

Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken för anläggandet av
Västlänken och Olskroken planskildhet
Göteborgs Stad och Mölndals stad, Västra Götalands län

Teknisk Beskrivning
TRV 2016/3151

2016-02-10



DOKUMENTTITEL: Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken för anläggandet av Västlänken och Olskroken planskildhet, Teknisk Beskrivning

FÖRFATTARE: Thomas Wallroth, Bergab, Kerstin Larsson och Hanna Hjalmarsson, EnviroPlanning, Urban Högsta, Karolina Sanell och Annika Lindblad-Pässe, Golder

DOKUMENTDATUM: 2016-02-10

ÄRENDENUMMER: 2016/3151

PROJEKTCHEF: Bo Larsson

UPPDRAGSANSVARIG: Kerstin Larsson, EnviroPlanning

FOTON: Trafikverket

KARTOR: © Lantmäteriet, Geodatasamverkan

DISTRIBUTÖR: Trafikverket, Kruthusgatan 17, 405 33 GÖTEBORG, telefon 0771-921 921, www.trafikverket.se

Innehåll

1. Inledning.....	5	6.1.2 Skyddsinfiltration.....	25
2. Höjdsystem och fixpunkt.....	6	6.1.3 Andra åtgärder.....	25
3. Övergripande beskrivning.....	6	6.2 Passage av vattendrag.....	26
3.1 Västlänken.....	6	6.3 Buller, stömljud och vibrationer.....	26
3.2 Olskroken planskildhet.....	8	7. Genomförande.....	27
3.3 Utformning av Västlänkens spårtunnel.....	8	8. Anläggningsbeskrivning.....	29
4. Planerad vattenverksamhet.....	10	8.1 Sävenäs lokstallar till bro över E6.....	29
4.1 Bortledning av inläckande grundvatten och processvatten.....	10	8.1.1 Översikt.....	29
4.1.1 Anläggningsskedet.....	10	8.1.2 Sävenäs lokstallar – Gustavsplatsen.....	31
4.1.2 Efter anläggandet.....	10	8.1.3 Gustavsplatsen – Partihallarna.....	31
4.2 Skyddsinfiltration.....	10	8.1.4 Partihallarna – bro över E6 – arbeten som berör Gullbergsån.....	31
4.3 Arbeten i vattendrag.....	11	8.2 Bro över E6 – Station Centralen.....	33
4.4 Följdverksamheter.....	11	8.2.1 Översikt.....	33
5. Byggmetoder.....	12	8.2.2 Övergripande produktionstidplan.....	33
5.1 Byggmetoder i berg.....	12	8.2.3 Betongtråg och betongtunnel öster om Gullberg.....	33
5.2 Byggmetoder i jord.....	13	8.2.4 Bergtunnel Skansen Lejonet, Gullberg.....	34
5.2.1 Stålspont.....	14	8.2.5 Betongtunnel väster om Gullberg – Centralen.....	34
5.2.2 Rörspond.....	15	8.2.6 Serviceschakt Gullbergsvassgatan och Kruthusgatan.....	35
5.2.3 Sekantpålar.....	15	8.3 Station Centralen.....	35
5.2.4 Slitsmurar.....	16	8.3.1 Översikt.....	35
5.3 Byggmetoder vid passage av vattendrag.....	18	8.3.2 Övergripande produktionstidplan.....	36
5.4 Luftburet buller, stömljud och vibrationer.....	18	8.3.3 Genomförande.....	37
5.5 Utsläpp till luft.....	22	8.4 Station Centralen till Station Haga.....	37
6. Skyddsåtgärder och försiktighetsmått.....	24	8.4.1 Översikt.....	37
6.1 Grundvatten.....	24	8.4.2 Övergripande produktionstidplan.....	38
6.1.1 Tätning.....	24	8.4.3 Betongtunnel Station Centralen till Residenset.....	38
		8.4.4 Bergtunnel Otterhällan (Residenset till Rosenlund).....	41
		8.5 Station Haga.....	42
		8.5.1 Översikt.....	42

8.5.2	Övergripande produktionstidplan.....	42	8.6.8	Stationstunnel i jordschakt genom Korsvägen.....	52
8.5.3	Bergtunnelpåslag Rosenlund/Skattehuset.....	43	8.6.9	Uppgång Korsvägen Mitt.....	53
8.5.4	Betongtunnel under Rosenlundskanalen.....	43	8.6.10	Uppgång Korsvägen Öst.....	53
8.5.5	Norra stationsrummet.....	44	8.6.11	Östra stationstunneln i berg.....	53
8.5.6	Stationstunnlar i berg.....	45	8.6.12	Servicetunnel Liseberget.....	53
8.5.7	Södra stationsrummet.....	46	8.6.13	Ventilationsschakt, östra stationstunneln.....	53
8.5.8	Södra uppgången.....	46	8.6.14	Tryckutjämningsschakt, östra bergtunneln.....	53
8.5.9	Södra växelområdet.....	46	8.7	Korsvägen till Almedal.....	55
8.5.10	Översikt.....	47	8.7.1	Översikt.....	55
8.5.11	Övergripande produktionstidplan.....	47	8.7.2	Övergripande produktionstidplan.....	55
8.5.12	Spårtunnel och parallell servicetunnel Haga - Korsvägen.....	48	8.7.3	Betongtunnel Liseberg.....	55
8.5.13	Tryckutjämningsschakt Fogelbergsparken.....	48	8.7.4	Bergtunnel Skår.....	57
8.5.14	Pumpstation, Haga - Korsvägen.....	48	8.7.5	Servicetunnel (parallell) E6 - Almedal.....	57
8.5.15	Ventilationsschakt Föreningsgatan.....	48	8.7.6	Servicetunnel Skår.....	57
8.5.16	Servicetunnel Haga.....	48	8.7.7	Pumpstation Örgryte.....	57
8.6	Station Korsvägen.....	50	8.7.8	Betongtunnel Almedal.....	57
8.6.1	Översikt.....	50	8.7.9	Pumpstation Almedal.....	59
8.6.2	Övergripande produktionstidplan.....	51	8.7.10	Betongtråg Almedal.....	59
8.6.3	Västra stationstunneln i berg.....	51			
8.6.4	Servicetunnel Korsvägen.....	52			
8.6.5	Tryckutjämningsschakt.....	52			
8.6.6	Ventilationsschakt.....	52			
8.6.7	Uppgång Renströmsparken.....	52			

Bilagor

PM Geoteknik Stabilitet
(MPU02-50GT-025-00_0011)

1. Inledning

Projektet Västlänken innebär anläggande av en cirka åtta kilometer lång järnvägssträcka genom Göteborg varav drygt sex kilometer i tunnel. Västlänken inkluderar även tre underjordiska stationer vid Göteborgs central, Haga och Korsvägen.

Syftet med Västlänken är att öka järnvägens kapacitet och framkomligheten så att resandet i Göteborg och Västsverige underlättas. Västlänken är i första hand avsedd för regionala persontransporter men genom att delar av nuvarande banor och säckbangård avlastas ökar kapaciteten i hela systemet. Projektet ökar tillgängligheten och sprider resenärerna till nya målpunkter i centrala staden och skapar därmed förutsättningar för ny och hållbar stadsutveckling

I nordost ansluter Västlänken till projektet Olskroken planskildhet som innebär en ombyggnad till fullständig planskildhet av knutpunkten mellan bland annat Bohusbanan, Norge-/Vänerbanan och Västra Stambanan. Denna nod är en av landets mest intensiva knutpunkter för järnvägstrafik.

Syftet med Olskroken planskildhet är att öka järnvägens kapacitet och framkomlighet samt öka driftsäkerheten i hela Västsveriges järnvägssystem.

Trafikverket har tagit fram två järnvägsplaner, en för respektive projekt.

Teknisk beskrivning ingår som ett tekniskt underlag i miljöprövningen för Västlänken och Olskroken planskildhet. Beskrivningen redogör för utformning, omfattning, läge samt byggmetoder för de anläggningar som är av betydelse för miljöprövningen.

Till miljöprövningen hör flera tekniska handlingar som behandlar olika aspekter av verksamheten. Geologiska, geotekniska och hydrogeologiska förhållanden, liksom bedömning av den påverkan som uppkommer till följd av projektens grundvattenverksamhet, behandlas i en separat handling, PM Hydrogeologi. I PM Geoteknik Stabilitet som bifogas denna Tekniska Beskrivning beskrivs stabilitetsförhållanden för berörda ytvattendrag längs Västlänkens sträckning. De ytvattenområden som berörs är Gullbergsån, Stora Hamnkanalen, Rosenlundskanalen samt Mölndalsån.

För plankartor över tillfälligt markanspråk under anläggningstiden där etableringsområden framgår samt för illustrationskartor och principritningar över vattendragens utformning, hänvisas till bilaga 12 till ansökan.

2. Höjdsystem och fixpunkt

Tillämpat höjdsystem för ansökan är RH 2000. Riksnätsfix 071*1*0414 har koordinaterna N: 6397658,3, E: 149826,9, h:7,841 (SWEREF 99 12 00, RH 2000).

3. Övergripande beskrivning

3.1 Västlänken

Projekt Västlänken ansluter i nordost till projekt Olskroken planskildhet öster om järnvägens passage av E6, se Figur 3.1.

E6 passeras på en ny dubbelspårsbro. Spåren går sedan ned i ett betongtråg som ansluter mot tunnelmynningen för Västlänken på Gullbergs nordöstra sida. Här börjar Västlänkens 6,6 kilometer långa dubbelspårstunnel. Befintligt järnvägsspår, norr om Gullberg till Postterminalen, rivs och en ny förbindelse till terminalen byggs via bangården vid Göteborgs Central. Den nya Station Centralen ligger norr om Göteborgs Central och delvis under Nils Ericsonterminalen.

Station Centralen ligger cirka 12 meter under mark och består av fyra spår och två plattformar. Stationen är cirka 60 meter bred och har 250 meter långa plattformar samt tre uppgångar – en mittuppgång i anslutning till Nils Ericsonterminalen, en uppgång i öster mot Gullbergsvass och en uppgång i väster i närheten till Nordstan och Kanaltorget.

Mellan Station Centralen och Stora Hamnkanalen går Västlänken i betongtunnel. Läget är bland annat anpassat för att undvika intrång i befästningsverken under mark och för att klara passage av Götatunneln. Efter passagen över Götatunneln, löper betongtunneln längs Packhuskajen under Stora Hamnkanalen och övergår i bergtunnel under Södra Hamngatan. Genom berget vid Otterhällan passerar Västlänken åter över Götatunneln i riktning mot Haga kyrkoplan.

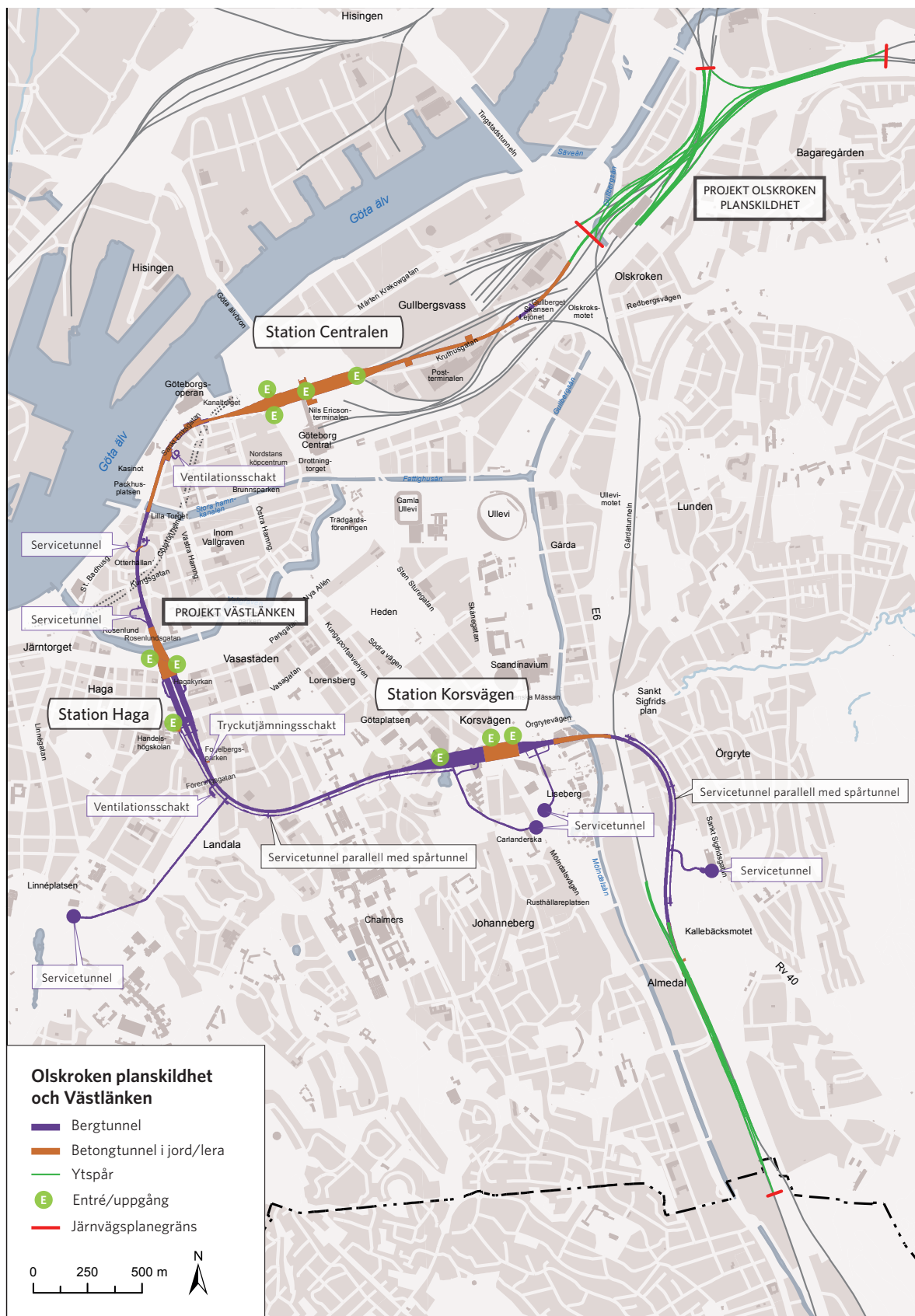
För att bygga denna del planeras en arbetstunnel från Stora Badhusgatan. Arbetstunneln används efter anläggningsskedet som

servicetunnel och mynnar i samma läge som nuvarande servicetunnel för Götatunneln. Ytterligare en servicetunnel föreslås som mynnar vid Rosenlundsgatan. Denna kommer inte att användas som arbetstunnel i anläggningsskedet. Under Rosenlundskanalen mellan Rosenlundsgatan och Hagakyrkan byggs Västlänken som betongtunnel.

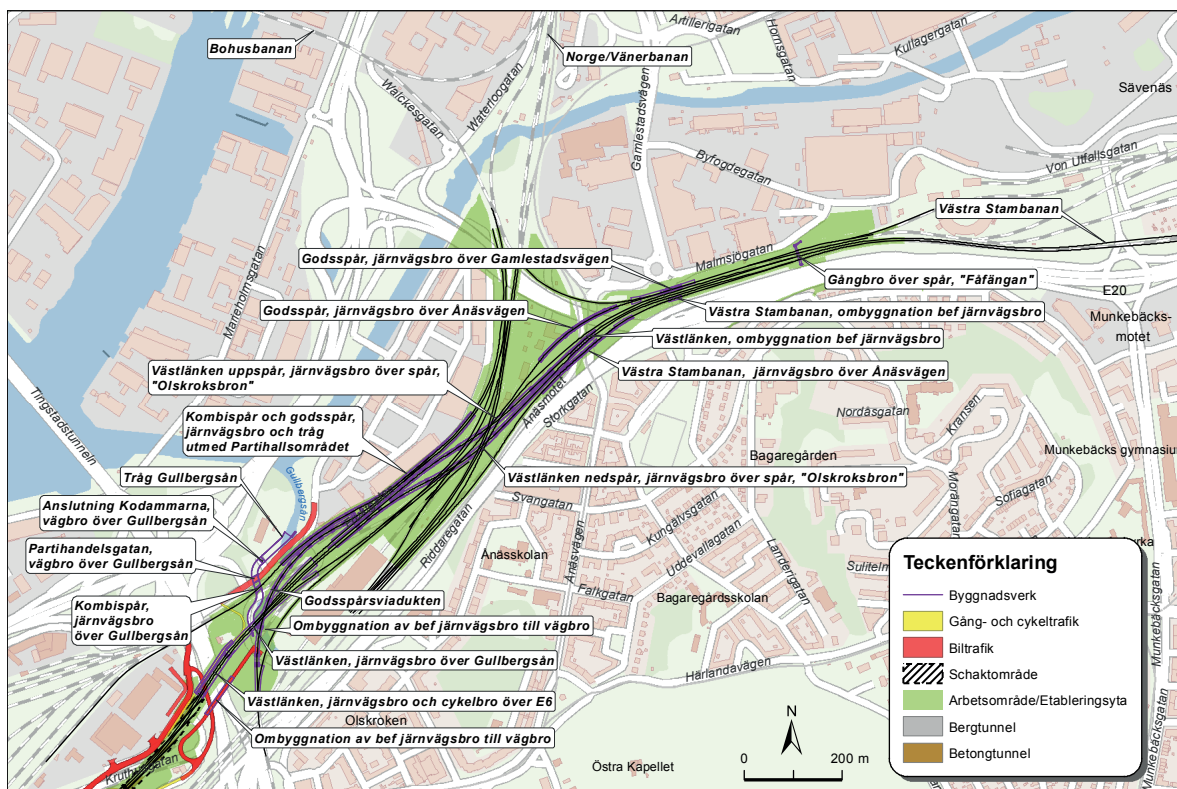
Större delen av Station Haga byggs i berget under Haga kyrkoplan. Station Haga kommer att ligga cirka 25 till 35 meter under mark. Stationen har 250 meter långa plattformar och blir som fyrspårsstation cirka 65 meter bred. Stationsuppgångarna placeras i plattformsändarna. Stationens huvudentré blir i norr, med entréer i Alléstråket och vid Pustervikskajen. Uppgången vid Pustervikskajen fungerar som insatsväg för räddningstjänsten. I söder föreslås en stationsuppgång inom Handelshögskolans kvarter i samband med förnyelse av hörnet Vasagatan/Haga kyrkogata. En stor del av Station Haga byggs preliminärt från servicetunnel Haga, en cirka 920 meter lång bergtunnel som mynnar vid Linnéplatsen.

Mellan Station Haga och Station Korsvägen går Västlänken i en cirka 1000 m lång bergtunnel, med en parallell servicetunnel på den södra sidan. Arbetet med bergtunnlarna sker via servicetunnel Haga samt servicetunnel Korsvägen. Den senare bergtunneln blir cirka 500 meter lång och mynnar vid Södra vägen, bredvid befintlig spårvägstunnel ("Chalmerstunneln").

Station Korsvägen ligger i berg under Renströmsparken och Liseberg samt i betongkonstruktion under Korsvägen. Stationen är belägen cirka 17 meter under marknivån vid Korsvägen



FIGUR 3.1 Översiktskarta för järnvägsplanerna Västlänken och Olskroken planskildhet.



FIGUR 3.2 Översikt av Olskroken bangårdsombyggnad (broar i tunn röd linje avser planerade nya byggnadsverk).

och cirka 32 meter under mark vid Renströmspar-ken. Stationen har 250 meter långa plattformar och blir som fyrsparstation cirka 65 meter bred. Stationen planeras med tre uppgångar med en entré vid mitten av Korsvägen, en entré i väster vid Renströmsparken och en entré i öster nära Liseberg och Svenska Mässan. Den östra delen av Station Korsvägen byggs preliminärt från en möjlig servicetunnel Liseberget som mynnar i berget söder om Världskulturmuseet.

Öster om Station Korsvägen fortsätter Väst-länken i betongtunnel under norra delen av Lise-berg och Mölndalsån. Öster om Mölndalsån går tunneln in i berget under E6/E20 och under Går-datunneln för att ansluta som ytspår i Almedal till Väst-kustbanan, Kust till kustbanan och till ett vändspår. På sträckan öster om E6/E20 byggs en parallell servicetunnel. Tunnelsträckan byggs från servicetunnel Skår som mynnar vid Sankt Sigfridsgatan. Servicetunnel Skår förläggs i berg och blir cirka 250 meter lång.

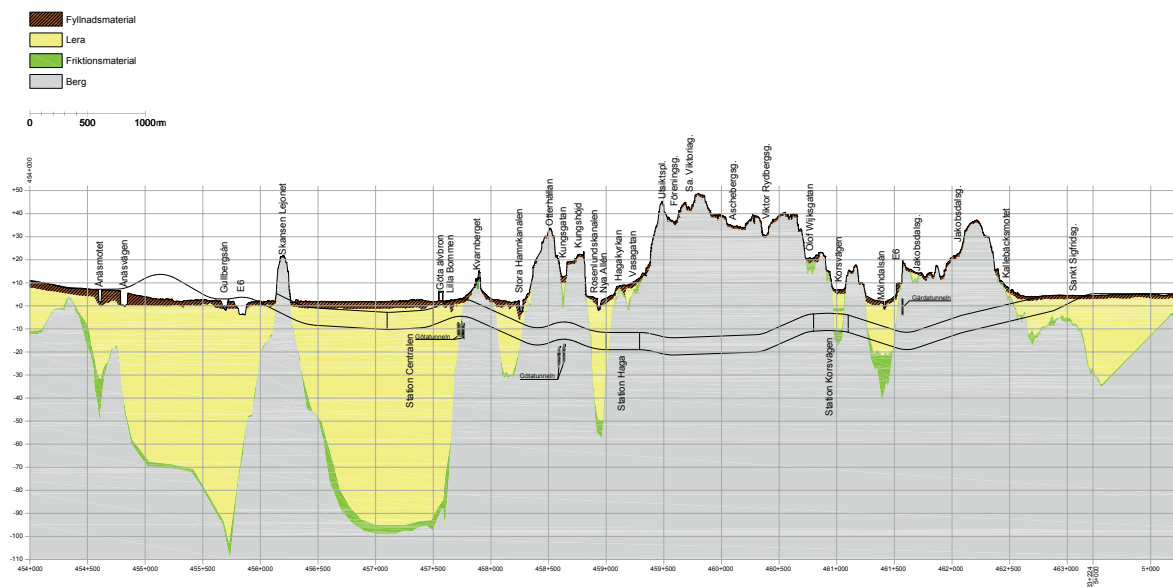
3.2 Olskroken planskildhet

I området kring Olskroken sammanstrålar Västra

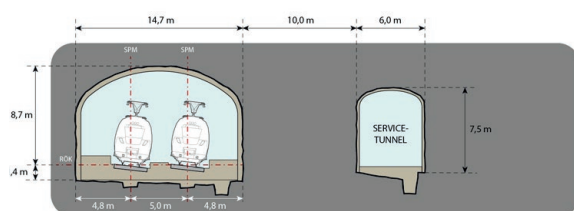
stambanan, Norge/Vänerbanan och Bohusbanan. Projekt Olskroken planskildhet omfattar bland annat byggnation av åtta järnvägsbroar, två väg-broar och en gångbro. Dessutom krävs en cirka 200 m lång omledning av Gullbergsån, omläggning av Partihandelsgatan samt byggnation av nya spåranläggningar. Figur 3.2 visar en översikt av Olskroken och vilka nya spår och byggnadsverk som planeras.

3.3 Utformning av Västlänkens spår-tunnel

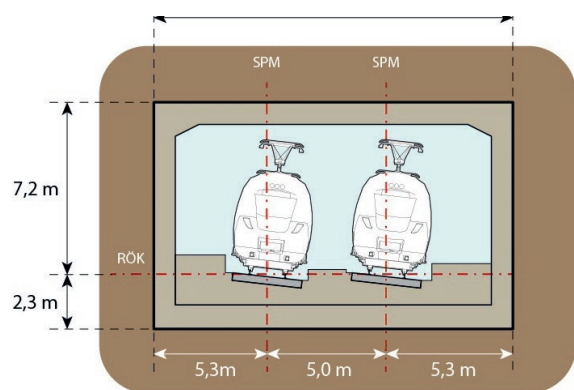
Västlänken går till största delen i en dubbelspår-tunnel. Fyra kilometer byggs som bergtunnel och resterande del byggs som betongtunnel. I Figur 3.3 framgår hela sträckningen i profil. Tunneln passerar genom partier av omväxlande berg och jord (huvudsakligen lera). Bygghetoder beskrivs i kapitel 5. Sektioner för bergtunnel och betongtunnel visas i Figur 3.4 respektive 3.5. Tunnelarna blir cirka 15 meter breda.



FIGUR 3.3 Tolkad översiktlig jordlager- och bergprofil längs Västlänkens sträckning.



FIGUR 3.4 Spårtunnel i berg (kurvspår) med parallell servicetunnel. Spårtunnelarean är cirka 137 m², medan servicetunneln har arean cirka 51 m².



FIGUR 3.5 Spårtunnel i betong (kurvspår).

Utmed spårtunneln sträckning finns det flera servicetunnlar och serviceschakt som förbinder spårtunneln med markytan. Syftet med dessa är huvudsakligen att möjliggöra utrymning vid en eventuell olycka, liksom insats av räddningstjänsten. Servicetunnlarna och serviceschakten har dessutom utrymmen för tekniska installationer och ger service- och driftspersonal tillträde till spårtunneln.

Service tunnel som används som arbetstunnel i anläggningsskedet kan komma att byggas med större tunnelsektion (cirka 67 m²) för att möjliggöra mötande byggtrafik.

Mellan Gullberg och Station Haga finns tre serviceschakt och tre servicetunnlar. Mellan Station Haga och Station Korsvägen samt mellan Örgryte och Almedal finns parallella servicetunnlar intill spårtunneln, se Figur 3.4. Tre servicetunnlar från markytan ansluter till de parallella servicetunnlarna. Tvärtunnlar, som anläggs med cirka 300 m avstånd och med en tunnelarea av cirka 40 m², förbinder spårtunnel och parallella servicetunnlar.

Förutom serviceschakten omfattar Västlänkens anläggning även ett större antal ventilationsschakt, tryckutjämningsschakt och brandgasschakt.

4. Planerad vattenverksamhet

4.1 Bortledning av inläckande grundvatten och processvatten

4.1.1 Anläggningsskedet

Bortledning av vatten från öppna schakt

Det grundvatten som läcker in i öppna schakt kommer att blandas med processvatten från till exempel betonggjutning och nederbörd. Detta vatten behöver ledas bort för att inte schakten ska vattenfyllas. Länshållningen sker genom att pumpa från lågpunkter inom schakten. Djupa jordschakter kommer i huvudsak att utföras inom täta stödkonstruktioner, men det kommer trots tätning att läcka in mindre mängder grundvatten framförallt vid underkant stödkonstruktion och genom schaktbotten.

Länshållningsvattnet pumpas först till en reningsanläggning, där oljeavskiljning och försedimentering sker. Varje anläggning behöver dimensioneras efter de behov som finns. Behoven styrs framför allt av recipientens känslighet och ledningsägarnas krav.

För att säkerställa en torr och stabil schaktbotten kan det dessutom bli aktuellt att från brunnar inom schakten temporärt bortleda grundvatten under schaktbotten. Grundvattnet från brunnarna är av så god kvalitet att det inte krävs någon rening, utan det kan ledas direkt till recipienten.

Bortledning av vatten från bergtunneldelar

Bortledning av inläckande grundvatten till tunnlar sker genom att länshålla i lågpunkter i tunnlar. Vattnet leds via ledningar upp till markytan vid tunnelmynningarna. Vattnet pumpas först till en reningsanläggning, där oljeavskiljning försedimentering och eventuell pH-justering sker. Varje anläggning behöver dimensioneras efter de behov som finns. Behoven styrs framför allt av ledningsägarnas krav. Eftersom kvävehalterna kan vara höga kommer länshållningsvattnet från bergtunnlarna huvudsakligen att ledas till Ryaverket via det kommunala ledningsnätet.

4.1.2 Efter anläggandet

Efter anläggandet kommer betongtunnlarna att

vara täta och ingen bortledning av grundvatten behöver ske. Åtgärder kommer även att vidtas mellan betongkonstruktion och schaktvägg för att förhindra oönskad grundvattenströmning i längdled i återfyllningen.

Avvattningen av Västlänkens bergtunnlar utförs i två separerade system, för att förhindra att det inläckande grundvattnet förorenas. Det ena avvattningssystemet avleder släck- och spolvatten. Det andra avvattningssystemet avleder inläckande grund- och dräneringsvatten.

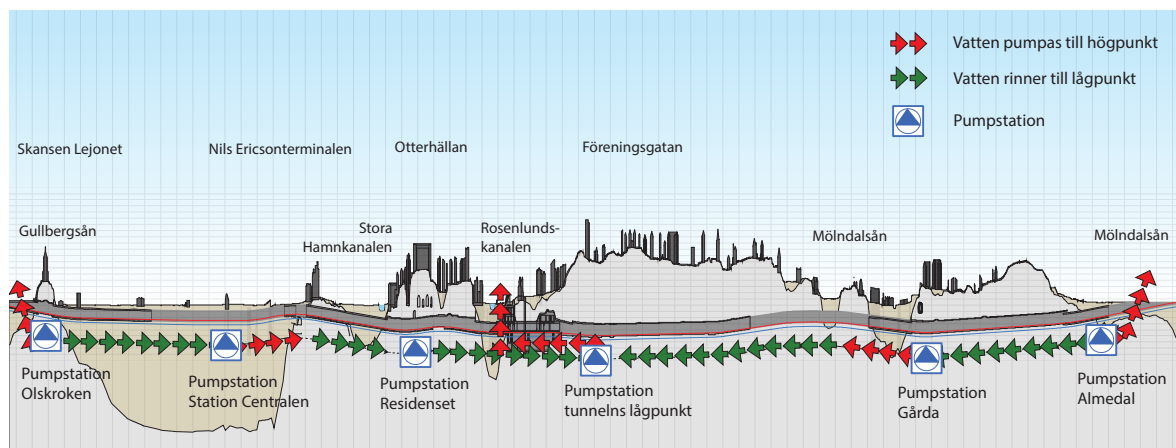
Västlänkens tunnelvatten leds till Västlänkens lägsta punkt (den absoluta lågpunkten) vid Föreningsgatan, se Figur 4.1. Från de lokala högpunkterna rinner vattnet i ett ledningssystem till de närmaste lågpunkterna. För att leda tunnelvattnet till den absoluta lågpunkten pumpas vattnet från de lokala lågpunkterna i två skilda ledningssystem för dräneringsvatten respektive släck- och spolvatten, till lokala högpunkter. Denna process upprepas tills vattnet har kommit till pumpstationen i Västlänkens absoluta lågpunkt.

Pumpstationen i den absoluta lågpunkten har ett integrerat avsättningsmagasin. I avsättningsmagasinet renas släck- och spolvattnet, innan vattnet leds vidare till Rosenlundskanalen. Dräneringsvattnet från tunneln avleds från tunnelns absoluta lågpunkt till Rosenlundskanalen, alternativt leds vattnet till infiltrationsanläggningar. Vid behov renas det inläckande grundvattnet innan det släpps ut/används för infiltration.

4.2 Skyddsinfiltration

Som en skyddsåtgärd kommer infiltration att ske för att motverka grundvattennivåsänkningar. Infiltration sker under anläggningsskedet genom att vatten från det kommunala vattenledningssystemet leds till brunnar, varvid vattnet infiltrerar i marken. Skyddsinfiltration beskrivs vidare i avsnitt 6.1.2.

Omfattning av och lägen för infiltrationsbrunnar styrs av förekomsten av riskobjekt (grundvattenberoende objekt), se PM Hydrogeologi. För varje riskobjekt kommer det att finnas mät punkt/er för grundvattennivå, som används för att bedöma behov av och styra infiltrationen, genom



FIGUR 4.1 Avvattningsprincip för spårtunneln efter anläggandet.

kontroll mot ansatta åtgärdsnivåer (se Kontrollprogram grundvatten). Infiltration utförs dessutom utanför temporära stödkonstruktioner, för att reducera grundvattennivåsänkningar kring öppna schakt.

Infiltration efter anläggandet (permanent infiltration) optimeras med hänsyn till livscykelanalys och miljöpåverkan. En anpassning kan vara att lokalt återföra inläckande grundvatten från bergtunnlarna till grundvattenmagasinen. Vattnet leds då från pumpstationen vid tunnelarnas lågpunkt till brunnarna via ledningar.

4.3 Arbeten i vattendrag

Vid anläggandet kommer vattendragen Gullbergsån, Stora Hamnkanalen, Rosenlunds-kanalen och Mölndalsån att beröras av schaktarbeten som beskrivs närmare nedan. Ledningar för avlett länshållningsvatten kan komma att anläggas tillfälligt i vattendragen under byggnadstiden.

Arbetena kommer vid Gullbergsån och Mölndalsån att utföras med schaktning avskild från omgivande vattenmiljöer, visst grumlande arbete såsom dragning av spont kommer dock att medföra en kortvarig grumling.

Samtliga vattendrag och kanaler kommer att vara öppna för båttrafik och faunapassage under byggnadstiden. För Stora Hamnkanalen och Rosenlunds-kanalen är akvedukt föreslaget som huvudalternativ med en kortare avstängning av kanalerna då dessa konstrueras. Som alternativ kan arbetet komma att utföras med etappvis omledning i respektive kanal.

För Mölndalsån leds vattendraget som huvudalternativ i tillfällig fåra under byggnadstiden och

för Gullbergsån förläggs ån i ny sträckning permanent.

För närmare beskrivning av arbeten under byggnadstiden se respektive avsnitt.

4.4 Följdverksamheter

Masshanteringen är en följdverksamhet av byggandet av tunnel, dess anläggningar och anslutningar. Frågan om hur masshanteringen ska hanteras är prövad i järnvägsplanerna för Västlänken och Olskrokens planskildhet och finns redovisad i järnvägsplanerna.

Trafikverket arbetar med en detaljerad masshanteringsplan som gäller masshantering inklusive transporter. Arbetet med den detaljerade masshanteringsplanen och den därtill tillhörande rutinen, enligt tillåtlighetsbeslutets villkor två, beräknas vara färdigt under hösten 2017.

5. Byggmetoder

Exakt vilka byggmetoder som kommer att användas för att bygga Västlänken har inte i detalj beslutats än. De byggmetoder som beskrivs nedan utgör möjliga lösningar under anläggningsskedet. Behovet att vidta skyddsåtgärder och försiktighetsmått är olika stora i olika delar av projektet.

5.1 Byggmetoder i berg

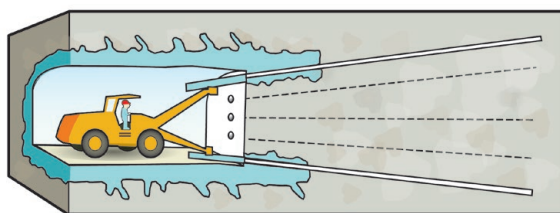
Bergtunnlarna och stationsrummen i Västlänken byggs med konventionell tunneldrivning genom borrhning och sprängning. Under normala förhållanden genomförs ungefär en sprängning per dygn och tunnelfront.

Varje steg i tunneldrivningen beskrivs nedan och i Figur 5.1 – Figur 5.3.

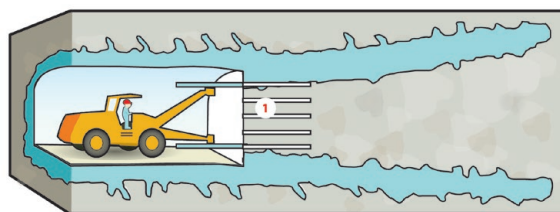
Arbetet inleds med att berget förinjekteras för att minimera inläckage av grundvatten, se Figur 5.1. Runt tunnelns ytterkant borrar injekteringshål som sedan injekteras med cement eller andra injekteringsmedel.

Efter förinjekteringen följer salvborrning, laddning och sprängning, se Figur 5.2. Normalt borrar cirka 6 meter långa hål horisontellt i hela tunnelfronten och laddas med sprängämne. Vid till exempel liten bergtäckning, nedsatt bergkvalitet eller passager förbi känsliga objekt borrar man tätare, reducerar salvlängden och anpassar detonationstiderna. Bergguttaget kan delas upp så att salvarean sprängs i flera mindre delar, exempelvis med pilotunnel och sidostrossar. Med ett sådant sekventiellt bergguttag kan vibrationerna från sprängningen minskas samtidigt som det möjliggör successiv förstärkning av tunneln. I områden där särskilt höga restriktioner på vibrationsvärden gäller kan metoder som vadersågning/linsågning eller hydraulisk spräckning av berget tillämpas.

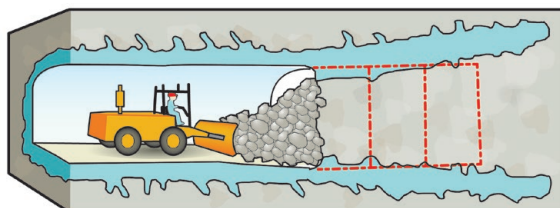
Efter det att spränggaserna ventilerats ut och de utsprängda massorna har vattnats för att reducera dammspridning, lastas massorna ut, se Figur 5.3. Bergmassorna kan komma att krossas i delar av tunneln där sektionen medger detta eller vid tunnelmynningar. Efter utlastningen rensas kvarsittande löst berg i väggar och tak bort maskinellt eller för hand med skrotspett. Därefter spolas bergytan ren med vatten och en besiktning görs för att utvärdera behovet av



FIGUR 5.1 Förinjektering.



FIGUR 5.2 Salvbörning. Med hjälp av ett borraragregat borrar flera hål samtidigt.



FIGUR 5.3 Utlastning.

bergförstärkning. Bergförstärkning utförs i normalfall med sprutbetong och bultar. Om bergtäckningen är liten, bergkvaliteten är kraftigt nedsatt eller vid passager nära känsliga objekt kan andra typer av förstärkning behövas. Exempel på alternativa förstärkningsmetoder är armerade sprutbetongbågar och platsgjutna betongkonstruktioner.

Vertikalschakter för ventilation eller tryckutjämning, kan byggas på två olika sätt. Antingen borrar och sprängs schakten på konventionellt sätt, eller så utförs så kallad raiseborrning. Om

schakten borrar och sprängs finns möjligheten att såga konturerna för att minska påverkan av vibrationer mot omgivningen. Raiseborrning mellan markytan och en bergtunnel görs genom att man först borrar ett mindre, så kallat pilothål, ner till tunneln, varpå en större borrkrona monteras. Borrning med den större borrkronan utförs sedan upp mot markytan. Större vertikalschakter, till exempel för stationsuppgångar, sprängs på konventionellt sätt.

I övergångarna mellan jord och berg, det vill säga vid bergtunnelpåslagen, sprängs berget i öppna schakter med konventionell ovanjordsprängning. Den följer i princip samma steg som beskrivs ovan för sprängning under jord med eventuella behov av tätning och förstärkning. I normalfallet görs en till tre sprängningar per vecka och drivningsfront ovan jord. Såväl ridå- som botteninjektering görs normalt för att täta berget i förskärningarna.

På de platser längs Västlänken där betongtunnel och bergtunnel möts, dras betongkonstruktionen in ett stycke i bergtunneln och gjuts mot berget. Kontaktytan mellan berget och

betongkonstruktionen tätas med kontakthinjektering för att motverka inläckage i övergången mellan jord och berg.

5.2 Byggmetoder i jord

Byggandet av Västlänken kommer att innebära djupa schakter i lera. Generellt kommer byggande utföras enligt metoden "Cut-and-cover". En illustration av en jordschakt vid bygget av Götatunneln visas i Figur 5.4. Denna metod innebär att schakter utförs inom täta, styva temporära stödskonstruktioner ned till grundläggningsnivån. Från den nivån anläggs därefter betongtunnelkonstruktionen.

När tunneln är klar utförs återfyllning av schakten runt och ovan tunneln för att markområden ovan tunneln ska kunna slutligt återställas. Återfyllningen kan i vissa sektioner behöva utföras tät i tunnelns längdled för att undvika bortledning av grundvatten längs med tunnelns sträckning.

Inom områden där byggande innebär små schaktdjup samt inom områden där det finns gott om utrymme kan det bli aktuellt att jordschakter



FIGUR 5.4 Jordschakt vid bygget av Götatunneln.

utförs med slänt. Inom de allra flesta delarna av Västlänken saknas dock utrymme för slänter, eller så är schaktdjupet för stort för att schakt med slänter ska kunna användas. På många platser begränsas också möjligheten att utföra schakt med slänt av de krav som gäller för att inte påverka grundvattennivåerna i området invid schakten.

Inom områden med krav på hög tillgänglighet kan byggande utföras enligt metoden "Top-down". Med "Top-down" kan tunnelns tak gjutas på stödkonstruktionens väggar så snart schakten nått nivån för tunneltaket undersida. Resterande schakt samt byggande av tunneln utförs därefter under tunneltaket. Tillgängligheten kan även lösas med temporära brokonstruktioner.

Djupa jordschakter kommer i huvudsak att utföras inom täta och styva stödkonstruktioner. Stödkonstruktionerna syftar dels till att säkerställa schaktstabiliteten samt minska deformationer och dels till att minska risken för oönskade grundvattennivåsänkningar i området utanför schaktgropen. Stödkonstruktionerna kan dock inte förutsättas bli helt täta. Tätheten beror även på vilken typ av stödkonstruktion som väljs varför olika förutsättningar kan råda på olika platser.

Stödkonstruktionen består förenklat beskrivet av vertikala väggar (som installeras från markytan) som antingen stötts inåt med stämp eller förankras utåt med stag. Stödkonstruktionens väggar måste stötts för att kunna bära trycket från jord, vatten och yttre laster. Stödkonstruktionens väggar kan till exempel utföras av stålspont, rörspont, slitsmur eller sekantpålar. De olika typerna av stödkonstruktioner beskrivs i senare avsnitt.

Djupa schakter (vilket kan anses gälla för stora delar av Västlänken) kommer behöva förankring på flera nivåer. Stämp kan användas oberoende av djup till berg och innebär att stålrörspont eller specialbyggda konstruktioner som fackverksbalkar monteras mellan stödkonstruktionens väggar. Det finns också hydrauliska stämp som är enkla att spänna upp och flytta vid behov. Antal stämpnivåer är beroende av schaktdjup och av vilken typ av stödkonstruktion som väljs. Styva stödkonstruktioner såsom till exempel slitsmurar och sekantpålar kräver färre stämpnivåer än till exempel en traditionell stålspont. Bakåtförankring med stag kan användas där djupet till berg är grundare än cirka 30-35 meter och där stagen inte påverkar intilliggande anläggningar negativt. Förankringen utförs då med lutande dragstag av

stållinor som borrar ner i och injekteras fast i berg. I stationslägen försvåras stämpning av att bredden på schakten är så stor att stämp måste utföras med mellanstöd alternativt att schakt måste utföras i etapper.

Vid svåra och djupa schakter kan det bli aktuellt att utföra hela eller delar av schakten under vatten där vattnet fungerar som mothållande på insidan av sponten samt för att förhindra bottenuppträckning. Vattnet länsas därefter när erforderliga stämpkonstruktioner installerats under vattnet. Schakt under vatten är tidskrävande och kräver dykare som inspekterar schakterna. Konstruktioner gjuts därefter i torrhet efter att vattnet länsats ur.

5.2.1 Stålspont

Konventionell stålspont (se Figur 5.5) är den mest vanligt förekommande stödkonstruktionen vid utförande av "normala" schakter i Göteborgsområdet. Metoden är väl beprövad och det finns lång erfarenhet av schakter med stålspont som temporär stödkonstruktion. Den beprövade erfarenheten gäller främst schakter med mindre djup än cirka 10 meter. För projekt Västlänken kommer dock större schaktdjup krävas vilket innebär att begränsningar i metoden förekommer. En nackdel blir därför att vid stora schaktdjup krävs en stor mängd stämp/stagnivåer för att erhålla en stabil konstruktion vilket inte alltid är praktiskt genomförbart.

Stålspont finns i olika dimensioner och profiler vilka slås, trycks eller vibreras ner i jorden. Sponten består av stålprofiler som ger stor styvhet i förhållande till godstjockleken. Plankorna är försedda med lås som förenar dem och gör väggen tät och styv. Profilererna är relativt tunna (ofta 6-14 mm) och låsen (fogarna) sitter antingen i mitten som på en U-spont eller i ytterkant på spont med profilen Z-spont. Spontplankorna kan också sammankopplas två och två och/eller kombineras med stålbalkar för att öka styvheten på väggen. När stålspont når berg kan spontväggen förankras i berg med ståldubb. Sponten kan sällan drivas hela vägen ner till berget och ofta krävs det tätning mellan berg och spontfot, för att minska inflödet av grundvatten.

Spont kan också förses låstättning vilket innebär att sponten blir helt vattentät. Låstättning innebär en kostnadsökning samt en längre genomförandetid.

Nerdrivningsmotståndet är beroende av



FIGUR 5.5 Stålspont (med stämp) vid arbeten i Götatunneln.

spontprofilen, jordlagrens beskaffenhet samt grundvattennivån. Profilerna drivs i huvudsak ner sammanhängande (dvs. i lås), antingen i angiven längd i jord eller till berg. Nerdrivningsutrustningen kan utgöras av vibrohejare eller frifallshejare. Vibrospontning tar normalt längre tid än spontning med hejare och därmed tar bygget längre tid och störningarna pågår under en längre tid. Som tumregel är vibrospontning 10 dB tystare än spontning med hejare, men det går inte att ange specifikt värde då markförhållandena har en stor inverkan på ljudnivån. Vibrospontning kan ge upphov till höga vibrationsnivåer i omgivningen.

5.2.2 Rörspont

Rörspont utgörs av stålrör som oftast borrar eller slås ner och sammanfogas med spontlås. Dimensionen på stålrören kan varieras och rören kan fyllas med betong och även kompletteras med stålbalkar för att öka styvheten. Borrade rörspont är lämplig vid svårare markförhållanden som fastare och blockrik friktionsjord. En fördel med rörspont är att den kan borrar ner i berg. Rörspont har en hög momentkapacitet vilket

innebär att den utgör ett bra alternativ till andra styva stödkonstruktioner.

Borrade spont är en variant av glesspont. Metoden används oftast som temporär spont men kan även användas som en permanent stödkonstruktion. Metoden innebär att stålrör borrar tätt intill varandra och den fria ytan mellan rören tätas med spontlås, stålplåtar, sprutbetong eller inbrädning. Ljudnivån är i storleksordningen 10-15 dB lägre än traditionella spontningsmaskiner.

5.2.3 Sekantpålar

Sekantpålar är platsgjutna pålar som används för att skapa permanenta eller temporära stödväggar vid schakt. Tillverkning av stödpålarna utförs med en viss överlappning i syfte att skapa en bärkraftig och vattentät stödkonstruktion.

Metoden är vanlig internationellt men erfarenhet finns numera från många svenska stora infrastrukturprojekt. En sekantpålevägg får även användas som en del av den permanenta konstruktionen vilket kan vara intressant om markutrymmet är begränsat.

Sekantpålar kan gjutas med eller utan

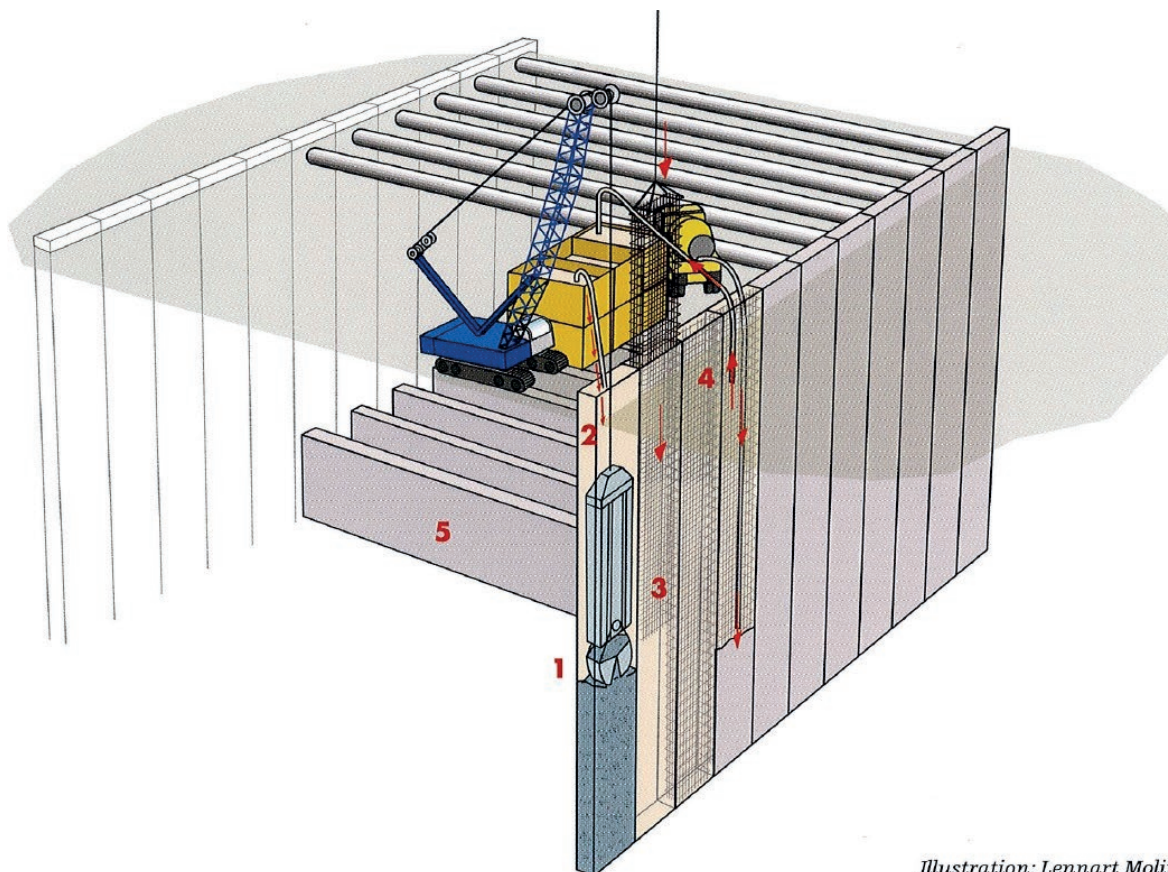


Illustration: Lennart Molin

FIGUR 5.6 Montering av slitsmurar. 1. Slitsschakt grävs. 2. Slitsen fylls med bentonitlösning. 3. Armeringskorg sänks ned. 4. Slitsen gjuts underifrån med betong, bentonitlösningen pumpas upp, rengörs och återanvänds. 5. Slitsmurar kan även gjutas i botten av schaktet.

armering och betongkvaliteten kan varieras. Normalt armeras varannan eller var tredje påle. Sekantpålarna kan tillverkas med olika hårdhet, detta används genom att varannan påle utförs först och med lägre hållfasthet, så kallad primärpåle och de däremellan med högre hållfasthet så kallade sekundära pålar. Utformningen av sekantpåleväggar är flexibel eftersom pålarna inte behöver installeras i räta linjer utan schaktväggarna kan anpassas efter önskad geometri. Sekantpåleväggen är en förhållandevis styv konstruktion vilket innebär att antalet stag/stämplnivåer kan begränsas.

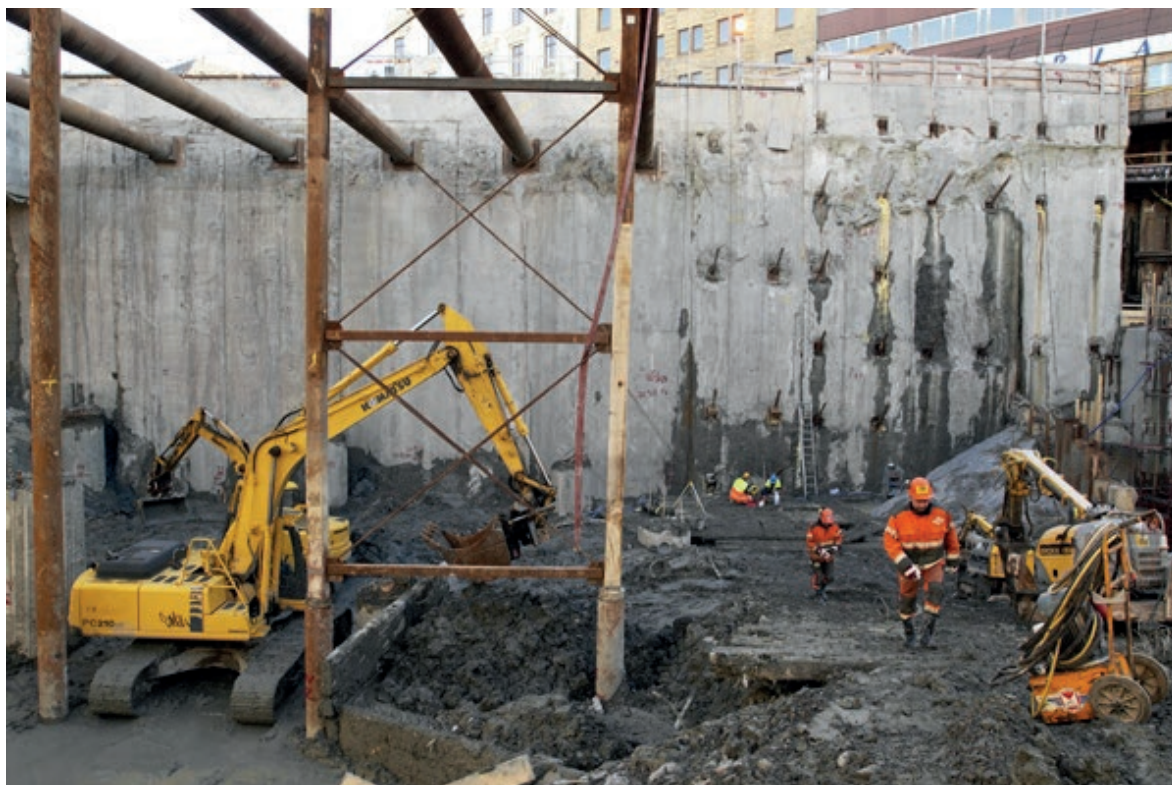
Metoden lämpar sig väl i stadsmiljö eftersom metoden ger mindre sättningar och vibrationer vid drivning än konventionella metoder. Omgivningspåverkan från metoden (buller, vibrationer, grundvattensänkning) är normalt lägre än från vanligare metoder som till exempel en stålspons. Detta gör metoden lämplig i tätbebyggd miljö. Vid djupa schakter eller konstruktioner i flera plan

kan byggandet ske enligt top-down-metoden, vilket innebär att arbetet börjar i markbjälklaget och fortsätter under färdiggjutna bjälklag ner till bottenplattan.

5.2.4 Slitsmurar

Slitsmurar är platsgjutna "väggar" som används för att skapa permanenta eller temporära stödvägar vid schakt (se Figur 5.6 och 5.7). En guide-wall, styrvägg, byggs på båda sidor om den blivande väggens övre del. Vertikala slitsar schaktas i jorden och stabiliseras med hjälp av en stödvätska, oftast bentonit. Armeringskorgar sänks ner och därefter undervattengjuts panelen. Proceduren upprepas för den kvarvarande jorden mellan panelerna tills slitsmuren är komplett. Slitsmurskonstruktionen kan i princip utformas till att vara helt vattentät.

Vanligen installeras slitsmurarna ned till berg eller fastare jordlager vilket dock inte är möjligt inom alla delar för projekt Västlänken där slitsmurarna då blir "svävande".



FIGUR 5.7 Slitsmurar som stöttas av stämp (tvärgående stålrör till vänster i bild).

En fördel med slitsmurstekniken är att den vid behov kan utföras till stora djup. Vid djupa schakter eller konstruktioner i flera plan kan byggandet ske enligt top-down-metoden, vilket innebär att arbetet börjar i markbjälklaget och fortsätter under färdiggjutna bjälklag ner till bottenplattan.

Slitsmurarna kan utformas med hög styvhet vilket reducerar behovet av många förankringsnivåer.

Omgivningspåverkan från metoden (buller, vibrationer, grundvattensänkning) är normalt lägre vid installation av slitsmur än från vanligare metoder som till exempel stålspons. Detta gör metoden lämplig i tätbebyggd miljö. En annan fördel är också att väggen kan användas i den permanenta konstruktionen, vilket kan minska behovet av ytor för byggnation.

Slitsmurar användes som temporär stödkonstruktion för en av entreprenaderna vid byggande av Götatunneln i Göteborg.



FIGUR 5.8 Exempel från akvedukt som användes vid anläggning av Götatunneln. För utformning av eventuella akvedukter i Västlänken kommer bredare lösningar att användas där passage för fauna byggs in.

5.3 Byggmetoder vid passage av vattendrag

Fyra vattendrag kommer att passeras, Gullbergsån, Stora Hamnkanalen, Rosenlundskanalen och Mölndalsån.

Anläggning av betongkonstruktioner planeras att utföras med schaktning avskild från omgivande vattenmiljöer vid passage av vattendrag. Detta uppnås genom att någon form av tät stödskonstruktion byggs. Därefter utförs schaktarbeten och torrläggning av den blivande arbetsplatsen. Vid spont och schaktarbeten i vatten kan dessa exempelvis utföras från tillfällig pålbrygga eller från flotte. Vattenflöde kommer att upprätthållas genom etappvis utbyggnad, omledning av vattendraget eller med hjälp av en akvedukt, se exempel i Figur 5.8. Vid omledning grävs den önskade sektionen ur i det nya läget. Sedan leds vatten om genom att täta mot den ursprungliga åfåran/kanalfåran. Kvarvarande vatten pumpas ur och arbetsplatsen blir tillgänglig. Omgrävning görs således i så stor utsträckning som möjligt avskild från omgivande vattenmiljöer, för att minska grumling.

Vid utförande med akvedukt tas hänsyn till

båttrafik samt till vandrande fisk och bottenfauna i vattendraget. Storlek och radie på den tillfälliga vattenfåran måste då anpassas för aktuella båttyper och fiskvandring samt bottenfauna. En del arbeten måste göras i vattenförande fåra, till exempel vid omledning av vatten och i vissa fall vid slagning av spont. Vid sådana arbeten går det inte att helt undvika grumling av vattnet. Spridning av grumlande partiklar kan dock begränsas, exempelvis med hjälp av siltgardiner.

Ledningar för avlett länshållningsvatten kan under anläggningsskedet komma att anläggas tillfälligt i vattendragen.

5.4 Luftburet buller, stomljud och vibrationer

Under anläggningsskedet av Västlänken och Olskroken planskildhet kommer flera aktiviteter att generera höga ljudnivåer som kan medföra oönskat buller och vibrationer. Beskrivningar av tänkbara byggmetoder finns i avsnitt 5.1-5.3.

Byggaktiviteterna kan grovt indelas i arbeten ovan mark som medför luftburet ljud och arbeten under mark som medför stomljud. Många av arbetsmomenten orsakar också vibrationer.

TABELL 5.1 Sammanfattning av huvudsakliga byggaktiviteter som alstrar höga ljudnivåer samt bedömd varaktighet baserat på möjligt byggsenario.

Delsträcka/ Konstruktioner	Arbeten som genererar höga ljudnivåer	Bedömd varaktighet
Sävenäs och Olskroken Nya broar över järnvägsspår, Gullbergsån, Ånäsvägen och Gamlestadsvägen, nya betong-konstruktioner, tråg, påldäck och stödmurar. Spårarbeten utförs till stor del nattetid för att minimera trafikstörningar.	Grundläggningsarbeten, jordschakt, transporter, betongarbeten, montering av brodelar samt brolyft. Högsta ljudnivåerna genereras vid spontslagning och pålning. Spårarbeten: makadamtippling och plogning, flyttning kontaktledning, kapning av räl, spårlyft, vibrering, ballastplogning.	Totalt 6 år Hög framdrift medför störningar under begränsad tid.
Västlänken bro Ny bro över E6 vid Olskroken.	Jordschakt, transporter, betongarbeten. Högsta ljudnivåerna genereras vid spontslagning och pålning.	Totalt ca 2,5 år Ca 1 månad
Skansen Lejonet Tunnel genom Gullberget	Tunneldrivning, jordschakt, betongarbeten och transporter. Högsta ljudnivåerna genereras vid bergborrning, spontning och pålning. Höga stomljud inom Skansen Lejonet vid bergtunneldrivning.	Totalt 3 år Ca 5 månader
Station Centralen Betongtunnel samt rivning av befintliga byggnader/konstruktioner.	Grundläggningsarbeten, jordschakt, betongarbeten och transporter. Högsta ljudnivåerna genereras vid spontning och pålning samt vid betongknackning vid rivning, krossning och annan hantering av rivningsmassor (t.ex. lastning på bilar)	Totalt ca 6,5 år ca 4 år
Kvarnberget Betongtunnel fram till Kvarnberget, servicetunnel, bergtråg med betongtunnel genom Kvarnberget och betongtunnel mellan Kvarnberget och Otterhällan.	Tunneldrivning, jordschakt, wiresågning av berget (eller motsvarande metodik), betongarbeten och transporter. Högsta ljudnivåerna vid bergborrning, spontning, pålning. Stomljud vid bergarbeten.	Totalt 5,5 år 1,5-2 år
Otterhällan Bergtunnel under Otterhällan samt två servicetunnlar.	Tunneldrivning, schaktning och transporter. Högsta ljudnivåerna vid tunnelmyrningar samt fläktar vid arbetstunnel mot Stora Badhusgatan. Höga stomljudsnivåer vid bergtunnelarbeten.	Totalt ca 4 år Större del av byggtiden.
Rosenlundskanalen Betongtunnel från Rosenlund till Haga. Avväxling Skattehuset.	Grundläggningsarbeten, jordschakt, etablering stödkonstruktion, betongarbeten och transporter. Högsta ljudnivåerna vid spontning och pålning. Stomljud vid avväxling av byggnad.	Totalt ca 6 år Ca 2 år
Station Korsvägen Bergtunnel och station vid Korsvägen. Delen förbi Korsvägen delvis som betongtunnel. Servicetunnel från Södra vägens västra sida och norrut.	Tunneldrivning, jordschakt, betongarbeten och transporter. Högsta ljudnivåerna vid bergborrning, skutknackning, spontning och pålning. Stomljud vid bergtunnelarbeten.	Totalt ca 3 år Ca 2 år
Liseberg Fortsättningen av stationen vid Korsvägen. Betongtunnel genom norra delen av Liseberg och mot berget vid Jakobsdal och E6/E20. Servicetunnel från Södra vägens östra sida och norrut.	Tunneldrivning, jordschakt, betongarbeten och transporter. Högsta ljudnivåerna vid bergborrning, spontning och pålning. Stomljud vid bergtunnelarbeten.	Totalt ca 3 år Ca 2 år
Almedal Bergtunnel från Jakobsdal och söderut till Almedal. Tunnelpåslag ovan mark vid Jakobsdal och i Almedal. Servicetunnel vid Skår.	Tunneldrivning Högsta ljudnivåerna vid bergborrning vid tunnelmyrningar samt fläktar vid servicetunnelns mynning. Stomljud vid bergtunnelarbeten.	Totalt ca 3 år Ca 1,5 år

Arbeten ovan mark utförs vid tunnelpåslag, uppgångar, vertikalschakt, spårarbeten och längs planerade betongtunnlar där schakter utförs.

Partier med betongtunnel omfattar sträckan från Skansen Lejonet fram till Station Centralen och vidare förbi Kvarnberget till Stora Hamnkaneln, vid Station Haga och Station Korsvägen samt inom Liseberg och förbi Mölndalsån (fram till väg E6/E20).

Ovanjordsarbeten alstrar i första hand luftburet buller och i viss mån vibrationer. Aktiviteter ovan mark som medför höga ljudnivåer omfattar bland annat:

- Rivningsarbeten
- Brokonstruktion inklusive grundläggningsarbeten
- Spårarbeten
- Schaktning, spontning och pålning
- Sprängning ovan jord
- Tunga transporter
- Omlastning av bergmassor

För vissa arbetsmoment/aktiviteter finns alternativa metoder som medför mindre påverkan på omgivningarna. Som exempel är anläggandet av slitsmurar (platsgjutna murar av betong) en metod som lämpar sig väl för projekt i stadsmiljö eftersom bullerstörningar, vibrationer och rörelser i omgivande mark blir betydligt mindre än vid slagning eller tryckning av stålsfont. Andra metoder för spontning som medför lägre ljudnivåer är borrarad spont och vibrospontning. En alternativ metod till traditionell pålning med betongpålar är installation av borrarad stålrörspålar som medför mindre buller och vibrationer.

Arbeten under mark omfattar tunneldrivning i berg för spårtunnlar, stationer och servicetunnlar. Bergtunnlar anläggs under Skansen Lejonet, under Otterhällan och Kungshöjd, från Station Haga till Station Korsvägen, vid Liseberg samt mellan Örgryte och Almedal. Servicetunnlar byggs vid Otterhällan, Kungshöjd, från Linnéplatsen till Föreningsgatan, vid Korsvägen och Liseberg samt vid Skår. Djup bergschakt utförs vid passage av Kvarnberget.

Aktiviteter under mark som alstrar höga ljudnivåer omfattar bland annat:

- Borrning av hål för injektering och laddning av sprängmedel – utförs huvudsakligen med traditionell bergborrningsteknik (slagborrning)
- Sprängning – utförs normalt en gång per dygn och tunnelfront.
- Krossning av berg till mindre fraktioner
- Skrotning (rensning) av berget och utlastning av bergmassor

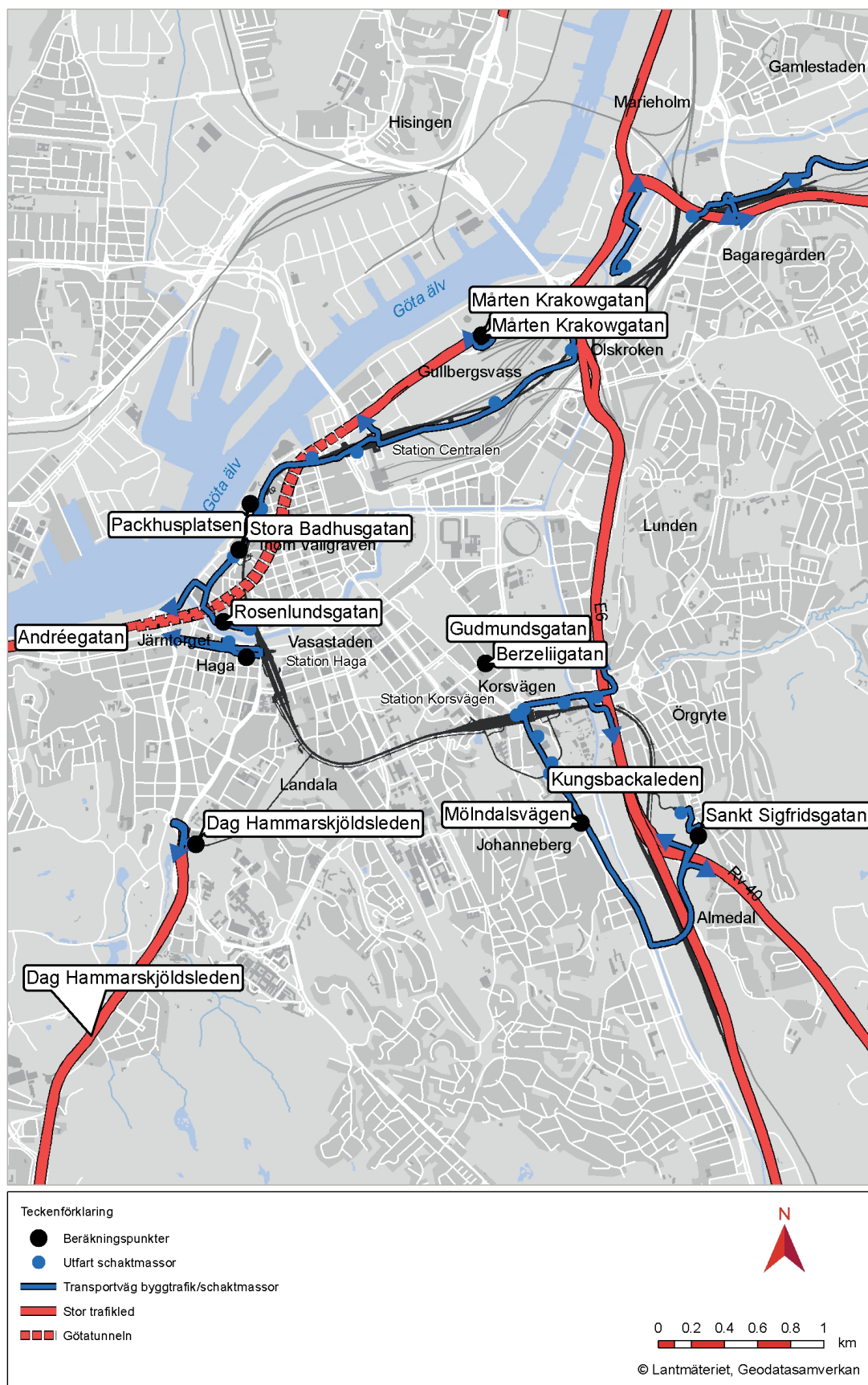
Tunneldrivning inne i berget medför huvudsakligen stomljud och vibrationer (sprängning). Genom försiktig sprängning och sekventiellt berguttag kan vibrationerna vid sprängning minskas.

Vid övergångarna mellan jord och berg (vid bergtunnelpåslag) uppkommer även luftburet ljud eftersom borrning i berget och sprängning då sker i öppna schakter. I normalfallet görs en till tre sprängningar per vecka och drivningsfront ovan jord.

Vid borrning av vertikala schakt för till exempel stationsuppgångar och ventilationsschakt kan en speciell borraringsmetod så kallad raiseborrning användas. Raiseborrning ger troligen samma ljudnivåer som traditionell borrning.

Vajersågning (linsågning) är en metod som används i miljöer där det är krav på låga buller- och vibrationsnivåer. Metoden innebär att pilot-hål borraras från högre till lägre nivå. En diamantbesatt lina monteras i hålen och berget skärs bort mellan borrhålen.

I tabell 5.1 nedan beskrivs för olika delsträckor av Västlänken och Olskroken planskildhet vilken typ av arbeten som kan komma att utföras och vilka moment som genererar höga ljudnivåer samt en uppskattning av hur lång tid arbetet kan komma att pågå. Ljudnivån på en viss plats utefter järnvägsanläggningen kommer att variera beroende på vilka arbetsmoment som utförs. Speciellt vid bergtunneldrivning är tiden för påverkan på en enskild plats begränsad eftersom tunnelfronten hela tiden rör sig framåt.



FIGUR 5.9 Fördelning av byggtrafik under anläggningsskedet 2020 enligt scenario från järnvägsplanen samt beräkningspunkter för utsläpp till luft.

5.5 Utsläpp till luft

Utsläpp till luft under anläggningsskedet av Västlänken och Olskrokens planskildhet genereras av:

- arbetsmaskiner
- fordon för transporter av arbetsmaterial och massor
- sprängningar som medför spränggaser

Vid byggarbetsplatser där schaktarbeten och transporter sker uppstår också damning speciellt vid torr väderlek. Dessutom medför omfördelning av trafik att utsläpp från fordon kommer att öka i vissa gaturum medan utsläppen kommer att minska på andra ställen där trafiken stängs av eller minskar.

Arbetsmaskiner

Byggandet av Västlänken och Olskroken planskildhet kommer att pågå under cirka nio år och under denna tid kommer ett stort antal arbetsmaskiner vara verksamma på olika platser. Byggarbetet kommer dock att variera i intensitet och omfattning längs sträckan vilket medför att maskintyp och antalet maskiner varierar under anläggningsskedet. Som exempel beräknas maximalt cirka 30 maskiner vara i gång samtidigt inom arbetsområdet runt Haga station.

Exempel på arbetsmaskiner som kommer att användas under en stor del av anläggningsskedet är:

- Schaktmaskiner (grävsopor och hjullastare), pål- och spontmaskiner
- Borrmaskiner
- Fordon för transporter: betongbilar och lastbilar

Arbetsmaskiner och lastfordon är huvudsakligen dieseldrivna och medför utsläpp till luft och bidrar till halterna av luftföroreningar i omgivningen runt byggarbetsplatserna och transportvägar. De ämnen som i första hand bildas vid förbränning av diesel är NO_x, CO, CO₂, kolväten (HC) och partiklar.

Grova uppskattningar av utsläppen till luft av NO_x och partiklar från arbetsmaskiner har utförts baserat på emissionsdata från SLU och ett scenario framtaget för järnvägsplanen avseende vilken typ av arbetsmaskiner som kommer att användas. Beräkningarna visar att bidraget av

utsläppen från arbetsmaskiner som kommer att användas inom projektet är marginellt i förhållande till de totala utsläppen som genereras från arbetsmaskiner i Göteborg (jämförelseår 2008).

Trafikverket använder idag upphandlingskrav för tjänster och entreprenader (TDOK 2012:93). Dessa krav kommer att användas för Västlänken och Olskroken planskildhet. Det finns i dagsläget två nivåer för att ställa miljökrav på fordonen och arbetsmaskinerna, dels ett "grundkrav" och dels grundkrav plus "stadskrav". Grundkrav plus stadskrav används där många människor bor och arbetar samt i områden där miljö kvalitetsnormer riskerar att överskridas.

Spränggaser

Vid sprängning bildas spränggaser som i huvudsak innehåller kväveoxider. Vid sprängning i tunneln kan spränggaserna medföra höga halter av kvävedioxid inom ett område på omkring 50 meter från tunnelmynningarna (erfarenheter från Stockholm och Göteborg). Området i direkt anslutning till tunnelmynningarna är att betrakta som arbetsplats. Spränggaser är således i första hand en arbetsmiljöfråga som löses genom arbetsplatsrutiner och ventilation av tunnarna.

Byggtrafik och omledning av trafik

Från arbetsområdena kommer uttransporter av massor och intranporter av byggmaterial att ske, huvudsakligen med tunga lastbilar. Enligt scenario från järnvägsplanerna kommer transporterna att närmsta väg ledas ut till det övergripande vägnätet, se Figur 5.9. "Fördelning av byggtrafik". Inom ramen för tillåtlighetsvillkor 2 kommer masshanteringen inom projektet att utredas vidare och i det arbetet ingår utredning av transporter och transportvägar.

Utsläpp till luft av NO_x och partiklar har beräknats för år 2020 för scenarier som togs fram för järnvägsplanen avseende byggtrafikens omfattning samt den bedömda omfördelning av trafik som projektet medför. Resultaten av beräkningarna visar att de förändringar som sker av utsläppsnivåer och halter i gaturummen jämfört med nollalternativet (en situation där projektet inte genomförs) år 2020 huvudsakligen beror på omledning av trafik. Omledningen innebär i vissa områden ökade utsläpp/halter och i andra områden minskar utsläppen/halterna. Byggtrafiken ger relativt små förändringar av utsläppen eftersom antalet transporter är få i relation till befintlig trafik.

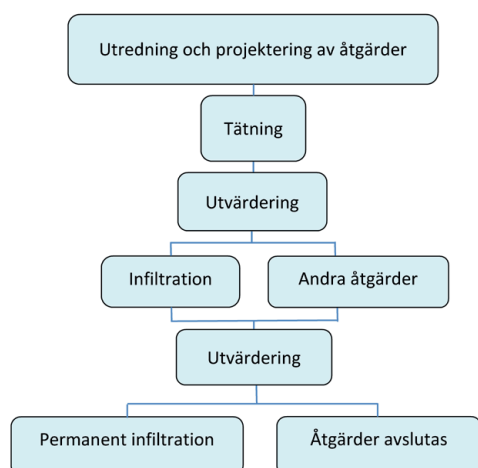
Inom ramen för tillåtlighetsvillkor 3 kommer en ny utredning att tas fram som omfattar en ny basberäkning av utsläpp av NO_x och partiklar för projektets anläggningsskede samt en åtgärdsutredning. Åtgärdsutredningen kommer att bland annat att omfatta en riskbedömning avseende känsliga verksamheter. Resultaten kommer att användas för att planera hur trafik ska ledas om i syfte att undvika höga luftföroreningshalter vid skolor med mera.

Trafikverket arbetar tillsammans med Göteborgs Stad vidare med hur trafiken kommer att omfördelas i staden samt med mobility managementåtgärder i anläggningsskedet. Målet med mobility managementarbetet är att upprätthålla tillgängligheten och framkomligheten för resenärer och gods genom att minimera trafikökningen på de stråk som påverkas. Baserat på detta arbete och resultaten av arbetet inom ramen för tillåtlighetsvillkor 3, kan det scenario vad gäller omledning av trafik som beskrivs i järnvägsplanen komma att ändras.

6. Skyddsåtgärder och försiktighetsmått

6.1 Grundvatten

Grundvattenbortledningen från tunnlar och schakt kan innebära sänkta grundvattennivåer i berg och jord. I PM Hydrogeologi redovisas genomfört arbete med att bedöma risker kopplade till hydrogeologisk omgivningspåverkan. I detta arbete har ett influensområde hydrogeologi identifierats, utanför vilket någon grundvattennivåpåverkan inte förväntas. Inom influensområdet finns ett stort antal allmänna och enskilda intressen som är grundvattenberoende och som skulle kunna skadas om grundvattennivåförändringar uppkommer. Identifierade så kallade riskobjekt omfattar grundvattenberoende byggnader och anläggningar, kulturlämningar i mark, energianläggningar och brunnar, naturvärden samt förorenad mark. Se PM Hydrogeologi för detaljer.



FIGUR 6.1 Strategi för åtgärder avseende grundvattenbortledning och grundvattenpåverkan.

Strategin för planerade skyddsåtgärder för att motverka sänkta grundvattennivåer som orsakas av grundvattenbortledning är att arbeta i steg, med flera olika skyddsåtgärder och med successiv utvärdering mellan varje steg. Strategin sammanfattas i Figur 6.1. Den primärt beslutade åtgärden är tätning medan behovet av ytterligare åtgärder utvärderas successivt.

I strategin för skyddsåtgärder ingår ett

omfattande kontrollprogram grundvatten som bland annat omfattar mätning av grundvattennivåer i jord och berg, porttryck i lera, sättningssmätningar på byggnader, anläggningar och mark samt volym inläckande grundvatten till tunnlar och schakt. För grundvattenberoende riskobjekt tas åtgärdsnivåer fram avseende framförallt grundvattennivåer. Om kontrollprogrammet noterar en avvikelse från åtgärdsnivån vidtas åtgärder av olika slag. För detaljer se Kontrollprogram grundvatten.

6.1.1 Tätning

Tätning av berget kring bergtunnlarna kommer huvudsakligen att ske med systematisk förinjektering med cement. Vid speciellt komplicerade passager med mycket höga täthetskrav kan kemiska tätningsmedel komma att användas. Sådana kemiska medel ska vara godkända av Trafikverkets kemikalieråd.

Omfattningen av injekteringen avgörs av de hydrogeologiska förhållandena och olika områdets känslighet för grundvattenbortledning. Strategin för tätningsarbetena bygger på en metodik där man har en verktygslåda med olika injekteringslösningar för olika förhållanden. De olika tekniska lösningarna är anpassade efter förväntade förutsättningar och olika åtgärder finns förberedda om avvikelser mot förväntningarna skulle uppkomma.

Typinjekteringen delas in i ett antal injekteringsklasser med olika definierade förutsättningar för varje klass. Med injekteringsklass avses ett specificerat utförande avseende till exempel antal borrhål, injekteringsbrukets egenskaper och kriterier för kompletterande injektering.

Förutsättningarna följs sedan upp under arbetena för att kontrollera ursprunglig design och dess giltighet. Uppföljning och underlag för beslut baseras på resultaten av injekteringsarbetet (inläckagemätning, geologisk kartering, kontrollmätningar med mera). Även resultat av grundvattennivåmätningar i observationshål ligger till grund för beslut om tätningsåtgärder.

Dessa typlösningar för injekteringen anpassas vid specifika förhållanden, exempelvis vid liten

bergtäckning eller passage av befintliga berganläggningar, avvikande tunnelgeometrier och vid tunnelpåslag samt för vertikalschakt. Även efterinjektering kan komma att utföras.

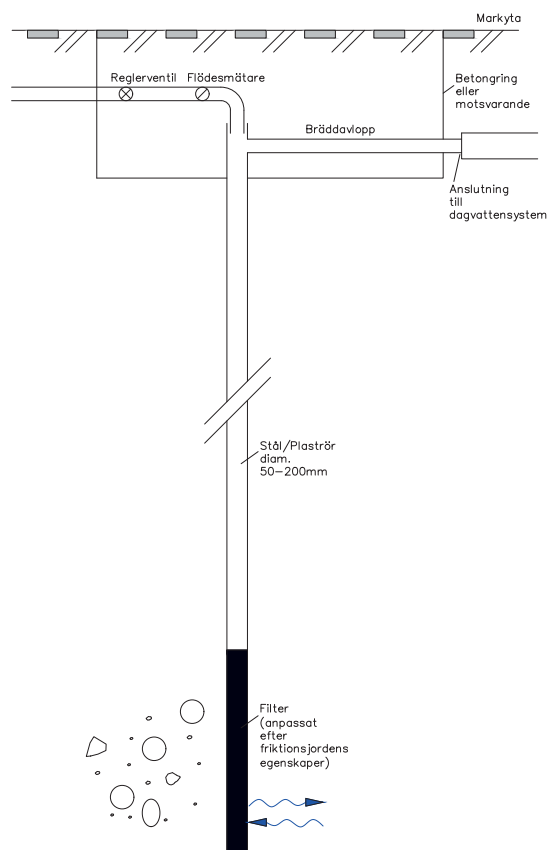
Schakter i jord kommer där så krävs att utföras inom en stödkonstruktion med hög täthet (spont, slitsmur, sekantpålar eller motsvarande, se avsnitt 5.2), som förhindrar grundvatten från att komma in i schakten. Tätningssåtgärder kommer dessutom att vidtas för att undvika sänkta grundvattennivåer utanför stödkonstruktionerna. Vid övergångar mellan jord- och bergtunnlar och vid vertikalschakt genom jord och berg installeras stödkonstruktionen ned till bergytan och tätning utförs av både jordlagren och berget. I jord utförs injektering (exempelvis jetinjektering) mellan stödkonstruktionens nederdel och bergytan och i berget utförs ridå- och botteninjektering. Ridåinjektering innebär att borrhål borrar utanför stödkonstruktionen ner i berget varefter injekteringsmedel trycks ut i berget via borrhålen. Botteninjektering omfattar borrhning och injektering genom en bergschaktbotten.

6.1.2 Skyddsinfiltration

Genom tätning av berget med injektering och användning av täta stödkonstruktioner kring schakter i jord eftersträvas lågt inläckage av grundvatten. En ytterligare åtgärd för att skydda riskobjekt inom det hydrogeologiska influensområdet, är att genom infiltration av vatten upprätthålla grundvattennivåerna i jordlagren. Åtgärdsnivåer (se Kontrollprogram grundvatten) används för att identifiera infiltrationsbehov och styra infiltrationsinsatserna.

Skyddsinfiltration utförs genom att till grundvattenmagasinen tillföra vatten via brunnar, som framförallt anläggs i jord men även kan utföras som borrhål i berg. Principutförande av en infiltrationsbrunn i jord visas i Figur 6.2. Skyddsinfiltrationen ska utföras på ett sådant sätt att skadligt höga grundvattennivåer till följd av infiltrationen ej riskeras.

Skyddsinfiltration planeras vid behov utföras inom hela influensområdet där det förekommer riskobjekt som är känsliga för grundvattenpåverkan. Förutom i anslutning till riskobjekten kan infiltration av vatten utföras utanför stödkonstruktioner kring schakter för att här upprätthålla grundvattennivåer. Framförallt planeras skyddsinfiltration under anläggningsskedet, men kan även komma att utföras efter anläggandet, så



FIGUR 6.2. Principutförande av infiltrationsbrunn i jord.

kallad permanent infiltration. Infiltrationsanläggningar för anläggningsskedet kommer att vara byggda och funktionstestade i god tid innan byggverksamhet som innebär grundvattenbortledning sker.

6.1.3 Andra åtgärder

Åtgärdsnivåer i grundvattenobservationsrör ansätts även för grundvattennivåkänsliga naturvärden, och mätningar av grundvattennivåer ger en indikation om grundvattennivåerna inom aktuellt område är onormalt låga. Om åtgärdsnivåer underskrids utreds om åtgärder i form av bevattning behöver utföras. Bevattningen syftar till att skydda naturvärdet, men inte till att återställa underskriden åtgärdsnivå.

Energianläggningar med bergbrunnar riskerar också att påverkas om grundvattennivåer i berget sänks. Kontrollprogrammet grundvatten omfattar mätning av vattennivåer i brunnarna under anläggningsskedet och jämförelser mot åtgärdsnivåer. Om åtgärdsnivåer underskrids utreds om påverkan uppkommit på grund av

grundvattenbortledning från Västlänkens tunnlar och om åtgärder krävs redan under anläggningstiden. Eventuella permanent avsänkta nivåer efter anläggningstiden åtgärdas i efterhand, huvudsakligen genom att partiellt eller helt fylla brunnen med material med goda värmeöverförande egenskaper eller genom borrhning av ny brunn.

6.2 Passage av vattendrag

Tillfällig omledning av vattendrag kan leda till en försämrad funktion för vandrande fauna som fisk och bottenlevande fauna under anläggningstiden. De skyddsåtgärder som är möjliga och som planeras vid passage av kanaler/vattendragen utgör ibland delar av själva byggmetoderna.

Vattenflödena kan upprätthållas genom etappvis utbyggnad och omledning av vattendraget för att medge passage av vandrande fisk. De tillfälliga vattenmiljöerna kan vidare utformas så att de upprätthåller en funktion för passerande fauna, både avseende fåras sektionsbredd, djup och övriga fysiska utformning.

Tillfällig akvedukt kan anläggas i samma nivå som anslutande kanalfåra/åfåra för att uppfylla funktion även för passage av bottenlevande fauna. Bottensubstrat i tillfälliga akvedukter och åfåror anläggs då lika befintlig åfåra. Faunapassage i tillfällig akvedukt avskiljs även från båtpassagen i akvedukten.

Omgrävning sker med schaktning avskild från omgivande vattenmiljöer i så stor utsträckning som möjligt, för att minska grumling. Vid arbeten som måste utföras i vattenförande kanalfåra/åfåra, används till exempel siltgardiner för att begränsa grumlingseffekter. Reducering av partiklar i vatten som avleds från schakter kan ske genom sedimentering, därefter eventuell filtrering eller som sista metod flockning. Dessa metoder kan användas enskilt eller i kombination beroende av omständigheter. Avlett vatten från schakt kan därefter efter rening ledas i täta ledningar till Göta älv eller annan recipient.

6.3 Buller, stomljud och vibrationer

Olika skyddsåtgärder och försiktighetsmått kan vidtas för att reducera omgivningspåverkan i form av buller, stomljud och vibrationer. Genom valet av stödkonstruktioner kring schakter och användning av anpassade metoder för spontning och pålning kan buller och vibrationer kring

schakter reduceras.

Tunneldrivning i berg ger huvudsakligen upphov till stomljud och vibrationer från borrhning och sprängning. Vid speciellt känsliga tunnelpassager kan vibrationer från sprängning minskas genom anpassade byggmetoder.

Vibrationskrav ställs på planerade byggaktiviteter så att inte skador ska uppkomma på byggnader, anläggningar och verksamheter som ligger i anslutning till järnvägskorridoren. Kraven fastställs i samband med besiktningar och riskanalyser som utförs enligt Svensk Standard inom ett avstånd av cirka 150 m från järnvägslinjen. För särskilt känsliga kulturhistoriskt värdefulla byggnader utarbetas byggnadsspecifika kontrollprogram.

För buller under anläggningsskedet gäller Naturvårdsverkets allmänna råd om buller från byggplatser som utgångspunkt för framtagande av projektspecifika riktvärden gällande luftburet ljud och stomljud.

7. Genomförande

En möjlig lösning att bygga Västlänken och Olskroken planskildhet innebär en uppdelning i fem geografiskt indelade entreprenader, se Figur 7.1, samt en övergripande entreprenad för BEST-arbeten (bana, el, signal och tele). Entreprenadgränserna i figuren är preliminära och kan komma att ändras.

Trafikverket har tagit fram en övergripande produktionstidplan för det studerade alternativet. Entreprenaderna Olskroken, Centralen, Haga och Korsvägen planeras påbörjas 2017/18, medan Entreprenad Kvarnberget påbörjas två år senare. Den totala byggtiden för projekten beräknas till nio år, men de arbeten som omfattar schaktning och sprängning inom olika områden planeras enbart pågå under de första sju åren. Därefter sker framförallt arbeten med inredning, spårläggning, återställning med mera.

I kapitel 8 redovisas bedömda byggtider för olika anläggningsdelar inom delsträckorna, baserat på nuvarande produktionstidplan.



FIGUR 7.1 En tänkbar entreprenadindelning för Västlänken och Olskroken planskildhet