tornadodiagram (CIMA, 2011)

Fördelarna med att använda Lichtenbergmetoden är framför allt den ökade hänsynen till osäkra faktorer, som endast beaktas delvis eller inte alls i andra metoder (Thorselius, 2009). Då det finns ett spann för varje osäkerhet finns det möjlighet att kostnadsbestämma projekt utifrån olika sannolikhetsnivåer. Till exempel skulle ett beräkningsresultat kunna visa på att kostnaderna i ett specifikt projekt med 50 % sannolikhet maximalt uppgår till 891 Mkr, medan med 85 % sannolikhet uppgår till max 1028 Mkr. Ovanstående exempel är taget från en effektbedömning som gjordes för Staffanstorpsbanan mellan Malmö och Dalby år 2009. Metoden har också den fördelen att de osäkerheter som finns jämnas ut då de adderas.

Nackdelarna med metoden är att den till väldigt stor del bygger på antaganden om till exempel framtida prisskillnader, konjunktur, befolkningstillväxt och framtida kollektivtrafikslösningar, vilket självklart är omöjligt att helt korrekt förutse (Riksrevisionen, 2011b). Vid stora projekt behöver de som gör bedömningarna blicka längre in i framtiden och även acceptera att den ökade kvantiteten av delmoment också ökar den totala osäkerheten stort. Riksrevisionen, som har till uppdrag att granska vad statens pengar används till, lade år 2010 fram en framställning till riksdagen där de diskuterade kostnader för stora vägprojekt. I denna framställning framgår det att forskning visar på att successivmetoden har en del nästan ofrånkomliga nackdelar (Riksrevisionen, 2010/2011a). Det Riksrevisionen menar är att de personer som är mest insatta i de stora projekten, och de som därför är med vid kostnadsbedömningar, ofta tenderar att undervärdera kostnader samt att övervärdera projektets positiva egenskaper. Detta är självklart väldigt problematiskt eftersom de som gör kostnadsbedömningarna också bör vara de som är mest insatta. Enligt Riksrevisionen är det svårt att få bukt med detta problem då det verkar kvarstå även efter personerna blivit upplysta om detta faktum.

10.3.2 **Sampers-Samkalk**

Sampers är ett svenskt modellsystem utvecklats, och som fortfarande utvecklas, av SIKA, Trafikverket och Vinnova för trafikövergripande analyser och prognoser av persontransporter (Riksrevisionen, 2010). Modellsystemet bygger på att ett flertal modeller samverkar. Sampers kan användas för att bland annat göra konsekvensanalyser för eventuella transportpolitiska åtgärder, tillgänglighetsanalyser och investeringskalkyler i stora komplexa nybyggen som kan generera nya trafikflöden. För att kunna använda metoden krävs höga kunskaper eftersom metoden är relativt invecklad (Vägverket, 2009).

Sampers bas är olika efterfrågemodeller vilka behandlar persontransporter på olika reseavstånd samt någon form av trafikanalysverktyg, vanligtvis Emme (Riksrevisionen, 2010). De olika delarna sammanställs sedan i Samkalk där beräkningar av effekter och samhällsekonomiska kalkyler kopplade till ett visst projekt utförs. De effekter som beräknas är till exempel utsläpp, trafiksäkerhet och tidsvinster vilket senare översätts till monetära värden för att kunna få en bild av hur lönsamt ett projekt är (WSP, 2008). Detta gör att Samkalk redovisar resultatet i både rena pengar och kvantitativa värden som exempelvis restidsminuter eller ton koldioxid.

För att kunna beräkna en nettonuvärdeskvot, se kapitel 10.4, kompletteras Samkalkvärdena med uppgifter om investeringskostnaden vilken beräknas med andra metoder och modeller (Riksrevisionen, 2010). Nyttoberäkningarna i Samkalk utgår från det året som Sampersprognosen är gjord för. Effekterna antas sedan komma att utvecklas i samma takt som trafikutvecklingen. Innebörden av detta blir att om trafiken antas öka med 20 procent de 15 åren efter prognosåret, så betyder det att även nyttan kommer öka med 20 procent under samma tid. Att använda sig av en sådan relativ enkel ekonomiberäkning kan få till följd att ett projekt som redan vid prognostillfället ligger nära sitt kapacitetstak kan få en överskattad samhällsnytta då all trafikökning inte får plats. Noterbart är att Sampers-Samkalk i grunden fokuserar på de effekter och behov det finns av ett visst projekt och att investeringskostnaderna plockas in från andra modeller.

10.3.3 **Samlok**

Samlok är en modell som beräknar potentiella utvecklingseffekter till följd av tillgänglighetsförbättringar (Anderstig, Berglund, Börjesson, & Kanerva, 2007). Samloks indata ligger på kommunal nivå och bygger på flera faktorer:

- Vid ökad tillgänglighet till arbetskraft och minskad restid kommer sysselsättningen att påverkas positivt.
- Vid ökad tillgänglighet till arbetskraft ökar befolkningen på grund av reducerad restid till regionalt centrum och funktioner.
- Ökad tillgänglighet påverkar inkomstnivån positivt tack vare att personer kan byta tidsvinster mot ökat pendlingsavstånd till bättre betalda arbeten. Även en bättre matchning mellan arbetsgivare och arbetstagare uppstår.

Med hjälp av Samlok går det att beräkna tillgänglighet till arbetskraft, arbetsgivare, lokaliseringsmöjligheter och inkomsteffekter. Samlok beräknar endast arbetsmarknadsrelaterade effekter av ett infrastrukturprojekt. Effekterna av ett infrastrukturprojekt som förkortar restider är inte enbart arbetsmarknadsrelaterade men dessa effekter kan dock inte modellen beräkna. Det finns även andra samhällsfunktioner som påverkas positivt såsom utbildningssektorn, kultursektorn och sjukvården. En utökad region medför effektivare tjänste- och inköpsresor vilket ger större utbud av varor och tjänster. Samlok beräknar inte heller effekter på grund av minskade transportkostnader.

10.4 **Nettonuvärdeskvot**

Ett projekts lönsamhet kan redovisas på fler sätt än att bara visa hur stor vinsten eller förlusten blir i monetära termer (e-economic). En mycket vanlig metod för att undersöka den procentuella lönsamheten är att ta fram en nettonuvärdeskvot. En nettonuvärdeskvot, som visar vinsten i förhållande till hur stor investering som gjort från början, är ett lättöverskådligt komplement i kalkylerna. Beräkningarna är mycket enkla men förutsätter att pålitlig indata om kostnader och inkomster finns tillgänglig. Formeln för att ta fram nettonuvärdeskvoten är:

$$Nettonuvärdeskvot = \frac{B-C}{C}$$ där B = Inkomster och C = Kostnader

Exempel: Utgifter på 100 Mkr och intäkter på 150 Mkr ger en nettonuvärdeskvot på $\frac{150-100}{100} = 0{,}5$. Det innebär att projektet inbringar 50 öre vinst per varje investerad krona.

För att kunna använda ovanstående formel måste alla intäkter och utgifter vara diskonterade till samma års prisnivå.

11 Beräknad anläggningskostnad för Västlänksalternativen

Vid kalkylarbetet för Västlänken har fyra olika huvudalternativ utretts, vilka i sin tur har olika alternativa delsträckningar:

- Haga-Korsvägen antingen via Älvstranden eller via Stora Hamnkanalen
- Haga-Chalmers antingen via Älvstranden eller via Stora Hamnkanalen
- Korsvägen antingen via antingen Johannebergsgatan eller via Skånegatan
- Förstärkningsalternativet

Kostnaderna för att bygga Västlänken har beräknats med den successiva metoden, vilken beskrivs utförligare i avsnitt 10.3.1 (Banverket, 2006h). Kalkylen för Västlänken bygger på ett antal block med en struktur enligt Trafikverkets standardmall. Syftet med kostnadskalkylen har varit att ta fram en kostnad för projektet som underlag till den samhällsekonomiska bedömningen. Kalkylen omfattar kostnader för anslutningar till befintliga banor i Sävenäs och Almedal, inlösen, skadestånd till påverkade verksamheter och en permanent ombyggnad av spårvägen längs Engelbrektsgatan. Även en utbyggnad av järnvägen mellan Göteborg och Borås (via Landvetter) ingår till en kostnad av 4600 Mkr (Banverket, 2006j). Noterbart är att underhållskostnader och finansieringskostnader inte inkluderas i kalkylen över anläggningskostnader utan endast i den samhällsekonomiska bedömningen.

Kostnadskalkylen är indelad i två huvudposter, grundkostnader och generella villkor (Banverket, 2006h). Posten grundkostnader är sin tur uppdelad i sex olika block som beskrivs utförligare i listan nedan.

1. Administration och projektering vilken innefattar projektadministration, projektering, överlämnande och förvaltningshandlingar samt arkeologi. I den här posten är de arkeologiska kostnaderna mest svårbedömda till dess att en arkeologisk förundersökning är genomförd.
2. Befintliga verksamheter och fastigheter behandlar kostnader kopplade till inlösen och åtgärder på fastigheter, såsom bullerskydd och tillfällig flytt av verksamheter, samt de skadeersättningar och besvär som kan uppkomma under bygget.
3. Tillfälliga trafikomläggningar tar upp de kostnader som härrör de omläggningar av gator, gång- och cykelbanor, spårväg och järnväg samt byggnation av nya eller temporära broar kopplade till dessa.
4. Anläggningsarbeten är en så stor och omfattande post att den är uppdelad i fem underposter, byggande i jord, byggande i berg, markanläggningar, förorenad mark samt installationer för ventilation och brandskydd.
5. BEST-arbeten (bana, el, signal och tele) utgör kostnaden för de järnvägsspecifika delarna.
6. Stationsbyggnader och anläggningar behandlar alla de kostnader som är direkt kopplade till någon av stationerna längs med linjen.

Det bör påpekas att det inte finns någon egen post för de miljö- eller kulturrelaterade kostnaderna utan att dessa finns med under det block som den aktuella kostnaden är kopplad till.

Under kategorin generella villkor placeras sådana faktorer som påverkar flera av blocken inom grundkostnader (Banverket, 2006h). Detta görs för att kostnadsblocken inom grundkostnader skall bli oberoende av varandra. Kategorin är sin tur uppdelad i sju olika områden vilka beskrivs i listan nedan:

- **Trafikverkets organisation** – organisationsförändringar, prutningar och ändrad kravbild
- **Politik, lagar och förordningar** – EU-normer, maktskifte och gränsvärden
- **Opinion** – information, olyckor, sabotage och växthuseffekten
- **Byggprocess, oväntade avvikelser** – arbetsmetoder, arkeologi, teknikutveckling, sättningar och skred
- **Övriga intressenter** – konkurrerande projekt, markanvändning och stora evenemang
- **Projektorganisation** – resursbrist och förändringar i projektledning
- **Konjunktur** – ränteförändringar och växelkurser

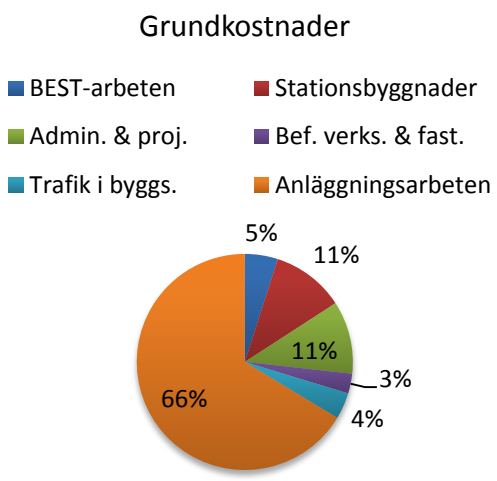
Av kostnaderna för projektet står anläggningskostnaderna för den klart största delen, 60-70 % för Västlänksalternativen och 50 % för Förstärkningsalternativet. Av dem står kategorin byggande i jord för 70-85 % som till största del innebär jordförlagda betongtunnlar för Förstärkningsalternativet är motsvarande siffra cirka 50 %. Tabellen nedan visar hur kostnaderna ser ut för de olika alternativen, vilka beskrivs och kommenteras utförligare efter tabellen.

		HAGA - KORSVÄGEN		HAGA - CHALMERS		KORSVÄGEN		FÖRSTÄRKNINGS-ALTERNATIVET
	Variant	via Älvstranden	via St Hamnkanalen	via Älvstranden	via St Hamnkanalen	via Johannebergsgatan	via Skånegatan	-
	Totala kostnader (mkr)	**11 622**	**13 454**	**10 851**	**12 670**	**10 743**	**11 998**	**6 137**
	Standardavvikelse (S)	799	981	743	919	752	864	565
	Osäkerhet (0,01 / 99,9 %-percentiler)	+/- 2 869 +/- 25%	+/- 3 521 +/- 26%	+/- 2 668 +/- 25%	+/- 3 298 +/- 26%	+/- 2 700 +/- 25%	+/- 3 102 +/- 26%	+/- 2 028 +/- 33%
	20 / 80 %-percentiler	10 945 / 12 290 +/- 668	12 624/ 14 275 +/- 821	10 222 / 11 473 +/- 622	11 892 / 13 439 +/- 769	10 107 / 11 372 +/- 629	11 267 / 12 721 +/- 723	5 658 / 6 609 +/- 472
	Generella villkor	*348*	*587*	*304*	*578*	*343*	*477*	*373*
	Grundkostnader	***11 273***	***12 867***	***10 547***	***12 093***	***10 400***	***11 521***	***5 764***
1	**Administration och projektering**	**1 279**	**1 469**	**1 214**	**1 364**	**1 109**	**1 226**	**461**
2	**Befintliga verksamheter och fastigheter**	**215**	**400**	**377**	**561**	**558**	**450**	**1 432**
3	**Trafik i byggskedet**	**349**	**555**	**206**	**412**	**212**	**276**	**97**
4	**Anläggningsarbeten**	**7 433**	**8 345**	**6 885**	**7 790**	**6 867**	**8 113**	**2 801**
4.1	Byggande i jord	5 071	6 026	4 712	5 668	5 599	6 836	1 477
4.2	Byggande i berg	1 327	1 315	1 187	1 175	325	195	511
4.3	Markanläggningar	357	334	337	309	346	472	207
4.4	Förorenad mark	540	531	511	502	494	507	545
4.5	Ventilation och brandskydd	139	139	138	138	103	103	62
5	**BEST arbeten**	**713**	**707**	**701**	**695**	**648**	**652**	**850**
6	**Stationsbyggnader och anläggningar**	**1 284**	**1 391**	**1 163**	**1 270**	**1 006**	**803**	**122**
	Total längd (m)	9715	9508	9280	9073	7369	7491	6800
	Kostnad per meter (mkr)	1,20	1,42	1,17	1,40	1,46	1,60	0,90

Tabell 2 Västlänkens resultat för kostnadskalkyl (Banverket, 2006h)

11.1 **Haga-Korsvägen**

Kostnaden för alternativet Haga-Korsvägen är 11 600 Mkr med delsträckningen Älvstranden och 13 500 Mkr med delsträckningen Stora Hamnkanalen (Banverket, 2006h). De stora orsakerna till att alternativet via Stora Hamnkanalen blir dyrare är att det krävs större trafikomläggningar, mer byggnation i trånga passager, åtgärder för befintliga anläggningar och att delar av bygget sker i jord med mer komplicerad omgivning. De mest osäkra delarna är kostnaden för byggandet av stationen Göteborgs Central Norra. För alternativet via Stora Hamnkanalen även kostnaden för inlösen av fastigheter kring Partihallarna och de byggnader som ägs av Jernhusen och Trafikverket väster om postterminalen. Kostnadsfördelningen mellan det som byggs i berg och det som byggs i jord är ungefär det samma för båda alternativen. 11 % respektive 50 % av totalkostnaden utgörs av byggande i berg respektive jord. Diagrammen nedan visar den procentuella fördelningen mellan olika kostnadsposter, dels för grundkostnaden, och dels för anläggningskostnaden, som är likartad för båda alternativen.

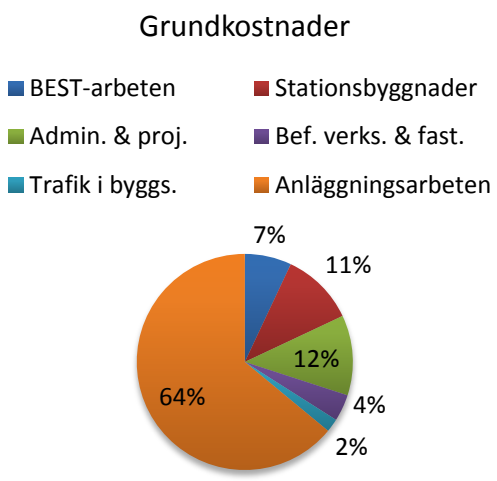


Figur 24 Västlänkens grundkostnader för alternativet Haga-Korsvägen via Älvstranden (Banverket, 2006h)

Figur 25 Väslänkens anläggningskostnader för alternativet Haga-Korsvägen via Älvstranden (Banverket, 2006h)

11.2 **Haga-Chalmers**

För Haga-Chalmers finns det också två alternativa dragningar mellan Göteborgs Central och stationen i Haga (Banverket, 2006h). Precis som för lösningen Haga-Korsvägen är alternativen här att antingen gå via Älvstranden eller via Stora Hamnkanalen. Kostnaderna för alternativen är 10 800 Mkr för alternativet via Älvstranden respektive 12 700 Mkr kronor för alternativet via Stora Hamnkanalen. Det som driver upp kostnaderna för alternativet via Stora Hamnkanalen är samma som för Haga-Korsvägen via Stora Hamnkanalen. Osäkerhetsfaktorerna är även de likartade med de för alternativet Haga-Korsvägen samt att det tillkommer en osäkerhet kring inlösen av SAAB:s gamla växellådsfabrik bakom Liseberg. Kostnadsfördelningen är också den likartad för de båda lösningarna där byggande i jord antas stå för cirka 48 % och byggande i berg för cirka 10 % av totalkostnaden. Nedan visas fördelningsdiagrammen för alternativet Haga-Chalmers via Älvstranden.

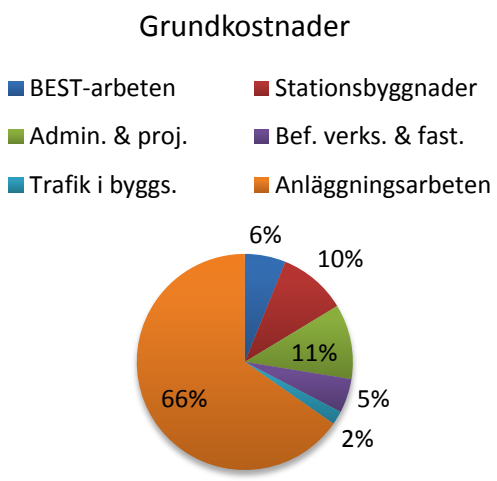


Figur 26 Västlänkens grundkostnader för alternativet Haga-Chalmers via Älvstranden (Banverket, 2006h)

Figur 27 Väslänkens grundkostnader för alternativet Haga-Chalmers via Älvstranden (Banverket, 2006h)

11.3 **Korsvägen**

Detta alternativ är en sträckning direkt från Göteborgs Central till Korsvägen med två olika sträckningsalternativ, antingen via Johannebergsgatan eller via Skånegatan (Banverket, 2006h). Kostnaden för de här alternativen är cirka 10 700 Mkr kronor respektive 12 000 Mkr. Detta innebär att de här alternativen i stort sett är lika dyra som de båda alternativen som innehåller en station i Haga. Orsaken till detta är att en större andel av tunneln behöver byggas i jord, cirka 75 till 80 % mot cirka 50 till 55 % för de andra alternativen, vilket får till följd att andelen av totalkostnaden som byggandet i jord står för ökar med runt 10 procentenheter till nästan 60 %. De stora osäkerhetsmomenten är att en så stor andel av tunneln skall anläggas i jord samt inlösandet av fastigheter. Diagrammen nedan visar en bild av hur kostnadsfördelningen ser ut, först i kategorin grundkostnader, och sedan i kategorin anläggningskostnader för alternativet via Johannebergsgatan, då det är den billigaste varianten.

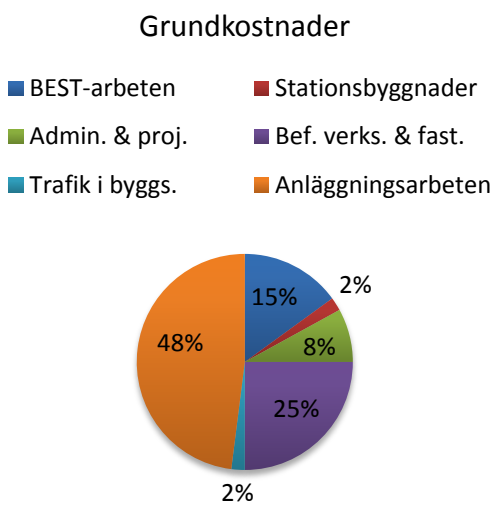


Figur 28 Västlänkens grundkostnader för alternativet Korsvägen (Banverket, 2006h)

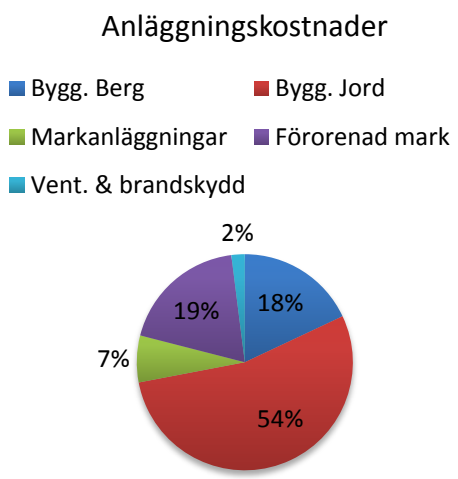
Figur 29 Västlänkens anläggningskostnader för alternativet Korsvägen (Banverket, 2006h)

11.4 **Förstärkningsalternativet**

Förstärkningsalternativet är en billigare och enklare lösning som beräknas kosta cirka 6 100 Mkr, med tillägget att den har en större total osäkerhetsfaktor gentemot de andra lösningarna (Banverket, 2006h). Den största osäkerhetsfaktorn är inlösen av fastigheter som står för 25 % av den totala osäkerheten i kalkylen. Även de generella villkoren har en betydande osäkerhetsstorlek. De stora kostnadsskillnaderna gentemot övriga är att kostnaden för station och anläggningar samt anläggning är klart mindre och att kostnaden för befintliga verksamheter och fastigheter är klart större. Diagrammen nedan visar hur kostnadsstrukturen ser ut för Förstärkningsalternativet och kan med fördel jämföras med diagrammen för övriga alternativa dragningar.



Figur 30 Västlänkens grundkostnader för Förstärkningsalternativet (Banverket, 2006h)



Figur 31 Västlänkens anläggningskostnader för Förstärkningsalternativet

12 Västlänkens samhällsekonomiska bedömning

Då den samhällsekonomiska bedömningen till stor del baseras på kalkylerna behöver dessa utföras med största noggrannhet (Banverket, 2006j). För att kunna börja räkna på de samhällsekonomiska kalkylerna måste det först tas beslut om vilka olika variabler och poster som ska räknas med och vilka som ska uteslutas samt vilka grundförutsättningar som ska antas råda. Vidare behövs ett jämförelsealternativ till de utredningsalternativ som vanligtvis innebär att små eller inga anläggningskostnader tillkommer. I projektet Västlänken innebär det en ombyggnad av den så kallade midjan vid Göteborgs Central samt ett nytt signalsystem som klarar en utökad tågtrafik. Utredningsalternativen är samma som tidigare, det vill säga Haga-Korsvägen, Haga-Chalmers och Korsvägen samt Förstärkningsalternativet. Samtliga utredningsalternativ innefattar en utbyggnad av Kust-till-kustbanan till Borås samt att en eventuell Västlänk skulle möjliggöra genomgående trafik.

Vid beräkningen av nyttorna har de olika delsträcksvarianterna, via Älvstranden eller Stora Hamnkanalen, antagits ge samma nytta. En del poster utesluts dock i kalkylberäkningarna på grund av att det kan vara svårt att bedöma effekterna av dem. Anledningen till detta kan vara att framtida projekt, som det ännu inte tagits beslut om, skulle kunna dra nytta av projektet i fråga. Då vissa aspekter väntas medföra såväl positiva som negativa effekter bortses dessa från i kalkylen då nettot blir oförändrat. Förhållandet mellan en specifik kostnad och totalkostnaden kan även vara för liten för att någon vikt ska läggas vid denna.

I den baskalkyl som gjorts för Västlänken antas för samtliga alternativ 15-minuterstrafik till och från Göteborg på Västra stambanan, Västkustbanan och Norge-Vänerbanan för både jämförelse- och utredningsalternativet. Utredningsalternativen inkluderar också utökad regional trafik på Kust-till-kustbanan till Borås och på Norge-Vänerbanan söder om Älvängen samt integration av de olika trafiksystemen i Göteborg.

Den samhällsekonomiska kalkylen bygger på en 60 årig kalkylperiod med en real kalkylränta på 4 % och med år 2010 som diskonteringsår (Banverket, 2006j). Vidare bygger kalkylen på de effekter som uppkommer under år 2020 och nuvärdet är diskonterat till år 2010.

Effekterna som har värderats, både direkt och indirekt, i monetära termer kan delas in i fem olika underkategorier (Banverket, 2006j):

Infrastrukturhållaren innefattar kostnader för förebyggande och avhjälpande underhåll, driftskostnader samt reinvesteringskostnader. Här har de olika alternativens olika stora anläggningsmassor stor påverkan på kostnaden då längden spår och antalet stationer styr drifts- och reinvesteringskostnaderna. Kostnaderna för infrastrukturhållaren beräknas öka med 550- till 1 250 Mkr, med de högsta kostnaderna för de alternativ som går via Haga då de har längst spårlängd, jämfört med jämförelsealternativet.

Producentöverskottet behandlar kostnaderna och intäkterna som är kopplade till persontrafiken, tågdrifts- och omkostnader samt biljettintäkterna. Nettot för producentöverskottet visar på en minskning med 110 och 550 Mkr för alternativen Korsvägen respektive Förstärkningsalternativet. Den största orsaken till detta är att de förväntade biljettintäkterna inte klarar av att kompensera för ökade tågdrifts- och omkostnader. För

alternativen som inkluderar en station i Haga ges istället ett ökat producentöverskott på 800 respektive 1 150 Mkr för alternativen Haga-Chalmers och Haga-Korsvägen. I de här fallen är situationen det motsatta mot de tidigare, här är biljettintäkterna så pass stora att de väger upp tågdrifts- och omkostnaderna.

Konsumentöverskottet tar upp de kostnader och uppoffringar som brukarna upplever och känner av. Detta innefattar åktid/ombordtid, bytestid, turtäthet och anslutningstid samt transportkostnader för gods. För resandeuppoffring skiljs det på om resan är privat eller i tjänsten. Vidare viktas de olika resuppoffringskomponenterna olika beroende på hur resenären upplever dem. Åktid har en faktor ett medan bytestid har en faktor två. Dessutom ges turtäthetsförändringar olika värden beroende på hur turtätheten sett ut tidigare. Turtäthetsfaktorn varierar mellan 0,35 till 1,7 där ett högre värde motsvarar en allt bättre turtäthet. Restidsvinsterna beräknas bli runt 5.2 miljoner timmar för Förstärkningsalternativet, Korsvägen och Haga-Chalmers samt cirka 5,6 miljoner timmar för alternativet Haga-Korsvägen. Det är framförallt den ökade turtätheten som bidrar till de positiva effekterna på resenärernas reseuppoffringar. Vinsterna ska ses i förhållande till jämförelsealternativet som antas vara ett nollvärde. Översätts ovanstående kvantitativa värden till monetära värden bidrar konsumentöverskottet med mellan 5 300 och 6 100 Mkr. Godskundernas konsumentöverskott blir närmare 900 Mkr genom att ökad spårkapacitet, i och kring Göteborg, möjliggör en överflyttning från lastbil till tåg motsvarande åtta tåg per vardagsdygn. Detta värde skall dock tolkas med viss försiktighet då ett flertal av de parametrar som använts vid beräkningen har antagits vara lika mellan lastbil och järnväg, exempelvis transporttider.

Miljö och säkerhet handlar om de effekter som de olika alternativen har på väg- och tågtrafik. En ökad tågtrafik innebär således att kostnader för olyckor och slitage samtidigt som överflyttningen från vägtrafik till tåg medför minskade kostnader för olyckor, vägslitage och emissioner kopplade till vägtrafik. Sammantaget ger en större andel tågbunden persontransport reducerade kostnader. Tågtrafikens externa effekter är i förhållande till mycket annat i detta projekt små och uppgår endast till 90 Mkr. Vägtrafikens bidrag är klart större och ligger totalt på mellan 1 100 och 1 600 Mkr. Här står överflyttning av gods från lastbil till järnväg för den största delen med en nytta på cirka 1 100 Mkr. Resterande del kommer från ökat kollektivt resande som bidrar med mellan cirka 120 till 600 Mkr. Alternativen via Haga ger här störst positiv effekt då fler människor ges möjlighet att åka kollektivt på ett mer effektivt sätt.

Övriga monetära effekter behandlar de exploateringseffekter som kommer att ske vid Göteborgs Central kopplade till de olika alternativen. Här finns en skillnad mellan de olika tunnelalternativen och Förstärkningsalternativet då Förstärkningsalternativet innebär att mark behöver inlösas medan övriga alternativ innebär att mark frigörs tack vare en mindre säckbangård. Området nordost om säckbangården samt marken invid Göteborgs Central förväntas öka i värde med 1 300 Mkr tack vare den förminskade säckbangård som skulle följa av en nybyggd tågtunnel. Vid den samhällsekonomiska bedömningen tas dock bara vinsten som ges av frigjord mark med. Den beräknas kunna vara värd allt ifrån 25- till 560 Mkr vilket i kalkylen har getts ett genomsnittligt värde på knappt 300 Mkr.

Tabellen nedan visar en sammanfattning av hur nyttorna ser ut för de olika kategorierna i de utredningsalternativ som är aktuella. Jämförelsealternativet kan antas vara noll i samtliga kolumner.

	Förstärkningsalt.		Korsvägen		Haga-Korsvägen		Haga-Chalmers	
	2020	Nuv.	*2020*	Nuv.	*2020*	Nuv.	*2020*	Nuv.
Anläggningskostnad (*)	*-650*	**-12730**	*-950*	**-18780**	*-1020*	**-20170**	*-970*	**-19130**
Effekter för infrastrukturhållaren (*)	*-24*	**-560**	*-41*	**-970**	*-54*	**-1270**	*-54*	**-1260**
Effekter för producentöverskottet	*-36*	**-550**	*-15*	**-110**	*+47*	**+1130**	*+29*	**+780**
Tågdriftskostnader, persontrafik	*-76*	-1360	*-15*	-1650	*-157*	-3000	*-140*	-2630
Driftskostnader, busstrafik	*0*	0	*0*	0	*0*	0	*0*	0
Omkostnader	*-7*	-140	*-13*	-260	*-33*	-670	*-27*	-560
Biljettintäkter	*+47*	+950	*+89*	+1790	*+237*	+4800	*+196*	+3960
Effekter för konsumentöverskottet	*+308*	**+6270**	*+303*	**+6170**	*+342*	**+6960**	*+312*	**+6360**
Åktid	*+56*	+1140	*+72*	+1460	*+80*	+1630	*+69*	+1400
Bytestid	*+10*	+210	*-10*	-200	*+24*	+480	*+6*	+120
Turtäthet	*+101*	+2050	*+102*	+2070	*+100*	+2030	*+99*	+2010
Anslutningstid	*+98*	+1980	*+96*	+1950	*+96*	+1940	*+96*	+1940
Transportkostnader, gods	*+42*	+890	*+42*	+890	*+42*	+890	*+42*	+890
Effekter för miljö och säkerhet	*+49*	**+1030**	*+55*	**+1170**	*+73*	**+1520**	*+68*	**+1420**
Externa effekter, tågtrafik	*-4*	-90	*-4*	-80	*-4*	-90	*-5*	-90
Externa effekter, vägtrafik	*+53*	+1120	*+60*	+1250	*+77*	+1610	*+72*	+1510
Övriga monetära effekter	*0*	**0**	*+12*	**+290**	*+12*	**+290**	*+12*	**+290**
Exploatering Göteborgs C (*)	*0*	0	*+12*	+290	*+12*	+290	*+12*	+290
Summa nyttor	*+297*	**+6190**	*+314*	**+6550**	*+420*	**+8630**	*+368*	**+7590**
Netto	*-353*	**-6540**	*-636*	**-12230**	*-600*	**-11540**	*-602*	**-11540**
Nettonuvärdekvot (NNV-kvot)		**-0,51**		**-0,65**		**-0,57**		**-0,60**

Tabell 3 Sammanfattning av nyttorna för de olika alternativen (Banverket, 2006j)

Noterbart ur ovanstående tabell är att de effekter som Västlänken kommer att medföra avgörs till stor del av hur många som kommer, och har möjlighet, att nyttja den. Det är vidare svårbedömt att se vilka det är som börjat, eller bytt till, att åka mer tåg, då de kan komma från antingen biltrafiken, busstrafiken eller vara nyinflyttade i regionen.

Följande effekter har inte varit möjliga att beräkna eller strukits ur kalkylarbetet (Banverket, 2006j).

Effekter under byggtiden har ignorerats då det har konstaterats att effekterna av längre restider och högre fordonskostnader har marginell påverkan på kalkylen i förhållande till övriga effekter. Kostnaderna för de trafikomläggningar som är nödvändiga har redan tagits upp i anläggningskostnaderna och inkluderas därför inte i denna post.

Kapacitetsutnyttjande och förseningsrisk har försummats då den är svår att beräkna samt att utredningsalternativen har samma trafikering och kapacitetsbehov. Den plats där störst störningsrisk råder är vid Olskrokens bangård vilken inte är alternativskiljande och därmed möjlig att försumma.

Externa effekter för trängsel i vägsystemet behandlar den troligtvis minskade trängseln på vägarna. För de kvarvarande billisterna upplevs detta som positivt då mindre trängsel ger

kortare restider. Denna effekt uppskattas vara så liten och förhållandevis svår att beräkna att den har exkluderats ur kalkylen.

Minskad belastning i det lokala trafiksystemet handlar om effekter av att en del av den lokala trafiken i Göteborg flyttas över till Västlänken. Detta skulle kunna betyda ett visst minskat behov av rullande materiel, spårbunden trafik, ovan jord men att minskningen är så liten att den inte är relevant att ta med i kalkylen.

Betydelsen för en eventuell framtida Götalandsbana behandlar att Västlänken är nödvändig för att kunna klara den ökade trafikmängd som en Götalandsbana skulle medföra. Nyttan som Götalandsbanan skulle bidra med har dock inte värderats då det i dagsläget inte har tagits något beslut om den.

12.1 Lönsamhet för de olika alternativen

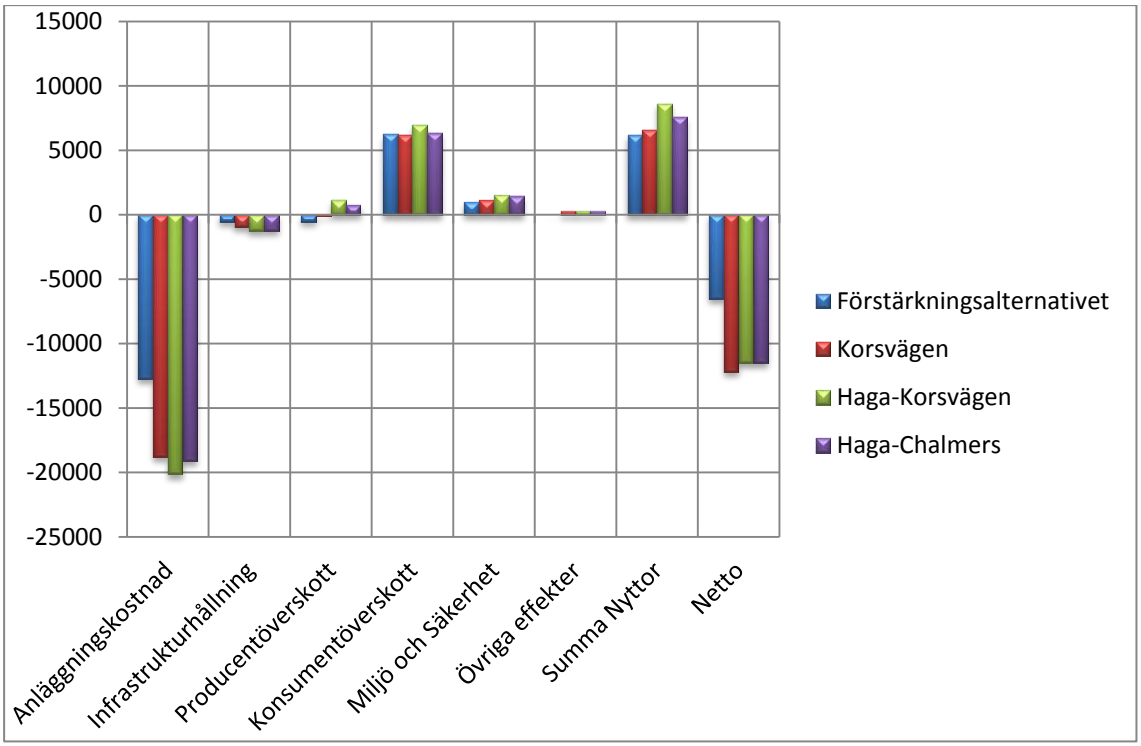
När de olika sträckningarnas nettonuvärdeskvoter beräknades gjordes det för den billigaste dellösningen för varje sträckningsalternativ (Banverket, 2006j). Resultatet visar att den lönsammaste lösningen är Förstärkningsalternativet vilket kan uppvisa en nettonuvärdeskvot på -0.51. Av de alternativ som innebär en nybyggd tunnel under centrala Göteborg har alternativet Haga-Korsvägen högst lönsamhet med en nettonuvärdeskvot på -0,57, följt av Haga-Chalmers med -0,60 och Korsvägen med -0,65.

Tabell 4 nedan visar att de rena nyttorna är klart störst för sträckningen Haga-Korsvägen med en nytta på 8 600 Mkr. Den största plusposten är effekter av konsumentöverskottet som bidrar med 7 000 Mkr. Övriga sträckors lägre nytta gör att de blir mindre lönsamma då anläggningskostnaden är ungefär den samma.

Sträckning	Haga-Korsvägen	Haga-Chalmers	Korsvägen	Förstärkningsalternativet
Anläggningskostnader	20 170	19 130	18 780	12 730
Summa nyttor	8 630	7 590	6 550	6 190
Netto	-1 1540	-1 1540	-1 2230	-6 540
Nettonuvärdeskvot	-0,57	-0,60	-0,65	-0,51

Tabell 4 Sammanfattning av nyttor och kostnader för de olika alternativen

Diagrammet nedan ger en grafisk bild av hur stora kostnaderna och nyttorna för varje alternativ är i förhållande till de övriga alternativen samt storleken på dem. Det syns klart att anläggningskostnaden är den post som påverkar totalekonomin för projektet mest och att nyttorna är mindre än hälften av anläggningskostnaden.



Figur 32 Illustrering av storleksförhållandet mellan olika kostnads- och nyttoposter samt nettosummering

12.2 **Känslighetsanalys för Västlänken**

För att få reda på hur mycket de olika framräknade kostnaderna skulle kunna ändras då vissa av de osäkra parametrarna ändrades gjordes en känslighetsanalys i Västlänkens förstudie (Banverket, 2006j). Denna berörde fyra olika scenarier: En utökning till 10 minuters turtäthet, ett kollektivtrafikresande som följer målbilden K2020, anläggningskostnader i extremfallen (5 % och 95 % percentilerna) samt en ökande resandetillväxt. Hans Linderstad[13] som var med och tog fram den samhällsekonomiska bedömningen för Västlänken påpekar att fler punkter hade kunnat undersökas i känslighetsanalysen men efter diskussion valdes de följande fyra då de var mest relevanta.

12.2.1 **10 minuters turtäthet**

I ursprungskalkylerna används 15 minuters turtäthet som förutsättning för beräkningarna (Banverket, 2006j). För att istället kunna utöka tillgängligheten och erbjuda 10 minuters turtäthet krävs en del extra byggnationer utöver själva Västlänken. Utbyggnad till fyrspårsnät i Mölndal och mellan Alingsås och Floda behövs, till en kostnad av cirka 1,7 miljarder kronor. De beräknade nyttorna som följer överstiger emellertid detta värde med cirka 50 % och den totala vinsten skulle bli lite drygt 1 000 Mkr för Haga-Korsvägen, runt 700 Mkr för Haga-Chalmers, 1 150 Mkr för Korsvägen, men endast 140 Mkr för Förstärkningsalternativet.

[13] Hans Linderstad (Anställd på Göteborgs stadsledningskontor) e-postkonversation den 9 maj 2012.

12.2.2 Resande enligt målbilden K2020

Resande enligt målbilden K2020, vilket innebär betydligt fler resande än i baskalkylen, kräver samma utbyggnad som beskrevs ovan (för 10 minuters turtäthet) för att kapaciteten ska vara tillräcklig (Banverket, 2006j). Resandet bygger på antaganden om ett kraftigt ökat antal kollektivtrafikresenärer, men endast de tre Västlänksalternativen rymmer dessa resenärer. Förstärkningsalternativet är därför underdimensionerat för K2020 och i beräkningarna angående detta alternativ antas att de resenärerna som inte ryms istället fortsätter att ta bilen eller eventuellt buss. Sammantaget skulle en ökning i kollektivtrafikanvändningen av denna storlek bidra med framför allt större biljettintäkter, men även en reducering av externa negativa vägeffekter och en minskning av restiderna. Den negativa sidan är att driftkostnader för järnvägsnätet ökar. Allt som allt har denna aspekt potential att öka intäkterna med ungefär 3 000 Mkr.

12.2.3 Anläggningskostnader i extremfall

De kostnader som presenteras i kostnadskalkylen är medelkostnader, alltså de kostnader som kommer understigas eller överstigas med 50 % sannolikhet (Banverket, 2006j). Då det är stor sannolikhet att medelkostnaden inte kommer stämma överens med den verkliga kostnaden tas också 80 % - respektive 20 % percentilerna fram för att se mellan vilka kostnader projektet med större sannolikhet kommer att stanna på. I känslighetsanalysen utfördes dock beräkningar på mer extrema situationer för att påvisa vilka kostnader som överskrids med endast 5 % sannolikhet. Tabellen nedan redovisar de minimala, respektive maximala kostnaderna och nettonuvärdeskvoterna för de olika Västlänksalternativen och Förstärkningsalternativet.

	Förstärknings-alt.	Korsvägen	Haga-Korsvägen	Haga-Chalmers
Anläggningskostnad				
Min	-9 440	-14 240	-14 910	-14 130
Medel (Baskalkyl)	-12 730	-18 780	-20 170	-19 130
Max	-16 020	-23 320	-25 430	-24 140
Summa nyttor	+6190	+6550	+8630	+7590
Netto				
Min	-3 250	-7 690	-6 280	-6 540
Medel (Baskalkyl)	-6 540	-12 230	-11 540	-11 540
Max	-9 830	-16 770	-16 800	-16 550
NNV-kvot				
Min	-0,34	-0,54	-0,42	-0,46
Medel (Baskalkyl)	-0,51	-0,65	-0,57	-0,60
Max	-0,61	-0,72	-0,66	-0,69

Tabell 5 Sammanfattande tabell över extremfallen för anläggningskostnaden (Banverket, 2006j)

De tre Västlänksalternativen är relativt lika i alla avseenden, medan Förstärkningsalternativet uppvisar ungefär två tredjedelar av deras kostnad i de tre fallen. Värdena för de alternativen som går via Haga gäller för delsträckningen via Älvstranden.

12.2.4 **Ökande resandetillväxt**

I de kalkyler som tagits fram över framtida kostnader och intäkter har en resandetillväxt på 1,3 % per år använts fram till år 2030 och efter det 0,5 % för resterande år (Banverket, 2006j). Känslighetsanalysen visar istället på hur mycket större intäkterna skulle bli vid 0,9 %, 2 % och 3 % stadig resandetillväxt över alla år. Vid 3 % resandetillväxt blir intäkterna för Förstärkningsalternativet nästan 4 000 Mkr större än i baskalkylen, för alternativ Korsvägen drygt 4 000 Mkr större, nästan 6 000 Mkr för Haga-Korsvägen och lite över 5 000 Mkr för Haga-Chalmers. För alla alternativen ökar således intäkterna med ungefär 60 - 65 %.

Uppgifterna som presenterades i känslighetsanalysen i Banverkets underlagsrapport från 2006 visar på att stora skiftningar i kostnader och nyttor är möjliga (Banverket, 2006j). I ett remissvar från Göteborgs stad från 2012 inför Västlänkens tillåtlighetsprövning framgår uppgifter som pekar på att antaganden om högre nyttor verkar rimliga (Göteborgs Stad, 2012). I detta remissvar framgår det att det antagande som gjorts angående ökande resandetillväxt inte alls stämmer överens med de verkliga siffrorna som tagits fram. Den högsta procentuella tillväxten, 3 % per år, i känslighetsanalysen visar på cirkaa 6 000 Mkr extra i nytta för alternativet Haga-Korsvägen. Den verkliga resandetillväxten i regionen har dock på de senaste åren ökat med 10 % per år. Nyttorna med Västlänken bör således kunna räknas upp med ett antal miljarder till. Hur mycket större nyttan kan bli finns just nu inga beräkningar på.

12.2.5 **Sammanfattning av känslighetsanalysen**

Ovanstående effekter är svåra att på ett bra sätt inkludera i kalkylerna med tanke på att de med stor sannolikhet antingen inte inträffar alls eller att några sker med viss positiv inverkan och några med negativ (Banverket, 2006j). Detta skulle leda till ett nettoresultat som blir mindre märkbart. Vidare bygger de också på antaganden som har för stor osäkerhet för att kunna inkluderas med tillräcklig noggrannhet. Påverkanspotentialen hos posterna för slutresultatet varierar men kan tillsammans ha stor effekt på slutresultatet. Exempelvis skulle de för alternativet Haga-Korsvägen, kunna öka nyttan med cirka 9 500 Mkr och sänka anläggningskostnaden med 5 000 Mkr, om alla poster påverkar positivt. Detta skulle resultera i en kostnad på 15 000 Mkr och en nytta på 17 500 Mkr, det vill säga ett positivt samhällsekonomiskt resultat. Sannolikheten för att ett sådant scenario ska inträffa är dock nästan obefintlig då posten ”extremvärden för anläggningskostnad” har chansen 1 på 20 att ske med full positiv effekt samtidigt som den måste kombineras med 3 andra poster. Var för sig har posterna inte möjlighet att ge projektet en positiv samhällsnytta.

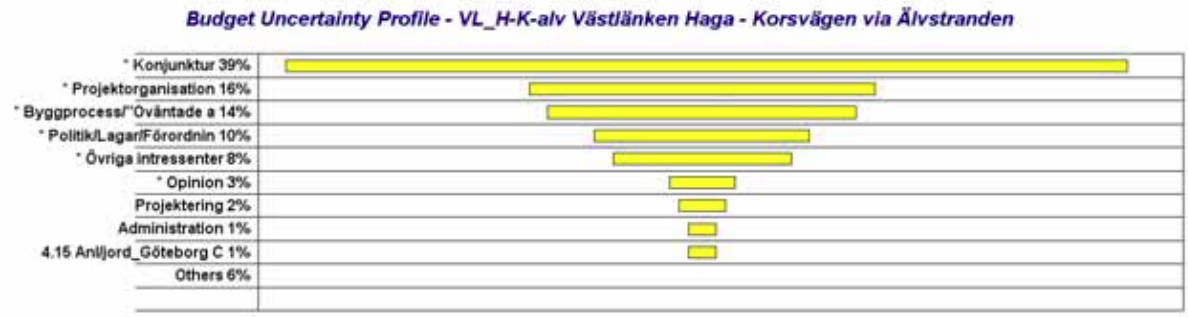
12.3 **Kritik från Riksrevisionen mot samhällsekonomiska kalkyler**

I remissvar från Göteborgs Stad har det framkommit att Riksrevisionen har riktat kritik mot regeringen där de menar på att den negativa samhällsekonomiska nyttan som Västlänken beräknats medföra inte är godtagbart (Göteborgs Stad, 2012). Regeringen har besvarat denna kritik och menar på att metoderna Trafikverket använder för kostnadsberäkningar inte täcker in alla potentiella nyttor. Regeringen poängterar dock att de metoder som i dagsläget nyttjas är viktiga för att skapa beslutsunderlag.

13 Största osäkerheterna i bedömningen

I bedömningen finns ett stort antal osäkerheter när det kommer till samtliga värden, både monetära, kvantitativa såväl som kvalitativa (Banverket, 2006j). Vissa poster har betydligt större osäkerheter än andra och skulle antingen kunna skjuta kostnaderna nämnvärt uppåt eller nedåt. De största osäkerheterna ligger inte i poster som är direkt kopplade till byggskedet utan snarare hos mjuka parametrar som inte går att råda över. Osäkerheterna är inte begränsade till kalkylen eller bedömningen utan finns i båda. De kan också vara utav olika karaktär. Vissa utav dem uppstår där det finns ett potentiellt val att göra, som i sin tur har en effekt på kostnaden, och andra baseras helt enkelt på att det inte går att kostnadsbedöma vissa poster exakt. De osäkerhetsposter som utgörs av framtida val kan också ses som besparingsmöjligheter om de billigaste alternativen väljs.

För att få ett mått på hur säkra kalkylerna är beräknas ett osäkerhetstal vilket är den kostnadsdifferens som kan förväntas vid extremfall (Banverket, 2006h). Nybyggnadsalternativen har osäkerhetstal på runt 25 % och Förstärkningsalternativet cirka 33 %. Vid samtliga alternativ är den största osäkerhetsposten konjunktur, vilken ligger på mellan 35 % och 40 % och består av förändrat ränteläge och växlingskurs, energi- och materialpriser samt konkurrensläge. Tornadodiagrammet nedan visar hur osäkerhetsförhållandet mellan de olika osäkerhetsposterna ser ut för alternativet Haga-Korsvägen via Älvstranden. Förhållandet mellan de olika kategorierna ser ungefär likadant ut för de övriga sträckningsalternativ. De kategorier som har en asterisk framför ingår i de generella villkoren, se kapitel 11.



Figur 33 Tornadodiagram över de största osäkerhetsposterna för Västlänken alternativ Haga-Korsvägen (Banverket, 2006h)

Summeras de kategorier som ingår i de generella villkoren blir summan över 90 % för Västlänksalternativen och 65 % för Förstärkningsalternativet (Banverket, 2006h). Enligt banverkets underlagsrapport innebär detta att med en sannolikhet på 0,1 % skulle kostnaden för projektet bli 1700–3 200 Mkr billigare eller dyrare, orsakat endast av det som ingår i de generella villkoren, trots att de i kalkylen inte bidrar med mer än 300-600 Mkr (Banverket, 2006j). Orsaken till att de kan bidra med betydligt större belopp är att totalkostnaden består av det viktade medelvärdet som utgår från min-, trolig- och maxbedömningen av kostnaderna, se kapitel 10.3.1.

Då Banverket gjorde sin samhällsekonomiska bedömning år 2006 uppmärksammades en rad osäkerheter (Banverket, 2006j). Många av osäkerheterna kan tillskrivas prognoser som gjorts

inför framtiden. I en utav dem antas att samma andel kollektivtrafikresande som finns vid Göteborgs Central kommer att finnas i anslutning till de nybyggda stationsområdena. Detta påverkar alltså den parameter som beskriver hur många utav bilisterna som kommer att övergå till kollektivtrafik när Västlänken tas i bruk. I prognoserna som gjorts verkar det troligt att denna effekt uppstår relativt snabbt, cirka 1 år. Andra prognoser, angående både var arbeten kommer att finnas i framtiden och var folk kommer bosätta sig, är också vitala för att kunna förutse hur stor utnyttjandegrad som kan väntas av Västlänken.

Det som händer med den gamla järnvägen; via Gårdatunneln; då Västlänken tas i bruk är att majoriteten av tågen på den blir godståg. Att detta medför en stor nytta är mer eller mindre självklart, men storleken på den är betydligt svårare att uppskatta.

Trängsel tillhör idag en av de största osäkerhetsposterna då det inte finns några bra datorprogram för att kalkylera effekterna av detta. Viss utveckling av programvara är på gång (Sampers) och Banverket rekommenderar att när möjlighet finns så ska beräkningar utföras med den nya metoden.

Tack vare att Västlänken erbjuder en genomfartsled genom Göteborg tros mycket störningar kunna undvikas, till exempel vid den nuvarande säckstationen Göteborgs Central. Möjligheterna att studera detta vidare finns, men har ännu inte utförts.

Projektet K2020 som innebär en vision om ökat kollektivtrafikresande framöver har bidragit med vissa antaganden till analysen som bedöms relativt osäkra. Om målen för K2020 inte uppnås kan förväntade effekter bli kraftigt förminskade. Kapacitetsfrågor angående tågen, som hur ofta hela kapaciteten utnyttjas, tillhör också osäkerhetsposterna.

I själva byggkostnaden för Västlänken utgörs den allra största osäkerheten av konjunktur, vilken står för nästan 40 % av den totala osäkerheten i kostnadskalkylen (Banverket, 2006h). Här står också projektorganisation (16 %), byggprocess (14 %) och politik/lagar/förordningar (10 %) för relativt stora osäkerheter. Betraktas istället osäkerheten som följer av att anläggningskostnaderna skulle öka till 20- respektive 80 % percentilerna visas förändringar på upp till cirka ±800 Mkr. Trots att detta värde ser högt ut blir det, relativt den totala kostnaden, en ändring på cirka 6 % vilket i sammanhanget ger en ganska begränsad effekt. Se kapitel 12.2 om känslighetsanalysen för granskning av 95- respektive 5 % percentilerna.

13.1 **Besparingsmöjligheter**

Några av de stora osäkerhetsmomenten är, som tidigare konstaterats, inte endast beroende på framtidsprognoser utan även på val av byggmetoder (Banverket, 2006j). Den största potentiella besparingen har med val anläggningsmetoder att göra. Väljer entreprenören att använda sig av permanenta slitsmurar vid schaktning istället för stålsponter (som traditionellt sett används i Sverige) kan upp till 500 Mkr sparas in. Valet är upp till entreprenören att göra då anbuden lämnas in till beställaren Trafikverket.

För att skapa en känsla av öppenhet i stationerna finns planer på att bygga mezzaninplan, som är en typ av halvvåning mellan två huvudplan i stationen. 100-300 Mkr kan sparas in om dessa begränsas eller tas bort.

Omhändertagning av förorenad mark har i kalkylen värderats till cirka 500 Mkr (Banverket, 2006j). Kostnadsförutsättningarna är beror dock starkt på hur långt jorden behöver transporteras. Vid optimala förhållanden kan stora besparingar åstadkommas. Exakt hur mycket har inte gjorts beräkningar på.

14 Regionala och nationella utvecklingseffekter

Regionala utvecklingsmöjligheter är en effekt som den traditionella samhällsekonomiska bedömningen inte fångar upp helt (Berglund & Anderstig, 2006). Hur regionala utvecklingsmöjligheter beräknas varierar och därigenom även resultatet. Det finns i dag ingen allmänt vedertagen metodik för att hantera dessa effekter i den samhällsekonomiska bedömningen. Det arbetas dock på att ta fram strukturerade metoder för att beräkna effekterna av regionala utvecklingsmöjligheter. I järnvägsutredningen för Västlänken kvantifieras inte regionsutvecklingseffekterna men kompletteras med analyser från andra instanser. För att kvantifiera effekterna av regionförstoring kan Samlok användas, se kapitel 10.3.3.

14.1 Utvecklingseffekter för Västlänken

Vid stora förbättringar av infrastrukturen antas tillgängligheten öka därför är det relevant att undersöka de regionala utvecklingseffekterna (Berglund & Anderstig, 2006). I uppdrag av Banverket fick Inregia AB uppgiften att utvärdera och studera regionala utvecklingseffekter av Västlänken. En sammanställning av effekterna redovisades i en rapport 2006. I rapporten studeras effekter på hushållens och företagens lokalisering samt effekter på inkomstnivån. Effekterna är beräknade med Samlok. Resultatet visar en ökad befolkningsmängd med 3 000-9 700, ökat antal sysselsatta med 2 600-8 000 samt att genomsnittsinkomsten ökar med max 0.5 % efter 20 år. Som synes är intervallen relativt stora och beror på antaganden om resenärer som kommer att använda den förbättrade tillgängligheten. Sett till Västra Götalands utveckling från 1996 till 2006 är utvecklingspotentialen för Västlänken låg. I regionen sker en årlig (2006) ökning av befolkningen med 4 600 personer, sysselsättningen med 8 700 och en ökning av medelinkomsten med 3 %. I förhållande till andra stora infrastrukturprojekt i andra regioner förväntas Västlänken ge stor nytta.

Stråket mot Borås förväntas ge störst positiva effekter i form av ökad befolkning och sysselsättning (Berglund & Anderstig, 2006). Även i regionens södra och sydvästra delar förväntas positiva effekter på grund av bland annat ökad turtäthet och att flera samhällsfunktioner går att nå med direktförbindelse. En förbättrad tillgänglighet till Landvetter flygplats kan öka det internationella resandet och därmed den samhällsekonomiska nyttan. Förändringen av det internationella resandet inkluderas inte i effektbedömningen.

Effekterna av regionsutvecklingen på grund av Västlänken förväntas bli positiva. Nuvärdet av inkomsteffekterna ligger inom intervallet 6 700 till 20 600 Mkr (Berglund & Anderstig, 2006). Denna inkomsteffekt baseras på att individer byter till bättre betalda arbeten. Detta på grund av minskade restider och därmed kan individen nå större arbetsregion jämfört med tiden innan Västlänken. Denna inkomsteffekt ingår i den traditionella kalkylen. Variationen för intervallet beror på vilket antagande som används angående resandeförändringen och vilken tid det tar för Västlänken att nå full potential.

Inkomsteffekten på grund av en mer dynamisk arbetsmarknad ingår inte i den traditionella kalkylen (Berglund & Anderstig, 2006). Arbetsmarknaden blir mer dynamisk när det lättare går att effektivare matcha utbud mot efterfrågan vilket kan förändra arbetslöshet,

sysselsättning och produktion. Ett rimligt antagande är att denna del av inkomsteffekten kan värderas till cirka 8 000 Mkr och adderas till den traditionella kalkylen.

14.2 **Götalandsbanan**

Götalandsbanan är ett projekt i utredningsfasen som skulle innebära en höghastighetsbana mellan Stockholm och Göteborg (Trafikverket , 2009). Syftet med Götalandsbanan är att förbättra kapaciteten, framkomligheten och tillgängligheten i det svenska järnvägssystemet enligt de transportpolitiska målen. Utredningen har delats upp i delsträckor då det inte finns medel avsatta för Götalandsbanan i dagens läge (Banverket, 2009). De samhällsekonomiska bedömningarna har dock visat potentiellt stora nyttoeffekter, men varierar väsentligt på vilka parametrar som beaktas och förutsättningar som finns. Förutsättningar som bland annat bygger på andra infrastrukturprojekt.

En utebliven tågtunnel i Göteborg innebär att Göteborg Central blir en svag länk i det svenska järnvägssystemet. Utbyggnaden av järnvägssystemet i Stockholm och Malmö renderar i en kapacitetsökning som Göteborg inte kan matcha. (Trafikverket , 2011). För Västlänken är det relevant att se till ett nationellt perspektiv för potentiella framtida utvecklingsmöjligheter i det svenska järnvägsnätet. Västlänken är en förutsättning för en framtida Götalandsbana.

15 Jämförelse av de samhällsekonomiska kalkylerna med Citybanans och Citytunnelns

För att se hur olika samhällsekonomiska kalkyler kan tydas och tolkas jämförs de tre projekten mycket övergripande. Det är av intresse att studera likheter och skillnader i kalkylerna för att se hur de påverkar resultateten. Det är även relevant att undersöka hur resultatet av en samhällsekonomisk kalkyl påverkar ett projekts prioritering eller huruvida projektet ska genomföras eller inte.

15.1 Citybanan

Citybanan är ett stort infrastrukturprojekt som påminner och Västlänken och Citytunneln (Banverket, 2007a). Projektet befinner sig i byggnadsfasen och kommer att resultera i en dubbelspårig tågtunnel under de centrala delarna av Stockholm.

15.1.1 Bakgrund

Den södra infarten till Stockholms Central trafikeras varje dygn av 550 tåg (Banverket, 2002b). Infarten, den så kallade Getingmidjan, har dock bara två spår vilket innebär att det bildas en flaskhals i järnvägsnätet. Som mest kan 24 tåg passera per timma och riktning vilket är otillräckligt i nuläget utan hänsyn till framtida resandeutveckling. En annan direkt effekt av flaskhalsen är att järnvägsnätet blir mycket känsligt för störningar vilket kan leda till dominoeffekter på stora delar av järnvägsnätet.

15.1.2 Val av sträckning

Förstudien blev färdig 2002 och i den jämfördes sex olika utredningsalternativ med jämförelsealternativet, se tabell 6 nedan (Banverket, 2002b). Underlag för kalkylen inkluderar beräknade effekter och trafikprognoser för 2015. I prognoserna ligger fokus på: tågdriftskostnader, marginellt slitage, fordonskostnader för bil, skatteeffekter, tidtabelläggning, störningskänslighet, restider kollektivtrafik, restider biltrafik, luftföroreningar och trafikolyckor. De beräknade effekterna 2015 diskonteras över kalkylperioden på 60 år.

Utrednings-alternativ	Investeringskostnad Mkr (1999 års nivå)	Samhälls-ekonomisk Investerings-kostnad Mkr	Nettonytta Mkr	Nettonuvärde -skvot (NNK)
Tredje spåret (UA1)	2 400	3 429	-1 236	-0,4
Tredje spåret med centraltunnel (UA2)	9 000	12 279	-9 876	-0,8
Pendeltågstunnel med Sthlm södra (UA3)	6 100	7 993	-29	0,0
Pendeltågstunnel med Slussen (UA4)	6 700	8 834	-1 710	-0,2
Kungsholmenbanan med station Karlberg (UA5)	5 600	7 291	-5 596	-0,8
Kungsholmenbanan med station Odenplan (UA6)	5 800	7 572	-5 935	-0,8

Tabell 6 Citybanans anläggningskostnader och nyttor (Banverket, 2002b)

I förstudien rekommenderades fortsatt utredning av alternativen pendeltågstunnel via slussen och pendeltågstunnel via Stockholm södra (Banverket, 2002b). Alternativen var de som bäst uppfyllde de tranportpolitiska målen samt de specifika egenskaper och effekter som dåvarande Banverket upprättat för Citybanan. Effekter och egenskaper såsom långsiktig spårkapacitet, tillgänglighet, transportkvalitet, regionutveckling, miljö, säkerhet, störningar, samhällsekonomi. De två sträckningarna som Banverket gick vidare med hade även bäst nettonuvärdeskvot. En sammanvägning av alla egenskaper och effekter ledde fram till att pendeltågstunnel via Stockholm södra var det bästa alternativet.

15.1.3 Förutsättningar och fakta

Citybanan byggs som en tvåspårig järnväg med två nya stationer i en cirka 6 kilometer lång tunnel (Banverket, 2007a). Då Stockholm är en stad byggd på öar medför detta att tunneln kommer att gå igenom både berg, jord och vatten. Till största del byggs Citybanan med beprövade metoder så som tunneldrivning med borrning och sprängning. Vissa etapper är mer komplicerade, som till exempel Söderströmstunneln, där tunneln går i vattnet. Denna sträcka byggs därför i öppna schakt. Citybanan beräknas stå färdig 2017 och har därmed haft en byggtid på 9 år.

Figur 34 Citybanans sträckning (Banverket, 2002b)

15.1.4 **Revidering av kalkyl**

Den samhällsekonomiska kalkylen från förstudien har reviderats både till järnvägsutredningen samt järnvägsplanen (Transek, 2006). I järnvägsutredningens kalkyl fick pendeltågstunneln via Stockholm södra nettonuvärdeskvoten 0,1 och i järnvägsplanen 2006 nettonuvärdeskvoten -0,3. Det finns flera anledningar till att nettonuvärdeskvoten ändras. Indexuppräkning till 2001 års prisnivå gav stort utslag samt uppdaterade tekniska förutsättningar har inneburit ökade anläggningskostnader med 71 % från järnvägsutredningen till järnvägsplanen. Nedan visas den samhällsekonomiska kalkylen för Citybanan.

	Järnvägsut-redningen, 1999 års prisnivå (mkr)	Förän-dring, procent	Uppdate-ring, 2001 års prisnivå (mkr)
Anläggningskostnader	*8 100*	*+ 71 %*	*14 400*
Konsumentöverskott	*11 300*		*11 800*
Restider kollektivtrafik	9 600	+20,3 %	11 500
Restidsförändring djupt läge	Ej aktuellt		-2 000
Minskade störningar kollektivtrafik	900	+20,3 %	1 100
Minskad trängsel vägtrafik	800	+20,3 %	1 000
Säkrare restider biltrafik	ej värderat		200
Producentöverskott	*-2 800*		*-1 900*
Biljettintäkter kollektivtrafik	5 100	+3,5 %	5 300
Driftskostnader kollektivtrafik	-7 400	-10 %	-6 700
Skatteintäkter personbilstrafik	-400	+3,5 %	-400
Banhållare	-100	+3,5 %	-100
Externa effekter	*900*		*1 100*
Luftföroreningar och klimatgaser	300	+5,9 %	400
Trafikolyckor	600	+20,5 %	700
Banhållare	20	+3,5 %	20
Effektivitetseffekter	-800		-600
Summa nyttor	8 600		10 400
Nettonuvärde	490		- 4 000
Nettonuvärdeskvot	0,1		-0,3

Tabell 7 Effektresultat av den samhällsekonomiska kalkylen (Transek, 2006)

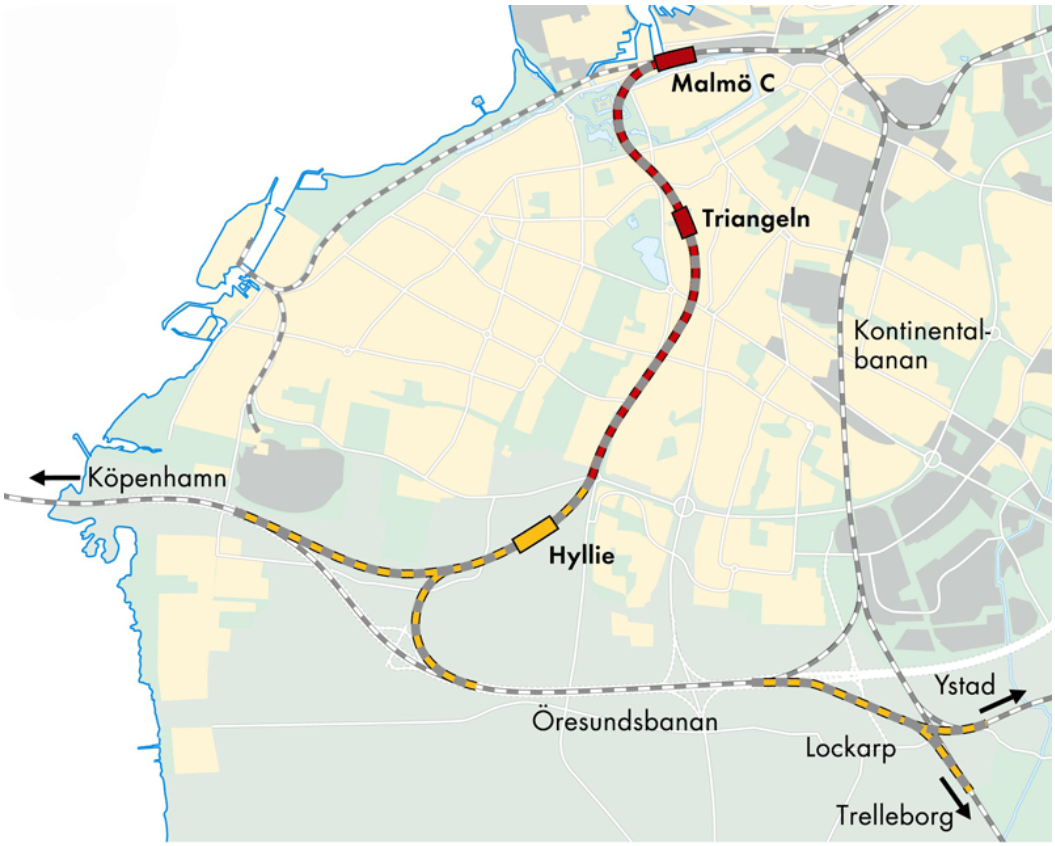
För Citybanan har de samhällsekonomiska anläggningskostnaderna räknats om ytterligare en gång, till 16 800 Mkr i 2007 års prisnivå. Men det är dock oklart hur nyttorna har förändrats.

15.2 **Citytunneln**

Sedan Öresundsbron togs i drift har järnvägstrafiken ökat i Öresundsregionen eftersom två tätbefolkade områden kopplades samman (Lennefors, 2001). Stationen i Malmö är en säckstation vilket kräver stor yta och är inte en tidseffektiv lösning. För att regionen skulle tillåtas att expandera och ges möjlighet till mer attraktiv kollektivtrafik valdes lösningen att bygga en delvis underjordisk järnväg genom Malmö. Med fler stationer ges en bättre tillgänglighet i Malmö. Förbindelsen ska sammanlänka det skånska järnvägsnätet med Öresundsbron samt avlasta kontinentalbanan.

15.2.1 **Färdigställande av Citytunneln**

Citytunneln invigdes i december 2010 och fick därmed en byggtid på cirka 5 år (Lennefors, 2001). Två 6 kilometer långa tunnlar har borrats och schaktats samt att det anlades 17 kilometer ny järnväg för att färdigställa projektet. Malmö station fick en tillbyggnad och har som funktion att ta emot fjärrtåg. Stationerna vid Triangeln och Hyllie avlastar Malmö station och ger bättre pendlingsmöjligheter samt kortare restider.



Figur 35 Citytunnels dragning (Trafikverket, 2012)

15.2.2 **Kalkylresultat**

Till skillnad från Västlänken och Citybanan var Citytunneln redan beslutad att genomföras i och med Öresundsbron (Lennefors, 2001). Finansiering var klar relativt tidigt och på grund av kapacitetsbristen i Malmö valde regeringen till och med att tidigarelägga projekteringsstarten av Citytunneln. Det som utreddes i kalkylen var Jämförelsealternativet och byggnation av Citytunneln. Jämförelsealternativet innebär att ingen tunnel byggs men vissa andra nödvändiga investeringar kan genomföras, vilket kan ses som ett nollalternativ. Syftet med den samhällsekonomiska bedömningen för Citytunneln kom därför att se annorlunda ut jämfört med traditionella bedömningar. Målet var att utreda hur nyttan förhöll sig till miljö- och kostnadseffekterna.

För Citytunneln utfördes två olika resandeprognoser vilket visas i tabell 8 (Lennefors, 2001). Intraplan och Banverket utformade var sin prognos. Resandeprognoser är en stor post för att avgöra nyttan i ett projekt. Beroende på vilken resandeprognos som användes i den samhällsekonomiska kalkylen kom lönsamheten att variera för Citytunneln. Intraplans prognos visade på en högre resandeökning än prognosen från Banverket.

	Intraplan	BV
Anläggningskostnad UA, prisnivå 1999	8 277	8 277
Restvärde. prisnivå 1999	-297	
Anläggningskostnad JA, prisnivå 1999	-2 210	2 210
Netto	5 770	
Samhällsekonomisk anläggningskostnad	**8 162**	**8 162**
Reinvesteringar	-20	-20
Drift och underhåll	-31	-31
Trafikeingskostnader	-781	-840
Biljettintäkter	4 437	3 001
Restidsuppoffring	3 748	1 799
Förseingstid gods	55	55
Buller	740	740
Luftföroreningar	605	160
Skatteeffekter	-329	-85
Minskade broavgifter	-740	-370
Summa effekter	**7 684**	**4 409**
Nettonuvärdeskvot	**-0,06**	**-0,46**

Tabell 8 Samhällsekonomisk kalkyl över Citytunneln (Lennefors, 2001)

Anläggningskostnaderna för Citytunneln reviderades från den ursprungliga kalkylen. Inför byggstarten 2005 reviderades kostnaderna och sannolik kostnad uppskattades då till 9 450 Mkr (Lennefors, 2001). Kostnaderna för Citytunneln beräknades dock till cirka 5 000 Mkr i det tidiga planeringsstadiet (Köhler, 2011). Vid färdigställandet av Citytunneln visade budgeten att de totala samhällsekonomiska anläggningskostnaderna blev 8 565 Mkr. Citytunnelns kostnader blev alltså högre än i den ursprungliga kalkylen men billigare än den reviderade från 2005 (Lennefors, 2001).

15.2.3 **Osäkerheter i kalkylen**

I den samhällsekonomiska bedömningen tas flera osäkerhetsfaktorer upp. Dessa effekter kan påverka nyttan för Citytunneln:

- Resandet över Öresundsbron kan vara underskattat i prognosen. Det finns svårigheter i prognostisera resandet mellan Sverige och Danmark då resandeutvecklingen inte nödvändigtvis är samma.
- Tillväxten i bedömningen är satt som ett genomsnitt av övriga Sverige. Ett mer rimligt antagande är att tillväxten blir något högre i Öresundsregionen än övriga Sverige. Detta påverkar lönsamheten för Citytunneln.
- I Banverkets kalkyl förutsätts bensinsnålare bilar i framtiden. Om inte detta blir fallet kommer konkurrensen om resenärer att förbättras för kollektivtrafiken och lönsamheten att öka (Lennefors, 2001).

15.3 **Jämförelse**

Med bakgrund i ovanstående fakta kan ett antal resonemang föras. Kalkylerna för Västlänken, Citytunneln och Citybanan har gemensamt att de följer en viss beräkningsstruktur, enligt Trafikverket, för att kunna beräkna nettonuvärdeskvoten. Dock verkar det finnas utrymme för tolkningar i beräkningsgången med avseende på vad som kan ingå, måste ingå eller bör ingå i kalkylen. Till exempelvis har igen reinvesteringskostnad beräknats för Citybanan i Järnvägsplanen. Skillnaden mellan Västlänken och Citytunnelns reinvesteringskostnader skiljer sig markant. Även underhållskostnaderna skiljer sig åt mellan projekten. Skillnaderna i kalkylerna skulle bland annat kunna bero på projektens olika karaktär och förutsättningen. Nedan beskrivs nyttor och kostnader för de tre projekten övergripande.

	Västlänken	Citytunneln		Citybanan
Status	Planeringsstadiet	Färdig		Byggnadsstadie
Diskonteringsår	2020	2002		2002
Prisnivå	2009	1999		2001
Samhällsekonomiska anläggningskostnader Mkr	-20 170	-8 162		-14 400
Nyttor Mkr	8 630	Intraplan	Banverket	10 400
		7 684	4 409	
Nettonuvärdeskvot	-0,57	-0,06	-0,46	-0,3

Tabell 9 Sammanställning av kostnader och nyttor för Västlänken, Citytunneln och Citybanan

Gemensamt för alla projekt är att de har negativ nettonuvärdeskvot. Genom att endast se till den samhällsekonomiska kalkylen, och inte till hela den samhällsekonomiska bedömningen, är alla projekten olönsamma. Trots negativt resultat verkar alla tre projekt bli verklighet, då Citytunneln är färdig, Citybanan är i byggfasen och Västlänken är i planeringsskedet.

Anläggningskostnaderna påverkar tydligt lönsamheten för respektive projekt. För Citybanan har de samhällsekonomiska anläggningskostnaderna räknats om flera gånger. Det skedde en kraftig ökning av kostnaderna från järnvägsutredningen till järnvägsplanen. Det är samma lägessituation som Västlänken befinner sig idag. Detta kan påvisa att om de tekniska förutsättningarna ändrats på grund av nya mer noggranna undersökningar, kan Västlänken potentiellt få ändrade anläggningskostnader varpå nettonuvärdeskvoten ändras.

Citytunneln är färdig och fick en slutgiltig samhällsekonomisk anläggningskostnad på 8 565 Mkr vilket var drygt 1 300 Mkr lägre än kalkylerat. Detta visar på att stora infrastrukturprojekt inte nödvändigtvis behöver bli dyrare än väntat. Både Citytunnelns och Citybanans kalkylresultat har varierat under projektets gång. Med de som bakgrund är det således svårt att dra några slutsatser om hur rimliga kalkylvärdena för Västlänken är.

16 **Politik**

Västlänkens idéstudie inleddes år 2001 och sedan dess har ett stort antal underlagsrapporter och undersökningar genomförts (Trafikverket, 2012). Oavsett rapporternas resultat beträffande samhällsekonomin, tekniska förhållanden och hur kulturmiljön i staden påverkas är dock beslutet om byggnation upp till politikerna. Till sin hjälp har de underlagsrapporterna för att underlätta när de ska ta beslutet, men rapporterna i sig kan inte automatiskt leda till att byggnationen genomförs eller inte (Ekman, 2012).

Tiden då beslut skulle fattas angående om Västlänken skulle utredas vidare var mycket knapp och beslutet togs på några timmar (Ekman, 2012). Önskvärt hade varit att ge politikerna mer tid så att de skulle kunna läsa in sig mer på projektet och dess önskade effekter då det gäller ett projekt i mångmiljardklassen. Det var dock mycket problematiskt att hitta en tidpunkt då alla beslutstagarna kunde samlas samtidigt och därför var detta enda alternativet.

Beslutfattarna är i alla stora infrastrukturprojekt politiker och i till exempel Citytunneln och Citybanans fall har de valt att påbörja byggnation trots negativa nyttor. Enligt Lars-Bertil Ekman[14] beror detta på att politikerna försöker se till en så stor helhet som möjligt. De tar beslut utifrån en magkänsla och försöker att väga det monetära mot alla andra potentiella fördelar projekten kan medföra (Ekman, 2012). Hans Linderstad[15] menar att ett av huvudargumenten för byggnation av Västlänken är den vision som finns beträffande regionens utveckling och framtida funktionalitet.Det politiska klimatet, såväl kommunalt som regionalt, påverkar till stor del besluten kring denna typ av infrastrukturprojekt.

[14] Lars-Bertil Ekman (Koordinator för Västsvenska paketet) intervjuad av författarna den 19 april 2012.
[15] Hans Linderstad (Anställd på Göteborgs stadsledningskontor) e-postkonversation den 9 maj 2012.

17 Diskussion

I kapitel 17.1 diskuteras Västlänken ur ett tekniskt perspektiv följt av kapitel 17.2 där den diskuteras ur ett ekonomiskt perspektiv.

17.1 Diskussion av Västlänken ur ett tekniskt perspektiv

De för Västlänken tre mest lämpliga sträckningsalternativen, Korsvägen via J, Haga-Korsvägen via Ä och Haga-Chalmers via Ä, diskuteras i detta kapitel utifrån de sex områdena geologi och geografi, grundvatten, stationslägen, anläggningsmetod och tekniskt utförande, konflikter med befintlig bebyggelse och kulturmiljö samt möjligheter till framtida utbyggnad. Eftersom de sex jämförelseområdena i ett vidare perspektiv många gånger överlappar varandra så gör även diskussionsämnen i följande underkapitel det i de fall det är befogat. Utöver jämförelsen mellan de tre sträckningsalternativen diskuteras även mer övergripande faktorer så som styrkor och brister i järnvägsutredningen samt Trafikverkets förhållandet till förmågan att lösa de tekniska utmaningar som projektet medför.

17.1.1 Geologi och geografi

En stor fördel vid anläggande av en tunnel är om geologin är så likartad som möjligt över sträckan, då kan kostnaderna för anläggningsarbetet hållas nere och störningarna i stadsmiljön bli mindre än då markförhållandena skiftar mycket. Detta uppfylls i störst grad av sträckningsalternativet Korsvägen som mestadels går i lera, i andra hand av Haga-Chalmers som från Haga går genom sammanhängande berg. Haga-Korsvägen varierar i störst utsträckning mellan jord och berg med flertalet bergpåslag som följd. Varje bergpåslag medför ett riskmoment speciellt då det sker i närhet av bebyggelse eftersom bland annat dess grundläggning kan komma att skadas. Med avseende på antalet bergpåslag är Haga-Korsvägen med sina 10 stycken det sämsta alternativet, samtidigt som Korsvägen med endast 2 stycken kan anses vara det bästa.

Eftersom anläggande av tunnel i jord är betydligt mer kostsamt och genererar mer störningar i stadsmiljön än anläggande av tunnel i berg, så är det av intresse att jämföra hur stor andel och längd av sträckningarna som utgörs av jord respektive berg. I tabell 1 framgår det att längden i jord inte skiljer sig nämnvärt de tre sträckningarna emellan. Den tydligaste skillnaden som framgår är Korsvägens totalt sett kortare längd och minsta andel berg, det senare gör Korvägen till det dyraste alternativet sett per meter. Korsvägen är cirka 2,5 kilometer kortare än övriga sträckningar vilket ändå gör det till det billigaste alternativet, skillnaderna är dock inte så stora. Korsvägen innefattar endast en ny station och går därmed miste om de fördelar som följer med ytterligare en station i Haga som de övriga två sträckningarna ger. Fördelar som en ytterligare station skulle ge är svåra att bevisa samtidigt som en nackdel är att restiden ökar. Det som talar för två spridda stationslägen i centrum är att tillgängligheten till större område ökar vilket är en bidragande faktor till regionförstoring. Ett stationsläge i Haga kan dessutom bidra till ytterligare utveckling av intilliggande stadsdelar.

17.1.2 **Grundvatten**

Oavsett vilken sträckning Västlänken skulle få krävs omfattande och noggranna undersökningar och uppföljningar vad gäller grundvattnet. Hela Göteborgsområdet är känsligt för grundvattensänkningar, det är dock ingen omöjlighet att genomföra projektet om väl tilltagna åtgärder vidtas. Ett område som beträffande grundvattensituationen är extra känsligt är Mölndalsåns dalgång. Av de tre sträckningsalternativen går samtliga i dalgången, varav Haga-Chalmers går kortast sträcka i den och därför utgör minst eventuell risk. När det kommer till järnvägsutredningens val mellan de tre sträckningarna så är sträckningarnas längd i Mölndalsåns dalgång inte alternativavgörande och bör heller inte vara det eftersom samtliga sträckningar ändå går genom dalgången. Vad som däremot skulle vara mer avgörande än vad det har varit, är möjligheten till framtida avlastning av dalgången genom utbyggnad av järnvägsnätet genom Safjället.

Enligt järnvägsutredningen är de tre sträckningsalternativen likvärdiga ur grundvattensynpunkt, dock påpekas det att de undersökningar som gjorts i området är otillräckliga och att ytterligare undersökningar krävs. I remissvar från bland annat SGI, SGU och Naturvårdsverket påpekas att noggrannare undersökningar i ett tidigare skede hade varit önskvärt. Det kan tyckas vara olyckligt att valet av sträckning baserats på i vissa fall otillräckligt undersökningsunderlag, i och med detta kan risken vara större att missbedömningar görs. Tilltron till tidigare erfarenheter kan i vissa fall ha varit för stor, bland annat med tanke på att tidigare projekt i Göteborg varit mindre omfattande än Västlänken. Samtidigt är det av kostnadsmässiga skäl inte möjligt att i järnvägsutredningen göra detaljundersökningar i allt för stor utsträckning eftersom det är viktigt att de resurser som finns läggs på sådant som är värdefullt för det fortsatta arbetet och inte för att bekräfta redan befintlig kunskap.

17.1.3 **Anläggningsmetoder och tekniskt genomförande**

Alternativ Korsvägen är den enda sträckningen som TBM som anläggningsmetod vore ekonomiskt försvarbar för, samtidigt som de båda metoderna TBM och cut and cover för denna sträckning bedömts vara i princip ekonomiskt likvärdiga. Genom de minskade intrången i stadsmiljön som TBM innebär hade möjligtvis en vinst kunnat göras i och med att allmänhetens tilltro till byggnadsteknik vid storskaligt anläggande troligtvis hade ökat. Dessutom hade det bidragit till erfarenheter vad gäller användning av TBM i jord i framtiden.

Där inte TBM i jord är möjligt kommer cut and cover att användas. För att detta ska kunna utföras optimalt måste anläggandet ske enligt top down-metodik, något som kräver att slitsmurar används som permanenta konstruktionsdelar. Godkännandet av att använda permanenta slitsmurar har varit avgörande för att vissa delsträckor ska vara möjliga att genomföra på grund av begränsat utrymme. Utmaningen kvarstår i att utföra slitsmurarna enligt uppsatta krav.

17.1.4 **Stationslägen**

Eftersom valet av stationernas placering främst är grundat på beräknat ökat antal resenärer och strategiskt viktiga knytpunker, så utgör stationerna inte någon alternativskiljande faktor ur teknisk synvinkel. Stationen vid Göteborgs Central är en byggnadsteknisk utmaning oavsett sträckningsalternativ. En station vid Korsvägen kan bli problematisk att anlägga i och med grundvattenförhållandena där grundvattenpåverkan har ett stort influensområde. Stationen vid Chalmers är problematisk med hänsyn till det stora anläggningsdjupet.

En för Göteborg viktig knytpunkt är Järntorget och ett stationsläge här hade haft stora fördelar, tydligare sådana än de som en station vid Haga medför. Trots detta har ett stationsläge vid Järntorget inte funnits med i utredningen sedan projektets förstudie. Området vid Haga är begränsat för exploateringsmöjligheter samtidigt som flertalet resenärer måste söka sig till Järntorget för vidare förflyttning. Det framkommer dessutom i remissvaren att Järntorgets fördelar kan ses som överskuggande Hagas vad gäller tillgänglighet. Troligtvis är det framförallt tekniska svårigheter rent anläggningsmässigt som gör att en station vid Järntorget inte tagits vidare från förstudien. Med en station vid Järntorget hade Västlänken dessutom enligt förstudien fått en stor geografisk utbredning, vilket inte har varit det huvudsakliga syftet med Västlänken där fokus istället legat på att lösa problemet med säckstationen samt att få så stor överflyttning till tågtrafik som möjligt.

17.1.5 **Möjlighet till framtida utbyggnad**

Möjlighet till framtida utbyggnad av järnvägsnätet utifrån sträckningarna har undersökts i projektets förstudie, där det konstaterats att ett antal möjligheter till utbyggnad av samtliga sträckningar finns. I järnvägsutredningen har dock ingen större vikt lagts vid denna aspekt i valet mellan de tre mest lämpliga sträckningarna. Som framkommit i remissvaren bör framtida utbyggnadsmöjligheter värderas högt i valet av sträckning. Remissvaren påpekar även att järnvägsutredningens tidsperspektiv sträcker sig endast till 2020, något som är troligt eftersom Västlänken är en del av det Västsvenska paketet och dess kollektivtrafiksatsning K2020 (numera K2025). Västlänkens omfattning gör att projektet borde ses i ett längre tidsperspektiv, framförallt eftersom Västlänken kommer att stå klar tidigast 2027. Utvärderingen av sträckningsalternativen borde dessutom ha skett i samråd med stadens och regionens långsiktiga stadsutvecklingsplaner, något som i järnvägsutredningen inte gjorts fullt ut. Det slutliga valet av sträckningen är till största delen baserat på järnvägsutredningen och miljökonsekvensbeskrivningen, där hänsyn inte tas till stadsbyggnadskontorets detaljplaneprogram. Beslutet borde istället bygga på järnvägsutredningen och miljökonsekvensbeskrivningen tillsammans med detaljplaneprogrammet.

Valet av sträckning kan enligt ovanstående resonemang anses ha bristfälliga grunder i och med att det baserats på järnvägsutredningens kortare tidsperspektiv. Ett exempel på detta är den utbyggnadsmöjlighet som finns för alternativ Haga-Chalmers och Korsvägen att ansluta till Götalandsbanan genom Safjället. Genom att Haga-Korsvägen valts är det inte längre möjligt att på det sättet avlasta Mölndalsåns dalgång. En avlastning av kommunikationsstråket genom dalgången hade kunnat gynna Mölndals stadsutveckling. Möjligtvis är det så att

regionens utveckling prioriterats framför enskilda kommuners utveckling. Det kan också vara så att järnvägsutredningens tidsperspektiv är för kort för att bidra till långsiktig hållbar utveckling av enskilda stadsdelar.

I remissvaren framgår även att Korsvägen enligt detaljplaneprogrammet skulle innebära störst framtida flexibilitet i och med att det är det enda alternativ som vid en eventuell utbyggnad mot Särö går via knytpunkten Korsvägen. Alternativet Korsvägen är dock det enda alternativet som hindrar en önskan om att i framtiden eventuellt sänka ner bangården in till Göteborgs Central på grund av stadsplaneringsmässiga skäl (där Gullbergsvass binds samman med övriga stadskärnan). Framtida exploateringsmöjligheter i Göteborgsområdet som berörs av Västlänken har alltså beaktats men eftersom inga beslut är fastställda har dessa exploateringsmöjligheter inte varit alternativavgörande, vilket det heller inte borde vara. En framtida utbyggnadsmöjlighet som däremot i större utsträckning borde ha varit avgörande är, som nämnts i kap 7.1.6, avlastning av Mölndalsåns dalgång.

17.1.6 **Konflikt med befintlig bebyggelse och kulturmiljö**

De sträckningsalternativ som går längs med Älvstranden kommer att innebära flest stora åtgärdsposter beträffande befintlig bebyggelse, se tabell 1. Flertalet av byggnaderna som berörs är dessutom av kulturminneintresse, bland annat Casino Cosmopol (gamla tull- och packhuset) och Residenset. Även passager av Götatunneln och konflikt med dess arbetstunnlar är en utmaning för dessa sträckningar. Ur kulturminnessynpunkt är det särskilt viktigt att stor hänsyn tas till de fornminnen som finns kring befästningsmuren. Sträckningslaternativen Haga-Korsvägen och Haga-Chalmers har en sträckning som går under Skansen Lejonet, därmed finns en risk att den gamla försvarsskansen påverkas. Vad gäller parkmiljö påverkar båda sträckningarna Hagakyrkoplan och Nya Allén, Haga-Korsvägen påverkar även Johannebergs landeri. Stäckningsalternativ Korsvägen kan å andra sidan påverka Trädgårdsföreningen och Johannebergs landeri om grundvattennivån påverkas under byggskedet. Korsvägen går inte igenom befästningsstråket och kommer därför inte i konflikt med fornminnen där. Dessutom går detta sträckningsalternativ norr om Skansen Lejonet och utgör därför mindre risk för skador på försvarsskansen. Med minsta möjliga negativa påverkan på fornminnen, kulturminnen, parkmiljö och befintlig bebyggelse som utgångspunkt utgör sammanfattningsvis sträckningen Korsvägen det bästa alternativet. I denna bedömning väger bevarandet av fornminnen och befästningsstråket tyngre än vad det gjort i järnvägsutredningens bedömning. Sett till projektmålen för Västlänken, presenterade i kapitel 3.3, finns inget mål som explicit uttrycker att kulturminnen ska bevaras under byggskedet, endast ett som säger att stadsmiljön ska värnas och utvecklas. Därmed är det tydligt att järnvägsutredningen inte lägger någon större vikt vid bevarandet av kultur- och fornminnen.

Överlag är det alltid en balansgång mellan bevarande av värdefulla historiska lämningar och utvecklandet av en stad. Historiskt intressanta objekt har inte något monetärt värde och därmed kan en prioritering vara svår att åstadkomma. Eftersom dessa historiska intressen är oersättliga innebär frågan om bevarandet av kulturhistoria ett dilemma med tanke på att även

framtida hållbar utveckling måste eftersträvas. En sträckning genom befästningsmuren påverkar i och för sig denna på bara några ställen och en mycket stor del av muren kan fortfarande bevaras. Dock finns en risk att hittills oupptäckta lämningar går förlorade samt att lämningar som upptäcks leder till att projektet försenas på grund av att oförutsedda arkeologiska utgrävningar krävs. En fördel hade varit att välja ett sträckningsalternativ som går utanför befästningsmuren om detta alternativ kunde uppfylla långsiktiga mål till samma grad som sträckningen Haga-Korsvägen. I detta fall handlar det återigen om de fördelar som två nya stationer innebär jämfört med endast en ny station vid Korsvägen. Flera instanser påpekar i sina remissvar att med det långsiktiga tidsperspektiv som detaljplaneprogrammet har så är det inte alls så stor skillnad mellan sträckningarna Korsvägen och Haga-Korsvägen beträffande överflyttning av resenärer, som järnvägsutredningen med ett kortsiktigt perspektiv fastslår. Eftersom det är just överflyttningen som i järnvägsutredningen framhävs Haga-Korsvägens största fördel kan trovärdigheten i beslutet att välja Haga-Korsvägen framför Korsvägen ifrågasättas.

17.1.7 Tidigare erfarenheter från liknande projekt och från äldre projekt i Göteborg

Tidigare erfarenheter från liknande projekt i Göteborgsområdet som för Västlänken kan vara till nytta är anläggandet av Götatunneln. Utifrån det projektet drogs lärdomar av övergripande karaktär beträffande kommunikation och organisation men även rent tekniska lärdomar om hur grundvattenproblematiken kan hanteras på ett säkert sätt samt möjligheten att använda sig av stora slitsmurar i schaktstabiliseringen. I Västlänkens fall är dock både omfattningen och utmaningen större rent tekniskt och organisatoriskt, men erfarenheter från Götatunneln kan ha bidragit till en trygghet om att liknande frågeställningar som Västlänkens kan lösas.

Så vissa erfarenheter och viss kunskap finns sedan tidigare men i det stora hela ligger dock fokus på att kunna lösa de problem och utmaningar som gäller för Västlänken från noll. På så sätt står det öppet för nytänkande och bättre anpassning till de förhållanden som råder i Göteborg. Varje projekt, framförallt sådana av den här storleken, har unika förutsättningar, så lösningar från andra projekt är aldrig helt och hållet överförbara. Tidigare erfarenheter är dock viktiga i och med att de visar att anläggandet är genomförbart, både internationellt men framförallt nationellt sett. Liknande projekt i Sverige som genomförts under senare tid är Citytunneln i Malmö och Citybanan i Stockholm. Förhållandena i de tre största svenska städerna skiljer sig dock åt, framförallt vad gäller de geologiska förutsättningarna, vilket gör att projekten rent anläggningstekniskt inte är jämförbara. Västlänken innehåller utmaningar av den art att nya tekniska lösningar och tillvägagångssätt kommer att implementeras i svensk infrastruktur.

17.1.7.1 *Optimism och tilltro till problemlösning*

Beträffande de geologiska förutsättningarna har man i hög grad lutat sig mot erfarenheter från tidigare byggnation i staden. Sådan kunskap gäller framförallt lerans hållfasthet och var berg återfinns utefter Älvstranden. Denna kunskap är naturligtvis värdefull men i

järnvägsutredningen kunde den ha bekräftats med hjälp av nya undersökningar för att ge järnvägsutredning full trovärdighet. Just behovet av noggrannare undersökningar påpekades i remissvaren från flera instanser. Förutsättningarna för att anlägga Västlänken är av komplicerad art i hela staden, oavsett vilken sträcknings som väljs. Därmed kan det ses som en kostnads- och tidsbesparing att spara de detaljerade undersökningarna till det sträckningsalternativ som slutligen väljs. Järnvägsutredningens uppgift är dock att ge ett så bra beslutsunderlag som möjligt, vilket i Västlänkens fall brister något i vissa avseenden, däribland beträffande grundvatten och geologiska undersökningar.

Tilltron till förmågan att lösa tekniska problem är mycket stor, vilket är både positivt och negativt. Positivt eftersom det innebär en stor möjlighet för branschen i landet att lära av storskaliga projekt och kreativt lösa de problem som finns och som uppstår, det innebär en möjlighet för ny teknik och nya lösningar att implementeras. Tilltron till förmågan att lösa de tekniska problemen är mindre positiv i och med att de risker som finns kanske underskattas. Detta kan leda till förseningar och stora kostnader för projektet och i allra värsta fall omfattande skador på bebyggelse i staden. Det som av Trafikverket kallas en utmaning kan med ett annat ord även benämnas risk.

17.1.8 Är den valda sträckningen den mest lämpliga ur ett tekniskt perspektiv?

Uppenbarligen finns ett oändligt antal sätt att leda Västlänken genom staden och samtliga har för- och nackdelar. Av de förslag som tagits fram och studerats mer ingående är de slutliga tre de mest relevanta vad gäller uppfyllelse av de mål och syften som gäller för projektet Västlänken. Dock är svårt att i järnvägsutredningen urskilja det valda sträckningsalternativet Haga-Korsvägens överlägsenhet jämfört med Korsvägen och Haga-Chalmers. Det tydligaste argumentet för Haga-Korsvägens överlägsenhet är att överflyttningen till tågtrafik bedöms bli störst. Sådana bedömningar innehåller dock ett relativt stort mått av osäkerhet.

I remissvaren är det många instanser som förordar Korsvägen och Haga-Korsvägen, se kapitel 9. Sträckningsalternativ Korsvägen förespråkades explicit av fem instanser jämfört med Haga-Kosvägens fyra. Med tanke på detta kan till en början tyckas att järnvägsutredningen inte tar hänsyn till remissvaren. Sett till vilka instanser som förespråkar alternativen kan instanserna för Haga-Korsvägen väga tyngre än instanser för Korsvägen. Dock bör poängteras att den kanske tyngsta instansen av de som förordar Haga-Korsvägen framför Korsvägen, Länsstyrelsen i Västra Götaland, gör det endast med utgångspunkt i järnvägsutredningens kortsiktiga bedömning. Sett till detaljplaneprogrammets långsiktiga perspektiv gör Länsstyrelsen ingen skillnad mellan de båda utan poängterar istället överlag vikten av en mer långsiktig analys.

Som framgått ur analysen i kapitel 7 och tidigare i diskussionskapitlet är sträckningsalternativ Korsvägen ett mer fördelaktigt alternativ ur ett tekniskt perspektiv. Sträckningens fördelar utgörs av möjlighet till avlastning av Mölndalsån dalgång, minst antal bergpåslag, minst konflikt med fornminnen och kulturmiljö samt fördelaktiga framtida utbyggnadsmöjligheter. Om sträckningen dessutom anläggs med TBM i jord blir störningarna i stadsmiljö betydligt mindre än med cut and cover. Detta tekniska perspektiv är dock inte tillräckligt stort för en

helhetsbedömning eftersom parametrar som regionförstoring, stads- och regionsutveckling, miljö och samhällsekonomi utelämnas. I valet av sträckning har tekniska faktorer varit underordnade målsättningar av mer övergripande politisk karaktär.

17.2 Diskussion av Västlänken ur ett ekonomiskt perspektiv

Vid kalkyleringen av stora samhällsprojekt kan det uppstå viss debatt kopplat till de kostnader som projektet medför. Detta kan till stor del förklaras med begränsade kunskaper hos allmänheten om hur kostnadsbilden beräknas och analyseras, men även svårigheter i att tolka dagens rapporter och modeller. Det som ofta berörs och diskuteras är den samhällsekonomiska nyttan i allmänhet och nettonuvärdeskvoten i synnerhet, då de är lättare att skaffa sig en uppfattning om. Vad som har framkommit under arbetets gång är att vid projekt i dignitet med Västlänken spelar andra faktorer en väl så stor roll som den rent samhällsekonomiska bedömningen.

17.2.1 Samhällsekonomi

Kostnaden för alternativen via Haga är marginellt högre än för sträckningen enbart via Korsvägen, men genererar i gengäld större nyttor. Att försöka finna en lösning med så stor nytta som möjligt är ett rimligt skäl till att välja ett sträckningsalternativ som inkluderar två stationer. Vid projekt av den här storleken är det viktigt att lösningen kommer att fungera under en lång period och inte riskerar att vara underdimensionerad redan vid färdigställandet eller en kort tid efter. Med två stationer sprids resenärerna ut och påfrestar områdena runt stationen mindre. Med fler stationer finns också möjlighet till en mer dynamisk stad.

Stationen vid Korsvägen känns självklar med närheten till evenemangsstråket men frågan är om en station vid Haga är den bästa lokaliseringen. Finns det något annat ställe där en station medfört större nytta? Antagligen finns det placeringar som skulle kunna medföra större nytta, men de platserna skulle troligtvis också innebära högre anläggningskostnader, exempelvis om Västlänken skulle dras via Hisingen eller Järntorget. Dessutom skulle det ta lång tid och kosta mer pengar att ta fram nytt underlag för att kunna avgöra vad stationen i sådana fall skulle lokaliseras. Av denna anledning finner det sig naturligt att tunneln inte dras via Hisingen då det skulle medföra betydligt mycket högre anläggningskostnader på grund av att det bland annat skulle krävas två tunnlar under älven, trots att det i ett kortare perspektiv skulle medföra bättre kommunikationer till och från Hisingen. Problemet skulle dock lösas om den förlängning av Västlänken till Hisingen, som det förbereds för, byggs.

Västlänken är ett kostsamt projekt vilket har lett till debatt. Anledningen till denna debatt ligger dels i den höga anläggningskostnaden och den negativa nettonuvärdeskvoten. Det som är svårast att kvantifiera är de synergieffekter som kan antas uppstå efter projektets färdigställande. Sannolikt är det projektets alla dolda nyttor som får beslutsfattarna att ändå välja att börja bygga. Området har varit spännande och svåranalyserat under arbetets gång med just bedömningen av alla nyttor. Detta då ingen av de experter som har konsulterats under arbetet har kunnat sätta fingret på alla de sammanlagda dolda nyttorna. Även om alla

potentiella nyttor skulle sammanställas kvarstår problemet att värdera dem i monetära termer och i förhållande till varandra. Följden är att alla bedömningar blir subjektiva och skulle variera från utredningsgrupp till utredningsgrupp. Vad som inte har framkommit under studien är i vilken utsträckning det även finns negativa dolda synergieffekter. Lika väl som det finns positiva nyttor kan det finnas negativa nyttor, som istället har potentialen att minska nyttan av projektet. I de diskussioner som förts inom gruppen har ingen sådan eventuell effekt kunnat identifieras och med tanke på det tämligen gedigna utredningsunderlag som finns skulle det vara svårt att missa en sådan sak.

När flera olika projekt granskades för att kunna göra jämförelsen med Västlänken framkom begreppen mjuka och hårda parametrar. Det som orsakade en del förvirring var att begreppen inte hade samma innebörd i alla rapporter och dokument. Det hade varit önskvärt om det funnits en gemensam definition av vad begreppen innefattar. Detta är dock inte möjligt då varje projekt är unikt med sina egna variabler för nyttorna respektive kostnader. Då användandet av begreppen mjuka och hårda parametrar i sig är diffust medför det att användandet av termerna samhällsekonomisk kalkyl och samhällsekonomisk bedömning försvåras. Användningen av de här begreppen i arbetet bygger på analyser av olika rapporter kombinerat med viss grad av personlig tolkning. Detta är också en av anledningarna till att rapporten också innehåller än ekonomidel. Orsaken är att det inom ekonomiområdet finns en del uttryck och begrepp som saknar allmänt vedertagna begrepp och som kräver förklaring för att kunna förstå motiveringen bakom Västlänkens kostnader.

Syftet med rapporten har i första hand inte varit att fördjupa sig hur kalkylen hade blivit om en annan kalkylmodell hade brukats. En annan kalkylmodell skulle kunna ge ett annat resultat men frågan är hur mycket det skulle skilja och åt vilken riktning kostnadsmässigt. Troligtvis är Successiva metoden den i dag mest lämpliga för att beräkna kostnaden för projektet. Som framgår av avsnitt 10.3.1 finns det en del omdiskuterade nackdelar med den successiva metoden. I första hand handlar det om att negativa effekter undervärderas och positiva effekter övervärderas enligt Riksrevisionen. Frågan är huruvida Riksrevisionen kritik mot hur parametrar värderas i modellen, istället bör riktas mot modellen i sig. Det skulle kunna vara en kombination av dem båda som bygger på skilda tolkningar av hur olika parametrar ska värderas.

Vidare kan det diskuteras kring hur uppföljningen av kalkylerna ser ut. Det hade varit intressant att se hur väl kalkylerna stämde överens med hur det blev när ett visst projekt är klart. Detta har dock varit svårt att hitta vilket medfört att inga slutsatser kring detta kunnat dras. Vidare skulle sådana studier kunna visa på hur träffsäkra kalkylerna är.

En detalj kopplad till Västlänken som ofta glöms bort i debatten är att i de cirka 20 miljarder kronor som projektet antas kosta ingår en utbyggnad av järnvägen mellan Göteborg och Borås för 4,6 miljarder kronor. Detta var något som för oss först framkom när vi gick in på djupet i kalkylerna för Västlänken och som Trafikverket skulle kunna vara tydligare med.

I den samhällsekonomiska bedömningen gjordes en känslighetsanalys som tog upp fyra poster vilka var och en har potential att påverka kostnaden nämnvärt. En utökad känslighetsanalys hade varit intressant då det kan finnas fler punkter som kan ha stor påverkan på priset. Rent

spekulativt kan det antas att de här ickebedömda punkterna kan jämkas med varandra och att de inte är av avgörande betydelse.

17.2.2 **Utvecklingseffekter**

För att kunna maximera nyttan av Västlänken krävs det ytterligare infrastrukturförbättringar i och kring Göteborg vilka delvis ingår i det Västsvenska paketet. Blir inte sådana genomförda är risken att nya trafikproblem uppstår på oväntade platser. Västlänken innebär också en möjlighet att bygga nya och förbättrade kommunikationsmöjligheter mot Hisingen och Bohuslän samt söderut mot Askim och vidare. Blir sådana förbättringar av skulle regionen få goda förutsättningar för effektiv pendling via kollektiva färdmedel.

En stor effekt som inte är medräknad i kalkylen är den arbetsmarknadsrelaterade regionförstoringseffekten till följd av bättre matchning av utbud och efterfrågan. Att externa studier visar på att den kan bidra med en positiv nytta på uppemot 8 000 Mkr är något som har överraskat under studien av Västlänken och dess ekonomi. Detta är alltså en effekt som skulle kunna ge hela projektet en betydligt mindre negativ nettonuvärdeskvot och nyansera debatten. Varför förespråkarna inte tydligare har visat upp denna typ av effekter är en intressant fråga. Trafikverket borde vara mer benäget att finna en metod som tydligt visar denna typ av nyttor. Även ytterligare regionförstoringseffekter kan ge positiva effekter. Detta kan vara utökat internationellt utbyte tack vare bättre kommunikationer med Landvetter flygplats. Ökad tillgänglighet till handel och evenemang borde också kunna innebära fler nyttor för regionen som inte tas med i kalkylerna. Överlag verkar det som om det finns en hel del ytterligare nyttor utöver de som finns med i kalkylerna kopplade till effekter av regionförstoringen.

Ett visst nationellt intresse för Västlänken finns då Göteborg ligger centralt placerat mellan de skandinaviska huvudstäderna. En kapacitetsökning i Göteborg skulle möjliggöra en vidareutveckling av järnvägsnätet mellan de skandinaviska storstadsregionerna. Ett exempel på detta är den potentiella höghastighetsbana, Götalandsbanan, mellan Göteborg och Stockholm som kräver en högre kapacitet i Göteborg. Med tanke på den framtida utvecklingen av det svenska järnvägsnätet känns det troligt att det även i framtiden uppstår projekt som kan gynnas av kapacitetsökningen som Västlänken medför.

17.2.3 **Jämförelse**

En jämförelse med de aktuella tunnelbyggena i Stockholm och Malmö visar på de svårigheter som finns i att lita på kalkylerna. Anläggningskostnaden för de byggena har granskats och reviderats flera gånger under bygg- och projekteringstiden. Nettonuvärdeskvoten har för alla projekt varit negativ i tidigt skede men beslutsfattarna har trots det valt att genomföra projekten då de ansetts på lång sikt vara nödvändiga. Att jämföra flera olika projekt är svårt då olika faktorer finns medtagna i kalkylerna vilket gör att det inte går att ställa dem mot varandra men också för att varje projekt är unikt med sina unika förutsättningar. Gemensam

nämnare för alla tre tunnelprojekten är att alla syftar till att förbättra möjligheterna att köra genomgående tåg i städerna och därigenom stärka pendlingskapaciteten.

17.2.4 **Bör Västlänken byggas?**

Sammanfattningsvis kan ekonomin kring Västlänken summeras i att det kalkylmässigt är tveksamt om den verkligen skall byggas. Det är först när fler parametrar än de som ingår i kalkylerna vägs in som tunneln går att motivera. Men frågan är; finns det något alternativ för en växande region? Uppfattningen efter studien är att det inte finns något alternativ till att anlägga en ny tunnel. De alternativa förstärkningslösningar som har och fortfarande diskuteras har ofta den haken att de skulle fungera på kort sikt men att efter en inte allt för lång tid blir de otillräckliga.

18 Slutsatser

Västlänken är ett stort projekt som omfattar ett stort antal ämnesområden. I denna rapport har fokus legat på två viktiga sådana områden, teknik och ekonomi.

Beträffande valet mellan de tre mest lämpliga stäckningsalternativen är Haga-Chalmers via Älvstranden bäst ur anläggningssynpunkt men med tanke på stationernas läge och antal resenärer är det inte det mest fördelaktiga alternativet. Av de två resterande sträckningsalternativen är Trafikverkets val av Haga-Korsvägen via Älvstranden diskutabelt, framförallt sett till det korta tidsperspektiv som beslutet är grundat på. Tidsperspektivet för ett infrastrukturprojekt av denna storlek bör vara längre. Med ett längre tidsperspektiv är sträckningsalternativ Korsvägen via Johannebergsgatan minst lika fördelaktigt som det nu valda Haga-Korsvägen via Älvstranden, med avseende på utbyggnadsmöjligheterna och framtida regionförstoring. Korsvägen via Johannebergsgatan är det sträckningsalternativ som innebär minst påverkan på kulturminnen, dessutom har denna sträckning det minsta antalet problematiska övergångar mellan jord och berg. Oavsett vilket alternativ som valts är grundvattenproblematiken stor och mer utförliga undersökningar än vad som hittills gjorts är nödvändigt inom såväl geohydrologi som geologi. Överlag är tilltron till förmågan att lösa tekniska problem stor vilket är positivt i och med att nya erfarenheter och ny kunskap kan vinnas, samtidigt måste stor hänsyn tas till de riskmoment som finns. Anläggandet av Västlänken är oavsett sträckningsalternativ komplicerat, därför avgörs det slutliga valet av sträckning inte av tekniska faktorer.

Det samhällsekonomiska resultatet har bidragit vid valet av sträckning. Underlagsrapporterna ger intrycket att det är nyttorna för Västlänken som i större utsträckning legat till grund för valet av sträckning än kostnaderna för projektet. Förstärkningsalternativet valdes bort med hänvisning till en sämre utvecklingspotential och undermålig kapacitet på lång sikt. Vidare visar den samhällsekonomiska bedömningen på att en lösning med två nya stationer är det bästa alternativet, då det kan erbjuda den mest långsiktigt hållbara lösningen. Av de två alternativ som erbjuder dubbla stationer, utöver Göteborg Central, ger alternativet Haga – Korsvägen via Älvstranden störst nytta samt den bästa nettonuvärdeskvoten. De kalkylmetoder som har varit aktuella i de undersökta projekten är den Successiva och modeller kopplade till Samkalk. För resandeutvecklingen har Sampers använts och för regionförstoringseffekterna beräknades med Samlok.

De arbetsmarknadsrelaterade regionförstoringseffekterna som uppstår i samband med Västlänken medför en stor nytta som kan bidra till en mer positiv samhällsekonomisk kalkyl för projektet. Dessa skulle kunna fördubbla den i nuläget beräknade nyttan och medföra en mycket mindre negativ nuvärdeskvot. Antagligen finns det ytterligare positiva nyttor kopplade till regionförstoringen utöver de arbetsmarknadsrelaterade nyttorna.

Jämförelsen mellan Västlänken, Citybanan och Citytunneln visar att trots negativa samhällsekonomiska resultat har beslut fattats om byggnation. Detta visar på att fler faktorer än teknik och samhällsekonomi används som beslutsunderlag, därmed räcker det inte med att endast studera de här perspektiven. Beslut om genomförande av omfattande infrastrukturprojekt beror till stor del på det politiska klimatet och framtida visioner Utöver

detta bör konstateras att eftersom Västlänken ingår i ett större infrastrukturpaket kan en analys av enbart denna bli som att ta saker ur sitt rätta sammanhang.

Litteraturförteckning

Alén, C., Lindvall, A., Johansson, M., Magnusson, J., & Norén, C. (2006). *Slitsmurar som permanenta konstruktioner*.

Anderstig, C., Berglund, S., Börjesson, J., & Kanerva, E. (2007). *Trafikverkens inriktningsplaner analyser av regionala utvecklingseffekter med Samlokmodellen.* Stockholm: WSP.

Banverket. (2002b). *Citybanan i Stockholm - Förstudie.* Banverket.

Banverket. (2007a). *Citybanan i Stockholm - Järnvägsplan.* Stockholm: Banverket.

Banverket. (2002a). *Förstudie Västlänken, rapport.* Göteborg: Banverket.

Banverket. (2009). *Götalandsbanan sammanfattning av samhällsekonomisk kalkyl - Åtgärdsplan 2010-2021.* Malmö: Banverket .

Banverket. (2006a). *Järnvägsutredning inklusive miljökonsekvensbeskrivning för Västlänken; kapitel 4.* Göteborg: Banverket.

Banverket. (2006b). *Järnvägsutredning inklusive miljökonsekvensbeskrivning Västlänken; kapitel 1.* Göteborg: Banverket.

Banverket. (2006c). *Järnvägsutredning inklusive miljökonsekvensbeskrivning Västlänken; kapitel 2.* Göteborg: Banverket.

Banverket. (2006d). *Järnvägsutredning inklusive miljökonsekvensbeskrivning Västlänken; kapitel 5.* Göteborg: Banverket.

Banverket. (2006e). *Järnvägsutredning inklusive miljökonsekvensbeskrivning Västlänken; kapitel 7 och 8.* Göteborg: Banverket.

Banverket. (2009). *Järnvägsutredning Ostlänken - Gemensam del Järna - Linköping.* Sundbyberg: Banverket.

Banverket. (2006f). *Järnvägsutredning Västlänken - Underlagsrapport "Byggskedet".* Göteborg: Banverket.

Banverket. (2006g). *Järnvägsutredning Västlänken - Underlagsrapport "Grundvatten".* Göteborg: Banverket.

Banverket. (2006h). *Järnvägsutredning Västlänken - Underlagsrapport "Kostnadskalkyl och byggtid".* Göteborg: Banverket.

Banverket. (2006i). *Järnvägsutredning Västlänken - Underlagsrapport "Kulturmiljö".* Göteborg: Banverket.

Banverket. (2006j). *Järnvägsutredning Västlänken - Underlagsrapport "Samhällsekonomisk bedömning".* Göteborg: Banverket.

Banverket. (2006k). *Järnvägsutredning Västlänken - Underlagsrapport "Stationslägen och stadsutveckling"*. Göteborg: Banverket.

Banverket. (2006l). *Järnvägsutredning Västlänken - Underlagsrapport "Teknik"*. Göteborg: Banverket.

Banverket. (2007b). *Järnvägsutredning Västlänken beslutshandling.* Göteborg: Banverket.

Banverket. (2006m). *Järnvägsutredning Västlänken, Bilaga 2, Remissvar.* Göteborg: Banverket.

Banverket; Tyrens Infrakonsult AB. (2001). *Göteborg C, Idéstudie.* Göteborg: Banverket Västra banregionen.

Berglund, S., & Anderstig, C. (2006). *Västlänkens regionala utvecklingseffekter.* Inregia AB.

Botniabanan AB. (2001). *Bilaga till pressrelease.* Örnsköldsvik: Botniabanan AB.

CIMA. (den 01 04 2011). *Spreadsheet skills: creating whirlwind tornado charts: CIMA.* Hämtat från CIMA: http://www.cimaglobal.com/Global/Images/InsightImages/April%202011/Image%2008%20-%20Example%20Tornado%20Chart.gif den 23 04 2012

e-economic. (u.d.). *e-economic*. Hämtat från www.e-economic.se: http://www.e-conomic.se/bokforingsprogram/ordlista/nuvaerde den 02 05 2012

Ekman, L.-B. (den 19 04 2012). Koordinator för Västsvenska paketet. (A. Spånglund, E. Olsson, & O. Sjöqvist, Intervjuare)

Göteborgs stad Stadsbyggnadskontoret. (2010). *Detaljplan för multihall, parkering och kontor, i del av Södra Gårda i stadsdelen Gårda i Göteborg.* Göteborg: Göteborgs stad.

Göteborgs Stad. (2012). Utdrag ur Göteborgs stads svar på remissen inför tillåtlighetsprövningen av Västlänken. Göteborg: Göteborgs Stad.

Göteborgsregionens kommunalförbund. (2008). *Strukturbild för Göteborgsregionen.* Göteborg: Göteborgsregionens kommunalförbund.

Hadenius, P. (April 2006). Tunnlar för miljarder. *Forskning & Framsteg* , ss. 16-20.

Jendeby, L. (2011). Västlänken - en geoteknisk utmaning. *Samhällsbyggaren nr 4* , ss. 34-38.

Kovári, K., & Ramoni, M. (2006). *Urban tunnelling in soft ground using TBMs.*

Köhler, N. (den 23 05 2011). *Byggindustrin*. Hämtat från www.Byggindustrin.se: http://www.byggindustrin.com/nyheter/tunnlar-spracker-oftast-budget__8833 den 07 05 2012

Lennefors, L. (2001). *Citytunneln - Samhällsekonomisk bedömning.* Banverket.

Lundin, O. (u.d.). *Projekt för chefer*. Hämtat från projektforchefer.se: http://www.projektforchefer.se/index.php?sec=kapitel&read=6 den 03 05 2012

Naturvårdsverket. (den 26 03 2012). *Miljömål*. Hämtat från miljömål.se: http://www.miljomal.se/samhallsekonomi/Om-samhallsekonomiska-analyser/Vad-ar-en-samhallsekonomisk-analys/ den 30 03 2012

NZ Transport Agency. (2006). Hämtat från NZ Transport Agency: http://www.waikato.transit.govt.nz/projects/waterviewconnection/gallery/photos/070208-Photograph-of-a-tunnel-boring-machine.jsp den 10 Maj 2012

Riksrevisionen. (2010). *Förvaltningen av samhällsekonomiska metoder inom infrastrukturområde. RiR 2010:27.* Stockholm: Riksrevisionen.

Riksrevisionen. (den 11 05 2011b). *Om riksrevisionen: Riksrevisionen*. Hämtat från Riksrevisionen: http://www.riksrevisionen.se/sv/OM-RIKSREVISIONEN/ den 10 05 2012

Riksrevisionen. (2010/2011a). *Riksrevisionens styrelses framställning om kostnadskontrollen i stora väginvesteringar.* Riksrevisionen.

Swerea IVF. (2002). *Swerea IVF*. Hämtat från http://lotsen.ivf.se/default.asp?path=/KonsLotsen/Bok/Kap4/kap4.htm 2012

Thibault, M. (den 20 02 2011). *The S-Curve of Sucess: The Art of the Plan*. Hämtat från The Art of the Plan: http://www.goodplan.ca/2011/02/s-curve-of-success.html den 23 04 2012

Thorselius, H. (2009). *Samlad effektbedömning - Malmö-Dalby, nytt enkelspår.* Banverket, Vägverket.

Trafikverket . (den 16 03 2009). *Trafikverket* . Hämtat från Trafikverket.se: http://www.trafikverket.se/PageFiles/13827/Gotalandsbanans_andamal_090316.pdf den 10 05 2012

Trafikverket . (den 27 06 2011). *Trafikverket*. Hämtat från www.trafikverket.se: http://www.trafikverket.se/Privat/Projekt/Vastra-Gotaland/Gotalandsbanan/Om-projekt-Gotalandsbanan/ den 10 05 2012

Trafikverket. (den 15 03 2012). *Dokument för västlänken: Trafikverket*. Hämtat från Trafikverket: http://www.trafikverket.se/Privat/Projekt/Vastra-Gotaland/Vastlanken---smidigare-pendling-och-effektivare-trafik/Dokument/ den 19 03 2012

Trafikverket. (den 20 04 2012). *Markåtkomst för utbyggnad av vägar och järnvägar: Trafikverket*. Hämtat från Trafikverket: http://www.trafikverket.se/Privat/Vagar-och-jarnvagar/Sa-blir-vag-och-jarnvag-till/Markatkomst/ den 22 04 2012

Trafikverket. (den 01 03 2012). *Så blir väg och järnväg till: Trafikverket*. Hämtat från Trafikverket: http://www.trafikverket.se/Privat/Vagar-och-jarnvagar/Sa-blir-vag-och-jarnvag-till/ den 09 03 2012

Trafikverket. (den 15 03 2012). *Trafikverket*. Hämtat från www.trafikverket.se: http://www.trafikverket.se/Privat/Projekt/Vastra-Gotaland/Vastlanken---smidigare-pendling-och-effektivare-trafik/Dokument/ den 08 05 2012

Transek. (2006). *Samhällsekonomi för Citybanan.* Stockholm: Transek AB.

WSP. (2008). *Jämförelse av Samkalk, EVA och Bansek.* Stockholm: WSP Sverige AB.

Vägverket. (2008). *Handledning Successiv Kalylering inkl Lathund; Anläggningskostnader.* Borlänge: Vägverket.

Vägverket. (2009). *Sampers – erfarenheter och utvecklingsmöjligheter på kort och lång sikt.* Norrköping: Vägverket.

Västtrafik. (u.d.). *Västtrafik*. Hämtat från Västtrafik: http://www.vasttrafik.se/om-vasttrafik/Nya-samhallsnyttan/Vad-ar-samhallsekonomi/ den 22 04 2012

Figur- och tabellförteckning

Figur 1 Schematisk beskrivning av planeringsprocessen efter inspiration från (Trafikverket, 2012) ... 4
Figur 2 Göteborgsregionens strukturbild över huvudtrafikstråk (Göteborgsregionens kommunalförbund, 2008) ... 9
Figur 3 Dimensioner för Västlänkens projektmål (Banverket, 2006c) ... 10
Figur 4 Jordartskarta över för Västlänken aktuellt område i Göteborg (Banverket, 2006l) ... 13
Figur 5 TBM, Tunnelborrmaskin (NZ Transport Agency, 2006) ... 20
Figur 6 Utbyggnad av järnvägsförbindelse mellan London-Paris med cut and cover (Alén, Lindvall, Johansson, Magnusson, & Norén, 2006) ... 21
Figur 7 Övergång från jordtunnel till bergtunnel (Banverket, 2006g) ... 24
Figur 8 Viktiga knytpunkter i Göteborg och sträckningsalternativ som studerats i Västlänkens förstudie (Banverket, 2002a) ... 25
Figur 9 Karta med de träckningsalternativ som utretts i järnvägsutredningen (Banverket, 2006a) ... 26
Figur 10 Profilbild för sträckningsalternativ Korsvägen via Johannebergsgatan. Bilden visar tunnelns vertikala läge i profil samt ger information om markförhållanden och grundvattenmagasin. Skapad utifrån (Banverket, 2006g) ... 28
Figur 11 Influensområde för grundvattenpåverkan för sträckningsalternativ Korsvägen visas innanför grön markering. Skapad utifrån (Banverket, 2006g) ... 28
Figur 12 Svart linje visar utbyggnadsmöjlighet mellan Hisingen och Askim/Särö, ringar markerar möjliga stationslägen. Skapad utifrån (Banverket, 2002a) ... 30
Figur 13 Passage under Skansen Lejonet, profilbild för sträckningsalternativ Haga-Korsvägen via Älvstranden och Haga-Chalmers via Älvstranden. Bilden visar tunnelns vertikala läge i profil samt ger information om markförhållanden och grundvattenmagasin. Skapad utifrån (Banverket, 2006g) ... 31
Figur 14 Mellan Göteborg C och Haga, profilbild för sträckningsalternativ Haga-Korsvägen via Älvstranden och Haga-Chalmers via Älvstranden. Bilden visar tunnelns vertikala läge i profil samt ger information om markförhållanden och grundvattenmagasin. Skapad utifrån (Banverket, 2006g) ... 32
Figur 15 Mellan Haga och Almedal, profilbild för sträckningsalternativ Haga-Korsvägen via Älvstranden. Bilden visar tunnelns vertikala läge i profil samt ger information om markförhållanden och grundvattenmagasin. Skapad utifrån (Banverket, 2006g) ... 32
Figur 16 Influensområde för grundvattenpåverkan för sträckningsalternativ Haga-Korsvägen visas innanför grön markering. Skapad utifrån (Banverket, 2006g) ... 33
Figur 17 1700-talets befästningsmurs läge, delar i gult är de äldsta från 1620-tal och framåt. Hela detta område är klassat som riksintresse (Banverket, 2006i) ... 34
Figur 18 Svart linje visar utbyggnadsmöjlighet mellan Hisingen och Askim/Särö, ringar markerar möjliga stationslägen. Skapad utifrån (Banverket, 2002a) ... 35
Figur 19 Mellan Haga och Almedal, profilbild för sträckningsalternativ Haga-Chalmers via Älvstranden. Bilden visar tunnelns vertikala läge i profil samt ger information om markförhållanden och grundvattenmagasin. Skapad utifrån (Banverket, 2006g) ... 36

Figur 20 Influensområde för grundvattenpåverkan för sträckningsalternativ Haga-Chalmers visas innanför grön markering. Skapad utifrån (Banverket, 2006g) 37
Figur 21 Svart linje visar utbyggnadsmöjlighet mellan Hisingen och Askim/Särö, ringar markerar möjliga stationslägen. Skapad utifrån (Banverket, 2002a) 38
Figur 22 Exempel på S-kurva (Thibault, 2011) 47
Figur 23 Exempel på Tornadodiagram (CIMA, 2011) 48
Figur 24 Västlänkens grundkostnader för alternativet Haga-Korsvägen via Älvstranden (Banverket, 2006h) 54
Figur 25 Väslänkens anläggningskostnader för alternativet Haga-Korsvägen via Älvstranden (Banverket, 2006h) 54
Figur 26 Västlänkens grundkostnader för alternativet Haga-Chalmers via Älvstranden (Banverket, 2006h) 55
Figur 27 Väslänkens grundkostnader för alternativet Haga-Chalmers via Älvstranden (Banverket, 2006h) 55
Figur 28 Västlänkens grundkostnader för alternativet Korsvägen (Banverket, 2006h) 56
Figur 29 Västlänkens anläggningskostnader för alternativet Korsvägen (Banverket, 2006h). 56
Figur 30 Västlänkens grundkostnader för Förstärkningsalternativet (Banverket, 2006h) 57
Figur 31 Västlänkens anläggningskostnader för Förstärkningsalternativet 57
Figur 32 Illustrering av storleksförhållandet mellan olika kostnads- och nyttoposter samt nettosummering 62
Figur 33 Tornadodiagram över de största osäkerhetsposterna för Västlänken alternativ Haga-Korsvägen (Banverket, 2006h) 65
Figur 34 Citybanans sträckning (Banverket, 2002b) 71
Figur 35 Citytunnels dragning (Trafikverket, 2012) 73

Tabell 1 Sammanfattning av sträckningsalternativen Korsvägen via Johannebergsgatan, Haga-Korsvägen via Älvstranden och Haga-Chalmers via Älvstranden 39
Tabell 2 Västlänkens resultat för kostnadskalkyl (Banverket, 2006h) 53
Tabell 3 Sammanfattning av nyttorna för de olika alternativen (Banverket, 2006j) 60
Tabell 4 Sammanfattning av nyttor och kostnader för de olika alternativen 61
Tabell 5 Sammanfattande tabell över extremfallen för anläggningskostnaden (Banverket, 2006j) 63
Tabell 6 Citybanans anläggningskostnader och nyttor (Banverket, 2002b) 71
Tabell 7 Effektresultat av den samhällsekonomiska kalkylen (Transek, 2006) 72