

BeFo



STIFTELSEN BERGTEKNISK FORSKNING
ROCK ENGINEERING RESEARCH FOUNDATION

ORGANISERING OCH KONTRAKT I BERGTUNNELPROJEKT – KUNSKAP I SAMVERKAN

Anna Kadefors
Jan Bröchner

ORGANISERING OCH KONTRAKT I BERGTUNNELPROJEKT

– KUNSKAP I SAMVERKAN

Contracting for rock tunnel projects

– Knowledge in collaboration

Anna Kadefors, Chalmers tekniska högskola

Jan Bröchner, Chalmers tekniska högskola

Förord

I samhällsbyggandet har undermarksprojekt stor betydelse för att klara våra utmaningar med ökad urbanisering och behov av hållbara lösningar. Det är ofta stora projekt med komplexa tekniska lösningar, logistiska utmaningar, flera inblandade parter och krav på att pressa både byggtid och budget. Den osäkerhet som undermarksprojekt lever med ställer också speciella krav och behöver en strukturerad hantering.

Kontraktsutformning, beslutsprocesser, organisation och management är pusselbitar som kan visa sig avgörande för att uppnå väl genomförda projekt avseende kvalitet, tid och kostnad. Det är frågor som är viktiga och bör engagera bergbyggnadsbranschen, inte minst med tanke på de omfattande undermarksprojekt som väntar framöver.

Forskningsprojektet, denna rapport, gör en genomgång av kontraktsformer, något som tidigare saknats. Vidare görs en beskrivning av organisering av tunnelprojekt där hantering av osäkerhet är extra relevant för undermarksarbeten. Man har besökt sju bergprojekt och gör en genomgång av deras organisering och arbetsformer. Rapporten avslutas med en diskussion och sex konkreta rekommendationer.

Utredningsarbetet har utförts av Anna Kadefors och Jan Bröchner, båda Chalmers. En grupp bestående av Peter Lundman (Trafikverket), Robert Sturk (Skanska), Lars Hässler (Golder Associates), Ulrica Nilsson (Tyréns), Martin Brantberger (SLL) och Pernilla Amsköld (Sika) har bidragit med värdefull granskning och kommentarer till slutrapporten.

Projektet finansierades av Stiftelsen Bergteknisk Forskning (BeFo) tillsammans med Formas. Det är vår förhoppning att detta arbete ska komma branschen till del och bidra till en diskussion om hur vi organiserar och driver projekt. Formerna är under konstant utveckling och då behöver branschens olika aktörer engageras och delta i den processen för att i slutändan få arbetsformer och lärande som resulterar i väl genomförda projekt.

Stockholm i november 2015

Per Tengborg

Sammanfattning

Denna rapport beskriver och diskuterar beslutsprocesser, managementprinciper, avtal, organisatoriska processer och erfarenheter från sju nyligen genomförda, pågående och planerade svenska bergtunnelprojekt. Inledningsvis ges en överblick över den internationella och svenska litteraturen, inklusive ett antal nya studier. Syftet med forskningsprojektet har varit att ge en översikt över kontraktstyper som används i svenska bergtunnelprojekt och analysera vad dessa arbetssätt innebär för möjligheterna att integrera kompetens i olika organisationer för att gemensamt hantera osäkerhet. Vidare att undersöka hur valet av kontraktsform och organisation görs, och i slutändan föreslå lämpliga modeller för upphandling och ledning av tunnelkontrakt.

Fallstudieprojekt som ingår är Kattlebergstunneln norr om Göteborg, bergtunneln av Citytunneln i Malmö, Norrströmstunneln och Station Stockholm City i Citybanan samt ytterligare två Stockholmsprojekt: bergentreprenaden för tunnelbanedepån i Norsborg och Stigbergsgaraget. Därutöver ingår Förbifart Stockholm och Västlänken i Göteborg. Dessa fallstudier täcker olika projektfaser och har genomförts främst genom att intervjua nyckelaktörer. Resultaten visar att avtalsmodellerna som använts i fallstudieprojekten varierar från strikt traditionella kontrakt till uttryckliga samverkansentreprenader. Även om skillnaderna till viss del kan tillskrivas varierande bergförhållanden och andra fysiska omständigheter är det också klart att organisatoriska policyprinciper och individuella preferenser har varit inflytelserika.

Att undermarksbyggande är förknippat med osäkerhet innebär att parterna gemensamt måste hantera den fortlöpande anpassningen av konstruktionen till de faktiska förhållandena. Också ledningsorganisation och kommunikation ska kontinuerligt anpassas till förändrade krav under projekttiden. Exempel på dålig samverkan i traditionella entreprenader tas ofta upp i både litteraturen och fallintervjuerna, men i alla de fallstudieprojekt där produktionen pågick eller var avslutad uppfattade parterna att samarbetet fungerade bra. En jämförelse mellan de traditionellt upphandlade projekten visar dock stora skillnader i graden av samverkan, skillnader som till stor del beror på projektledningens värderingar och kunskaper. Intressant var också att projekten med formaliserad samverkan där kontrakten innehöll ekonomiska incitament uppfattades ha ett betydligt närmare och mer effektivt samarbete än vad de traditionella projekten med de högsta ambitionerna för samverkan hade.

Ett kärnproblem för att välja den bästa modellen för att utforma och bygga en bergtunnel, inklusive upphandlingsstrategi, ledningsorganisation och kommunikation, är att detta kräver ganska omfattande kunskaper om geologi, konstruktionsteknik och produktionsmetoder. Den tekniska kompetensen behöver också integreras med juridisk kompetens och projektledningskunskande. Detta gäller även utvecklingen av kontrakts- och organisationsformer, där man behöver respektera bergtunnelprojektens särdrag. Inga väsentliga förändringar i svensk praxis för mängdreglering av bergarbeten, vilken allmänt uppfattas som underutvecklad, har dock skett under det senaste årtiondet. Detta visar på en svaghet i systemet för att driva mer långsiktig och systematisk branschutveckling när det gäller upphandling och organisering av infrastrukturprojekt, inte bara för bergarbeten utan i sektorn som helhet.

Vi avslutar med sex rekommendationer för att driva utveckling när det gäller kontrakt och kunskapsintegration, både i bergbyggande och allmänt i infrastrukturektorn.

Summary

This report describes and discusses decision processes, management principles, contracts, organizational processes and experiences from seven recently completed, ongoing and planned Swedish rock tunnel projects. There is also a review of the international and Swedish literature, including a number of recent studies. The aims of this investigation have been first to give an overview of contracting models used in Swedish tunnel projects, and also to analyse the implications of these practices for the ability to integrate key competences to successfully manage uncertainty. Furthermore, to examine how decisions about contracting methods and organization are made today, and ultimately to suggest viable decision processes, contracting methods and management principles for tunnel projects.

The case study projects included here are the Kattleberg tunnel north of Göteborg, the rock tunnel contract in the Malmö City tunnel, the Norrström tunnel and Station City in the Stockholm City Line, the two further Stockholm projects of the Norsborg subway depot and the Stigberget car park, the Stockholm Bypass project and the West Link project in Göteborg. These case studies cover different project stages and have been performed with a variety of methods, primarily by interviewing key participants. Findings include that the contract models used vary from strictly traditional remeasurement contracts to explicitly collaborative contracts. Although much of this organizational variety can be ascribed to varying rock conditions and other physical circumstances, it is also clear that organizational policies and individual preferences have been influential.

Underground construction is associated with uncertainty, and the parties need to jointly decide how to adapt the technical design to actual physical conditions as these become known. Also the management competence and routines should be continuously assessed to fit changing requirements during the project. Evidence of poor collaboration in traditional contracts is often brought up in both the literature and the case interviews. Nevertheless, in those case study projects that were finished or almost finished, collaboration between the parties was perceived by participants as good. When comparing projects, the level and intensity of collaboration appears to differ significantly between those with traditional contracts. Further, the explicitly collaborative projects, where risks are shared, are perceived as more collaborative than the most collaborative traditional projects.

A key issue in choosing the optimal contracting strategy for a rock tunnel project, including management competence and communication, is that this requires knowledge of geology, rock engineering principles and construction methods. The technical competence needs to be integrated with competence in law and project management. Such knowledge integration is also needed when developing of contracting models, where the special requirements of rock construction should be attended to. No significant changes have taken place during the last decade in the design of traditional remeasurement contracts in Sweden, despite that this is perceived as an area in need of development. This points at a weakness on an industry level in the ability to handle long term, systematic development of contracting models for infrastructure projects in general.

We conclude with six recommendations for the development of contracting and knowledge integration in rock construction and more generally in the infrastructure sector.

Innehåll

1	INLEDNING	1
1.1	Projektets syften och avgränsningar	3
1.2	Arbetsgång i projektet	3
2	ÖVERSIKT ÖVER KONTRAKTSTYPER	5
2.1	Historik	5
2.2	Entreprenadformer, ersättningsformer, samverkansformer	6
3	TEORIER OM ORGANISERING OCH KONTRAKT FÖR TUNNELPROJEKT	15
3.1	Organisering av projekt	15
3.2	Osäkerheter, flexibilitet och innovationer	16
3.3	Kompetens, kommunikation och kultur	20
4	NYARE SVENSKA STUDIER	23
4.1	Nätverket Bergbyggarna	23
4.2	Kontrakt och samverkan för tillämpning av observationsmetoden	25
4.3	Förfrågningsunderlag för injekteringsarbeten	26
4.4	Utvecklingsarbete på tunnelsidan - Trafikverket.....	26
4.5	Riskkommunikation inom geoteknik.....	28
4.6	Observationsmetodens tillämpning i Norra Länken	29
4.7	Produktivitets- och innovationsutveckling - bergkonstruktioner	29
5	FALLSTUDIER	33
5.1	En traditionell entreprenad: Kattlebergstunneln	33
5.2	Citytunneln i Malmö.....	36
5.3	En samverkansentreprenad inom Citybanan	42
5.4	Stigbergsgaraget	46
5.5	Tunnelbanedepå i Norsborg.....	51
5.6	Förbifart Stockholm.....	53
5.7	Västlänken	54
5.8	Perspektiv på ersättningsformer och beslutsprocesser i bergbyggande.....	55
6	DISKUSSION OCH REKOMMENDATIONER	57
6.1	Ersättningsformer och riskfördelning i bergbyggande	57
6.2	Organisation, riskhantering och samverkan	59
6.3	Val av kontrakt och organisation för bergentreprenader – ett kunskapsproblem.....	63
6.4	Utvecklingsbehov – områden och former	64
6.5	Sex rekommendationer	66
	REFERENSER	67

1 INLEDNING

Undermarksprojekt får allt större betydelse i utvecklingen mot ett hållbart samhälle, inte minst när det gäller våra transportsystem. Tillväxten i storstadsregionerna ökar efterfrågan på mark i citylägen och många offentliga och privata intressen ska samsas om stadsrummet. Transportsystem under jord är då dyrare men orsakar mindre störningar på stadens andra funktioner. Nya interregionala järnvägstransporter för att förkorta pendlingstiden och minska klimatpåverkan bidrar också till en trolig ökning av framtida undermarksbyggande. Inför det närmaste årtiondet planeras ett stort antal berg- och tunnelprojekt i Sverige, många av dem med utvecklingen av ett mer hållbart transportsystem som motiv.

I både Sverige och andra länder är det vanligt att undermarksprojekt drabbas av stora fördyringar (Lundman 2011, Flyvbjerg 2014), kvalitetsproblem, konflikter och förseningar. En global undersökning visade att minst 30 % och förmodligen mer än 50 % av alla undermarksprojekt upplevt betydande kostnads- och tidsöverskridanden (Reilly och Brown 2004). Tendensen att kraftigt underskatta kostnaderna för tunnelprojekt var uppenbar redan under 1800-talets pionjärinsatser (Sandström 1963). Även om de stora ökningarna uppstår till följd av beslut i tidiga skeden, och inte i samma utsträckning i själva byggskedet (Anderson 1998, Lundman 2011), är riskerna ändå betydande. I en studie av stora europeiska infrastrukturprojekt var det exempelvis främst tunnelprojekt som stötte på oförutsedda geologiska förhållanden och projekt som varit beroende av utvecklingen av ny teknik som upplevt ökade kostnader och förseningar under byggskedet (Hertogh m fl 2008, Hertogh och Westerveld 2009).

Svenskt berg är i allmänhet bra ur hållfasthetssynpunkt, men det är ofta svårt att förutsäga vilka insatser som behövs för att täta en tunnel. I en stadsmiljö kan ett för stort vattenläckage leda till dyra sättningskador på existerande byggnader och anläggningar, och utanför städerna kan ekosystem och jordbruk påverkas. Vibrationer och buller kan också leda till skador. Riskerna kan alltså vara mycket stora, och det är viktigt att reducera osäkerheten genom tillräckliga förundersökningar. Förundersökningar är dock kostsamma, och det är inte självklart hur resultaten ska tolkas. Även om det görs omsorgsfulla förundersökningar inför tunnelprojekt kan man aldrig fullt ut veta vilka egenskaper berget har förrän själva byggandet påbörjas.

När förutsättningarna skiljer sig från de förväntade, behöver många människor med olika kunskaper samarbeta i att bedöma hur berget kommer att reagera och besluta vilken konstruktion som är den mest lämpliga. Eftersom många av dem finns i olika företag och myndigheter är det ofta en fördel om kontrakt och projektledning är utformade så att de tillåter och uppmuntar ett flexibelt och innovativt samarbete över organisationsgränser. På så sätt skapas också möjligheter att anpassa konstruktionen till den information om de verkliga bergförhållandena som successivt framkommer under arbetets gång, ett arbetssätt som brukar benämnas aktiv design. En formaliserad variant av aktiv design är observationsmetoden, en metod för att hantera osäkerhet på ett strukturerat sätt, som numera införts som en dimensioneringsprincip i Eurokod 7 (SS-EN 1997-1) (Holmberg och Stille 2007, Kadefors och Bröchner 2008, IEG 2011).

Traditionellt har det dock varit en strikt uppdelning mellan projektering och byggande i tunnelprojekt, och det har ofta uppstått ineffektiva konflikter i relationerna mellan beställaren och byggtreprenören. Tunnelprojekt skiljer sig från andra undermarksprojekt i att det endast finns en eller ett fåtal linjära riktningar för framdrift. De fasta kostnaderna för maskiner och

annan produktionsutrustning för bergbyggnad är relativt höga. När injektering för tätning genomförs vid tunnelfronten står produktionsutrustning och personal stilla, vilket innebär att kostnadskonsekvenserna blir stora. Idag dominerar synen att beställaren bör ta ansvar för bergets egenskaper, men regleringen av just injekteringsarbeten skapar ofta motsättningar.

Erfarenheter från tunnelentreprenaderna i trafikledsprojektet Södra Länken, byggt 1998-2004, gjorde det uppenbart att det då behövdes en genomlysning av Vägverkets upphandlingspraxis och projektgenomförande (Vägverket 2003, Engwall och Söderström 2005). Redan under år 2000 bildades Nätverket Bergbyggarna, med syftet att öppet diskutera och försöka finna förslag till lösningar på branschens problem (Bergström m fl 2003). Projektet Förnyelse i anläggningsbranschen, FIA, startades 2003 på initiativ av Vägverkets och Banverkets generaldirektörer och avslutades 2012. Syftet med FIA var att samla anläggningsbranschens aktörer, från beställare till enskilda entreprenörer, kring insikten om att en förnyelse av anläggningsbranschen var nödvändig. Stor vikt lades vid att förbättra samverkan mellan parterna. Under de år som följde har relationerna utvecklats positivt, och flera stora projekt har genomförts inom tid och i vissa fall till och med till lägre kostnad än planerat. Samma utveckling mot mer samverkansorienterade arbetsformer kan ses i andra länder. En annan trend är att formaliserad och strukturerad riskhantering har gjort intåg på bred front i de flesta samhällssektorer, däribland byggandet, och den internationella standarden för riskhantering (ISO 31000) utnyttjas i allt högre grad. Det är angeläget att systematiskt ta tillvara erfarenheter från lyckade projekt under de senaste åren för att utveckla arbetssätten ytterligare.

Under de allra senaste åren har utvecklingen i Sverige även drivits med begreppen produktivitet och innovation i fokus. Regeringen tillsatte 2009 Produktivitetskommittén med uppdrag att följa upp och analysera de statliga beställarnas åtgärder för att förbättra produktiviteten och innovationsgraden inom anläggningsbranschen (SOU 2012:39). Kommittén fann att det krävs av beställaren ett långsiktigt agerande som ger god framförhållning vad gäller planering och upphandling så att företagen kan utföra uppdragen på ett rationellt och kreativt sätt, en ökad andel totalentreprenader samt ett mer industriellt anläggningsbyggnad. Inom Trafikverkets ännu pågående projekt Produktivitets- och innovationsutveckling i anläggningsbranschen, PIA, som syftar till att ta fram förslag på åtgärder för ökad produktivitet, utgör bergkonstruktioner en av femton produktkategorier som har analyserats (Trafikverket 2014a). Regeringen uppdrog 2012 åt Trafikverket att analysera hur och i vilka delar av de olika verksamhetsområdena som innovationsupphandling kan användas för att driva på utvecklingen av effektivare processer och ny teknik. Det är inte självklart hur den tidigare FIA-initierade samverkansagendan (Eriksson m fl 2013) ska ses i ljuset av dessa initiativ.

Problematiken kring organisering, styrning och kontrakt vid undermarksbyggnad är alltså högaktuell. Tagna var för sig, återfinns många av de särdrag som karakteriserar tunnelprojekt också i andra typer av bygg- och anläggningsprojekt, men inte lika tydligt och i samma omfattning. Tillsammans skapar de en serie av utmaningar för dem som ska organisera och medverka i tunnelprojekt. Man måste dock vara på sin vakt mot långtgående generaliseringar – olika tunnelprojekt kan ha mycket olika förutsättningar, både organisatoriskt och tekniskt. Sammantaget innebär detta att valet av upphandlingsstrategi för undermarksprojekt i allmänhet, och särskilt för tunnelprojekt, förutsätter tillgång till hög kompetens inom ett antal områden: naturvetenskap, konstruktionsteknik, kontraktsformer, marknadsförutsättningar, projektledning och produktion.

1.1 Projektets syften och avgränsningar

I det här forskningsprojektet diskuterar vi organisering och kontrakt inom svenskt bergbygande i relation till internationell litteratur och praxis. Vi ger en översikt över den internationella forskningslitteraturen om hantering av osäkerhet i komplexa projekt i allmänhet och av berg- och tunnelrelaterad osäkerhet i synnerhet. Här fokuserar vi i första hand på vad som hänger ihop med osäkerhet i geologiska förhållanden. Det finns andra viktiga källor till osäkerhet i infrastrukturprojekt, men vi prioriterar frågor som gäller själva kontraktsförhållandena och avstår från att ta upp kommunikation med tredje man och annat som rör en bredare krets av projektintressenter.

Empiriskt baseras projektet på ett urval fallstudier av hur olika beställare valt att hantera behovet av flexibilitet både kontraktsmässigt och organisatoriskt i ett antal (sju) svenska berg-tunnelprojekt som upphandlats eller kommer att upphandlas under perioden 2005-2015.

Projektets syften formulerades inledningsvis som:

- att ge en översikt över vilka typer av kontrakt (entreprenad-, ersättnings- och samverkansformer) som används i svenska bergtunnelprojekt idag, samt (översiktligt) beskriva hur man hanterar behovet av flexibilitet under kontraktstiden (både anpassning till verkliga förhållanden och innovationsaspekter).
- att analysera vad dessa arbetssätt innebär för möjligheterna att integrera kompetens i olika organisationer för att gemensamt hantera osäkerhet.
- att undersöka valet av kontraktsform och organisation: vilken information och vilka aktörer påverkar vilka former som väljs?
- att undersöka hur man går tillväga för att övervaka och kvalitetssäkra själva organisationen, både inledningsvis och under kontraktstidens gång.
- att föreslå lämpliga modeller för upphandling och ledning av tunnelkontrakt.

Under arbetets gång har vi dock blivit alltmer medvetna om att utveckling av kontraktsmodeller och ledningsformer på en mer tillämplig nivå förutsätter en djupare bergteknisk kunskap, åtminstone om man ska kunna utmana de föreställningar som råder i branschen. Därför har vi valt att behandla det sista delsyftet på en mer övergripande nivå och i stället diskutera förutsättningar för att välja rätt upphandlingsstrategi och att mer generellt bedriva utveckling av organisering och kontrakt för bergbyggnadsprojekt.

Mycket av den existerande litteraturen om organisering av och beslutsfattande inom större undermarksprojekt fokuserar på risken för kostnadsökningar under hela processen från idé till färdigställande. Problematiken i tidiga skeden när beslut tas om att överhuvudtaget bygga en tunnel ska inte behandlas i rapporten. Vi utgår från att det redan har fattats ett beslut om att ett tunnelprojekt ska genomföras och om var tunneln ska dras. Vi behandlar inte heller frågan om hur större projekt kan eller bör delas upp i mindre delar.

1.2 Arbetsgång i projektet

Vårt forskningsprojekt baseras empiriskt på ett antal fallstudier som återfinns i kapitel 5. Dessa har olika upplägg och djup beroende på när de genomfördes, vilken fas projekten befann sig i, samt vilken information som fanns lätt tillgänglig.

Kattlebergstunneln: orienterande fallstudie genomförd av Therese Eriksson vid Chalmers, inriktad på kommunikationen mellan aktörer under produktionskedet i en traditionell bergtunnelentreprenad. Baseras på intervjuer, observationer på plats samt dokument.

Citytunneln: översiktlig studie baserad på medverkan vid ett öppet seminarium efter projektets avslutande, skriftliga källor samt intervjuer med projektchef och geotekniker. Här behandlas både övergripande projektledningsprinciper och hantering av geologisk osäkerhet.

Förbifart Stockholm: ännu ej upphandlat vid tiden för studien. Intervju har genomförts med projektchefen om val av entreprenadform, ersättningsform och samverkansform.

Västlänken: ej upphandlat vid tiden för studien. Beskrivningen baseras huvudsakligen på dokument med Västlänkens upphandlingsstrategi (Trafikverket 2014b).

Citybanan, Stigbergsgaraget och SLs tunnelbanedepå i Norsborg: tre fallstudier av projekt där bergarbetena är avslutade eller i avslutningskedet. Fallstudierna baseras på intervjuer med beställarsidan samt i fråga om Stigbergsgaraget även med entreprenören.

Fokusområden i dessa studier var:

- Val av entreprenadform, ersättningsform och samverkansform
- Anbud och anbudsvärdering
- Bergkompetens och kommunikation
- Anpassning till verkliga berggenskaper, tillämpning av observationsmetoden/aktiv design
- Innovation/förbättringsarbete
- Erfarenheter, fördelar/nackdelar med arbetssättet
- Erfarenhetsöverföring från/till andra projekt

Vårt projekt påbörjades 2010. Vi har baserat upplägget på en genomgång av internationell litteratur, redovisad i kapitel 2 och 3. Under de senaste åren har utvecklingsarbete inom området bedrivits inom branschen och inte minst inom Trafikverket. Flera delprojekt inom PIA-projektet (se avsnitt 4.7) berör området för detta forskningsprojekt. Det har även genomförts flera examensarbeten med fallstudier av bergtunnelprojekt. För att bredda det empiriska underlaget och ansluta till det pågående utvecklingsarbetet sammanfattar vi även de viktigaste svenska rapporterna i kapitel 4.

2 ÖVERSIKT ÖVER KONTRAKTSTYPER

2.1 Historik

En välkänd historisk översikt över tunnelprojekt (Sandström 1963) lägger tyngdpunkten på teknikutvecklingen snarare än på hur projekten har organiserats och upphandlats genom tiderna. Tack vare Herodotos vet vi namnet, Eupalinos, på den teknikkonsult och samtidigt byggledare som kom till Samos på 500-talet f Kr för att utforma och leda arbetena med öns kilometerlånga vattentunnel (Apostol 2004), men det är inte ens säkert vilken teknik han använde för nå en överraskande hög precision i tunnelgeometrin.

Vi vet mycket mer om de stora alptunnlarna under 1800-talet. Den första stora tunneln (Fréjus/Mont Cenis), där arbetena påbörjades 1857, präglades i hög grad av två teknikkinnovationer: tryckluftborrar och elektriska tändhattar (Bory 1890 s 107-144, Sandström 1963 s 132-152). Upphandlingen fick närmast karaktär av innovationsupphandling och Sommeliers patenterade kompressor spelade en viktig roll, särskilt som ett snabbt genomfört projekt var en politisk prioritet. Sveriges första järnvägstunnel, den gamla Nyboda tunnel i södra Stockholm, började sprängas samtidigt för Västra stambanan, men utnyttjade Långholmenfångar och är avsevärt kortare: 0,4 km mot 12,9 km i Mont Cenis.

Erfarenheterna från Mont Cenis utnyttjades 1872 för upphandlingen av Sankt Gotthardstunneln. Av tre slutliga anbudsgivare utsågs den vars anbud hade den mest förmånliga kombinationen av pris och projekttid (Kauffmann 1882). Priserna var enligt å-prislista. Alla risker bars av entreprenören, som hade full frihet att välja teknik, men skulle inte kunna kräva ersättning för förstärkningsåtgärder som beställaren (järnvägsbolaget) ansåg behövas till följd av bristfälligt utförande. Om arbetena försenades utöver åtta år, skulle entreprenören betala ett vite per dag, och efter sex månader skulle detta vite fördubblas. Sandström (1963 s 164) uttrycker detta som att Favre, den vinnande entreprenören, i och med kontraktets ingående hade skrivit under sin egen dödsdom. Prislistan omförhandlades efter tre år och vissa dyra tekniska lösningar förenklades, då det var uppenbart att kostnaderna för tunneln skulle bli väsentligt högre än förväntat. Här var det alltså i utgångsläget fråga om totalentreprenad till fasta priser och tidsincitament. I likhet med åtskilliga av sina tunnelarbetare avled Favre i tunneln, som blev färdigställd med 21 månaders försening.

Givet lärdomarna från Sankt Gotthard såg det järnvägsbolag som 1898 beställde Simplontunneln till att fastprisupphandla med en kontraktsklausul som skulle lägga hela risken för oförutsedda omständigheter på entreprenören, med undantag endast för krig, epidemier eller generalstrejk (Sandström 1963 s 186). Denna riskallokering kan emellertid uppfattas som exempel på felaktigt lärande från tidigare projekt. Fem år senare var risken uppenbar att entreprenören skulle gå i konkurs, och kontraktet omförhandlades sedan beställaren (järnvägsbolaget) hade förstaförst. Kontraktssidan utökades, och vitet för att överskrida kontraktstiden sänktes. I Norge blev upphandlingen av Gravhalsentunneln kring samma tid en dyrköpt lärdom för entreprenören (Ravlo 2011).

Det finns två väsentliga skillnader i förutsättningarna för 1800-talets alptunnlar och dagens stora tunnelprojekt. För det första är inlagen av oprövad och turbulent teknik mindre idag, och för det andra är kraven på begränsning av olika negativa miljöeffekter väsentligt högre i

moderna projekt. Man kan jämföra komplexiteten och miljökonflikterna kring den nya Gotthardbastunneln (Hertogh och Westervelde 2009), ännu inte öppnad för tågtrafik, med den frihet från bivillkor som rådde under drivningen av den gamla Sankt Gotthardstunneln.

2.2 Entreprenadformer, ersättningsformer, samverkansformer

Det finns många sätt att organisera och genomföra tunnelprojekt. Upphandlingsstrategier består av olika kombinationer av upphandlingsformer (anbudsinfordran och värderingskriterier), entreprenadformer, ersättningsformer och samverkansformer (Eriksson och Hane 2014). Trafikverkets samlingsbegrepp affärsform i har i huvudsak samma betydelse. Det är inte bara projektets egenskaper som avgör vilken upphandlingsstrategi som är lämplig, utan en mängd andra faktorer som marknads- och konkurrensaspekter och beställarens kompetens, resurser och vilja att ta risk (Luu, Ng och Chen 2003, BKK 2007). Eriksson och Hane (2014) beskriver olika strategier för entreprenadupphandling och ger även råd för vilka strategier som är lämpliga i olika fall. Det bör dock påpekas att det även är viktigt hur de projekterande konsulterna upphandlas och vilken roll de har under processen, särskilt i utförandentreprenader.

Entreprenadform är ett begrepp som framför allt återfinns i Sverige, då kopplat till de två standardavtalen AB 04 (utförandentreprenader) och ABT 06 (totalentreprenader). I en utförandentreprenad (en lättbegriplig term för denna form är Design-Bid-Build, DBB) ansvarar beställaren för hela projekteringen, medan entreprenören ansvarar för utförandet. En totalentreprenad (Design-Build, Design-and-Construct, turnkey) baseras i idealfallet på funktionskrav och innebär att entreprenören ansvarar för projekteringen (designen). I praktiken förekommer dock många olika varianter och kombinationer av utförandentreprenader och totalentreprenader. Totalentreprenader kan exempelvis vara mycket styrda, och baseras i så fall på en ganska långt gången projektering genomförd av beställaren själv eller dennes konsulter. Så kallade partnering- eller samverkansprojekt med upphandling av entreprenörer i tidiga skeden kan också kombineras med både utförandentreprenader och totalentreprenader.

De två huvudprinciperna för att reglera ekonomisk ersättning för ett uppdrag är fast pris och löpande räkning. I det förra fallet ersätts entreprenören enligt det pris som fastställs i kontraktet, medan ett löpanderäkningavtal innebär att ersättningen baseras på de kostnader entreprenören verkligen haft. Kontraktsekonomen Tadelis (2012) hävdar att förhandlade löpande räkningavtal är den bästa lösningen för komplicerade projekt med många osäkerheter. Fast pris är lämpligt när det finns en större säkerhet och bättre förutsättningar att jämföra olika anbudsgivares priser. I verkligheten är situationen mer komplicerad eftersom det finns ett antal olika varianter och mellanformer som innebär att vissa arbeten eller vissa poster kan ersättas till fast pris.

I det här avsnittet behandlar vi de vanligaste upphandlingsstrategierna för bergarbeten. En arbetsgrupp inom International Tunneling and Underground Space Association har utgett en checklista för tunnelkontrakt, *The ITA Contractual Framework Checklist for Subsurface Construction Contracts* (ITA 2011). Här pekar man särskilt på vikten av att hitta former för att hantera variationer och förändringar under processens gång. Dessutom ger vi i detta avsnitt en kort beskrivning av begreppen Value Management och Value Engineering, medan flexibilitetsfrågorna huvudsakligen behandlas i kapitel 3 och 4. ITAs rekommendationer är i praktiken ganska generella, och även i vår beskrivning lägger vi oss på en övergripande nivå. Kontraktskrav som berör framför allt ersättningsprinciper för olika delar av undermarksprojekt återfinns i normalt flera olika kontraktsdokument och är svårtolkade för en lekman. För en mer noggrann genomgång av kontraktskrav för injekteringsarbeten i utförandentreprenader hänvisas

till Brantberger (2009), en rapport som utnyttjas i avsnitt 4.3. Vi behandlar heller inte systematiskt praxis eller litteratur om upphandlingsformer, även om sådana aspekter nämns i samband med andra diskussioner.

Mängdkontrakt

I ett mängdkontrakt prissätts mängder eller enhetstider för olika arbeten (å-priser), och entreprenörens ersättning kopplas till utförd mängd arbete (BKK 2007). I England baseras fastprisavtal för utförandentreprenader på detaljerade mängdförteckningar (bills of quantities), där entreprenören antingen ersätts enligt de mängder som specificeras i förteckningen, eller med detta å-pris multiplicerat med de verkliga mängderna (reglerbara mängder/*remeasurement contract*) (Murdoch och Hughes 2006). Grøv (2011) ger en ingående beskrivning av hur mängdkontrakt för tunnelkontrakt brukar vara utformade i Norge. Ett projekt med mycket detaljerad mängdreglering var Mitholz-tunneln, där det fanns en mängdförteckning på 10.000 poster samt ett antal specificerade mobiliseringsposter (Kadefors och Bröchner 2008). Mängdkontrakt förknippas huvudsakligen med utförandentreprenader, men kan användas för totalentreprenader.

Särskilda avtalsmodeller har utvecklats och används regelbundet för att hantera variationer i geologiska förhållanden (ITA 1996, van Staveren 2006). Dessa bygger på klassificering av berg (eller jord) i kategorier, var och en associerad med en teknisk design och en prislista. Utgående från existerande standarder i de tysktalande länderna och olika system för bergklasser har Schlosser (2005) föreslagit ett komplicerat system för ersättning i anslutning till den nya österrikiska tunneldrivningsmetoden, NATM (New Austrian Tunneling Method). Efter hand som produktionen fortskrider, utvärderas bergkvaliteten och lämplig utformning väljs. Metoden är kopplad till sekventiellt uttag och förstärkning av en tunnel eller berggrum. Hur berget indelas i olika zoner och hur arbetena etappindelas är då betydelsefullt (Benardos och Kalliampakos 2004, Zetterlund m fl 2011).

Som tidigare nämnts är tätning med injektering vid tunnelns front särskilt problematiskt och kostsamt. Brantberger (2009) beskriver injekteringsprocessen, dagens praxis och svårigheterna att hitta enhetliga och fungerande ersättningsformer. Komplexiteten beror till stor del på att tunneldrivning sker i endast en riktning och är beroende av tung och dyrbar utrustning. Stillestånd kan då snabbt leda till stora kostnadsökningar. Det är svårt att på ett förutsägbart sätt koppla dessa kostnader till de små mängder av injekteringsmedel och borrhåll som används, eller för den delen till mängden bergschakt. Utan separat reglering av tiden blir berg-risken svår att prissätta och konfliktrisen hög. Vidare är den tillfälliga förstärkningen som behövs under tunnelbygget entreprenörens ansvar, medan den permanenta utformningen - i en traditionellt upphandlad entreprenad - är kundens ansvar (ITA 1996). Alla dessa aspekter bidrar till meningsskiljaktigheter och tvister när geologiska förhållanden avviker mycket från vad som förutspått (van Staveren 2006). Den modell som är vanligast idag i Sverige är att bergschakt ersätts med ett kubikmeterpris (Nordstrand, i Hansson 2010). Injekteringen ersätts separat med en ersättning för borrhåll och cement, ibland även för pumptiden. Samma gäller för bergförstärkning genom bult och sprutbetong. Injekteringsklasser definieras, men omfattningen av varje klass anges inte och det finns ingen koppling till ersättningsnivå (Brantberger 2009). Från norsk sida konstateras att man numera avråder från att använda enbart enhetspriser för injekteringsmaterialet och att man i stället bör utgå från tidsförbrukning (NFF 2010 s 75). Här regleras tidsförändringar baserat på "tidsekvivalenter" för olika aktiviteter, där värdena för dessa ekvivalenter är konstanta över några år och sätts i förhandlingar mellan beställarnas och entreprenörernas branschorganisationer (Grøv 2011). Brantberger (2009) förordar att tid ersätts i ökad omfattning (och utöver tiden för själva injekteringen bland annat väntetid

samt tid för att borra kontrollhål och utföra ominjektering), men är mer tveksam till den norska modellen med tidsekvivalenter. Se vidare avsnitt 4.3 om detta.

Mängdkontrakt aktualiserar en intressant konflikt mellan samhällsekonomisk effektivitet och etiska principer. Bland beställare är det en utbredd uppfattning att det är olyckligt att anbudsgivare ”spekulerar” när de sätter å-priserna högre för mängder som de tror att beställaren har underskattat, och motsvarande lägre för mängder som förväntas bli lägre i verkligheten. Fenomenet är känt och analyserat av forskare sedan 1950-talet (Cattell 2012). Utgår man från samhällsekonomisk effektivitet och ekonomisk teori är det emellertid klokt att den anbudsgivare som är bäst på att förutsäga verkliga mängder också tilldelas kontraktet (Ewerhart och Fieseler 2003, Missbauer och Hauber 2006). Beställaren kan minska utrymmet för ”taktisk” prissättning genom att göra mer omsorgsfulla förundersökningar och på andra sätt se till att mängderna i förfrågningsunderlaget är realistiska.

En nackdel som ibland nämns med reglerbara mängder är densamma som för ren löpande räkning, det vill säga att det saknas incitament för entreprenören att söka efter möjligheter till förbättringar (Turner och Simister 2001). Det finns också ofta krav på att beställaren ska godkänna konstruktionen, men denne har inte självklart ett intresse av att acceptera några förändringar. Ett sätt att öka entreprenörens motivation för att finna effektiva lösningar inom ramen för mängdkontrakt, som föreslås av Grøv (2011), är att kompensera entreprenören för den uteblivna vinsten till följd av besparingar på förstärkningar (”lost production”). Man kan också arbeta systematiskt med Value Engineering (detta återkommer vi till nedan).

Löpande räkning, riktprisavtal och bonus

Vid löpande räkning ersätts alltså entreprenören för faktiska kostnader. Som nämndes ovan anses att förhandlade löpanderäkningavtal är den bästa lösningen för komplicerade projekt med många osäkerheter (Tadelis 2012). Särskilt komplicerade och osäkra moment kan också brytas ut och ersättas enligt löpande räkning. Löpande räkning och öppna böcker används ofta vid samverkan/partnering i husbyggnadssektorn i Sverige (Eriksson och Hane 2014). Ofta kombineras löpande räkning med ett fast entreprenörsarvode. Det fasta arvodet fungerar då som ett incitament, eftersom den procentuella vinsten ökar om totalkostnaden kan minskas. Även riktprisavtal (target cost contracts) används, vilket innebär att ett riktpreis sätts och att över- och underskridanden i förhållande till riktpriiset fördelas mellan avtalsparterna enligt överenskomna principer (ofta 50/50, men beställaren väljer ibland att ta 70-80 % av både risk och vinst). Riktprisavtal är också vanliga internationellt, som en effekt av att det finns som en option i NEC (New Engineering Contract). Entreprenörarvodet kan då användas som priskriterium vid upphandlingen, medan riktpriiset sätts i samverkan när projekteringen drivits tillräckligt långt. Både i Sverige och utomlands ser man ibland att riktpriiset används som en urvalsparameter vid upphandlingen, ungefär som vid en fastprisupphandling. Om riktpriiset används som tilldelningskriterium på detta sätt har dock entreprenören sannolikt räknat med ett visst incitamentsutfall i anbudet. Ett nollutfall är då inte neutralt utan räknas som förlust.

Riktprisavtal anses kräva en lagom stor osäkerhet och ett utrymme för förändring. Får entreprenören inte gehör för några av sina förslag kommer det att bli konflikter. Underlaget måste dock vara tillräckligt definierat för att sätta ett riktpreis och fungera som bas för att beräkna incitamentsutfall. En annan aspekt som varierar är principerna för att förändra riktprisavtalet. Ibland förändras riktprisavtalet så fort det blir en förändring i förutsättningarna, ibland sätts ett gränsvärde och ibland stipuleras att det ska vara fråga om beställariniterade förändringar i funktion eller omfattning för att riktprisavtalet ska förändras. Just att det blir för mycket diskussioner om riktprisavtalsförändringar har gjort att man på hussidan alltmer har gått ifrån

riktpreisavtal och föredrar löpande räkning med fast del. Det är då vanligt med olika bonusmodeller, dels sådana med anknytning till projektresultat (tid, kvalitet, säkerhet, kostnad) och dels sådana som kopplas till processkriterier (samarbete, kommunikation, innovation med mera).

Totalentreprenader och fast pris

I en totalentreprenad ansvarar entreprenören för projekteringen och den valda konstruktionslösningen. Det finns flera skäl att välja totalentreprenader. Ett är att möjligheterna till produktionsanpassning av konstruktionen ökar, vilket kan medföra en lägre kostnad. Överhuvudtaget ökar möjligheterna för entreprenörer att utnyttja sina kunskaper för att utveckla nya och innovativa lösningar. Det är också enklare för beställaren med ett samordnat ansvar för både projektering och produktion. Det är denna typ av fördelar som framhålls när den svenska Produktivitetskommittén förordar totalentreprenader (SOU 2012:39). Nicholson m fl (1999) förordar exempelvis totalentreprenad vid tillämpning av observationsmetoden, delvis på grund av att ändringshanteringen i utförandeentreprenader ofta är tung. De anser dock att det detta kräver att en Value Engineering-klausul (se nedan) införs.

Eftersom totalentreprenaden innebär att det går att överlappa projekteringen och produktionen kan man även korta projekttiden. McLain m fl (2014) har undersökt ett antal amerikanska infrastrukturprojekt utförda som totalentreprenader. De framhåller att ett vanligt skäl för offentliga beställare att välja totalentreprenad är just att de önskar ett snabbt projektgenomförande. Denna inriktning på kort projektid kan emellertid även betyda att förundersökningarna blir otillräckliga. Totalentreprenaden har också nackdelar i att beställaren får mindre insyn i och påverkan på detaljutförandet (Munfah 2006). Totalentreprenader kräver också hög beställarkompetens. Betydelsen av en kvalificerad bedömning av inkomna anbud understryks av Reilly (2000), som nämner den schweiziska upphandlingsstandarden från 1999 och upphandlingen av totalentreprenaden för Río Pedras-tunnlarna inom Tren Urbano, Puerto Rico. I detta federala (FTA, Federal Transit Administration) demonstrationsprojekt med turnkeykontrakt utvecklades och tillämpades en detaljerad bedömningsmetod, som ledde till att det inte var det lägsta anbudet som antogs. Det vinnande anbudet avvek på flera sätt från den preliminära design som ingick i förfrågningsunderlaget. Bland annat kom den nya österrikiska metoden, NATM, till användning (Romero och Adams 2000).

Det är dock en vanlig uppfattning bland bergexperter att det är svårt att tillämpa funktionskrav för bergarbeten, bland annat därför att kraven är svåra att verifiera i efterhand (Grøv 2011). Ett relaterat problem med totalentreprenader i undermarksprojekt är att entreprenörerna har svårt att förutse och kalkylera den geologiska risken, vilket innebär höga riskpremier om den ändå förs över på entreprenörerna. Om risken anses för hög minskar också antalet entreprenörer som är villiga att åta sig uppdraget och beställaren får en ökad risk att entreprenörer går i konkurs. I den tidigare nämnda checklistan som tagits fram av ITA (2011), pekar man särskilt på faran av att låsa in entreprenörer i fastpriskontrakt just i undermarkskontrakt med geologiska osäkerheter. Totalentreprenader kan ändå användas om riskerna är små eller det är möjligt att definiera tydliga gränsvärden för vilka risker som entreprenörerna ska räkna med i anbudet. Hvalfjörður på Island var en totalentreprenad (turn-keykontrakt) där mycket stor risk lades på entreprenören (Kadefors och Bröchner 2008). Här var mängdförteckningen mycket kortfattad och omfattade endast fem poster. I Sverige har totalentreprenad använts i begränsad omfattning för bergentreprenader med Hallandsåsen som det viktigaste exemplet. Från entreprenörsidan menar man att beställarna ofta överdriver riskerna och att man för att få ut full effekt av en totalentreprenad måste våga ställa funktionsbaserade krav, vilket också innebär att entreprenören behöver komma in tidigare i processen.

I Sverige har även en del av Norrortsleden, Täby kyrkby – Rosenkälla (2002-2008), upphandlats som en funktionsentreprenad (totalentreprenad med drift- och underhållsansvar under 15 år). Här ingår 1,1 kilometer i tunnel (Löttingetunneln), och för denna del fann man en mellanform där tunneln ersattes med fast del för berguttag och reglering mot riktpolis för injektering, förstärkning och dräner. Beställaren tog därmed ett visst ansvar för bergets kvalitet medan entreprenören tog ansvar för konstruktion och metoder (Busk 2008).

Value Management och Value Engineering

Särskilt utomlands ser man att en Value Engineering-klausul införs i kontraktet för att öka både entreprenörernas och andra parterns möjligheter och motivation att medverka till engagemang i förbättringsarbete. Value Management och Value Engineering är två begrepp som båda används för att beteckna ett strukturerat arbetssätt för att identifiera alternativa lösningar (se t ex SAVE International 2007). Lin och Shen (2007 s 2) beskriver Value Management på följande sätt:

VM är en effektiv, organiserad, systematisk teamapproach för att öka värde för pengar genom att eliminera möjliga kostnader utan att äventyra önskad funktion. En VM-studie organiseras snormalt i form av en workshop som samlar ett mångdisciplinärt intressentteam för att gå igenom projektet, säkra att teamet förstår kundbehov och utvecklar en kostnadseffektiv lösning under ledning av en professionell facilitator som följer en fastslagen uppsättning av procedurer.

Det är viktigt att planera samarbetet så att det finns tid och resurser inte bara för Value Managementprocessen i sig, utan också för att behandla de förslag som kommer fram. Utan en rationell och smidig process för att godkänna designförändringar finns risk att tidplanen påverkas negativt och att de goda idéerna aldrig får genomslag. Incitament för konsulter och beställarerepresentanter kan också behöva ses över.

I Sverige är det mer ovanligt med formaliserad Value Management med särskild utbildade facilitatorer, men workshopbaserade modeller för gemensamt förbättringsarbetet förekommer, framför allt i samverkansprojekt. I Norrortsleden arbetade man med stor framgång med detta inom ramen för en funktionsentreprenad med helhetsåtagande (Busk 2008). Mindre ambitiösa och mer informella modeller där parterna delar på vinsten av designförändringar eller byter olika önskemål med varandra förekommer i många projekt.

Samverkansformer

En annan dimension av upphandlingsstrategin (eller, med Trafikverkets terminologi, affärsformen) är samverkansformen. I tunnelprojekt behövs kontinuerlig kommunikation mellan beställarens organisation och entreprenörens organisation för att göra nödvändiga justeringar och förhandla om ekonomisk reglering. Specialiserade tekniska funktioner deltar regelmässigt i beslut som rör avtal och projektkostnader. Att samarbetet och kommunikationen i dessa relationer fungerar är ofta avgörande för att uppnå ett bra resultat.

Traditionella beställare-entreprenörrelationer präglas dock ofta av konflikter som kan vara både dyra och påverka effektiviteten i genomförandet negativt. Ett sätt att öka förmågan att lösa konflikter snabbt och resurseffektivt är att redan från projektstart skapa och använda så kallade Dispute Resolution Boards eller Dispute Review Boards, DRBs, dit de konflikter som inte löses av kontraktsparterna på arbetsplatsen kan hänföras. Sådana mekanismer är vanliga internationellt, exempelvis i Norge (Grøv 2011), men används sällan i Sverige. Ett undantag är Hallandåsprojektet, där man inrättade en Dispute Adjudication Board, ett begrepp som nu-

mera återfinns även i FIDICs Red Book. Grøv föreslår också att referensgrupper med tunnelkompetens engageras för att lösa problem innan de blir till konflikter, där sådana grupper alltså har en mer förebyggande funktion än en DRB.

Sedan 1980-talet har generella initiativ tagits i många länder (Manchester Business School 2009, Dewulf och Kadefors 2012, Walker och Lloyd-Walker 2015) för att finna former för att förbättra samarbetet mellan parterna i byggprojekt och bättre utnyttja den samlade kompetensen. För offentlig upphandling finns i så gott som alla länder väsentliga restriktioner, inte minst att möjligheterna att förhandla med anbudsgivare är begränsade. Trots detta har även offentliga aktörer varit ledande i att tillämpa och sprida nya samverkansformer. Weston och Gibson (1993) beskriver hur det var US Army Corps of Engineers som 1988 införde rutiner för partnering i projekt med offentlig beställare, en praxis som hade börjat växa fram i den privata sektorn. I Australien har ett stort antal offentliga infrastrukturprojekt genomförts som allianser, en samverkansform som innebär att alla parter är med och delar risker och möjligheter (Chen och Manley, 2014).

I Europa har särskilt Storbritannien varit ledande i utvecklingen. En utredning från 1994 (Latham 1994) pekade ut fragmentiserade projektorganisationer och konflikter som viktiga orsaker till branschens kvalitets- och lönsamhetsproblem. En central slutsats var att förbättringar i byggbranschen förutsatte bättre samverkan och ökat förtroende mellan parterna. Ett par år senare startades ett reformprogram, Rethinking Construction (senare Construction Excellence), för att förändra arbetsformerna i grunden. Här inspirerades man av bilindustrins arbetssätt med integrerade processer, och målsättningen har varit att gå ifrån upphandling på lägsta pris i enskilda projekt och i stället sträva mot att uppnå ”best value” genom långvariga samarbeten med stark förbättringsriktning. I enstaka projekt med stor osäkerhet förordas att beställaren tar en större del av både risken och ansvaret för att organisera samarbetet.

Ett viktigt projekt för utvecklingen av ett samverkansbaserat arbetssätt var byggandet av Heathrowtunneln. Efter en period med kraftiga regn kollapsade en tunnel under pågående arbete i oktober 1994. Projektet genomfördes med observationsmetoden (se vidare avsnitt 3.2 om denna metod). Entreprenören bar risken under ett fastpriskontrakt, men beställaren (dvs Heathrow Express och BAA) ansåg sig inte kunna kräva entreprenören enligt kontraktet, och valde att övergå till att själv ta på sig större risker och ersätta enligt löpande räkning i nya kontrakt. Heathrowtunneln har varit en viktig förebild i utvecklingen av samverkansmodeller i Storbritannien. BAAs nästa stora projekt, Heathrow Terminal 5, genomfördes framgångsrikt enligt dessa principer, liksom flera stora anläggningsprojekt (Caldwell m fl 2009).

Inom samverkansprojekt i Storbritannien har även alliansmodeller med vinstdelning använts. I projektet London Tunnels, som var en del av Channel Tunnel Rail Link (High Speed One), användes från början New Engineering Contract (NEC), Option C, som är ett incitamentsavtal med öppna böcker och regler för att ändra målkostnaden (se Kadefors och Bröchner 2008 för en kort fallbeskrivning). Projektet var uppdelat på fyra kontrakt, varav Skanska var med i tre. Arbetet fungerade bra, men efter ett år såg beställaren risker för att det kunde bli en gränsdragningsproblematik som kunde medföra att entreprenörerna skulle fokusera på att höja målkostnaden snarare än att på att lösa de tekniska problemen. Kontraktet gjordes då om till en allians som innebar att man slog ihop de fyra kontrakten. Beställaren lade hela sin budget för oförutsett (*contingencies*) i potten och alla möjligheter att få ersättning utöver detta togs bort. Ett nytt incitament knöts till färdigställandepunkter, där alla parter fick en del av potten om tidsmålet uppnåddes. Det var ett mycket framgångsrikt projekt som levererades på tidplan och inom budget.

Idag är det tydligt att agendan i Rethinking Construction har ett fortsatt stort inflytande. Uppföljningar av förbättringsarbetet visar på goda resultat, särskilt i demonstrationsprojekten men även i industrin som helhet (Constructing Excellence 2009). Målet att uppnå ökad effektivitet och förbättringar genom integrerade processer och leverantörskedjor är fortfarande centralt. En Government Construction Strategy publicerades 2011 i syfte att sänka byggkostnaderna med upp till 20 procent fram till 2015, samtidigt som kompetensen och innovationsgraden skulle öka och koldioxidutsläppen minska. På infrastruktursidan leds utvecklingen på en övergripande nivå av Infrastructure UK, en enhet inom finansministeriet (HM Treasury). Network Rail och Highways Agency arbetar båda enligt tydliga riktlinjer att främja samverkan och tidig involvering av entreprenörer i projekt (Early Contractor Involvement, ECI).

I Sverige lanserades FIA (Förnyelse i anläggningsbranschen) som ett branschgemensamt initiativ i december 2003 med det huvudsakliga syftet att samla hela den svenska anläggningsbranschen för att med gemensamma krafter skapa nödvändig förnyelse. Bakgrunden var stora konflikter och kostnadsökningar i flera stora infrastrukturprojekt kring millennieskiftet. FIAs mål lydde:

- Högre effektivitet som ger högre kvalitet, lägre kostnader och ökad lönsamhet
- Bättre samspel och samarbete mellan branschens aktörer
- Bättre incitament för satsning på forskning och kompetensutveckling
- Effektivare förmedling av den kunskap och kompetens som redan finns
- Nyrekryteringen säkras genom att förnyelsearbetet ger en mer positiv bild av branschen i allmänhetens ögon

FIA utvecklade en modell för samverkan som kallade Utökad samverkan (FIA 2006) och genomförde många utvecklingsinitiativ. På tunnelsidan har projekt som Götatunneln, Citytunneln och Norrortsleden (med Löttingetunneln och Törnskogstunneln) varit framgångsrika i att skapa en god samverkan. I likhet med de tidiga partneringinitiativen av offentliga beställare i USA hade FIA dock inte starkt fokus på att utveckla kontrakten, utan många samverkansprojekt använde ganska traditionella kontraktsformer. När nya kontraktsformer kom till användning var det ett svar på projektens behov snarare än som delar av en nationell agenda. En del av Norrortsleden genomfördes som ett pilotprojekt för att testa funktionsentreprenad i kombination med Utökad samverkan. Projektet visade goda resultat, och Vägverket tog fram en bok om projektet med fokus på ledning och organisation (Busk 2008).

Val av upphandlingsstrategi

I det brittiska förändringsprogrammet för statligt infrastrukturbyggande, Infrastructure Cost Review Programme (HM Treasury 2010), har en Project Initiation Routemap (tidigare: Infrastructure Procurement Routemap) nyligen (HM Treasury 2014) tagits fram för att stödja projektägare, projektledare och leverantörer i att välja rätt upphandlingsstrategi med hänsyn till projektets förutsättningar och behov, men också för att säkra att både beställare och leverantörer har den kompetens och de resurser som krävs. Syftet är att hjälpa både offentliga och privata beställare att identifiera och möta vanliga och återkommande problem i infrastrukturbyggande. Denna Routemap består av en övergripande handbok och fem moduler (verktyg) för att hantera olika beslutsprocesser och aspekter. Värt att notera i denna routemap är även ett ökat intresse för att koppla upphandlingsfrågorna till ett tydligare livscykelänkande för de anläggningar som ska byggas (Sandham m fl 2014).

Det finns i Sverige ett riktlinjedokument för val av affärsform för entreprenader (Trafikverket 2010), och motsvarande för projekteringsuppdrag (Trafikverket 2011). Riktlinjen för entreprenader är framtagen av verksamhetsområde Investering, men gäller även för Stora Projekt.

Begreppet affärsform omfattar fyra delar: upphandlingsform, entreprenadform, ersättningsform och samverkansform. I riktlinjen redogörs för alternativen inom varje delområde och därefter beskrivs kortfattat en process för att stegvis beakta olika faktorer: projektets omfattning, tidplan och beroende, komplexitet, frihetsgrader, risker, leverantörsmarknaden samt beställarkompetensen. Resultatet av analysen ska redovisas i en motivbilaga enligt en standardmall. Det fastslås att det är projektledaren som ansvarar för att välja affärsform. Beställarkompetens är det sista steget som ska analyseras enligt riktlinjen, men det står i princip bara att det är viktigt att säkerställa att det finns tillräcklig beställarkompetens.

3 TEORIER OM ORGANISERING OCH KONTRAKT FÖR TUNNELPROJEKT

Här går vi djupare in på teoretisk litteratur som är relevant för organisering av tunnelprojekt, både mer allmän forskning om organisering av projekt och hantering av osäkerhet, och sådan forskning som särskilt berör undermarks-, berg- och tunnelprojekt.

3.1 Organisering av projekt

Både forskning och praktik inom projektledningsområdet har traditionellt styrts av ett hårt paradigm, med fokus på tydliga mål som konkretiseras och bryts ned i deluppgifter för att kunna hanteras av teknikbaserade planerings- och styrsystem (work breakdown structures, critical path method, osv) (Pollack 2007). I detta system går styrningen ut på att minimera behovet av ändringar. Under senare år har emellertid detta traditionella projektledningsparadigm alltmer kommit att ifrågasättas (Dvir och Lechler 2004, Pollack 2007). Många menar att projekt har blivit allt mer komplexa så att behovet av flexibilitet har ökat, vilket ställer krav på nya former för projektledning (Williams 1999, Shenhar m fl 2002, Olsson 2006). Komplexitet definieras då gärna i termer av differentiering, det vill säga hur många deluppgifter som ingår, hur beroende dessa är av varandra samt graden av osäkerhet (Williams 1999).

Det finns många projekt där alla väsentliga förutsättningar för genomförandet är kända vid projektstart. Andra projekt, till exempel stora IT-projekt, präglas däremot ofta av att förutsättningarna ändras under projektets gång: det kan bero på ändrade kundkrav, att väsentliga egenskaper hos det befintliga IT-systemet var ofullständigt kända, och själva tekniken kan ha utvecklats sedan projektet planerades (Bröchner och Badenfelt 2011). Liknande utmaningar uppträder i bygg- och anläggningsprojekt och alldeles särskilt i tunnelprojekt (Hertogh och Westerveld 2009). Ofta finns det mycket att vinna på att kunna anpassa projektets genomförande och mål till ändrade förutsättningar eller ny kunskap som successivt utvecklas under projektgenomförandet (Kreiner 1995).

I projektledningslitteraturen framhävs också gärna att olika typer av projekt ställer olika krav på organisation och ledning. I en undersökning av 127 projekt från olika sektorer fann Shenhar m fl (2002) att det var stor skillnad på vilka ledningsstrategier som var framgångsrika för projekt med olika grad av teknisk osäkerhet och komplexitet. Bland annat varierade behovet av och inriktningen på planering, uppföljning och skriftlig kommunikation. När det gäller tunnelprojekt är det uppenbart att nivån på osäkerhet beror av tekniska eller naturgivna förutsättningarna, en dimension som faktiskt saknas i Shenhars (2001) inflytelserika typologi över olika former av teknisk osäkerhet, som ofta används för jämförelser mellan olika slags projekt.

Puranam m fl (2014) sammanfattar litteraturen om organisering och identifierar fyra dimensioner som definierar organisationsformen:

1. Uppdelning i olika arbetsmoment (Task division)
2. Fördelning av arbetsuppgifter (Task allocation)
3. Fördelning av belöningar (Reward distribution)
4. Informationsflöden (Information flows)

Dessa fyra frågor är lika aktuella för tillfälliga organisationer, med andra ord verksamheter som bedrivs i form av projekt. Men eftersom projekt är temporära företeelser, blir tidsaspekter av stor betydelse för organisationens sätt att uppstå och sedan fungera. Å ena sidan finns det mer eller mindre långsamma fysikaliska och produktionstekniska förlopp i projekt, och å andra sidan tar både kommunikation mellan människor och lärande sin tid. Interaktionerna mellan olika sådana processer utmed projektets tidsaxel avgör effektiviteten. Vissa slags projekt domineras av de fysikaliska och tekniska processerna, och om dessa är präglade av en hög grad av irreversibilitet, blir det särskilt viktigt att de organisatoriska processerna är så utformade att de kan hantera detta. De fyra dimensionerna är inbördes beroende. Förändras till exempel fördelningen av belöningar eller arbetsuppgifter, har det följderna för informationsflöden. Utsätts projektet för oväntade störningar påverkas informationshanteringen men kanske också fördelningen av arbetsuppgifter.

De fyra organiseringsaspekterna som Puranam m fl (2014) identifierade kan också vara mer eller mindre formaliserade. I alla organisationer finns både formella och informella system. Dessa kan samverka på olika sätt: de kan komplettera och förstärka varandra, eller de två systemen kan endast delvis anpassas och betona olika aspekter. Gulati och Puranam (2009) menar att den informella organisationen är mer långvarig, och att den formella organisationen därför ofta fokuserar på beteenden som inte tillräckligt stöds av den informella organisationen. Dock är systemet för att utveckla den informella styrningen mindre tydligt, och är baserat på interaktion som kan äga rum både i samband med formaliserade möten och vid rent informella tillfällen. Detta innebär också att det informella systemet är svårare att kontrollera, vilket kan leda till att viktiga bakomliggande kulturella element oavsiktligt kan förloras över tid.

Förhållandet mellan formella och informella aspekter av en organisation har också fått mycket uppmärksamhet i senare forskning om interorganisatoriska relationer. Som Argyres m fl (2006) påpekar har tendensen inom managementforskning varit att i linje med vad som observerades redan av Macaulay (1963) se detaljerade formella avtal som onödiga eller till och med skadliga för förtroende och samarbete. På senare tid har dock effekter av kontrakt som är relaterade till meningsskapande och lärande uppmärksammats alltmer (Vlaar m fl 2006, Poppo och Zenger 2002). Kontrakt ses då som en kunskapsbärare, där arbetet med att upprätta ett kontrakt betyder att parterna tvingas att tänka igenom de svårigheter som uppdraget innebär och då också genererar en ökad samsyn kring detta (Vlaar m fl 2006). På liknande sätt ger formella system för uppföljning av kontraktskrav underlag för förbättringsarbete och input till diskussioner, förutsatt att ledningen genom sin attityd tydligt kommunicerar att det är detta som är avsikten. Ring och Van de Ven (1994) beskriver utvecklingen av samarbetsrelationer som en cykel, där informellt förtroendebyggande och formella åtaganden är två dimensioner som samverkar för att stärka relationen över tid. Frågor om förtroende och kultur återkommer vi till i avsnitt 3.3 nedan.

3.2 Osäkerheter, flexibilitet och innovationer

Osäkerhet och risk

Ett centralt begreppskomplex i litteraturen om kontrakt och organisering av undermarksprojekt är osäkerhet och risk. Sedan gammalt finns det olika försök till distinktioner mellan osäkerhet och risk, men dessa är problematiska (Aven 2012) och vi avstår här från att ta fasta på skillnaderna. Principer och verktyg för att analysera och hantera risker (risk management) har

utvecklats starkt under senare år och fått stort genomslag både i byggandet och i andra sektorer i samhället. En tidig genomgång av analysmetoder för risk och beslut i anslutning till Norra Länken i Stockholm har gjorts av Sturk m fl (1996). Försäkringsbolagen och British Tunnelling Society tog fram en *Joint Code of Practice for Risk Management of Tunnel Works in the UK*, presenterad 2003. I bearbetad skick för internationell användning kom denna senare ut som *A Code of Practice for Risk Management of Tunnel Works* (International Tunnelling Insurance Group 2006).

Ett flertal författare har tagit fram olika typologier för att klassificera osäkerhet och risk i undermarksprojekt, ofta kopplade till förslag på åtgärder för riskhantering. Här finns även många risker som inte är direkt beroende av bergets egenskaper.

Van Staveren (2013) fokuserar särskilt på geoteknisk osäkerhet, och särskiljer fyra typer:

1. Slumpmässighet (avsaknad av ett mönster för jordlager eller parametrar)
2. Oklarhet (brist på gemensam uppfattning om geoteknisk information bland experter)
3. Ofullständighet (bristande information p g a ofullständiga geotekniska undersökningar)
4. Fel (mänskliga faktorn, ...)

I ett kontraktssammanhang kan man möta de fyra typerna av osäkerhet på olika sätt. Typerna 1 och 3 beror främst på omfattningen av förundersökningar eller undersökningar under pågående arbeten. Typ 2 svarar mot åtgärder som t ex säkrar dialog före beslut och anlåtande av ytterligare, oberoende expertis. Typ 4 är både en rutin- och expertisfråga.

Även Baynes (2010) tar upp källor till projektrisker med koppling till geotekniska aspekter: projektledning, kontrakt och teknik (analytiska, egenskapsmässiga och geologiska tekniska riskkällor). Vidare identifieras tio etablerade managementmetoder för att minska sådana risker:

1. Användning av riskregister
2. Adekvat och fullständig förundersökning
3. Skedesvisa undersökningar genomförda av ett flerdisciplinärt team
4. Systematisk användning av olika slags rapporter med undersökningsresultat till entreprenören
5. Peer review vid kritiska tidpunkter i projektet, dvs att oberoende specialister kommer in och ger råd (exempel, se Baynes m fl 2005)
6. Användning av observationsmetoden
7. Kontraktflexibilitet så att entreprenören kan ersättas för nödvändiga arbeten
8. Rättvis fördelning mellan beställare och entreprenör av geotekniska risker
9. Användning av residualriskregister (över de risker som återstår efter åtgärd) under pågående arbeten (jfr Clayton 2001)
10. Tillämpning av ett totalangreppssätt på ingenjörsgologi, med stora insatser för att förstå geologin och att definiera och dokumentera referensförhållanden så fort tillfälle ges.

Likhitrungsilp och Ioannou (2009) har analyserat riskallokeringen i fem thailändska tunnelkontrakt och noterat inte mindre än 34 riskfaktorer. För varje riskfaktor undersöktes om kontraktet allokerade riskerna till beställaren eller entreprenören, eller om riskerna skulle delas av dessa, om risker uppträdde i kontraktet utan klar allokering, och om det fanns risker som inte tagits upp i kontraktet. De flesta riskerna visade sig falla på entreprenören, även om detta i flera fall stred mot de rekommendationer som utfärdats av ITA, särskilt i fråga om oförutsedda bergtekniska förhållanden och ofullständiga förundersökningar. Likhitrungsilp och

Ioannou (2009) menar att detta innebär att beställaren får betala onödigt höga riskpremier, och ser ett problem i att generella standardkontrakt såsom FIDIC används för tunnelbyggnad. Det är dock viktigt att komma ihåg att det med tanke på samhällsekonomisk effektivitet finns en optimal nivå för beställarens förundersökningar, givet att olika anbudsgivare avser att tillämpa olika slags teknik för tunnelarbetena och därför också har egna, något olika förundersökningsbehov (Bröchner 1994).

Det etablerade teoretiska synsättet är att den part som bäst kan hantera en risk också är den som ska ansvara för den (se van Staveren 2006, Turner och Simister 2001). ITA (2011) påpekar dock att denna princip inte självklart är tillämplig för undermarksprojekt. Anledningen är att den part som bäst förstår och kan hantera risken inte alltid är finansiellt mest lämpad att bära risken. Man menar att det är mycket viktigt att se till att olika parter är medvetna om vilka risker de ansvarar för. Ett sätt att tydliggöra entreprenörens risker är att använda sig av så kallade Differing Site Conditions (DSCs) och Geotechnical Baseline Reports (GBRs) för att tydligt definiera vilka bergförhållanden som entreprenörerna ska räkna med i sina anbud (van Staveren 2006). Beställaren identifierar då baselines (även andra begrepp används) som tydligt definierar hur ansvaret för markförhållanden fördelas på parterna i kontraktet. Baselines är tröskelvärden för olika parametrar, t ex antal block, hållfasthet hos jordlager och grundvattennivåer, där entreprenören har ansvaret upp eller ned till ett visst värde och beställaren tar risken om förhållanden är värre än den nivå som definieras av baselinevärdet. Givet att baselines inte sätts alltför konservativt (dvs så att det endast är exceptionella förändringar som blir föremål för reglering) innebär detta att beställaren får ett lägre anbud genom att entreprenören sänker sin riskpremie.

Leijten (2008) menar att den naturliga reaktionen på osäkerhet är att knyta mer kompetens till projektorganisationen. Detta kan dock leda till mycket komplicerade organisationer, med många olika experter inom olika organisationer. Han påpekar man måste se till vilka incitament dessa experter har, och att detta är särskilt viktigt för beställare utan egen undermarks-kompetens, som annars kan bli utlämnade antingen åt rådgivare som inte tar ansvar för sina råd eller åt entreprenörer som vill få gehör för dyrare lösningar som gynnar dem. I praktiken kan en sund incitamentsstruktur vara mer effektiv för att reducera risk än att knyta mer extern kompetens till projektet. Leijten (2008) menar också att det är bättre att ha egen beställarkompetens än att hyra in konsulter.

Aktiv design och observationsmetoden

En annan orsak till att införa flexibilitet i kontrakt är att öka möjligheterna att optimera konstruktionen. I bergbyggnadsprojekt baseras traditionellt dimensionering och val av produktionsmetod på en försiktig uppskattning av bergförhållandena, vilket kan leda till onödigt dyra konstruktionslösningar när osäkerheten om markens och bergets egenskaper är stor. Ett alternativ är då att i stället tillämpa observationsmetoden, som är en dimensioneringsmetod som gör det möjligt att anpassa konstruktionen till den information om geotekniska förhållanden som successivt framkommer under arbetets gång (Peck 1969, Powderham 1998, Holmberg och Stille 2007). Därmed kan man välja ett mindre kostnads- och tidskrävande utförande i de fall där detta visar sig möjligt. Se Kadefors och Bröchner (2008) för en genomgång av observationsmetoden ur ett kontrakt- och organisationsperspektiv.

Observationsmetoden har tidigare företrädesvis använts som en utväg (*best way out*) först när projektet stött på svårigheter som inte kan hanteras på annat sätt. I den nya europastandarden (Eurokod) för geokonstruktioner anges emellertid observationsmetoden som en av tre alternativa dimensioneringsprinciper. Metoden bygger på tre principiella steg: förutsägelse, observation och åtgärd (IEG 2011). Man ska bestämma acceptabla gränser för beteendet, definiera

kontrollparametrar att mäta och ta fram en plan för att följa upp att det verkliga beteendet håller sig inom gränserna. Även en plan för korrigerande åtgärder ska upprättas. Denna plan är den stora skillnaden mellan att tillämpa observationsmetoden och andra tillåtna verifieringsmodeller.

Nyare studier av observationsmetodens tillämpning i verkliga projekt lyfter ofta fram dynamiska aspekter. Egentligen rör det sig om ett reglertekniskt system när man använder observationsmetoden, oavsett om den är informellt använd eller följs mera strikt (Blockley 2010). Återkopplingen i reglersystemet försvaras av mätsignalerna kommer med en viss ledtid, kan vara behäftade med mätfel, och de kan dessutom vara svårtolkade. Olika experter kan uppfatta signaldata på olika sätt. Sedan mätsignalen har registerats och eventuella tolkningsproblem har lösts, återstår ledtid innan en regleråtgärd har beslutats och sedan satts in. Därefter går det ytterligare tid innan nya mätsignaler indikerar hur systemet har påverkats av regleråtgärden, osv (van Baars och Vrijling 2004). Behovet av att teknisk expertis uppdaterar den geologiska modellen innan åtgärd kan skapa förseningar (Schubert 2010). Uppenbart är dessa ledtider farliga om man hanterar instabila strukturer, som kan bryta ihop innan åtgärder beslutas och får verkan (Nossan 2006, Ma 2011). Till detta kommer att själva mätningen av till exempel inläckage kan störa och försena tunneldrivningen (Spross 2014). Mätningarna är dyra i sig och det betyder att det finns optimala mätintervall. Det kan behövas dubbla mätsystem för att säkra att man erhåller rätt mätsignaler (Nicholson m fl 1999).

Att observationsmetoden finns införd i Eurokod kan leda till att det i framtiden kommer att bli vanligare att använda metoden på ett mer planerat sätt (*ab initio*). Observationsmetoden gör det möjligt att uppnå en ekonomiskt mer optimerad konstruktion i förhållande till de krav som råder för bärförmåga, beständighet, vibrationer, täthet, buller, tidplan med mera. Men även om det finns en geoteknisk osäkerhet så kan en bedömning av samtliga förutsättningar leda till att en robustare konstruktion är ett bättre alternativ (IEG 2010, Zetterlund m fl 2011). Potentiella kostnadsbesparingar ska alltså även ställas mot de merkostnader som följer av utökad projektering, förberedda korrigerande åtgärder, fler kontroller och mer tekniskt stöd under utförandet.

Överhuvudtaget är det viktigt att kunna ställa kostnaderna för undersökningar mot värdet av det beslutsunderlag som man får (Kvartsberg 2013). Genom Value of Information Analysis (VOIA), som innebär en systematisk förhandsbedömning av vilket värde som förundersökningar skapar som underlag för bättre beslut, kan mycket vinnas. Zetterlund (2014) har bland annat tillämpat VOIA på Äspölaboratoriet i Oskarshamn.

Krav på ledning och organisation

Som nämndes tidigare finns en internationell trend mot mer flexibla metoder för projektledning i allmänhet, och inom byggandet är den nära förknippad med utvecklingen mot samarbetsinriktade kontraktrelationer. De traditionella kontrakt- och organisationsformerna är inte anpassade till den form av flexibel samverkan mellan beställare, konstruktör och entreprenör som metoden förutsätter (Nicholson m fl 1999). I andra länder har man sett en ökad tillämpning av observationsmetoden just i samverkansprojekt. Le Masurier m fl (2006) anser att det ändå är förvånande att observationsmetoden inte används mer i projekt med hög osäkerhet och menar att förklaringen är det etablerade sättet att styra och leda projekt, som bygger på att uppgiften bryts ned i olika delar som hanteras i en linjär process. Detta är svårt att förena med ett sådant iterativt angreppssätt som observationsmetoden förutsätter.

Le Masurier m fl (2006) pekar också på att det kan finnas risker i att tillämpa observationsmetoden utan att kompetensen, kulturen och ledningsprocesserna anpassas till kraven på att hantera osäkerhet på ett systematiskt sätt. Även ITA (2011) framhåller i sin checklista starkt behovet av en organisation med tydliga och genomarbetade processer för att övervaka och hantera osäkerhet. Den första Heathrow Express-tunneln genomfördes enligt observationsmetoden (se under Samverkansformer i avsnitt 2.2 ovan). Den kollapsade sedan man efter en problemfri period hade tagit bort den funktion som regelbundet skulle utvärdera mätresultaten. Enligt Le Masurier m fl (2006) berodde detta på en managementkultur som inte var orienterad mot att upptäcka och hantera risker. Utredningen av Heathrow Express fastslog att det inte räcker att övervaka de geotekniska riskerna, utan att även den organisation som ska hantera metoden behöver kontinuerlig bevakning och anpassning. Man rekommenderar alltså att preventiva försvarssystem etableras i alla komplexa projekt för att förebygga kulturella, organisatoriska och ledningsmässiga brister. Detta kan ses som att observationsmetoden tillämpas för att hantera osäkerhet och risk även när det gäller organisation och ledning. Här behövs kanske inte samma grad av formalisering i fråga om gränsvärden och förberedda åtgärder, men principerna är desamma.

Innovationer

Stora tunnelprojekt kan utgöra testbäddar för hittills oprövad innovativ teknik, även om teknikgenombrotten är små och knappast kan jämföras med 1800-talets. En möjlighet skapas av att de verkligt stora projekten sträcker sig över lång tid, men erfarenheterna visar att oprövad teknik ökar projektets komplexitet på ett ofta svårhanterligt sätt. Hertogh och Westerveld (2009 s 138ff) tar som exempel nya tekniker för tunnelsäkerhet som tillämpats i det nederländska väg A73 Syd med två tunnlar, Swalmen och Roermond. Den senare är med sina 2,5 kilometer landets längsta undermarkstunnel. Här uppstod flera slags komplexitet med olika följder för projektgenomförandet. Hertogh och Westerveld anser att den dynamiska managementuppgiften för att hantera projektkomplexitet är att finna en balans mellan styrning och interaktion. Oftast undviker beställaren dock oprövad teknik i stora komplicerade infrastrukturprojekt (Priemus 2010) och Beitnes (2011) pekar på olika hinder för utveckling av innovativ tunnelteknik, däribland norska erfarenheter av hur svårt det kan vara att precisera tydliga funktionskrav som nya tekniska lösningar ska uppfylla. Att det är svårt att hitta rätt i beslut om ny teknik visar även erfarenheterna efter kollapsen av Heathrow Express-tunneln. Olyckan ledde till att tekniken att bygga med sprutbetong (NATM) förbjöds i Storbritannien, och när sprutbetonglining började användas igen var det med ett nytt namn (SCL, Sprayed Concrete Lining) och en mycket konservativ design. Men troligen har man varit alltför försiktig, då metoden är mycket kostnadseffektiv och har använts utan problem i många andra länder.

3.3 Kompetens, kommunikation och kultur

Att bedöma egenskaper hos berg och välja konstruktion på basis av en begränsad information anses kräva omfattande expertkunskaper. Detta innebär både en teoretisk förståelse av modellens uppbyggnad och en delvis erfarenhetsbaserad förmåga att tolka och väga samman olika typer av information. Här ingår även okulär besiktning av olika förhållanden på plats. Expertis på området har alltså ett inslag av färdigheter som inte utan vidare fångas av en åtskillnad mellan tyst och kodifierad (nedskriven) kunskap. Generellt visar sig hög grad av expertkunskap genom överlägsna kontextbaserade intuitiva handlingar, som kan vara svåra att uttrycka i ord (Ericsson 2006 s 12). Inom bergbyggande är en följd av detta att olika experter kan komma att rekommendera olika slags (för-)undersökningar i olika omfattning, och dessutom kan de tolka resultaten och deras översättning till åtgärder på olika sätt. (Se f ö Eddleston m fl 1995, om ingenjörsgéologens roll.) Ett annat grundläggande fenomen är naturligtvis att olika

intressenter i tunnelprojekt har olika världsuppfattningar och olika slags kunskapssyn (Mars-hall och Bresnen 2013). Detta får inverkan kanske framför allt i relationen mellan bergexper-tisen och andra yrkesgrupper som medverkar i beslutsprocesserna.

Bergteknisk kunskap har vissa likheter med den medicinska kunskap som karakteriserar kirur-ger. Aktiv design motsvaras i så fall av kirurgers val av ingrepp baserat på vad de upptäcker under operationen. Skillnaden ligger i att experten/kirurgen har full professionell kontroll och fullt ansvar gentemot patienten, medan den enstaka bergtekniska experten ingår i ett mer komplicerat beslutsammanhang. Bergteknisk expertis finns inom många av de organisationer som deltar i ett byggprojekt, men i varierande grad hos parternas projektledning. För kom-plexa konstruktioner och svåra bergförhållanden ställs i Sverige också krav på att en obero-ende expert, så kallad GK 3-granskare, godkänner den konstruktion som väljs utifrån den in-formation som framkommer under tunneldrivningen. Baserat på norsk praxis tar Arnesen (2011) upp konsultens roll och beslutsprocessen för att reda ut förhållandet mellan entrepre-nörens behov av temporära förstärkningar och beställarens behov av förstärkningsteknik med mer permanenta egenskaper. Projekterande konsulter medverkar dock traditionellt inte under produktionskedet i Sverige, även om detta ser ut att förändras. Exempelvis ITA (2011) me-nar att det ofta är svårt att engagera rätt kompetens och att detta kan vara en faktor som blir styrande för tidplanen i ett projekt.

Trots att bergbyggande anses kräva hög kompetens verkar ny kunskap inom området ha svårt att nå bredare tillämpning. I en rapport om förundersökningsmetoder (Alm m fl 2013) konsta-teras att det är svårt att få genomslag för nya metoder, eftersom dessa ofta kräver att de som ska använda dem tillägnar sig ny kunskap. Tendensen är dock positiv, där utvecklingen inom teknik och metod, framför allt när det gäller geofysiska metoder, har varit snabb de senaste decennierna. Ny informationsteknik driver på genom att skapa nya möjligheter att visualisera berggenskaper och mätdata.

Systemet för kunskapsutveckling och kunskapsspridning inom bergbyggande är inte särskilt formaliserat eller transparent. I själva verket är kommunikationen ofta beroende av att det finns fysiska gemensamma arenor där aktörer kan mötas. I stora undermarksprojekt finns ex-empelvis ofta en teknikstab med experter på arbetsplatsen. Vid ras och andra incidenter kan de gemensamt snabbt fatta korrekta beslut för att lindra konsekvenserna av det som händer i berget och undvika mänskliga skador. De projekterande konsulterna som inte sitter på plats får aldrig den typen av erfarenheter. I en studie av svenskt bergbyggande framhåller Styhre (2009) att kunskapshandlingen är starkt beroende av sociala relationer i den dagliga verksam-heten. Han betonar betydelsen av muntlig och informell kommunikation för kunskapsutbyte i produktionsfasen och hävdar att sådan kommunikation ofta förväntas ske spontant, utan expli-cita initiativ från ledningen. Styhre uttrycker dock liknande farhågor som Gulati och Puranam (2009) gör: att förlita sig för mycket på informella kanaler kan vara både ineffektivt och riska-belt. Informella strukturer är således viktiga och behövs för att komplettera formella rela-tioner, men riskerar också att fallera eftersom de får för lite uppmärksamhet av ledningen. Även Lundman (2011) pekar på bristen på arenor och system för erfarenhetsåterföring mellan projekt och dessutom mellan olika faser inom samma projekt.

Som beskrivits ovan har de traditionella kontrakten med utförandeentreprenader med mängd-reglering en hämmande inverkan på motivationen att dela kunskap i ett projekt. Entreprenö-rens preferenser för val av konstruktion kommer exempelvis att påverkas av hur priset på olika mängder förhåller sig till de verkliga kostnaderna. Samtidigt kräver många mätningar att produktionen står still, vilket innebär att även insamlingen av information för att fatta beslut kan bli föremål för konflikt. En relaterad fråga är om experter bör bli föremål för ekonomiska

incitament i projekt, eftersom detta kan tänkas leda till opportunistiskt beteende där givna rekommendationer snedvrids av incitament.

Preferenserna för olika kontraktsformer påverkas av vilket förtroende som parterna hyser för varandra på en mer generell nivå. Misstro gör beställare mindre benägna att välja samverkansinriktade kontrakt med större inslag av löpande räkning och mindre av priskonkurrens. Kadefors (2004) diskuterar orsaker till misstro i byggprojekt och menar att en viktig källa är att den kommunikation som de traditionella kontrakten ger upphov till är av huvudsakligen negativ karaktär och präglas av en kritik av motpartens arbete (både projekteringshandlingar och utförande). Dessa rollbetingade attityder färgar parternas uppfattningar om varandras karaktärer, trots att de egentligen är helt legitima och en logisk följd av hur kontrakten är utformade. Forskning har också visat att den som i sin roll har till uppgift att kontrollera andra människor tenderar att utveckla en misstänksam attityd där man fokuserar selektivt på fel och brister och förbiser positiva aspekter. Även om osäkerheten i byggandet, och kanske särskilt i bergbyggandet, är stor och det finns stora möjligheter att utnyttja ofullkomligheter i kontraktet för egen vinning, så bör man enligt Kadefors (2004) vara medveten om att den misstro parterna hyser för varandra med stor sannolikhet är något högre än vad som är sakligt motiverat.

4 NYARE SVENSKA STUDIER

I det här kapitlet redogör vi för dagsläget när det gäller kontrakts- och ledningsaspekter i svenskt undermarksbyggande baserat på utvalda nyare svenska studier. Syftet är att få en bild av vilka tankar som finns kring problem och lösningar, men även att bredda det empiriska underlaget.

4.1 Nätverket Bergbyggarna

Nätverket Bergbyggarna bildades redan under år 2000 och finns fortfarande. I nätverket finns såväl byggherrar, entreprenörer som konsulter representerade. Huvudsyftet med gruppen är att öppet diskutera och försöka finna förslag till lösningar på branschens problem (Bergström m fl 2003). Nätverket har genomfört två studier för att identifiera framgångsfaktorer i svenskt bergbyggande (Bergström m fl 2003 och Malmtoorp 2007). Huvudpunkterna i den bild som gavs av problemen år 2003 var att:

- anbudstiderna är för korta,
- anbudena ofta skiljer sig åt med 20-40 %,
- beställarna lägger över för mycket risk på entreprenörerna, som i vissa fall har gjort stora förluster. Exempelvis överläts ansvaret för bergets beskaffenhet. Man konstaterar att flera entreprenörer har minskat sin verksamhet inom undermarksbyggande och att konkurrensen därmed blivit mindre,
- det är vanligt att projekt startas med orealistiska kostnadsuppskattningar,
- graden av osäkerhet i kostnadsuppskattningarna inte finns med i beslutsunderlaget,
- förfrågningsunderlagen är alltför omfattande och komplexa, och ofta innehåller avvikelser från AB som gör riskerna ännu mer svåröverskådliga,
- tidplanerna ofta är så pressad att produktionen blir onödigt dyr,
- beställarens byggleddning på plats saknar ofta tillräcklig kompetens och befogenheter för att ge snabb respons när det uppstår behov av förändringar i produktionen eller entreprenören kommer med förslag på förbättringar,
- det finns en grundmurad misstro mellan parterna som hindrar effektiva organisationsformer.

I nätverkets första rapport (Bergström m fl 2003) identifierades ett antal framgångsfaktorer för bergbyggande. När det gäller val av upphandlingsform för entreprenadkontrakt gavs exempelvis följande råd:

- Tillämpa, där så är möjligt, förhandlad upphandling.
- Säkerställ att tillräcklig tid finns avsatt för upphandlingen genom att basera tidplanerna på en analys av projektens storlek, komplexitet och svårighetsgrad.
- Säkerställ att de som upprättar tidplaner för upphandling har tillräckligt detaljerade kunskaper om projektens tekniska och administrativa förutsättningar, d.v.s. låt personal som ansvarat för upprättandet av förfrågningsunderlagen också vara delaktiga i arbetet med tidplanerna.
- Visa respekt för tidplanerna.
- Inse att förfrågningsunderlaget är ett dokument som ska överföra kunskap till entreprenören. Bifoga därför en skriftlig sammanfattning av de unika och kritiska momenten i projektet.

- Genomför gemensam grundlig genomgång av förfrågningsunderlaget i samband med att det skickas ut för anbudsräkning, samt möjliggör för anbudsgivare att ställa frågor i samband med denna.
- Inför ersättning till anbudsgivarna för genomförande av anbudsräkning, samt upprätta särskilt kontrakt för detta.

Motsvarande punktlistor finns för andra delar av processen, samt för entreprenörens och projektörens ansvarsområden. Den första rapporten låg till grund för ”10-punktsprogrammet för effektivt bergbyggande” som antogs av Förnyelse i anläggningssektorn, FIA. Centrala områden i programmet är tydligare riskfördelning och effektivare kommunikation:

1. Realistiska tider.
2. Avgränsade entreprenader.
3. Använd AB, ABT, ABK, AMA etc.
4. Tydlig riskfördelning mellan parterna. Dokumenterade riskanalyser skall ingå i förfrågningsunderlaget. Entreprenören skall redovisa och meddela identifierade risker och i sitt anbud visa hur de skall hanteras.
5. Information om förutsättningarna vid samtidig och muntlig genomgång.
6. Ange typmetoder.
7. Redovisa arbetsmetoder inklusive logistik.
8. Koordinera organisationerna för beställare, projektör och entreprenör så att kontaktyvägarna blir effektiva.
9. Tillämpa tvåkuvertssystemet och undvik värderingsmodeller som endast tar sikte på lägsta pris.
10. Kompensera för störningar som inträffar till följd av avvikande förutsättningar.

I uppföljningsrapporten (Malmtoorp 2007) konstateras att det är ett grundläggande problem att det politiska genomförandebeslutet ofta fattas på ett preliminärt underlag. Eftersom beställarna sällan kan eller vill begära ökad projektbudget hanteras kostnadsökningar som upptäcks mellan genomförandebeslut och upphandling av entreprenörer, enligt Malmtoorp, i allmänhet på något av följande sätt:

- genom att välja billigare tekniska lösningar som ger högre drifts- och underhållskostnader.
- genom att man chansar, det vill säga utgår från att vissa risker inte kommer att falla ut eller kommer att kunna hanteras genom ”nytänkande”.
- genom att beställaren säljer osäkerheterna till anbudsgivarna, som får ange en riskpremie i anbudet. Detta gynnar den anbudsgivare som har den lägsta riskpremien, vilket ofta är den som gjort den mest realistiska kostnads- och riskuppskattningen.

När det gäller entreprenadupphandling behandlas också förutsättningarna för att uppnå tillräcklig transparens i anbudet för att kunna jämföra dem på ett rättvisande sätt. Principiellt anser Malmtoorp (2007) att ersättningsformen fast pris med reglerbara mängder är en lämplig form för att hantera bergbyggnadsprojekt med stora osäkerheter. Han menar dock att det ofta finns betydande osäkerheter och oklarheter i de mängdförteckningar som ingår i förfrågningsunderlaget och att risker för kostnadsökningar och skillnader i risknivå mellan anbud inte analyseras. Utan tillräcklig nedbrytning av kostnader kan entreprenören exempelvis frestas att spara in på driftsförstärkning, vilket innebär ökade risker på arbetsmiljösidan. I rapporten utvecklas därför en modell för riskanalys i samband med att förfrågningsunderlaget tas fram. Denna bygger på att man identifierar de viktigaste osäkerheterna relaterade till mängder och tider och bedömer deras sannolikhet. På så sätt får beställaren en bättre förståelse av de risker som finns och underlag för att arbeta systematiskt med att minska dessa, men det blir också

lättare att jämföra anbud genom att det blir tydligare vilka antaganden som anbudsgivarna gjort och hur dessa antaganden påverkar osäkerheten i kostnadsuppskattningarna. Riskanalysen kan också göra att beställaren väljer att genomföra de mest osäkra momenten med löpande räkning som ersättningsform.

4.2 Kontrakt och samverkan för tillämpning av observationsmetoden

Kadefors och Bröchner genomförde 2008 en förstudie med syftet att undersöka kontrakts- och organisationsmässiga förutsättningar för att tillämpa observationsmetoden enligt den modell som föreskrivs i Eurokod. Studien baserades på intervjuer och workshops med bergkunniga, och rapporten ger en bild av relationer och kontraktspraxis i svensk anläggningssektor mer generellt. De intervjuade uppfattade att det fortfarande fanns en misstro mellan parterna i svenskt anläggningsbyggande som bottnade i en oförmåga att erkänna och hantera de osäkerheter som är ofrånkomliga i undermarksbyggande. Flera menade att de dåliga relationerna började under 1990-talet, då kraven på täthet skärptes och beställarna började kräva att kraven verkligen skulle uppfyllas. Även den djupa lågkonjunkturen sågs som en bidragande faktor.

Man såg dock tecken på att relationerna hade förbättrats igen. Flera större projekt - Götatunneln, Norrortsleden (Busk 2008) och Citytunneln - hade drivits med uttalad fokus på att uppnå en god samverkan och detta hade visat sig fungera bra. De initiativ som tagits inom FIA för att öka förtroendet mellan parterna och utveckla arbetsformerna uppfattades positivt, men man saknade uttryckliga förpliktelser, mätbara målsättningar och uppföljningar. En annan synpunkt var att ersättningsformer och ansvarsfördelningar är minst lika viktigt för att förbättra samarbetet som de mjuka frågorna, och att FIA-samarbetet borde hantera även sådana aspekter.

Flera av dem som medverkat i projektet har internationella erfarenheter och har då kunnat konstatera att metoderna för mängd- och tidsreglering är betydligt mer utvecklade i länder med sämre berg, exempelvis på kontinenten. Där väljer beställaren ofta att ta en större risk och ersätta entreprenören enligt ett detaljerat mängdssystem där även tidsaspekten ingår. Man menar att Sverige fram till nyligen har klarat sig med relativt enkla ersättningsmodeller eftersom bergförhållandena generellt är mindre komplicerade här. En av anledningarna till att modellerna nu behöver utvecklas är alltså att kraven på tillåtet inläckage av vatten (täthet) har höjts. På kontinenten är injektering inte lika vanligt. Man accepterar i stället ett visst läckage, framför allt under byggtiden, och den slutliga konstruktionen innehåller ofta någon form av inklädnad (lining). Sverige har också en strängare miljölagstiftning och därmed högre krav på täthet. Däremot ser de medverkande stora möjligheter i att använda ersättningsformer som liknar dem som används i andra länder för att reglera arbeten i sämre berg med större osäkerhet. Det gäller då första hand att etablera betydligt mer detaljerade mängdförteckningar, där exempelvis kostnad för utrustning och tjänstemän ersätts särskilt och inte bakas in i en totalkostad per borrmeter eller håll. Detta kan kombineras med en indelning i berg- eller injekteringsklasser, så att entreprenörens ersättning knyts till bergets egenskaper. Det som då krävs är att beställarens budget innehåller en pott för contingencies (ungefär: ”oförutsedda men ändå relativt sannolika händelser”). Detta innebär att i stället för att reducera budgeten till en fast summa som baseras på det mest sannolika geologiska utfallet, fastställs ett budgetspann som relateras till den geologiska osäkerheten. Även oavsett täthetsproblematiken ansåg man att Sverige behöver utveckla bättre metoder att hantera dåligt berg på ett effektivt sätt.

När det gäller beställarnas val av entreprenadformer, ersättningsformer och organisation menar de intervjuade att detta görs på projekt- eller regionnivå, även om formellt godkännande

från högre nivåer i organisationerna ofta krävs. Beställarorganisationerna har inte några tydliga riktlinjer, och genomtänkta analyser av projektets krav och förutsättningar får alldeles för liten betydelse. I stället blir projektledarens personliga erfarenheter och preferenser ofta avgörande. När det gäller ersättningsformer för injekteringsarbeten menar man att valen ofta styrs av projektören, som tenderar att föreslå de former man har arbetat med förut. Flera exempel gavs också på fall där totalentreprenad hade valts främst för att konstruktionsproblematiken var så svår att beställarna och projektörerna inte riktigt visste hur man skulle göra. Ledningsfunktionerna är sällan så insatta i projekten att de kan göra självständiga bedömningar av vilka upphandlingsstrategier som är lämpliga. Policier som formuleras av ledningen får då inte genomslag ute i verksamheten.

4.3 Förfrågningsunderlag för injekteringsarbeten

Brantberger (2009) analyserar förfrågningsunderlag för injekteringsarbeten i åtta svenska undermarksprojekt och föreslår förbättringar. I rapporten finns även en beskrivning av injekteringsprocessen och en sammanställning och analys av de osäkerheter som är förknippade med olika moment. Studien kompletterades med generella intervjuer och inkluderar även beskrivningar av den norska modellen samt en modell som används av entreprenören Besab vid upphandling av injekteringsarbeten. Genomgången visade att förfrågningsunderlagen var sinsemellan ganska lika. Normalt angavs en fast ersättning per injekteringskärm eller hål och med à-priser per hål, borrmeter eller cementmängd. I några projekt reglerades även pumptid. Injekteringsklasser definierades, men det fanns ingen koppling till ersättningsnivå. Många krav formulerades så att de inte var entydiga och därmed inte heller verifierbara och kalkylerbara. Det förekom även att funktionskrav och utförandekrav blandades, vilket upplevdes som ett problem, liksom dålig produktionsanpassning av förfrågningsunderlagen. Intervjuerna visade att de största osäkerheterna fanns när det gällde tiden för själva injekteringen, väntetiden mellan injektering och andra arbeten, antal kontrollhål och därmed tiden för att borra dessa, samt omfattning av och tid för ominjektering (kompletterande injektering). Brantberger formulerar ett antal rekommendationer, där de viktigaste är att minska osäkerheten för entreprenören genom att i ökad omfattning ersätta tidsberoende kostnader. Internationella (Norge, Österrike, Schweiz) erfarenheter av à-tider bör inventeras och diskuteras, anser han. Ett annat förslag är att en designrapport från projektören avseende injekteringen bör bifogas förfrågningsunderlaget (se även 4.5 nedan).

I likhet med Malmtorp (2007) konstaterar Brantberger dock att förhållandena varierar så pass mycket mellan projekt att det är svårt att ge generella rekommendationer för ersättningsformer på en mer detaljerad nivå. Innan lämplig ersättningsform kan fastställas krävs att de geotekniska osäkerheterna utreds och bedöms med avseende på hur riskerna skall fördelas mellan projektets parter. Brantberger menar också att problematiken kring ersättning för injekteringsarbeten inte kan lösas fullt ut kontraktsvägen, utan att det behöver etableras ett samarbete baserat på öppenhet och förtroende mellan parterna.

4.4 Utvecklingsarbete på tunnelsidan - Trafikverket

Slutrapporten för Tekniska program tunnel (Hansson 2010) sammanfattar flera utvecklingsprojekt som drivits inom dåvarande Banverket. Ett delprojekt var att undersöka kvaliteten på förundersökningar och osäkerhet i bergprojekt (Malmtorp och Lundman 2010) och ett annat

att föreslå en förbättrad och mer enhetlig regleringsmodell för hantering av tid och kostnad när det uppstår väsentliga avvikelser i bergprojekt (Bilaga 1 i slutrapporten).

Förundersökningar och osäkerheter

En utgångspunkt för förundersökningsprojektet var författarnas uppfattning att det är väl känt att tunnelarbeten innehåller ett stort mått av osäkerhet på grund av svårigheten att prognostisera och bedöma berget, men att dessa osäkerheter ändå inte beaktas i de tids- och kostnads-kalkyler som görs.

För fem av Ådalsbanans tunnlar undersöktes sambandet mellan kvaliteten i förundersökningarna och avvikelser mellan prognostiserade och verkliga (karterade) förhållanden vad gällde drivningstider och kostnader för förstärkning. Man fann då att prognoser och karteringar stämde väl överens i de fall prognosunderlaget var bra, men sämre överens då prognosunderlaget inte var så bra. Rapporten diskuterar också att bedömningar varierar mellan olika prognosmakare och karterare beroende på ett flertal faktorer som: hur svårt det är att göra bedömningar med hänsyn till bergets naturliga variation, den enskilde utförarens skicklighet, tillgänglig tid, hur de ekonomiska incitamenten för arbetet är utformade, hur mycket och vilken typ av indata som finns (prognostisering) och vilka förutsättningar som råder vid kartering (ljusförhållanden, avstånd etc.). Utöver ett antal förslag som berör behovet av ytterligare undersökningar och utvecklade regelverk och arbetsmetoder, föreslås att man ska ta fram ett presentationsmaterial att användas i samband med informationsmöten, seminarier och workshops. På längre sikt föreslås att ta fram en kravspecifikation för "Q-körkort" för att kvalitets-säkra Q-värdesanvändningen vid prognostisering och kartering.

Ny regleringsmodell

I denna del av projektet, som huvudsakligen redovisas i en bilaga, går Kenneth Nordström igenom ett antal olika alternativ för att ersätta bergarbeten. De alternativ som presenteras är ett nollalternativ (dagens modell) samt sju ytterligare alternativ (A-G). A-D är olika modeller där à-prishanteringens successivt förfinas genom tillägg av bergklasser och/eller olika sätt att kompensera för drivningstiden. Alternativ E är löpande räkning, F löpande räkning med rikt-kostnad och incitament (70/30) och G löpande räkning med rikt-kostnad och incitament, fast med en nedre begränsning för storleken på avvikelser för reglering av rikt-kostnaden.

Nordströms slutsats och rekommendation är att ersätta utifrån redovisad självkostnad (inklusive ett förutbestämt entreprenörarvode) samt ett incitament kopplat till en rikt-kostnad baserad på en prissatt mängdförteckning (i ett längre perspektiv med standardiserade mängdposter). Hantering av avvikande förutsättningar med tidspåverkan görs utanför rikt-kostnadssystemet och baseras på regelbundna avstämningar mot en detaljerad produktionstidplan. Han avråder från att dela upp i en fast och rörlig del på grund av risken för gränsdragningsproblematik, men anser att den fasta utrustningen ska handlas upp i konkurrens på marknaden i samråd med beställaren (sådan samråd ska för övrigt gälla för alla upphandlingar inom entreprenaden). Vid upphandlingen av huvudentreprenören bör mjuka parametrar (organisation, genomförandebeskrivning, uppföljningssystem osv) ligga på 30 %. Förutsatt att de ekonomiska aspekterna (rikt-kostnad baserad på à-priser, arvode) varierar med maximalt 10 % blir de mjuka aspekterna då avgörande.

Denna modell kräver mer resurser för uppföljning och redovisning samt högre beställarkompetens för att kunna gripa in om arbetet inte bedrivs optimalt. Arbetssättet förutsätter förtroende, som enligt Nordström i sin tur bygger på en tillförlitlig och tydlig rapportering och regelbundna avstämningar.

4.5 Riskkommunikation inom geoteknik

Ett examensarbete (Engström och Stålsmeden 2011), som gjordes för Peab, beskriver riskhanteringsprocessen i tre delprojekt inom Bana Väg i Väst: två generalentreprenader och en totalentreprenad. Det baseras på intervjuer med geoteknisk expertis hos beställare, entreprenör och projektör. Studien berör alltså inte bergentreprenader, men kommunikations- och relationsaspekterna är generellt intressanta och relevanta.

En central fråga när det gäller kommunikationen är hur mycket information entreprenören ska få om vilka olika alternativ som utretts i projekteringen och varför de förkastats. Idag finns enbart slutresultatet i ett geotekniskt beräknings-PM som entreprenören får vid det första geoteknikmötet. De intervjuade projektörerna menar att om alla de bakomliggande beräkningarna och alternativutredningarna skulle delges entreprenörerna så skulle detta medföra ett mycket omfattande arbete för projektören (och därmed kostnader för beställaren) att förklara alla antaganden som gjorts. Det skulle också vara förvirrande för entreprenören med så mycket information om alternativ som inte längre är aktuella, tycker man. Fördelen skulle vara att man får en extra kvalitetssäkring.

Examensarbetet diskuterar riskkommunikation i bredare mening och identifierar olika ståndpunkter. Projektörerna menar att det är ovanligt att entreprenörernas geotekniker hittar större fel i handlingarna och säger att entreprenörerna bara föreslår förändringar som gynnar dem själva. Alla parter är överens om att kommunikationen rörande fel i beräkningarna om förbättringsförslag fungerar dåligt, och en åsikt är att mycket av detta grundas i att parterna har olika fokus: projektörerna tänker långsiktigt medan entreprenörernas perspektiv inte sträcker sig längre än garantitiden. En beställarrepresentant menar entreprenören sällan inser att det finns en sådan skillnad utan bara fokuserar på produktionsskedet och sina egna kostnader. Entreprenörerna å andra sidan upplever att de får ett dåligt bemötande från både projektörens och beställarens geotekniker när de påpekar fel i handlingarna eller föreslår förbättringar och att det ofta är svårt att överhuvudtaget få ett svar på en fråga. Beställare och projektörer menar att detta beror på att entreprenörernas själva har en negativ och kritisk attityd i kommunikationen, och att entreprenörer som bara verkar vara ute efter att tjäna pengar får ett sämre bemötande än de som är mindre tvärsäkra och formulerar sina synpunkter som frågor. Även entreprenörerna säger att de brukar tänka på hur de formulerar sig. En annan entreprenöråsikt är att beställarsidan verkar ha olika förtroende för olika entreprenörer och att de som har en egen geoteknikavdelning får bättre svar på sina frågor.

När det gäller kommunikationen mellan projektledningen och den geotekniska expertisen i projektet menar alla de intervjuade att deras medverkan i ett projekt beror mycket på projektledningen i deras respektive företag. Även om man ser en viss förbättring över tid uppger de att många projektledare försöker klara sig själva utan att involvera den geotekniska expertisen, trots att detta ofta skulle behövas. Det förekommer att geoteknikerna inte får en enda fråga under ett helt projekt, och ibland ändrar projektledningen lösningarna på eget bevåg om det uppstår problem utan att fråga projektören. Även här handlar det om förtroende: om en geotekniker blir inblandad i att lösa ett problem i ett projekt och projektledningen uppskattar den hjälp man får, engageras denne också i framtida projekt för samma projektledare.

Examensarbetarna gör också reflektionen att alla de intervjuade beskriver många brister i andras arbetsresultat och processer men att bara någon enstaka medger egna misstag. Aktörerna

själva ser detta som ett problem som ligger både i byggandets kultur och i den mänskliga naturen: man vill inte få veta att man har gjort fel, och därför är det svårt att skapa en konstruktiv kommunikation kring risker och förbättringar.

4.6 Observationsmetodens tillämpning i Norra Länken

Som beskrivits tidigare i rapporten (avsnitt 3.2 och 4.2), kan observationsmetoden vara lämplig när det är svårt att förutsäga det geotekniska beteendet. Observationsmetoden enligt Eurokod är utformad för att på ett strukturerat sätt kunna anpassa en konstruktion till verkliga undermarksförhållanden med målet att uppnå tillräcklig bärförmåga utan att konstruktionen blir överstark. Baserat på en fallstudie av Norra Länken har Spross (2014) undersökt förutsättningarna för att använda observationsmetoden även för tätning, alltså för att motverka inläckage och grundvattensänkning. Studien pekar på att förhållandena vid tätning är väsentligt annorlunda. När det gäller bärförmåga finns det många tänkbara tekniska lösningar med olika konsekvenser och kostnader. Åtgärderna för att motverka grundvattensänkning och inläckage är dock få: i praktiken antingen ytterligare tätning eller konstgjord infiltration. Båda åtgärderna kan enligt Spross också vidtas i efterhand. Krav på inläckage i miljödom ställs i allmänhet på hela tunneln, vilket innebär att partier med höga flöden (där det finns genomsläppligt berg eller där tunneln har stor diameter) kan kompenseras av partier med låga flöden. Är berget mycket genomsläppligt hjälper heller inte mer tätning, men det är svårt att ställa upp entydiga kriterier för när så är fallet och föreskriva vad som då ska göras. Dessutom är det svårt att mäta inläckage (se vidare nedan) och mätningarna hindrar produktionen. Sammantaget innebär detta att det finns stora fördelar i att tillämpa ett flexibelt angreppssätt, både när det gäller val av åtgärder och utförande av mätningar, men att behovet av kontinuerlig övervakning och en i förväg upprättad plan för hur man ska hantera olika scenarier är mindre. I Norra länken undvek man att göra en tvingande koppling mellan överskridet riktvärde på inläckaget och en föreskriven åtgärd, men det fanns en förberedd verktygslåda för att hantera de problem som kunde tänkas dyka upp.

Spross har även fokuserat speciellt på mätning av inläckage i Norra Länken. Han konstaterar att det inte finns några bra metoder för att mäta inläckage. Mättdammar innebär att låga betongmurar byggs tvärs tunneln, och en annan metod är mätning i pumpgropar vid tunnelns front. Båda metoderna kräver uppehåll i produktionen och är förknippade med stora felkällor. Spross fann också stora brister i projektering och kravställande – det var varken möjligt eller lämpligt att mäta som det var föreskrivet. Mättdammar skulle exempelvis anläggas var 200 meter och mätning ske två gånger per månad, men i praktiken utfördes dammar och mätning endast i samband med sommaruppehåll. Mätning i pumpgropar vid tunnelns front gjordes i samband med helguppehåll, men längre tider skulle behövts. Spross påpekar att flexibiliteten kräver god vilja och engagemang från entreprenörerna, vilket varierade mellan olika entreprenader i Norra Länken. Han fann ett bristande engagemang för frågan i både projektering och produktion. Detta, menade han, kan delvis förklaras av att det är ganska nytt med tydliga krav på detta område, och det finns alltså både potential för och behov av utveckling.

4.7 Produktivitets- och innovationsutveckling - bergkonstruktioner

PIA - Produktivitets- och Innovationsutveckling i Anläggningsbranschen är ett projekt inom Trafikverket som syftar till att ta fram förslag på åtgärder för ökad produktivitet samt att utveckla upplägg och metoder för hur produktivitet kan mätas. Trafikverkets investeringar har

delats in i olika produktkategorier, och för var och en av dessa har man tagit fram ett produktivetsprogram med åtgärder och planer för genomförande. En av produktkategorierna är bergkonstruktioner. Arbetet har pågått sedan 2010.

Implementeringsrapport Bergkonstruktioner publicerades våren 2014 (Trafikverket 2014a) och redogör för arbetet inom produktkategorin bergarbeten. Vid workshops identifierades ett trettiotal mål, som kondenserades till tolv effektiviseringsförslag. Dessa delades i sin tur in i tre grupper: 1) en checklista med åtgärder som ansågs vara möjliga att implementera omgående, utan vidare åtgärder eller utredningar, 2) en grupp om sex förslag som ansågs behöva mer begränsade utredningsinsatser, 3) fem förslag som ansågs kräva grundligare utredning. Nedan sammanfattas de förslag inom dessa tre kategorier som har relevans för upphandling och kontraktsglerad samverkan.

I checklistan med åtgärder som kan implementeras direkt (s 25) finns följande punkter:

- Att handla upp projektörer med dokumenterad erfarenhet från aktiv medverkan i byggskedet samt att tillåta projektörer utan sådan erfarenhet att arbeta i projektet under aktiv ledning av den erfarna.
- Att anpassa beskrivningar så att det är lättare för entreprenörerna att lämna anbud på bergschakt, samt att överväga bonus för konturhållning.
- Att produktionsanpassa inläckagemätningar (jfr Spross 2014).
- Ange tydligt i FU vilka konsekvenser det får om dokument inte levereras i tid och se till att konsekvenserna fullföljs. Överväg bonus för fullständiga och tydliga dokument.
- Möjliggöra multihålsinjektering för att korta injekteringstiden.
- Säkerställ tid för granskning av FU innan det skickas ut, där tillämpliga delar ska granskas av injekteringssakkunnig.
- Överväg att ta in anbud med alternativa lösningar.
- Begär inte in mer dokumentation från Entreprenören är vad ni (beställaren) kan följa upp.
- Frångå inte tidigare projekterade lösningar utan att konsultera angiven projektör samt fastställ vem som är ansvarig vid ändring.
- Följ upp utfall av kontroller och provningar och överväg att minska frekvensen om resultatet är stabila.

De sex minitredningarna genomfördes under 2012 och förutsattes bli implementerade i form av ändringar i regelverk och AMA under 2014. Av minitredningarna har två koppling till upphandling och kontrakt: dels en punkt om krav och reglering av bergschakt, som syftade till att öka konturnoggrannheten och minska mängden utsprängt berg (men där utredningen kom fram till att den största fördelen låg i att risken för tvist skulle minska), dels en utredning om standardiserade inklädnadslösningar för vägtunnlar enligt norsk förebild, där tanken är att minska det idag stora antalet lösningar samt ta fram rekommendationer för val av lösning. Därmed blir kostnaderna för inklädnad mer förutsägbara och möjligheterna att optimera med hänsyn till underhållskostnader ökar. Uppreppningseffekter anses också leda till bättre effektivitet i både projektering och produktion.

Bland de fem områden som ansåg behöva blir föremål för större utvecklingsprojekt har samtliga en tydlig men oftast indirekt koppling till upphandling, kontrakt och organisation. Ett delprojekt om multihålsinjektering syftar till att minska tiden för injektering, vilket minskar problemen med reglering av tidsberoende kostnader. Ett delprojekt om standardiserade konstruktionslösningar har liknande effekter som projektet om standardiserad inklädnad ovan och ett delprojekt om LCC-analyser ger bättre beslutsunderlag vid val av konstruktion. Två delprojekt har mer direkt koppling till upphandling, ett som ska ta fram en enhetlig modell för

injektering och ett som syftar till att utveckla hanteringen av osäkerheter genom en sundare upphandling:

1. Projektet för att utveckla en enhetlig modell för injektering tar sin utgångspunkt i observationen att metodiken för injektering varierar starkt mellan olika projekt och ibland även mellan olika arbetslag i samma projekt. Projektet syftar både till att öka enhetligheten och till att ta fram en regleringsmodell som baseras på indelningar i olika kategorier baserat på en kombination av typberg (baserat på genomsläpplighet, tre kategorier) och objektsgrupp (som bestämmer täthetskrav, tre grupper), som i sin tur ligger till grund för bestämning av utförandeklass (fyra klasser). Modellen ska ansluta till observationsmetodens principer och krav ställs också på certifiering av projektör, byggleddare och entreprenör. Projektet ska formulera indelningsgrunder för typberg och specificera utförandet i varje utförandeklass. Ansvar och mandat för injekteringsfrågor ska analyseras och beskrivas, och projektörsmedverkan i utförandeskedet nämns särskilt.
2. Delprojektet ”Hantering av osäkerheter genom sundare upphandling och reglering” är avsett att utveckla kontrakts- och organisationsformer för tillämpning av observationsmetoden. Man ska även upprätta en grundläggande struktur för Trafikverkets standarddokument för att beskriva geotekniska förutsättningar. Delprojektet ansluter till tidigare arbete inom ramen för IEG (IEG 2011) och inbegriper även en förstudie för att utreda besparingspotentialen samt en inventering av internationell praxis för prissättning.

Båda delprojekten skulle genomföras i nära samverkan mellan bergteknisk expertis och expertis inom andra områden, företrädesvis inom entreprenadjuridik och upphandling. Man skulle även samråda med branschen. Projekten ägs dock av den tekniska expertisen.

5 FALLSTUDIER

I detta kapitel beskriver vi sju entreprenader, både med traditionella arbetsformer och med samverkanskontrakt. Några av fallen är redan genomförda projekt, och två fall – Förbifart Stockholm och Västlänken – befinner sig fortfarande i tidiga skeden.

5.1 En traditionell entreprenad: Kattlebergstunneln

Kattlebergstunneln är en nära två kilometer lång bergtunnel inom Bana Väg i Väst (BViV). Tunnelarbetena började 2009 och tunneln öppnades för trafik 2012. Den utfördes med borrh- och sprängteknik. Den uppfattades av beställarsidan som relativt okomplicerad med goda bergförhållanden, dock med några så kallade GK3-områden med sämre berg. Kontrakten var utförandeentreprenad med mängdreglering, och en variant av Utökad Samverkan tillämpades i projektet. Speciellt var att man arbetade dygnet runt på grund av en snäv tidplan. Trafikverket hade då flera bergbygglare som avlöste varandra.

Fem platsbesök gjordes över ett års tid, inklusive åtta intervjuer. De intervjuade i beställarens organisation var projektledaren, två bergbygglare, en ingenjörsgelog och en miljösamordnare. På entreprenörsidan intervjuades generalentreprenörens biträdande entreprenadingsingenjör samt bergentreprenörens projektledare. Dessutom har en av beställarens bergbygglare följts under tre dagar, och två byggmöten observerats. Två intervjuer med projekterande teknikkon-sulter genomfördes på deras kontor.

Projektorganisationen

Trafikverkets platsorganisation bestod av totalt 17 personer, varav enbart projektledaren var anställd av Trafikverket. De övriga var konsulter från olika konsultfirmor. Bergexperter var aktiv i flera projekt och fanns inte på plats.

Tre bergbygglare hade från beställarens sida det dagliga ansvaret för tunnelns framdrift. Där ingick att inspektera utfört arbete och verifiera att specifikationerna uppfyllts. Ofta fattades besluten i samråd med ingenjörsgelogen, som ansvarade för att bestämma bergets egen-skaper och beställa permanenta förstärkningar. En mark- och broansvarig bygglare hante-rade alla kontakter med tekniska konsulter, inklusive bergfrågor. På teknikkonsultsidan utsågs en byggsupportansvarig som skulle fungera som projektörernas samordnade kontakt gentemot byggherren under produktionstiden.

Generalentreprenören Peab var med i tre projekt inom Bana Väg i Väst. Kattlebergstunneln var en del av en större entreprenad, Hede-Älvängen, och Peab hade anlitat Veidekke som underentreprenör för att utföra bergarbetena. De hade i sin tur upphandlat två underentreprenörer för skrotning och borttransport av massor.

Generalentreprenören var ansvarig för att informera Trafikverket om produktionens framskri-dande och hanterade alla formella kontakter, men utförde alltså inte några egentliga tunnel-drivningsaktiviteter. Inom bergentreprenörens organisation hanterade projektledaren och bi-trädande projektledaren kostnadsregleringar och andra administrativa uppgifter. Platschefen hade arbetsmiljö- och budgetansvar, medan arbetsledarna ansvarade för tunnelarbetena.

Flera av konsulterna i beställarorganisationen på plats hade medverkat i ett eller två andra tunnelprojekt i Bana Väg i Väst och kände varandra ganska väl, däribland den biträdande platschefen, två av bergbyggledarna och ingenjörsgologen. De centrala personerna i generalentreprenörens organisation hade arbetat tillsammans tidigare inom flera projekt i Bana Väg i Väst. Detta var dock första gången som de arbetade med just denna beställarorganisation. Bergentreprenören, som kom in i projektet senare, hade ingen tidigare relation med vare sig Peabs eller Trafikverkets organisationer.

Formell kommunikation

När det gällde formell kommunikation användes ett system för underrättelser mellan entreprenör och beställare. Systemet hade tillämpats i ett tidigare bergtunnelprojekt i Bana Väg i Väst, Nygårdstunneln. I det projektet hade systemet introducerats av beställarens biträdande platschef, som hade stött på det i ett av sina tidigare projekt. Dokumentformatet hade sedan spridit sig till alla andra projekt i BViV-programmet.

Systemet fungerade så att en entreprenör som hade stött på ett problem eller ville komma med ett förslag fyllde i ett formulär som skickades till beställaren. Om det gällde en underentreprenör gick underrättelsen via generalentreprenören. Trafikverkets biträdande platschef undersökte frågan, konsulterade relevant expertis inom beställarens organisation och formulerade ett svar. Vid behov tog mark- och brobyggledaren med sig frågorna till teknik konsulternas byggsupportansvarige via veckomöten, e-post eller telefon. Svar skickades sedan tillbaka till entreprenörerna på samma sätt. Många tunnelfrågor var av teknisk karaktär, till exempel önskemål om att använda en annan komponent än vad som angavs i dokumentationen. Byggherren kunde då svara med att ställa krav på ytterligare motiveringar eller verifieringar som i sin tur besvarades och slutligen antingen godkändes eller avlogs. Detta innebar att förfarandet kunde upprepas i flera iterationer tills ett problem var löst.

Det fanns också ett antal formella möten kopplade till systemet. Alla aktörer hade sina egna interna produktionsrelaterade veckomöten för att diskutera projektets framskridande och den kommande veckans mål. Frågor togs oftast upp vid dessa möten innan de formulerades i skrift. Entreprenören hade dessutom underentreprenörmöten där tunnelarbetena diskuterades tillsammans med andra UE-frågor. Dessa möten ägde vanligen rum före de veckomöten som hölls mellan beställare och entreprenör på beställarens platskontor. Bergentreprenören deltog under den inledande delen av dessa möten som behandlade tunnelarbetet. Mer övergripande frågor som budgetförändringar behandlades i månatliga möten mellan projektledningen hos beställaren och generalentreprenören.

En annan bergrelaterad dialog som påverkade produktionen var av mer oregelbunden karaktär. När tunnelarbetena nått ett mer komplicerat område, enligt fördefinierade specifikationer, kallades en extern GK3-expert in för att granska de tillfälliga och permanenta förstärkningslösningar som föreslogs av beställarens personal på plats. GK3-experten hade även granskat konstruktionshandlingarna före upphandling. Antingen besökte experten arbetsplatsen personligen eller så ringde bergbyggledaren eller ingenjörsgologen upp honom efter att ha inspekterat tunneln, varefter han gav ett slutligt beslut. GK3-experten var anställd av samma konsultfirma som en av bergbyggledarna och ingenjörsgologen.

Beställarrepresentanterna var nöjda med att ha generalentreprenören som enda kontaktpunkt för alla entreprenörfrågor. Även konsultens byggsupportansvarige uppskattade att inte ha någon direktkontakt med entreprenörerna, eftersom konsultföretaget inte hade mandat att fatta beslut för beställarens räkning. Bergentreprenörens projektledare skulle däremot ha föredragit

att ha fler möjligheter till direkt, formell dialog med beställaren. Projektledaren tyckte att det var svårt att få godkännande på vissa förslag, särskilt när det inte fanns någon uppenbar vinst för kunden, och sade att även om skälet till avslag förmodligen ofta var välgrundat kom det sällan någon förklaring. Han saknade också möjligheten att kommunicera direkt med projektören, och menade att det hade kunnat spara tid om konsulten kunnat ge ett preliminärt besked och börja undersöka frågan innan den kom via det formella systemet. Inte heller beställarens bergbyggladare hade någon direkt kontakt med projektören. Bergbyggladarna ansåg att sådana kontakter var mark- och brobyggladarens uppgift, men under intervjuerna kommenterade de lösningar i konstruktionshandlingarna som de inte var nöjda med. Vissa frågor, sade de, hade inte lett till ändringar trots att de hade påpekats under granskningen av handlingarna.

Med hänvisning till den formella kommunikationsgången påpekade en bergbyggladare att utan dokumentation i underrättelsesystemet skulle det vara svårt att veta vad som redan beslutats av beställaren, eftersom bergbyggladarna arbetade skift dygnet runt. Även bergentreprenören nämnde tidsaspekten: eftersom produktionsorganisationen arbetade i skift medan den administrativa personalen inte gjorde det, kunde det vara svårt att hålla alla informerade om vad som hänt och överenskommit.

Informell kommunikation

Även om den formella kommunikationsvägen i allmänhet följdes, fanns det också kommunikation vid tunnelfronten, främst mellan bergentreprenörens arbetsledare och beställarens bergbyggladare och ingenjörsgéolog. Beslut fattades formellt av bergbyggladaren, men informellt ofta tillsammans med ingenjörsgéologen. Informella beslut eller överenskommelser vid tunnelfronten dokumenterades i efterhand i det formella systemet.

I dessa diskussioner var det viktigt för bergbyggladarna att det de sade inte skulle påverka eller störa entreprenörernas ansvar. När en erfaren bergbyggladare såg att en entreprenör gjorde något som bergbyggladaren trodde kunde göras bättre, var han därför noga med att formulera sin åsikt som råd: "i en sådan här situation skulle jag ha använt Z för att åstadkomma Q". På detta sätt kunde bergbyggladaren dela med sig av sin kunskap utan att ge order och därmed undvika ansvar för exempelvis arbetsmiljöfrågor som var entreprenörernas sak. Och om rådet formulerades som en order skulle det också kunna komma en faktura på ett ändrings- eller tilläggsarbete.

För att minska tiden i möten och inte överbelasta andra discipliner, fanns det också halvformella tunnelrelaterade möten mellan beställaren, generalentreprenören och bergentreprenören. Vanligtvis var syftet att gå djupare in på någon viss fråga i produktionen, kanske innan den fördes upp på veckomötet. Men de halvformella mötena kunde också användas för att stämma av att alla parter var överens.

Relationer och samarbete

Beställarens projektledare hade ingen tidigare erfarenhet av bergarbeten eller tunnlar och förlitade sig på de inhyrda bergbyggladarnas kompetens i sina yttranden och beslut. Alla intervjuade på beställarsidan sade att arbetsmiljön inom beställarorganisationen var mycket öppet. Beställar-entreprenörrelationerna uppfattades också som goda, och en bergbyggladare sade att "du ska kunna ha en stor konflikt och sedan ta en fika ihop", vilket han tyckte var fallet i projektet. Entreprenören och bergentreprenören höll med om att det var ett bra klimat i projektet. Att beställarens och entreprenörernas platskontor låg inom gångavstånd från varandra ansågs bidra till den positiva stämningen.

Entreprenörernas platsledning satt i samma byggnad och hade daglig kontakt. Det fanns en tilltro till varandras kompetens och ingen av parterna blandade sig i den andres ansvarsråde. Organisationerna kompletterade varandra: exempelvis hade generalentreprenören en erfaren miljösamordnare varför bergentreprenörens samordnare kunde vara mindre erfaren. Ett förslag som framfördes var att detta skulle kunna tas ett steg längre, till exempel genom att ge kundens miljösamordnare mandat att fatta beslut för alla de tre organisationerna i stället för att varje aktör hade sin egen specialist.

Flera av beställarens konsulter, liksom bergentreprenörens projektledare, påpekade att bergbyggnadsindustrin är liten i Sverige. De flesta av dem hade stött på varandra under årens lopp i andra projekt och då ofta i andra roller, på både beställar- och utförarsidan. Kunskap hämtades från egna och andras tidigare projekt eller projekt som hade blivit allmänt kända. Det konflikttrabbade Södra Länkenprojektet togs spontant upp av flera intervjuade som ett exempel på arbetssätt och relationer som man borde undvika.

Projektet tillämpade Utökad Samverkan efter direktiv från beställarens ledning. Detta innebar att beställarens och entreprenörernas medarbetare deltog i workshops två gånger om året för att diskutera samarbetsfrågor. Åsikterna om dessa övningar skilde sig mellan olika personer. Generalentreprenörens biträdande entreprenadingenjör och beställarens projektledare var positiva, även om man såg vissa förbättringsmöjligheter. Bergentreprenörens projektledare deltog i workshops, men kände sig utöver detta inte delaktiga i samverkan. Vissa beställarrepresentanter såg dessa workshops som något onödigt och kallade dem för "puss och kram-möten". Projektören medverkade inte alls i Utökad Samverkan.

5.2 Citytunneln i Malmö

Citytunneln är en 17 km lång järnvägsförbindelse i Malmö varav 6 km i parallella tunnlar. Den byggdes under 2005-2010 med en budget på ca nio miljarder kr. Projektet genomfördes sex månader snabbare än ursprungligen planerat och en miljard kr under budget. I projektet ingick ett tjugotal entreprenader med olika entreprenadformer. De flesta entreprenaderna var traditionella, några var totalentreprenader, och den sista, stationsentreprenaden, var ett samverkanskontrakt.

Den här fallstudien behandlar projektledningsprinciperna för Citytunnelprojektet som helhet och särskilt principerna för bergtunneldelen. Intervjuer har hållits med projektchefen Örjan Larsson samt Gösta Ericson, tekniskt ansvarig för entreprenaden Tunnlarna och bergtrum (resurskonsult från Sweco). Citytunneln berördes även vid intervjun med Förbifartens projektledare Johan Brantmark, som hade varit projektledare för borrade tunnlar i Citytunneln. Information har också hämtats från ett erfarenhetsseminarium om Citytunneln den 3 december 2010, från skriften "Resan mot målet", författad av Örjan Larsson och biträdande projektchefen Anders Ahlner 2010, samt från ett examensarbete som utförligt redovisat intervjuer med ledande personer i Citytunneln (Eriksson 2013).

Citytunneln fick Stora samhällsbyggarpriset 2011. Motiveringen löd:

- "Målen för tid, kostnad och ändamålsenlighet har uppnåtts och överträffats vid byggandet av Citytunneln i Malmö. Stationer med högklassig arkitektur och konstnärlig utsmyckning har skapats."
- "Ett tydligt ledarskap med fokus på framdrift, ett metodiskt arbete med praktisk riskhantering samt prestigelöshet och öppenhet för olika kompetenser kännetecknar det föredömliga projektgenomförandet".

Allmänt om organisering och ledning i Citytunneln

Projektet Citytunneln startade i konsortieform med fyra olika ägare: Banverket, SJ, Malmö Stad och Region Skåne. I början av 2000-talet konstaterades att man inte kom framåt eftersom projektet var underfinansierat och att styrningen fungerade dåligt. Under 2001 omförhandlades avtalet och 2002 tog Banverket över ansvaret, då med de andra parterna som passiva del-finansiärer. Projektet var vid denna tid organiserat som ett bolag, och alla i beställarorganisationen var anställda i ett särskilt personalbolag. Banverket valde att fortsätta projektet i den formen. Man tillsatte en projektstyrelse, men i övrigt agerade Citytunneln självständigt.

Projektchefen, Örjan Larsson, hade tidigare varit ansvarig för brodelen inom Öresundsbron och byggde sitt arbetssätt på erfarenheterna därifrån. Öresundsbrokonsortiet organiserades i bolagsform på ett liknande sätt som Citytunneln. I Öresundsbroprojektet etablerade man en kompetent byggherreorganisation och arbetade i nära samverkan med entreprenörerna. Beställarorganisationen i Citytunneln bestod som mest av ett hundratal personer, varav 70-80 procent var anställda. Många var tidigare entreprenörer, men det fanns även beställare och konsulter. Bara en kom från Banverket medan ett tiotal kom från Öresundsbron. Att projektet är självständigt ser båda de intervjuade som en nyckelfaktor för framgång – bland annat innebär det att man kan handplocka den kompetens som projektet behöver utan hänsyn till andra projekt som beställarorganisationen driver parallellt.

I Citytunneln har projektledningen arbetat med en tydlig målstyrning där det har funnits ett övergripande mål: att genomföra projektet inom de ramar som fastställts. Man har lagt stora resurser på att kommunicera ut målet i hela organisationen och få alla att arbeta mot det. Viktigt var att projektet utvecklade ett eget verksamhetssystem med en projekthandbok, projektplan och genomförandeplaner. Hela organisationen engagerades i att ta fram en kortfattad (24-sidig) och tydlig projektplan. Syftet var att de medverkande själva skulle tänka igenom hur man skulle arbeta. Sedan ställdes krav på alla entreprenörer att de skulle ta fram liknande skraddarsydda verksamhetssystem. Detta är en skillnad mot Trafikverket, som har gemensamma system som anpassas i projekten.

Både i våra intervjuer och i dem som gjordes av Eriksson (2013) framhålls att en viktig framgångsfaktor i Citytunneln var att man kunde arbeta mycket med organisationsfrågor och förberedelser eftersom tillståndprocesserna drog ut över ett år. Man menar att det inte hade gått att uppnå så bra resultat vad gäller tid och kostnader utan den planering som gjordes under väntetiden.

Besparingar jämfört med budget har gjorts genom att de risker beställaren reserverat medel för inte har fallit ut. För stora undermarksarbeten ligger riskutfallen annars på tiotals procent av entreprenadsummorna. Andra viktiga faktorer är att tiden kunnat kortas och att beställarorganisationen inte behövt vara så stor när produktionen har fungerat bra och konflikterna varit få.

Ett område där projektchefen är självkritisk gäller projekteringen. Det var många kvalitetsbrister i projekteringen som berodde på brister i egenkontroll och gränsdragning mellan teknikslag. Projekteringen under tidiga skeden var inte väl sammanhållen och projektörerna satt på olika orter. Beställaren gjorde försök med startmöten och samverkansmöten men det fungerade inte så bra, och projektchefen menar att de kunde ha fokuserat mer på att styra och planera projekteringen. Nyckelpersoner hos projektörerna borde också ha varit samlokaliserade med beställaren i större utsträckning. Detta gjordes och fungerade bra under utförandet, då projektörer satt på delprojektens platskontor för att hantera felrättning. För Fehmarn Bält arbetar man nu mycket tätare med projektörerna.

Organisering på beställarsidan

Projektchefen lägger stor vikt vid mjuka faktorer och säger att den största risken är den egna organisationen. I skriften ”Resan mot målet” heter det att: ”Citytunneln är ett tekniskt lyckat projekt men det är vår hantering av de mjuka parametrarna som lagt grunden till framgången. Teknisk kunskap finns, det gäller att se till att den finns när och där den behövs. Det är människor i samverkan som byggt Citytunneln, med hjälp av teknisk kunskap.”

Ett viktigt inslag i ledningsfilosofin har alltså varit att etablera en beställarorganisation med hög kompetens. Kunskap och kompetens sågs som en förutsättning för god samverkan och projektet valde också att satsa på en egen kompetent byggledning. Byggledarna hade en nyckelroll i den samarbetsanda som skapades i projektet. En annan nyckelfaktor har varit att etablera en bra samverkan med klara roller för linje och stab inom beställarorganisationen. Det skulle vara tydligt för alla att beslut fattades av linjefunktionerna, medan expertfunktionerna fungerade som rådgivare före beslut. För beslutsfattare inom linjen har det varit en rättighet men också en skyldighet att använda den expertkompetens som finns inom projektet. Beställarorganisationen har förändrats löpande för att möta projektets behov i olika faser.

Projektledningen kom också överens med dåvarande Banverket i Borlänge att projektet själv skulle administrera granskningen av entreprenörens detaljprojektering. Projektet och Banverket tillsatte gemensamt en grupp som skulle ansvara för detta. Formellt var det en person från Banverket som var myndighetsperson och godkände, men i praktiken litade han på projektets granskande organisation. Detta gjorde att man vann mycket tid och kunde lösa många problem. Inspirationen till detta arbetsätt kom från Öresundsbron.

Samverkan och riskhantering

Efter förebild från Öresundsbron etablerades också en nära samverkan med alla entreprenörer. Detta har lyckats bra inom alla projektets entreprenader, både svenska och utländska, och oberoende av kontraktsform. Beställarens organisation var uppdelad i tre delprojekt och byggledningsteamerna har fysiskt varit lokaliserade så att de har suttit nära sina entreprenörer. Många av byggledarna var med redan under upphandlingsfasen och har haft djupa kunskaper om projektets specifika delar. Deras uppgift var att bevaka rättigheter och skyldigheter enligt kontrakt, men också att stödja entreprenörerna och verka för en smidig och friktionsfri framdrift av produktionen. I projektet har man varit tidig med att införa aktiv riskhantering med gemensamma workshops för beställare och entreprenörer. Riskarbetet har också inneburit att projektet tillsammans med sina entreprenörer har kunnat hitta möjligheter till förbättringar i byggfasen. Projektchefen understryker att beställaren ska hjälpa entreprenören att tjäna pengar, och att detta innebär att beställaren litar på entreprenören men också att man tar en aktiv roll och bidrar med sin kompetens. En utgångspunkt för riskhanteringen och projektledningen har varit att alla risker som faller ut i praktiken kommer att påverka beställaren. Därför har beställaren ibland gått in och finansierat åtgärder för att minska risker, detta för att kunna behålla entreprenörernas fokus på att driva projektet framåt. Beställaren har även medverkat

som stöd i entreprenörernas tidplanering. Tid har varit en viktig styrfaktor, och i tunnelentreprenaden har det funnits en tidsbonus.

Mer formell samverkan eller partnering, med relationsbyggande workshops och teambuilding, har använts i viss utsträckning, men mycket av relationsbyggandet har skett informellt i samband med projektets kärnaktiviteter.

Projektchefen: ”Samverkan är inget man kan klistra på en organisation, dra ner som en påse över huvudet på medarbetarna, utan något som måste växa fram i organisationen. Jag tyckte att mycket av den här tidiga samverkan i början på 2000-talet var väldigt ytlig. Man träffades och ritade modeord på en tavla och sen gick man hem. Jag vill se ett helt annat djup och helt andra ambitioner i samverkan. Mycket täta kontakter mellan entreprenörens organisation och min organisation, mycket mer än startseminarier. [...] Att plocka in någon extern samverkansexpert för att det kanske kan vara bra för att få igång processen, men [...] När de drog igång bangårdsprojektet här i Banverkets regi, så hade de i organisationsplanen en liten sidoordnad ruta där det stod Samverkan. Man kan inte hantera det på det viset, det måste växa fram, man måste inspirera människor att jobba på ett speciellt sätt. Och det är mycket mer än de här flashiga startseminarierna, sen blir det inte mer.”

Man arbetade ändå delvis med samma medel som används i uttalade samverkansprojekt. Tidigt i projektet togs det fram en Måltavla med projektmål, framgångskriterier och intressenter, där framgångskriterierna var Öppen, Information, Respekt, God samarbetspartner och Trovärdig. Arbetet med att ta fram måltavlan sågs som en viktig process. Diskussionerna om framgångskriterierna och målen var en del i skapandet av Citytunnelns projektkultur. I början av projektet lades också mycket kraft på att gemensamt arbeta fram samverkansmatriser där medarbetarnas roller beskrevs utifrån typiska aktiviteter i projektet. Detta gjorde att samsarbetsformerna naturligt satte sig i organisationen, enligt Resan mot målet.

Som en del i riskhanteringen har projektet haft en genomarbetad plan för att hantera att medarbetare inte kan närvara eller lämna projektet. Man har också haft som princip att begränsa antalet mötestyper och mötesdeltagare:

Projektchefen: ”Det är också en sjukdom i många organisationer att alla ska vara delaktiga i allting, alla ska vara med och diskutera allting. Det där beror ju mycket på att [...] när du startar upp ett stort projekt är du några få människor som sitter och jobbar med alla frågor tillsammans. Och så blir frågorna fler och fler, och människorna blir fler och fler, och jag ser att man har svårt att bryta det mönstret. Medarbetare som har varit med att diskutera alla frågor ska helt plötsligt begränsa sig och fokusera. Det var ett problem här tidigt. Folk mätte sin vikt i hur många möten man var kallad till. Jag jobbade mycket med det i början, att få folk att förstå att det är det här som är din uppgift. För att få effektiva möten, framför allt arbetsmöten, måste man begränsa antalet deltagare och bara ta med dem som har något att tillföra och dem som ska fatta beslut.”

Entreprenaden Tunnlarna och berggrum

Bergarbeten ingick framför allt i två entreprenader. Den ena var entreprenaden för Malmö C Nedre (E101), som var en blandning av totalentreprenad (betongtunneln) och generalentreprenad (övriga arbeten) med NCC som entreprenör. Den andra var E201, Tunnlarna och berggrum. Här fokuserar vi främst på den senare.

Bergtunnelentreprenaden var på 2,3 miljarder kr och omfattade de två parallella, sex km långa tunnlarna samt bergrummet för station Triangeln. Entreprenaden genomfördes av konsortiet Malmö Citytunnel Group (MCG), som bestod av tyska Bilfinger Berger AG samt danska Per Aarsleff A/S och E Pihl & Søn A/S. Cirka 4,5 kilometer av tunnlarna borrades med tunnelbormaskiner (TBM). I söder anslöt de borrade tunnlarna till en betongtunnel och en ramp för banan ovan mark.

Entreprenadformen var en ganska styrd totalentreprenad och upphandlingskriterierna 60 % pris, 20 % samarbetsförmåga, ledning och organisation, 10 % miljö och hälsa/säkerhet samt 10 % kvalitetssystem. MTG hade det lägsta anbudet, men även högst poäng på mjuka parametrar. Det fanns en tidsbonus och MTG fick 54 miljoner kr för att man lyckades färdigställa entreprenaden tidigare.

Enligt Gösta Ericson var en anledning till att projektet kunde arbeta så pass självständigt med granskning att tunneln skulle byggas i kalksten, eftersom Banverkets regelverk var utformat för fast berg. Projektet behövde alltså utveckla sina egna normer. Efter Hallandsåsen och med begränsade erfarenheter av att bygga i kalksten blev strategin att tillsätta hög teknisk expertis och sedan lita på att experterna kunde fatta de rätta besluten. Även miljödomstolen lyssnade mycket på projektets experter.

De geotekniska utmaningarna låg i att berggrunden var synnerligen heterogen. Överst fanns ett lager med dålig kalksten (Köpenhamnskalksten) med en blandning av stora hårda stenar och lös gröt, och längre ned ett lager med bra kalksten (bryozokalksten) med låg vattengenomsläpplighet. Det var inte självklart hur dessa stora variationer skulle hanteras i förfrågningsunderlaget. Principerna man valde var att sätta upp geotekniska referensvärden enligt en dansk skala anpassad för kalksten (H1-H5), där egenskaper och antagen andel definieras i förfrågningsunderlaget. Så länge berget ligger inom dessa gränser är det entreprenörens ansvar. Syftet är att ge entreprenörerna en tydlig bild av vilka risker de ska bära. Utgående från detta kan de planera vilka produktionsresurser och metoder de behöver och hur lång tid det kan ta. H-värdet är sedan lätt att bestämma på plats utan särskild utrustning, man kan alltså snabbt se om entreprenören ska ha extra betalt eller inte. (För Öresundsbron hade man även referensvärden för väder och strömmar.) I den heterogena kalkstensmiljön har man hela tiden en blandning av olika klasser: ”på varje enskilt ställe måste man förvänta sig att allt kan finnas”. En diskussion gällde hur robust konstruktionen skulle vara: bara för att man hamnade utanför referensvärdena skulle man inte behöva byta teknisk lösning, till exempel valde man en TBM med sköld för att kunna hantera även större vattenmängder.

Under den försenade miljöprövningen tog beställaren fram en gemensam webbaserad riskdatabas som entreprenörerna skulle arbeta i. Inför varje nytt moment i produktionen hölls en gemensam riskworkshop. Ett liknande webbaserat system gjordes för geotekniska data, där beställaren lade in sina förundersökningar. Under väntetider gick man igenom olika scenarier: ”Vad händer om det blir ras i tunneln, vilken data behöver vi samla snabbt? Jo grundvattensmätningar, sättningmätningar från omgivningen, geologiska modeller för det här området så vi begriper vad som har hänt” (Ericson). Kravet var att även entreprenörerna skulle lägga in sina data, och att man sedan bara skulle basera diskussioner på data som fanns i den gemensamma basen: ”Vi vägrar diskutera på klassiskt sätt att vi har våra och de har sina, och så skaffar de sig trumf på hand. Vi tar en öppen och ärlig diskussion bara under förutsättningen att vi vet att vi baserar våra värderingar på samma fakta.”

Geotekniska tullgränser (tollgates) definierades för olika steg. En ”station” sattes upp med ett tiotal krav som alla måste vara uppfyllda innan man fick gå vidare (exempel på krav var klara

bygghandlingar, geologisk kartering, att grundvattnet är under kontroll, förstärkningsinstruktioner). Under hela processen genomfördes också både gemensamma och oberoende revisioner.

Man arbetade även med observationsmetoden, men inte formaliserat enligt modellen i Eurokod. Arbetet var kopplat till miljödomen, där det fanns reglerat vilka sättningar man fick ut-sätta befintliga byggnader, gator och ledningsnätverk för. I station Triangeln användes bergmekanisk och hydrologisk monitorering, och man satte egna triggervärden i samråd med GK3-granskaren. Det fanns också ett planerat riskbemötande med färdiga planer för vad som skulle göras om mätningarna avvek från beräknat.

Enligt Gösta Ericson trodde inte entreprenörerna riktigt på att beställaren menade allvar med sina ambitioner för samverkan när förfrågningsunderlaget kom ut. Anbudsgivarna kontaktade personer de kände i beställarorganisationen och ville ha reda på vilka individer som skulle vara med för att se om det fanns några "entreprenördödare". Den gemensamma riskdatabasen var ett sätt för beställaren att visa att man menade allvar.

Bilfinger Bergers representant (project engineer underground construction) framhöll i sitt inlägg vid erfarenhetsseminariet den kompetenta organisationen och den gemensamma riskhanteringen (inklusive förbättringsarbete) som framgångsfaktorer. Han tryckte på att riskhantering ska göras kontinuerligt och inte bara i början av ett projekt, och att verkligt samarbete inte innebär att man har möten och dricker kaffe utan handlar om motivation, förtroende, öppenhet och korta beslutsvägar. Teambuildingworkshops, som hölls i bergentreprenaden, var nytt för både entreprenören och många på beställarsidan men upplevdes positivt.

En nyckelfaktor för att driva projektet framåt var att den operativa projektorganisationen skulle fokusera på att hitta lösningar på problem och inte behöva fundera på vem som skulle betala. Sådana regleringar hanterade projektcheferna i ett mindre, separat forum. Detta arbets-sätt uppfattar Gösta Ericson i efterhand som mycket viktigt.

Stationsentreprenaden

Den sista stora entreprenaden omfattade stomkompletteringar och färdigställande av de tre stationerna. Stationsentreprenaden skilde sig från de andra entreprenaderna i att det var ett formellt samverkansprojekt. Bakgrunden var att man först hade gått ut och frågat på en traditionell utförandeentreprenad, men att det enda anbud som kom in (från NCC) låg väsentligt över budgeten. Beställaren förhandlade då med dem om att genomföra projektet i samverkan med löpande räkning och ett målpris där man delade underskridanden 50/50. Detta ledde till att projektet sparade 150 miljoner kr jämfört med anbudet.

En viktig framgångsfaktor och skillnad mot de andra entreprenaderna var att man satt ihop och samarbetade i en gemensam organisation som bestod av människor från både entreprenör och beställare:

Projektchefen: "Det skapades en väldigt fin miljö där alla ansträngde sig, där alla löste problem och hade projektmålet framför sig. Även installatörerna, som var traditionellt upphandlade, blev inspirerade av den miljö som skapades och det fungerade precis lika bra. Det var kul att se att man kunde åstadkomma detta även när det inte fanns incitament."

"[I en traditionell entreprenad] har du tydligare rollfördelningar, entreprenören har ansvar för det anbud och pris han har lämnat. Men här skulle man gemensamt bara bygga

så billigt som möjligt. De som har jobbat i den organisationen säger efteråt – och det är människor som har jobbat i entreprenadbranschen i årtionden – att de aldrig haft det så kul på ett jobb. Och det är precis vad de säger på Tvärbanan: deras entreprenörer säger att så här roligt har det aldrig varit att jobba i ett projekt. Så det ligger något i den här modellen, den för människor närmare varandra, och man har lättare att se till målet och projektets bästa än med de traditionella arbetsformerna.”

Lärande och erfarenhetsåterföring

För att sprida erfarenheterna från Citytunneln tog projektchefen och den biträdande projektchefen gemensamt fram skriften Resan mot målet, där de kort sammanfattade de principer som varit väsentligast i ledningen av Citytunnelprojekt. Boken baserades på overheadbilder som de hade använt sig av i kommunikationen inom projektet under tio år. När det gäller lärande har exempelvis ett viktigt motto i projektet varit att ”erfarenheter är hjälpmedel, inte styrmedel”, dvs att vi är bra, men vi kan bli bättre. Andra sådana motton är ”Frånvaro ska inte förhindra framdrift” och ”Närvaro ska inte förhindra framdrift”.

Överhuvudtaget menar projektchefen att det är människorna som är de främsta kunskapsbärarna. Många i Citytunneln hade en bakgrund i Öresundsbroprojektet och tog med sig erfarenheter därifrån, och många som varit aktiva i Citytunneln har tagit med sig arbetssätten till de projekt de senare har engagerats i, till exempel Tvärbanan, Förbifarten, Citybanan, Fehmarn Bält och planeringen av Södertunneln. Örjan Larsson själv har engagerats som rådgivare i Fehmarn Bält och även i ESS (European Spallation Source i Lund).

Erfarenhetsåterföringen mellan projektchefer i Banverket och senare Trafikverket tycker projektchefen har fungerat ganska bra, man har träffats ett par gånger om året utifrån eget intresse. På träffarna fick projektledarna information och kontaktytor, så att man visste vem man kunde ringa om olika frågor och problem. Men överföringen till stabsfunktionerna i Stora Projekt inom Trafikverket tycker han har fungerat sämre, ”de har för mycket att göra för att ta till sig några nya erfarenheter”.

Gösta Ericson säger att han hade förväntat sig att Trafikverket skulle ta vara på erfarenheterna från Citytunneln på ett mer strukturerat sätt och implementera tankarna bredare i sin verksamhet. Många arbetssätt skulle mycket väl kunna användas i andra projekt. Men han menar att Trafikverket tycks ha svårt att införa nya arbetssätt. Han erinrar sig ett tidigare utvecklingsprojekt där praktiker och akademiker gemensamt tog fram en handbok för grundvattenhantering (bakgrunden var att detta står för 80 procent av budgetöverskridandena) som sedan inte har använts: ”De som brinner för frågan byter position och när ingen annan brinner, då försvinner frågan”.

5.3 En samverkansentreprenad inom Citybanan

Citybanan är en sex kilometer lång pendeltågstunnel mellan Tomtebodan och Stockholms södra med två nya stationer vid Odenplan och T-Centralen. 2008 godkändes järnvägsplanen och i januari 2009 började Citybanan att byggas. Beroende på vilken form av entreprenadavtal som tecknats utförs delar av bygghandlingsprojekteringen av anlåtade entreprenörer.

Fallbeskrivningen baseras på en intervju i juni 2014 med Citybanans upphandlingschef och olika publikationer och presentationer som rör den största entreprenaden inom projektet, Norrströmstunneln och Station Stockholm City.

Norrströmstunneln och Station Stockholm City

Den enskilt största entreprenaden är Norrströmstunneln och Station Stockholm City med NCC som entreprenör. Det är en tunneldel och en stationsdel med total längd 1048 meter.

Valet av entreprenadform, ersättningsform och samverkansform

Förutsättningar och mål för upphandlingen var att det var stora osäkerheter att hantera, att intresse och konkurrens eftersträvades, att det skulle vara rätt riskfördelning, produktionsanpassad projektering, effektiv produktion samt ett flexibelt och hållbart kontrakt. Banverket valde samverkansformen främst på grund av erfarenheterna av stridigheterna i Södra Länken. Beställaren borde ta de risker som ligger på berget, alltså det som entreprenören inte kunde förutse. Dessutom skulle man upphandla på systemhandlingar, och Banverket visste att det skulle bli stora förändringar i genomförandeskedet, särskilt till följd av designändringar, eftersom det fortfarande var osäkert vilka uppgångar och passagerarflöden det skulle bli. Dessa designosäkerheter var större än vad de bergberoende förväntades bli. Samtidigt var det viktigt att få in entreprenörens bergtekniska kompetens och produktionssynpunkter i projekteringen, som fortsatte med samma konsultföretag som tagit fram systemhandlingar tidigare på uppdrag av Banverket.

Det är en utförandeentreprenad på löpande räkning med fast arvode och med möjlighet till bonus om uppsatta mål nås. Det fasta arvodet sattes med utgångspunkt i den rikt kostnad som beställaren angivit. Borttransport av bergmassor mängdregleras enligt à-pris, dvs den totala kontraktssumman utgörs av rikt kostnaden plus fasta arvodet plus kostnaden för borttransport av bergmassor. Avsikten var att det fasta arvodet normalt inte ska justeras, men förutsättningarna för ändring av rikt kostnad samt fast arvode är större funktionsändringar, geologiska förhållanden, hinderklausul enligt AB 4.3.1 eller överskridande av rikt kostnaden med mer än två procent. Den produktionsbudget som upprättades i samråd efter detaljprojekteringen är styrande men påverkar inte rikt kostnaden. ”Målsättningen är att genom en effektiv och kreativ styrning av entreprenaden underskrida rikt kostnaden.” Bonus kan utgå till entreprenören med avseende på uppfyllelse av ekonomiska mål, tidhållning, kvalitetsuppfyllelse, samarbetsförmåga och begränsning av störningar för omgivningen.

Det är alltså fråga om en samverkansentreprenad där NCC och konsultföretaget WSP arbetat tillsammans med beställaren för att ta fram bygghandlingar. NCC upphandlades i inledningen av bygghandlingsprojekteringen. Banverket krävde att entreprenören skulle sätta upp ett särskilt bolag, Norrströmstunneln AB, för transparensens skull, dvs för att kunna verifiera självkostnad.

Anbud och anbudsvärdering

Upphandlingsprocessen följde tvåkuvertsystemet, och mervärdesmetoden tillämpades vid utvärderingen av anbud. Kriteriet ”det ekonomiskt mest fördelaktiga anbudet” gällde. Utvärderingen skedde i separata grupper för teknik, miljö, kvalitet etc, samt kommersiellt. I utvärderingen av inkomna anbud vägde kravuppfyllelse i fråga om entreprenörens föreslagna projekteringsutvecklingsledare mycket tungt. Denna person skulle ha erfarenhet av bergarbeten under jord. Funktionen som projekteringsutvecklingsledare var en organisatorisk innovation. Även projektledarens erfarenhet av bergarbeten under jord skulle vara stor. Banverket betraktade fasta delen som anbud och räknade av mervärden som för projektledarkompetens.

Tre anbud kom in, men fler företag visade tidigt intresse och deltog i beställarens genomgångar före anbudsgivningen. Under anbudstiden kommunicerade beställaren med entreprenörer som visat intresse. Banverket skickade ut sin produktionskostnadskalkyl, fördelad på ett

antal byggdelar, och begärde synpunkter före ett visst datum på om detta var en rimlig rikt-kostnad. En anbudsgivare svarade att rikt-kostnaden eventuellt kunde sänkas, en annan att den kunde höjas rejält; en tredje att den kunde höjas. Anbudsgivare skulle offerera det fasta priset baserat på rikt-kostnaden. Under anbudstiden fortsatte Banverket sitt kalkylarbete, meddelade anbudsgivarna att Banverket skulle justera rikt-kostnaden, och höjde sedan denna med 25 mil-joner kr.

Banverket ordnade flera genomgångar som var betydelsefulla för anbudsgivarna. Här deltog fem à sex personer från Banverket, dvs projektledare, byggledare och någon från upphand-lingssidan; entreprenörerna hade nästan med sig sin tänkta organisation, som ställde frågor baserat på förfrågningsunderlaget. De flesta företag deltog i två eller flera genomgångar. De svenska företagen tycktes förstå vad som menades med samverkan i projektet, medan de tyska hade det svårt och kunde tycka att riskerna i Banverkets modell var höga, särskilt som vitena var ungefär lika stora som bonus, men egentligen var det mindre sannolikt att vitena skulle falla ut. En riskminskande dialog under anbudsskedet gör det möjligt för entreprenörer att få tillåtelse av sina företagsledningarna att räkna på så stora och riskfyllda anbud.

Bergkompetens och kommunikering av kunskap

Banverket ställde en expertgrupp för tekniskt stöd (berg) till projekteringsorganisationens för-fogande. Gruppens uppgift var att ge råd och synpunkter på projekterings utförande, t ex projekteringsgång och vilka dimensioneringsberäkningar som skulle göras, samt på valda tek-niska lösningar. En serie av teknikmöten hölls för att löpande diskutera projekteringen med expertgruppen, och mötena fokuserade på teknikfrågor som bedömts vara kritiska. Mötena gav NCC insyn i projekteringen av de kritiska områdena och möjligheter för projektören att få ta del av synpunkter på produktionsanpassning. När Banverket hade fastställt bygghandlingar hölls överlämnandemöte där Banverkets projekteringsledning, projektören, entreprenören och byggledningen deltog. Genomgående har beställaren haft kompetens i form av ett par bergex-perter som har följt utvecklingen i projektet, på samma sätt som experter arbetat med betong-frågor, och beställaren har hela tiden arbetat med godkännanden. Både konsulten och entre-prenören har egen bergexpertis.

Anpassning till verkliga berggenskaper

För Norrströmstunnelns del har aktiv design tillämpats på bergkonstruktionerna (Swindell m fl 2013), inspirerat av observationsmetoden för geoteknik, men med inte fullt så strikt formell tillämpning. Här kopplades designkriterier för vissa nyckelparametrar till varje teknisk lös-ning, och ett kontrollprogram för att följa upp parametrarna ingick i bygghandlingarna. Berg-tekniska utredningar gjordes för all dimensionering där man bedömde att typförstärkning inte skulle kunna tillämpas. För särskilt komplexa konstruktioner definierades även s k tullgränser i den aktiva designen för att skapa kontrollpunkter som entreprenören inte får passera förrän designens giltighet hade utvärderats.

Entreprenörens geologer utförde ingenjörsgelogisk kartering vid utbrytning och levererade detta löpande till beställaren. Här kontrollerades även gränserna för designens giltighet i fråga om bergkvalitet, sprickegenskaper och andra ingenjörsgelogiska parametrar. Entreprenören gjorde även deformationsmätningar enligt kontrollprogram och ett övergripande mätprogram.

Innovationer och förbättringsarbete

Vad gäller tekniska innovationer i projektet kan man konstatera att det tar tid att skapa en pro-jektkultur som präglas av öppenhet (Bröchner och Kruse 2012). Fördelen med öppenheten i samverkan har visat sig i många diskussioner i syfte att finna de bästa produktionstekniska

lösningarna på uppkomna problem, snarare än att det har varit fråga om att föra in större innovationer. Eftersom entreprenören och beställarens konsult inte har ett direkt kontraktsförhållande är det beställaren som gör valet mellan olika tekniska lösningar.

I ett annat Citybaneprojekt, Söderströmstunneln, avsattes medel för forskning om optimala produktionsmetoder i det avtal som reviderades 2011 (Widén och Úlfarsson 2014).

BIM och samarbetet

Från början (2004) ställdes varken krav på 3D eller BIM i projekteringen, men det visade sig att området under T-blå var alltför komplext i 2D (Lidgren 2012). Samgranskning mellan berg och konstbyggnad förutsatte en samordningsmodell, och här använde WSP sin OpenVR som gör det möjligt att upptäcka krockar mellan olika teknikområden. Man närmade sig BIM med hjälp av programvaran Tekla, men det var omständigt att sedan generera armeringsritningar i 2D. Entreprenören har arbetat vidare med 3D-modellen i sitt anbud, och konsulten har visualiserat. BIM har knappast lett till någon organisatorisk förändring i projektet.

Erfarenheter av arbetssättets för- och nackdelar

Incitamentssystemet för entreprenaden kan sägas vara komplicerat, och förhållandet mellan beställarens projektändringar och riktpreisändringar har varit var en källa till konflikter, enligt ett examensarbete vid KTH (Widén och Úlfarsson 2014).

Det rör sig om ett kontrakt på löpande räkning, och anpassningen till faktiska bergförhållanden blir informell till skillnad från observationsmetoden. I en normal utförandeentreprenad blir det ÄTA, en överenskommelse om fastpris, t ex enligt MF. I detta projekt är det normalt inga ÄTA, men blir det ändringar över 5 miljoner kr justeras riktkostnaden. I början av kontraktstiden, kanske ett år, var det många diskussioner om riktpreisförändringar, men sedan skapades rutiner och ett kontraktsråd tillkom med beställarens delprojektledare.

Samverkanskonceptet som togs fram för Norrströmsentreprenaden kräver att man har tid; projektet hade Banverket förberett länge innan 2007. Upphandlingschefen framhäver att man inte får underskatta den tid det tar att säkerställa förståelsen av underlaget: inte bara att säkra entreprenörens förståelse, utan också i beställarens organisation. Man måste kunna förmedla förståelsen av vad beställaren är ute efter. Beställaren skulle gärna ha gått över till samverkansentreprenad för Stockholm Södraanslutningen inom Citybanan, men det rörde sig bland annat om komplicerade sponter och förberedelsetiden var otillräcklig i det fallet.

Samverkansentreprenader förutsätter att det är ganska komplicerade projekt som måste ha en viss minsta storlek, eftersom de är mer resurskrävande för anbudsgivarna att räkna på. Beställarkrav på att entreprenören skapar ett särskilt projektbolag bidrar till att kontraktssumman inte bör vara alltför låg.

Erfarenheter från och till andra projekt

Allmänt kan sägas om erfarenhetsåterföringen inom Stora Projekt att det är många kontakter. Det handlar om möten och dialoger snarare än att skriva ned saker och ting. Den rådande uppfattningen är att alla är villiga att dela med sig av sina erfarenheter från olika projekt.

5.4 Stigbergsgaraget

Stigbergsgaraget är ett bergrumsgarage med cirka 300 platser som byggs under Stigberget på Södermalm i Stockholm. Projekttiden är 2012-2014.

Denna fallstudie är baserad på intervjuer med Markus Burman, projektledare för Stockholm Parkering AB, Jenny Johansson, projektchef Veidekke Entreprenad samt Rikard Dahlström, arbetschef hos Veidekke Entreprenad. Intervjuerna genomfördes när bergarbetena var i det närmaste färdigställda och inredningsarbetena skulle påbörjas.

Val av entreprenadform, ersättningsform och samverkansform

Projektet upphandlades som en partneringentreprenad. Bakgrunden var att Stockholm Parkering hade dåliga erfarenheter från ett liknande projekt, Högalidsgaraget, som genomfördes 2008-2011 med Skanska som bergentreprenör. För det projektet hade man valt ett Construction Managementupplägg med traditionella fastprisentreprenader. I detta projekt blev kostnaden dubbelt så hög som budgeterat, 120 miljoner kr mot 60 miljoner kr. Enligt projektledaren var budgeten fel från början, något som Stockholm Parkerings dåvarande ledning (men inte styrelsen) troligen hade varit medveten om. Kostnadsöverskridandena ledde till stora konflikter mellan beställaren och bergentreprenören, och politikerna i styrelsen stoppade planerna på ytterligare bergrumsgarage.

Stockholm Parkerings projektledare för Stigbergsgaraget anställdes i slutet av Högalidsprojektet när konfliktnivån var hög. När en ny VD tillsatts och det ändå började planeras för ytterligare ett bergrumsgarage sågs inte det traditionella arbetssättet som ett trovärdigt alternativ. Genom en utbildning organiserad av föreningen Byggherrarna fick projektledaren kännedom om partnering. Att arbetsformen uppstod i USA för att komma tillrätta med höga kostnader och låg kvalitet i just offentliga anläggningsprojekt gjorde att han såg det som ett möjligt arbetssätt även för Stockholm Parkering. I utbildningen deltog också fastighetschefen i en västsvensk kommun. Denne var före med att upphandla ett partneringprojekt, och detta partneringavtal användes som inspirationskälla när Stockholm Parkering tog fram sitt avtal för Stigbergsgaraget.

Projektet delades in i tre faser: Fas 1 fram till bygglov, Fas 2 projektering för att ta fram ett riktpreis och Fas 3 detaljprojektering och byggande. Fas 2 och 3 var optioner. För Fas 1 och 2 tecknades avtal på bas av ABK, medan ABT gällde för Fas 3. I slutet av Fas 2 sattes en rikt-kostnad, och besparingar och kostnadsökningar i förhållande till denna skulle delas 50/50.

Anbud och anbudsvärdering

Man använde ett öppet förfarande vid upphandlingen. Stockholm Parkering bedömde att det fanns fem entreprenörer som skulle kunna åta sig den här typen av arbeten: NCC, Skanska, Veidekke, Strabag och Lemminkäinen. De fyra första lämnade anbud.

Tilldelningskriteriet var ekonomiskt mest fördelaktiga anbud. I förfrågningsunderlaget fanns alltså både skallkrav och utvärderingskriterier. Skallkraven gällde fem områden: aktuell erfarenhet av liknande bergprojekt, erfarenhet av partneringskontrakt/utökad samverkan, bergkompetens hos den organisation som föreslås, system för kvalitet, miljö och arbetsmiljöarbete samt tillräcklig resursbas (årsomsättning). Utvärderingskriterierna var:

- Ekonomiska villkor (30 p, beräknades på basis av entreprenörernas föreslagna fasta och rörliga arvode för Fas 1, 2 och 3 sammanslagna, utgående från en fiktiv rikt kostnad på 80 miljoner kr. Varje procents avvikelse från lägsta pris innebar ett avdrag på 3 p).
- Organisation. Entreprenörens organisationsplan, CV för föreslagen organisation samt en beskrivning av de faktorer man anser skapar förutsättningar för ett lyckat projekt. (12 p)
- Referensprojekt (10 p, leverantör som tidigare haft uppdrag för Stockholm Parkering måste uppge detta som referensprojekt).
- Partnering (10 p, baseras på beskrivning av hur entreprenören vill samarbeta för att skapa mervärde i projektet samt intervjuer).

Två personer från Stockholm Parkering, projektledaren och byggschefen, bedömde anbuden och genomförde intervjuer. Den första upphandlingen blev dock överklagad av Skanska, som hade funnit ett fel i hur man skulle hantera referenstagning. Stockholm Parkering valde då att avbryta upphandlingen och genomföra en ny, vilket försenade projektet med fem månader.

På priskriteriet låg Skanska betydligt lägre än de andra och poängskillnaden var stor. Anbudsgivarna hade valt olika strategier för priset på den fasta organisationen respektive procentsatsen för entreprenörarvode. Fastpriset för basorganisationen i Fas 1 och 2 varierade med en faktor 5, där Veidekke låg högst. Ett högt pris på den fasta delen upplevdes av beställaren som seriöst, och man upplevde det som bekymmersamt att priskriteriet inbjöd till taktisk prissättning.

Organisation fanns med både som skallkrav och som utvärderingskriterium. Syftet var att man ville att entreprenören skulle komma med sina bästa medarbetare och inte bara uppfylla skallkraven. Beskrivningsdelen i kriteriet för Organisation var dock otydlig och fick i praktiken liten betydelse i utvärderingen, även om projektledaren tror att det påverkat entreprenörerna att föreslå bättre medarbetare än man annars hade gjort. När det gällde referensprojekt fick Skanska som väntat låga poäng eftersom de var tvungna att välja det kontroversiella Högalidsgaraget som en referens. Men inte heller NCC fick full pott, vilket blev avgörande för att Veidekke tilldelades kontraktet.

För att bedöma om skallkraven på Organisation var uppfyllda samt sätta poäng enligt partneringskriteriet höll Stockholm Parkering intervjuer med samtliga som anbudsgivarna lämnat in CV för (sex eller sju personer per anbud). Intervjuerna gjordes enligt en standardmall och tog tio minuter med var och en. På partneringskriteriet fick både Veidekke och NCC maxpoäng, men när det gällde Veidekke var det mer arbetsättet än samverkansmodellen som var avgörande. De hade ett omfattande material som beskrev arbetsprocesserna för VDC (Virtual Design and Construction) och medarbetarinvolvering. Även Strabag hade redovisat processer, men mindre övertygande. Skanska lämnade in en folder på ett par sidor som inte var projektanpassad, vilket gav låga poäng.

Organisation, kompetens och system

Stockholm Parkering har bara tre personer anställda på byggavdelningen, och projektledaren för Stigbergsgaraget fungerar även som byggledare. Byggherreuppdraget klaras delvis genom att använda hjälpmedel som Trafikverket/Banverket tagit fram. Exempelvis hämtades standarder för definitioner för fukt/dropp från BV Tunnel, och rutinerna för att hantera relationer till tredje man kom från Citybanan. En viktig bas i Stigbergsgaraget har varit den ramhandling som Stockholm Parkering har tagit fram för vilka krav man ställer på bland annat installationer och ytbeläggning i sina garage.

Veidekkes projektchef hade tidigare arbetat som projektchef i avslutningsskedet på Tvärbanan och som delprojektledare för Trafikverket på Citybanan, men har ingen utbildningsbakgrund inom bergbyggnad. Produktionschefen hade dock lång bergerfarenhet (arbetade bland annat för Skanska i Högalidsgaraget), och entreprenadingenjören arbetade tidigare på Norra Länken. Även arbetschefen var bergspecialist.

Veidekke har arbetat med medarbetarinvolvering och tvärfunktionell samverkan under lång tid, men under senare år har man utvecklat kopplingen till IT och leanmetodik under etiketterna VDC - Virtual Design and Construction och ICE - Integrated Concurrent Engineering. Det finns ett samarbete med Stanforduniversitetet i USA där mer än 100 medarbetare har gått kurser. VDC kan tillämpas i alla projekt, framför allt används det i totalentreprenader, men samverkansentreprenader ger enligt projektchefen de bästa förutsättningarna för ett värdebaserat samarbete. Samverkansprojekt är överhuvudtaget ovanliga inom anläggning och det är unikt att komma in så tidigt – Tvärbanan var också ett samverkansprojekt, men där hade beställaren projekterat betydligt längre. Veidekke var då bara med under detaljprojekteringen och möjligheterna att produktionsanpassa var små.

Arbetsformer, innovation och anpassning under projekteringen

Arbets sättet VDC/ICE innebär att alla som medverkar i projekteringen sitter tillsammans och arbetar en dag i veckan. I Fas 1 (fram till bygglov) fanns A, K, Brand och Berg med på konsultsidan. Då var det alltså en mindre grupp. I Fas 2 var det 12 discipliner och 23 eller 24 personer som mest på projekteringsmötena. Konsulterna handlades upp gemensamt av beställaren och entreprenören och ett väsentligt moment i upphandlingen var enskilda samtal som gav en uppfattning om hur konsulterna tänkte. Även vissa underentreprenörer handlades upp tidigt, och de var med under Fas 2. Det var Sprinkler, Stomme och Hiss, dvs de som hade totalentreprenader.

I början av samarbetet genomfördes en tvådagars startworkshop, vilket ingår i VDC-konceptet men också fanns som krav i förfrågningsunderlaget. Det var fyra personer från Stockholm Parkering, fem från Veidekke och två konsulter (projekteringsledare och installationssamordnare). En partneringsfacilitator/beteendevetare från Veidekke ledde workshoppen, och ett viktigt inslag var ett personlighetstest. Det uppfattades som nyttigt för projektet eftersom det blev tydligt vilka typer av människor som fanns i teamet. Exempelvis fanns ingen relationsorienterad person men många resultatorienterade och några strukturfokuserade tänkare. Denna obalans hanterades senare genom att olika personer vid varje möte uttryckligen tilldelades ansvaret för att involvera alla deltagare i samarbetet.

Vid den första workshoppen tog man fram dels spelregler som beskrev hur man ska arbeta, och dels en partneringsdeklaration med projektmål som alla skrev på. För de konsulter som inte deltog vid den gemensamma startworkshoppen hölls en endags startworkshop där de fick diskutera spelreglerna och partneringsdeklarationen. Därefter fick även de skriva på. Workshops

har sedan hållits fyra gånger per år, vilket är fler än vad som föreskrevs i förfrågningsunderlaget och partneringavtalet.

Eftersom entreprenören kom in i projektet redan i bygglovsprojekteringen kunde anläggningen produktionsanpassas från ett tidigt skede. I Fas 2 projekterades och kostnadsberäknades lösningar kontinuerligt. Beställaren kunde då känna en trygghet i att det riktpreis som togs fram skulle hålla hela vägen, och detta var en viktig anledning till att det gick att övertyga politikerna om att kalkylen var trovärdig. En annan aspekt var att riktpriiset, 120 miljoner kr, ungefär motsvarade kostnaden för Högalidsgaraget.

För detaljprojekteringen sattes målet att den skulle ta tio veckor. Utgående från detta mål sattes datum för när olika handlingar skulle behöva levereras. Arbets sättet med en gemensam arbetsdag per vecka var nytt för de flesta och skapade nya förutsättningar för konstruktiva diskussioner mellan teknikområdena. Slutligen tog detaljprojekteringen tolv veckor, vilket är ungefär halva tiden mot normalt. Från början var många konsulter skeptiska, men reaktionerna på erfarenhetsåterföringsmötena var nästan uteslutande positiva. Den kritik som förekom gällde att arbetet blev intensivt. Detta skulle i någon mån ha kunnat undvikas genom att dela upp projekteringen i två omgångar med ett uppehåll om två veckor för att låta de fack som blivit hårt belastade komma ikapp. Andra aspekter som man tycker behöver utvecklas är modeller för att involvera alla konsulter i att etablera spelregler och utforma en partneringdeklaration. Veidekke ser ett problem i att motivera både konsulter och underentreprenörer att engagera sig för att hitta bättre lösningar, eftersom det saknas tydliga ekonomiska incitament. Veidekkes arbets sätt utgår från teambyggande och involvering. Man har regelbundna teknikmöten för att hitta de bästa lösningarna. Deltagarna måste komma förberedda till mötet och många beslut kan fattas vid sittande bord. Tre konsulter byttes ut under projektets gång eftersom de inte fungerade i denna typ av nära samarbete.

Ett tydligt exempel på en innovation som har möjliggjorts av arbetsformen var att man under brainstorming i Fas 1 och 2 fann att det var möjligt att öka antalet parkeringsplatser från 200 till 294 genom att man fick in tre plan i stället för två. Stockholm Parkering har en budget per p-plats, och med den nya lösningen ökade projektkostnaden men det blev betydligt billigare per p-plats. Ett annat exempel var att man fann ett alternativt sätt att få ut berget och få in stommen i berggrummet. En tunnel leder in till ett bergtrum (själva garaget) och mynnar då i den övre delen av berggrummet, där en stomme ska byggas för p-platser i två våningar. Normalt hade man byggt en ramp inne i berggrummet för att transportera ut berget, men den hade varit i vägen för monteringen av stommen. Nu beslöt man i stället att ta ut mer berg i underkant av tunneln så att den under byggtiden mynnade i det nedre planet. Efteråt fylldes det utrymmet upp, dvs det byggdes en ramp inne i tunneln. Denna lösning hade man aldrig funnit med ett traditionellt arbets sätt. En annan förändring gällde stommen – en alternativ lösning med pelare enbart i kanterna (och inte i mitten) togs fram. Färre pelare är en fördel bland annat därför att parkeringsgaraget upplevs som tryggare.

I Stigbergsgaraget har man ingen BIM-modell, enbart 3D. Stockholm Parkering ser ingen nytta i förvaltningsskedet av BIM idag. Deras driftstekniker arbetar traditionellt med drift- och underhållspärmar. Projektledaren menar att detta kommer att förändras i framtiden, men upplever inte att BIM är tillräckligt utvecklat idag och tycker inte att en liten aktör som Stockholm Parkering kan ta ett utvecklingsansvar.

Arbetsformer, riskhantering och förändringar under produktionen

Vid produktionsstart genomfördes en särskild workshop för att samla ihop produktionsteamet och diskutera mål och ansvarsområden. Även yrkesarbetarna har involverats.

I slutet av Fas 2 sattes en rikt kostnad, och besparingar och kostnadsökningar i förhållande till denna delas 50/50. En till två gånger per månad hölls samordningsmöten för att följa upp ekonomi och risker. Principen var att rikt kostnaden ändras när det blir en förändring i förutsättningarna. Men eftersom Veidekke varit med och projekterat blev det inte många ändringar, utöver när det kom nya krav från beställaren. Exempelvis diskuterades att öka antalet laddstolpar i garaget, vilket var ett politiskt krav. (I Tvärbanan blev det långt fler ändringar, eftersom projekteringen gått mycket längre när Veidekke kom in.) Viktigt var att man tidigt beslöt att hantera stora risker och vibrationsmätningar separat, utanför rikt kostnaden. Den största risken i projektet var att det skulle bli störningar och skador på omgivande bebyggelse och verksamheter. För Frans Schartaus gymnasium blev lösningen att de fick flytta ut och att renoveringen av deras lokaler tidigarelades. Kostnaden, som var ganska hög, togs av beställaren. För att undvika skador på fönster i en annan skola fick elektronisk sprängning användas.

När det gällde bergkonstruktionen tog man fram tre bergklasser kopplade till förstärkningsklasser. Rutinmässiga anpassningar till verkliga bergförhållanden gjordes genom att geologen kom och karterade en à två gånger per vecka och bestämde vilken klass som skulle användas. Det gjordes inga ritningar för bergdrivningen, man använde bara 3D-modellen. Entreprenören gjorde egenkontrollen i sin iPad.

En större konstruktionsförändring gjordes till följd av oförutsedda markegenskaper. Ett intilliggande skyddsrum var större än förväntat, det var inklätt med betong och man hade antagit att berget låg direkt bakom. När entreprenören började riva inklädnaden visade det sig att det bara var 60 cm berg mellan skyddsrummet och en planerad gångtunnel till garaget. Gångtunneln fick då dras om, men kom då utanför detaljplanen. Samverkansformen innebar att alla parter kunde samarbeta för att lösa problemet och minimera skadan för projektet; Stockholm Parkering kontaktade Stadsbyggnadskontoret medan Veidekke tog fram en ny lösning. Allt som allt stod arbetet still i fyra dagar till följd av detta. De intervjuade menade att det normalt hade blivit en stor diskussion om ekonomi och ett betydligt längre stillestånd.

Erfarenheter samt koppling till andra projekt

Båda parter upplever stora fördelar med arbetsformen. Även jämfört med andra samverkansentreprenader uppfattas samarbetet som innovativt och effektivt. Projektet har väckt stort intresse externt. Veidekke har presenterat projektet bland annat på Tunneldagarna och för Nordiskt Vägforums tunnelutskott. Men Veidekkes projektchef menar att det går att få ett bra samarbete även inom ramen för en utförandeentreprenad. Ett exempel på detta är projektet Kista Gård, som omfattar vägar, bro och tunnel och som Veidekke har för Exploateringskontoret i Stockholms stad.

En annan aspekt som diskuterats är att Stockholm Parkering har en så liten beställarorganisation – i princip bara en person. Detta är en stor skillnad jämfört med Trafikverket och SL. Båda parter anser att det fungerar bra i detta projekt. Stockholm Parkerings projektledare säger att mycket bygger på att de har en väl specificerad ramhandling och även använder hjälpmedel som andra beställare tagit fram, men påpekar också att projektet är ganska litet. Även Veidekkes projektchef menar att det behövs en större beställarorganisation på mer komplexa projekt.

Båda parter är också överens om att det är viktigt att man sitter tillsammans – har beställare och entreprenör olika bodar så blir det direkt olika lag, menar man. Men beställarens projektledare kan inte sitta ute på bygget så mycket som han borde utifrån projektets perspektiv, eftersom han leder flera projekt.

5.5 Tunnelbanedepå i Norsborg

Norsborgsdepån är en del i ett större program, där Trafikförvaltningen inom Stockholms läns landsting inför ett nytt signalsystem på Röda linjen för att kunna utöka trafiken. Fler vagnar kommer då att köpas in och en ny tunnelbanedepå behövs för att förvara och underhålla dessa. Den totala investeringen uppgår till 13 miljarder kr, varav depån står för omkring 2 miljarder kr. Depån byggs inom SLs spårområde i anslutning till Norsborgs tunnelbanestation. Projektet omfattar en verkstadsdepå för tunnelbanan med verkstadsplatser och kontor ovan jord, tvätt-hall för tåget i berget samt anläggning av spår, el, signalsystem och tele både ovan jord och i bergum.

Byggprojektet är indelat i två entreprenader, en med huvudsakligen husbyggnadsarbeten (entreprenadsumma 1,1 miljarder kr) och en bergentreprenad (entreprenadsumma 300 miljoner kr). De två delarna har upphandlats samtidigt och drivits parallellt av samma projektledning från SL, numera Trafikförvaltningen. Själva entreprenadarbetena påbörjades 2013. Denna fallbeskrivning baseras på en intervju med Lars Johansson från Forsen Projekt. Det finns en intern projektledare från Trafikförvaltningen, men Lars Johansson fungerar som operativ projektledare för båda delprojekten och har varit med i projektet sedan 2010. Lars Johansson har omfattande erfarenhet av projektledning framför allt på hussidan, men har de senaste åren även arbetat med bergentreprenader. Han har ansvarat för flera stora samverkansprojekt.

Val av upphandlingsstrategi

Trafikförvaltningen, tidigare SL, har varken en generell fastslagen process eller fasta riktlinjer för val av upphandlingsstrategi, utan detta sker i samråd mellan ledning, projektledning och upphandlingsavdelning. I det här fallet hade upphandlingsstrategin varit föremål för mycket diskussioner inom SL. SL hade tidigare genomfört Tvärbanan som en samverkansentreprenad med goda erfarenheter. Projektledningen föreslog tidigt att hela depån skulle upphandlas som en samverkansentreprenad, och detta accepterades av den dåvarande sponsorn. Läget förändrades dock sju à åtta månader före byggstart när SLs upphandlingschef kom in i diskussionerna. Han arbetade inte vid SL när Tvärbanan upphandlades och hade inte samma positiva syn på samverkan. Han förordade i stället att bergentreprenaden skulle genomföras som en traditionell generalentreprenad, eftersom den uppfattades som tillräckligt väl definierad. Husentreprenaden kunde dock inte färdigprojekteras eftersom den var beroende av bland annat vilka tåg som skulle köpas in, och där valdes att upphandla en samverkansentreprenad på systemhandlingar (totalentreprenad med funktionsansvar samt riktpreis med incitament).

Ersättningsformen för bergentreprenaden är helt traditionell, alltså en mängdbeskrivning med à-priser. Huvudsakligen används ersättning baserad på kubikmeter berg. Den information som kom fram i förundersökningarna pekade på att det fanns risk för dåligt berg med krosszoner, sprickor och möjligt inläckage. Entreprenören skulle basera sin prissättning på antagandet att det skulle behövas nio injekteringsskärmar. Ingen reglering av tid (stilleståndsersättning) fanns i kontraktet. En av anbudsgivarna uppfattade det som en alltför stor risk att det inte fanns någon reglering av tiden, och deras anbud låg 150 miljoner kr över de andras.

Projektledaren är av uppfattningen att det är helt avgörande att man kan knyta rätt personer till nyckelpositioner i projektet. Människor är olika: vissa fokuserar på detaljer i kontraktet medan andra är inriktade på att lösa problem i positiv anda. En stor diskussion i Norsborgsprojektet har rört hur man skulle utvärdera entreprenörernas organisation. Projektledningen hade föredragit att utvärdera produktionslaget på basis av hur de fungerat i tidigare projekt, men även här hade upphandlingschefen en annan uppfattning. Han menade att det inte var möjligt inom ramen för LOU att ställa krav på ett sådant sätt att andra kriterier än pris blir avgörande. I båda delprojekten har projektorganisationen utvärderats, men samtliga anbudsgivare har fått full poäng på detta kriterium. I husentreprenaden fick entreprenörerna ange målpris, och detta blev alltså avgörande vid upphandlingen.

Genomförande

Bergentreprenaden med Skanska har fungerat mycket bra. En viktig anledning är att bergförehållandena har visat sig betydligt bättre än vad projektören trodde. De krosszoner man misstänkte fanns visade sig vara konglomerat. Först nu på slutet har man stött på en riktig krosszon. Skanska har varit engagerade och lösningsinriktade från början. När det blev en försejning av den andra entreprenaden på grund av att Peab överklagade tilldelningsbeslutet, hjälpte Skanska att förkorta byggprocessen i husentreprenaden genom att lämna två av tunnelrören tidigare än avtalat. Man föreslog även en förenkling av injekteringskonceptet som gav en säkrare framdrift och kortare tid. När SL reviderade lösningen för dränering i stadhallen och kostnaderna skulle öka, initierade Skanska en lösning med tunnelduk som var både bättre och billigare. Att använda tunnelduk i denna omfattning var nytt, men metoden har sedan spridits till andra entreprenader. Beställaren har varit öppen för förslag från entreprenörens sida, men har konsulterat en utomstående projektör för att få en ”second opinion” före beslut.

Man har använt aktiv design genom behovsprövad injektering och dränering med gott resultat, men att berget varit bättre än förutsett har inte inneburit några totala besparingar för beställaren. Dock har beställaren kunnat inkludera en del önskemål som inte varit helt klara i handlingarna utan att kostnaderna ökat. Eftersom det är ett traditionellt kontrakt vet beställaren inte hur höga de verkliga kostnaderna har varit. I en samverkansentreprenad hade ekonomin varit öppen och projektledaren tror att man då hade kunnat dra ännu större nytta av Skanskas kunskap. Han menar att den bästa ersättningsformen för beställaren är löpande räkning, men att det förutsätter ärlighet och därför också att man kan välja rätt individer. Hans erfarenhet är dock att de flesta entreprenörer går att lita på om beställaren själv är tydlig och öppen. Det har också skett en attitydförändring i branschen, det är en mer seriös syn idag och mindre spekulationer i ÄTA.

Samverkansentreprenaden

Husentreprenaden som genomförs i samverkan startade med en svår del där man skulle gräva ned en betongtunnel för infarten till bergtunnlarna. Detta moment har man nu klarat av utan problem och nu återstår bara betydligt mindre riskfyllda byggnads- och inredningsarbeten. Man har en mycket bra dialog där alla arbetar för projektets bästa. Det finns ett riktpolis för incitament, där riktpriserna regleras löpande när förutsättningarna förändras. Detta är helt odramatiskt och regleringarna ligger inte på en sådan detaljnivå som för ÄTA-arbeten trots att det inte finns någon fast beloppsgräns för när riktpriserna ska förändras. Projektledaren upplever dock inte att det är incitamentet som driver NCC, utan att det finns ett starkt engagemang för projektet. En viktig anledning är att man har ett helt gemensamt projektkontor. I början satt beställarens och entreprenörens personal på olika våningar, men när man upptäckte att det blev ett vi-och-dom-tänkande ändrades detta, och personalen sitter nu helt blandat. Beställarens platsorganisation består av ett tjugotal personer, vilket projektledaren uppfattar som

lagom många för att matcha entreprenören. Det finns även en omfattande stabsorganisation på SL. Den sociala träningen är viktig – man arbetar med två samverkansledare, en från NCC och en utomstående konsult.

Det är en komplex organisation: fyra separata block med fyra platschefer för Mark&Anläggning, Hus, Tunnelinredning och BEST (Bana, El, Signal, Tele). Det krävs både samordning inom varje block och av helheten. Detta är inte självklart även om det är samma företag, platschefer är vana vid att arbeta självständigt. Men det har fungerat mycket bra, projektledaren trycker att det är svårt att tro att det kan vara så enkelt att driva ett så stort projekt.

5.6 Förbifart Stockholm

E4 Förbifart Stockholm är en ny sträckning för E4 väster om Stockholm. Förbifarten är ett av Sveriges största anläggningsprojekt och omfattar en bergtunnel på över 20 km, tre trafikplatser samt ett par arbetstunnlar. Den här fallstudien gjordes strax innan förfrågningsunderlagen för de stora entreprenaderna skulle skickas ut och omfattar alltså val av upphandlingsstrategi, framför allt för bergtunnlar.

En intervju har genomförts med projektchefen, Johan Brantmark. Han har omfattande egen bergkompetens och även internationell erfarenhet av att arbeta på entreprenörsidan i bergtunnelkontrakt. Han var tidigare Trafikverkets projektledare för borrade tunnlar vid Citytunneln i Malmö samt kommunens projektledare för Södertunneln i Helsingborg, där tunneldelen av projektet dock avbröts på grund av finansieringsproblem.

Val av entreprenadform, ersättningsform och samverkansform

Förbifarten har delats in i ett antal olika entreprenader med olika upphandlingsstrategier beroende på förutsättningarna. Ovanjordsentreprenaderna, alltså trafikplatserna i Hjulsta, Akalla och Kungens kurva, har flest frihetsgrader. De avses bli totalentreprenader med fastpris och prestationsbaserad betalningsplan. Här har man valt att arbeta med en prekvalificering av anbudsgivare följt av en ren lägstaprisupphandling.

När det gäller bergtunnlar har Trafikverket som policy att ta ansvar för kvaliteten på berget. Detta innebär i praktiken att samtliga bergtunnlar upphandlas som utförandeentreprenader med mängdförteckning. Projektet ser en stor svårighet med att lämna projekteringen till en entreprenör, när risken för förstärkningsmängder ligger kvar hos beställaren. Arbetstunnlarna i Sätra och Skärholmen är små entreprenader där Trafikverket vill testa ett nytt injekteringskoncept och där tidplanen kan komma att påverkas betydligt. Där har man valt ett rörligt arvode och riktpolis.

Eftersom en enda entreprenad bedöms bli för stor för de flesta potentiella anbudsgivare delas huvudbergtunneln in i sex entreprenader. Dessa blir traditionella utförandeentreprenader med mängdkontrakt. Det är generellt bra berg och antalet speciella förstärkningslösningar eller tunneldrivningsfall bedöms bli litet. Man kommer att kunna arbeta på 5-6 olika fronter samtidigt, vilket minskar tidsrisken. Frihetsgraderna är inte många då installationer och inredning måste ha samordnade lösningar genom hela tunneln, och Trafikverket alltså behöver ansvara för detaljprojekteringen av dessa system. Sammantaget har man bedömt att största innovationspotentialen ligger i att utveckla rationella metoder för genomförandet varför tydlig pris-konkurrens är lämpligt vid upphandlingen i kombination med en teknisk och ekonomisk kvalificering av entreprenören.

Hur bestäms och kvalitetssäkras beställarorganisationen?

Inom Trafikverkets verksamhetsområde Stora Projekt ligger ansvaret för att utforma beställarorganisationen på projektchefen och dennes närmaste medarbetare. De krav som ställs inom Stora Projekt är att det ska finnas ett tak för beställarorganisationens storlek. Tidigare sattes taket i termer av antal personer, men idag är det en andel av projektbudgeten vilket är betydligt bättre.

I Förbifarten har projektchefen knutit ett par erfarna projektledare till projektet som mentorer, bollplank och backup om det skulle behövas extra ledningsresurser på projektchefsnivå. En annan åtgärd är att delegera ansvaret för den dagliga projektledningen och uppföljningen.

5.7 Västlänken

Västlänken är en cirka 8 km lång pendeltågsförbindelse genom centrala Göteborg, varav 6 km går i tunnel. Tre nya stationer ska byggas: en ny stationsdel vid Göteborgs Central och två helt nya stationer vid Haga och Korsvägen. Byggstart är 2018 och planerad trafikstart 2026. Investeringen beräknas till cirka 20 miljarder kronor (2009 års prisnivå). Västlänken byggs i innerstadsmiljö, konstruktionerna är byggnadstekniskt mycket kvalificerade och stor hänsyn måste tas till omgivning, miljö och kulturmiljö. Djup och bredd på de schakter som behövs för Västlänken i kombinationen med en undergrund som delvis utgörs av lös lera är med svenska mått unika och kommer att kräva stor kompetens hos entreprenören.

Denna beskrivning baseras huvudsakligen på dokumentet Västlänkens upphandlingsstrategi (Trafikverket 2014b). Dokumentet redogör för projektets strategi avseende entreprenadindelning samt förutsättande förberedande arbeten och projekterings tjänster, val av affärsform inklusive upphandlingsformer, entreprenadformer, ersättningsformer och samverkan.

Underlag till dokument togs fram av en arbetsgrupp bestående av representanter för olika funktioner inom Trafikverket: produktionsansvarig, projekteringsansvarig och inköpsansvariga. I en referensgrupp ingick projektchefen, projekteringsledare teknik (med bergkompetens) samt den tidigare projektledaren för Götatunneln. Empiriska erfarenheter har framför allt samlats in genom dialog med ett stort antal entreprenörer och via studiebesök hos beställare av stora infrastrukturprojekt, både inom Trafikverket samt hos europeiska kollegor.

I Västlänken föreslås fyra mycket stora entreprenader, en mindre men komplicerad entreprenad och en genomgående järnvägsentreprenad inom BEST (Bana, el, signal och tele). Totalentreprenader föreslås för entreprenaderna undantaget BEST-entreprenaden. Två entreprenader (Oliskroken, Centralen) planeras bli samverkansentreprenader enligt konceptet Early Contractor Involvement, där entreprenörerna upphandlas enligt ett tvåstegsförfarande för att genomföra detaljprojekteringen i samarbete med beställaren. Här ersätts den första fasen med ett entreprenörarvode, medan produktionen ersätts enligt löpande räkning med rikt kostnad och incitament. I de två entreprenader som innehåller bergtunnlar, Haga och Korsvägen, kommer bergtunneldelarna dock att genomföras som utförandeentreprenader. Detta motiveras på följande sätt:

”Vad gäller bergtunnlar förordar vi att dessa genomförs som utförandeentreprenader. Bergbyggande är förknippat med stora risker eftersom bergförhållandena alltid är svårbedömda och därigenom svårbeskrivna i ett förfrågningsunderlag. Projektet vill undvika en situation där anbudsgivare konkurrerar med tolkning av geologiska förhållanden för till exempel bedömningen av behov av bergförstärkning (jämför FIA:s tiopunktsprogram för bergbyggande). Samtidigt är spännvidden av möjliga tekniska lösningar högst

begränsad, varför vi inte ser effektivitetsvinster i att låta samma part ansvara för projektering och byggande.”

Ersättningsformen för Haga och Korsvägen planeras bli löpande räkning med rikt kostnad och incitament, medan bergtunnelentreprenaden ersätts enligt mängdkontrakt. Man skriver dock att ersättningsmodellen för injekteringsarbeten ses som strategiskt viktig för projektets framgång och kommer att särskilt beaktas vid utarbetandet av förfrågningsunderlag.

5.8 Perspektiv på ersättningsformer och beslutsprocesser i bergbyggnad

Framför allt i intervjuerna med projektchefen i Förbifart Stockholm och med arbetschefen i Stigbergsgaraget fördes även allmänna diskussioner kring förutsättningarna för och erfarenheter av kontraktsmässig reglering av bergarbeten. Här samlar vi sådana allmänna synpunkter.

Beställarperspektivet

Projektchefen i Förbifarten förklarar att det inte är möjligt att använda totalentreprenad om beställaren ska ta ansvar för berget, eftersom ett sådant ansvar förutsätter att beställaren tar fram förstärkningshandlingar. Bergkarakteriseringen är förknippad med viss osäkerhet och förstärkningsinsatserna kan därför variera med en faktor 2 à 3 beroende på hur man bedömer berget. En totalentreprenad där beställaren ansvarar för berget skulle då innebära en risk för att den design som väljs påverkas av ersättningen snarare än av vad som är tekniskt motiverat. Om bergrisken i stället vilar på entreprenören i en totalentreprenad, något som förekommer framför allt internationellt, lägger entreprenören på en riskpremie. Möjligheten att ta genvägar som påverkar kvaliteten och ökar risken för ras är då stor, vilket har lett till att försäkringsbolagen varit tveksamma till att försäkra entreprenörer som åtagit sig sådana kontrakt. I den Joint Code of Practice for Risk Management of Tunnel Works som togs fram 2003 fastslogs att beställaren ska ta ansvar för geologin (jämför avsnitt 3.2).

Att reglera ersättningen för förstärkningsarbeten med hänsyn till variationer i bergets egenskaper i en utförandeentreprenad fungerar relativt bra eftersom kopplingen mellan bergprognos och mängder är tillräckligt tydlig. Betydligt svårare är att reglera ersättningen för injekteringsarbeten, och detta gäller även i en utförandeentreprenad. Eftersom det är så svårt att göra prognoser blir mängdförteckningen föremål för spekulation, åtminstone om beställaren har underskattat mängderna. Problemet är särskilt stort om det bara finns en front, så att resurserna inte kan användas någon annanstans. Det fungerar inte heller att lyfta ut injekteringsarbetena och ersätta dem enligt löpande räkning, menar han. Orsaken är att många resurser (borrigg, förmannen, yrkesarbetarna) sysslar med flera olika delarbeten. Det blir då svårt att övervaka vad som tillhör den rörliga delen och den fasta delen. Därför måste man ha löpande räkning på hela projektet eller inte alls, anser projektchefen.

Ett sätt att reglera ersättningen för injekteringsarbeten är alltså att välja ett samverkansupplägg där alla arbeten ersätts enligt löpande räkning. Projektchefen menar att det troligen går att visa att projekt som haft löpande räkning har kunnat effektivisera injekteringen, dvs kunnat minska mängden injektering efter behov, bättre än vad som är fallet med mängdreglerade kontrakt. Med traditionell mängdhantering är det svårt att minska mängderna eftersom de innehåller vinst för entreprenören. Samverkansupplägg har använts i Citybanan och Tvärbanan.

Ska en tunnel handlas upp som totalentreprenad så kan ett sätt att agera vara att definiera Reference Conditions, eller Abnormal Conditions, där gränserna för vilka markförhållanden som entreprenörerna ska räkna med anges i förfrågningsunderlaget och kontraktet. Utanför dessa

gränser tar beställaren ansvaret. Detta görs utomlands men har i Sverige bara använts i City-tunneln i Malmö, som genomfördes med TBM-teknik utan injektering. För en sprängd tunnel är det dock mycket svårare att hitta entydiga måttetal. Man kan använda Q-värde, men det finns krosszoner och sprickor som gör det betydligt svårare att beskriva de hydrogeologiska förutsättningarna. Inläckage kan läggas som ett kontraktsvillkor, men då uppstår en diskussion om bergmassans geologiska förutsättningar.

Entreprenörperspektivet

En generell diskussion om kontraktsformer i bergbyggnad fördes även med Veidekkes arbetschef för Stigbergsgaraget. Denna utgick delvis från en jämförelse med en parallell entreprenad som Veidekke driver för en tunnel i Ulricehamn med Trafikverket som beställare. Denna har upphandlats som en totalentreprenad enligt Renodlad beställarroll, men de medverkande på Veidekke upplever att entreprenaden är mycket styrd.

Tunneln i Ulricehamn ska ha ett flackt tak, och enligt handlingarna ska den byggas genom att man först spränger en pilotunnel, förstärker, och därefter spränger ut sidorna. Detta är en ineffektiv metod och Veidekkes anbud baserades därför på antagandet att man skulle kunna komma överens med beställaren om att spränga på ett mer effektivt sätt. En sådan överenskommelse har också gjorts, som innebär att Veidekke tar ansvar för en lösning med en genomgående överförstärkning, men där man slipper den iterativa processen och kan arbeta mer tidseffektivt. Arbetschefen menar att det är troligt att alla anbudsgivarna har räknat med att kunna förändra produktionsmetoden eftersom anbudet skilde sig ganska litet åt. Detta är dock inte det bästa sättet att upphandla menar arbetschefen: även om slutresultatet blir en mer effektiv lösning än den ursprungliga så har entreprenörerna lagt på en riskpremie för den händelse att man inte skulle få ändra konstruktionen. Beställaren betalar alltså antingen för mycket eller för litet om man föreskriver ett produktionsutförande som inte är det mest effektiva. Det blir också många konflikter som sliter på personalen.

Generellt menar arbetschefen att entreprenören kan tillföra mycket kunskap, framför allt efter systemhandlingskedjet. I Ulricehamnsfallet hade man kunnat vinna ännu mer genom att även förändra geometrin och få en bättre valveffekt och bättre förutsättningar för prefab. Samverkansentreprenader är alltså en betydligt bättre lösning, anser han. Då kan man även minska projekteringskostnaderna – i Stigberget halverades kostnaden genom att man bara tog fram en BIM-modell.

Även inom ramen för traditionella upphandlingsstrategier ser arbetschefen stora utvecklingsmöjligheter. Både i Norge och i alpländerna används mer utvecklade modeller för mängdreglering, där entreprenören ersätts även för tidsberoende kostnader och tidplanen justeras efter de verkliga mängderna. Ett annat sätt att reglera ersättning är att definiera paket av åtgärder som kopplas till vissa förutsättningar. Idag används förstärkningsklasser, injekteringsklasser och sprängklasser för att koppla bergförutsättningar till en viss design. Man skulle kunna samordna dessa tre dimensioner till 27 (3x3x3) drivningsmodeller (drivningsrutiner).

Ett annat tidsrelaterat problem är processen för att beställaren ska godkänna utförandet. För att undvika tidsödande omtag menar arbetschefen att man borde komma överens från början om en konstruktion som helt säkert uppfyller kraven, eftersom överförstärkning kostar mindre än stilleståndet. Så gjorde man exempelvis i Götatunneln.

6 DISKUSSION OCH REKOMMENDATIONER

I det här kapitlet sammanfattar vi de viktigaste resultaten från litteraturgenomgången och jämför och analyserar fallstudierna. Kapitlet inleds med en genomgång av olika ersättningsformer och mönster för riskfördelning som förekommer i bergprojekt. Därefter tar vi upp organisation, riskhantering och samverkan, och till sist valet av kontrakt och organisation. Eftersom dessa aspekter på bergbyggande är tydligt beroende av varandra, sammanfattas inte slutsatserna för varje delavsnitt var för sig. I stället diskuteras utvecklings- och forskningsbehov i ett eget sammanfattande avsnitt (6.4). Kapitlet avrundas med sex konkreta förslag.

6.1 Ersättningsformer och riskfördelning i bergbyggande

Historiken visar att kostnadsöverskridanden och konkursande entreprenörer i tunnelbyggande inte är något nytt fenomen, snarare tvärtom. Kontrakt och riskfördelningar har utvecklats över tid, och på något olika sätt i olika länder. Det finns en ganska omfattande litteratur om hantering av osäkerhet i undermarksbyggande generellt, där vissa bidrag särskilt behandlar kontrakt och organisering i berg- och tunnelbyggande. När det gäller tunnelbyggande ökar den problematik som följer av att produktionen drivs på en eller ett fåtal fronter i ett slutet rum.

Litteraturgenomgången visar att utförandeentreprenader med olika former av mängdkontrakt är vanliga i tunnelbyggande, men att formerna och detaljeringsgraden varierar. För projekt i Alperna används kontrakt med många mängdposter, och både där och i de norska kontrakten regleras även tidsåtgången för olika arbeten. Svenska kontrakt är i allmänhet enklare och ersättningen regleras huvudsakligen per kubikmeter berg och mängder för exempelvis injektionsmedel och borrstål, men tar inte hänsyn till stillestånd (Brantberger 2009, Nordström i Hansson 2010). Sannolikt beror dessa skillnader delvis på att produktionsmetoderna skiljer sig mellan olika typer av berggrund. Löpande räkning används i vissa projekt, eller delar av projekt, som präglas av stor osäkerhet. I formaliserade samverkansentreprenader används ibland risk- och vinstdelning, oftast som riktpreisavtal för varje entreprenör för sig. Internationellt förekommer alliansmodeller med flera parter.

ITA (2011) och International Tunnelling Insurance Group (2006) avråder från att lägga den geologiska risken på entreprenören. Detta förekommer dock både utomlands och i Sverige. Mycket av den svenska litteraturen om upphandling och kontrakt för bergbyggande tar sin utgångspunkt i de konflikter som förekom kring millennieskiftet i vägtunnelprojektet Södra Länken, och just Södra Länken nämns också återkommande i våra fallstudier som exempel på relationer och riskfördelning som bör undvikas. Senare års skärpta krav på täthet i miljödomar anses ha lett till en ökad andel injektering i bergtunnelprojekten, och därmed till en ökad kostnadsosäkerhet och större risker att fördela i kontrakt (se Kadefors och Bröchner 2008). Problematiken kring tidsberoende kostnader för injekteringsarbeten stod i fokus redan för den analys som presenterades av Nätverket Bergbyggarna (Bergström m fl 2003, Malmtorp 2007). Både i den svenska litteraturen och i våra intervjuer framförs olika förslag på alternativa sätt att reglera den osäkerhet som injektering medför, och det finns alltså även modeller i andra länder. En relaterad diskussion rör möjligheten att tillämpa totalentreprenader och fastpris-kontrakt för bergtunnelprojekt. Totalentreprenader förordas ibland om aktiv design/observationsmetoden ska tillämpas (Nicholson 1999), men är ovanliga för bergtunnlar i både Norge och Sverige.

I våra fallstudier har vi funnit olika ersättningsformer och entreprenadformer:

- I Kattleberg följer upplägget Trafikverkets dåvarande praxis för bergentreprenader med utförandeentreprenad och mängdkontrakt.
- I Citytunneln användes företrädesvis styrda totalentreprenader, och detta gällde även entreprenaden Tunnlar och bergrum. En tidsbonus fanns också. En innovation var att använda geotekniska referensvärden för att begränsa och tydliggöra den risk som entreprenören tog. Detta var relaterat till typen av berggrund (olika typer av kalksten), som i sin tur ledde till man använde en tunnelbormmaskin (TBM). Den sista entreprenaden i Citytunnelprojektet, som inte var en bergentreprenad, genomfördes som en samverkansentreprenad med löpande räkning och incitament. Detta alternativ övervägdes dock först sedan en traditionell upphandling hade resulterat i ett alltför högt pris.
- Även i Citybanan användes olika upphandlingsstrategier för olika entreprenader, beroende på komplexitet och osäkerhet. För Norrströmstunneln valdes en utförandeentreprenad med löpande räkning med fast arvode och ett riktkostnadsavtal. Möjlighet till bonus för måluppfyllelse fanns inom en rad områden. Innovativt var att riktkostnaden sattes av beställaren vid upphandling efter konsultation med potentiella anbudsgivare. Modellen valdes för att den uppfattades vara den enda som skulle kunna hantera en så hög komplexitet och osäkerhet. Beställaren krävde då att entreprenören bildade ett eget bolag för att separera kostnaderna i ett löpanderäkningsavtal. På grund av den tyngre administrationen och de högre kostnaderna för att lämna anbud ansåg beställaren att denna strategi endast kunde komma ifråga för mycket stora projekt.
- I Norsborg valdes en traditionell mängdreglerad utförandeentreprenad. Här var valet dock inte självklart, eftersom SL som då var beställare hade goda tidigare erfarenheter av samverkansentreprenader. Projektledningen förordade därför samverkan för både bergtunnelentreprenaden och själva depån, men upphandlingschefen ansåg att osäkerheten inte var tillräckligt stor för att välja ett sådant upplägg i bergtunnelentreprenaden.
- Stigbergsgaraget genomfördes som ett uttalat samverkansprojekt med totalentreprenad och tidig upphandling av entreprenören. Bakgrunden var att beställaren Stockholm Parkering hade dåliga erfarenheter av konflikter i en traditionell bergentreprenad och såg en samverkansentreprenad som en möjlighet att arbeta mer effektivt och kontrollerat. Man hade också det slutliga kostnadsutfallet för den tidigare, traditionella entreprenaden som referenspunkt. Som kontrast till Stigbergsgaraget nämns en annan tunnelentreprenad, genomförd som en betydligt mer styrd totalentreprenad.
- I de två planerade projekten Förbifart Stockholm och Västlänken har Trafikverket valt totalentreprenader för alla delprojekt där detta ansetts möjligt. Här har Trafikverkets policy att i största möjliga utsträckning använda totalentreprenad haft stor inverkan på valet. I fråga om bergtunnlar har man emellertid valt utförandeentreprenader i både Förbifarten och Västlänken, även om några mindre arbetstunnlar i Förbifarten upphandlats med incitamentskontrakt. I Västlänken förordas samverkansentreprenader med tidig upphandling av entreprenörer i två delprojekt, dock inte i de entreprenader som innehåller bergtunnlar. Åtminstone i Västlänken uttalar man att ersättningsformerna för injektering ska utredas.

Varken litteraturen eller våra fallstudier visar på några stora förändringar i praxis när det gäller former för mängdreglering under de senaste tio åren. I sina studier av Norra Länken har Spross (2014) även visat att de ökade täthetskraven då inte hade lett till någon större utveckling av vare sig projekteringskompetens eller mätmetoder i relation till inläckage. I fallstudierna finns dock exempel på ökad användning av geotekniska referensvärden och tullgränser, vilket är positivt. Nyligen har Trafikverket också startat ett projekt inom ramen för PIA-programmet (se avsnitt 4.7 ovan samt Trafikverket 2014a) för att ta fram en mer enhetlig modell för injektering samt en utvecklad regleringsmodell med indelning i utförandeklasser, baserat på bergförhållanden och kravnivåer.

Många bergkunniga på beställarsidan är starkt negativa till totalentreprenader för bergarbeten, inte bara i Sverige (Norge: Grøv 2011). I fallstudieprojekten används totalentreprenad med tidig upphandling i Stigbergsgaraget, medan styrda totalentreprenader används i Citytunneln (liksom i andra Trafikverksprojekt). Målsättningen inom Trafikverket är att öka andelen totalentreprenader till ganska höga nivåer. Åtminstone inom verksamhetsområdet Stora Projekt har man dock fått gehör för en praxis där bergentreprenader genomförs som traditionella utförandeentreprenader med mängdkontrakt.

6.2 Organisation, riskhantering och samverkan

Att alla undermarkskontrakt är förknippade med osäkerhet innebär att det behövs en organisation för att hantera den fortlöpande anpassningen av konstruktionen (förstärkning, tätning) till de faktiska förhållandena (ITA 2011). Flerdisciplinära team och mekanismer för peer review framhålls som väsentligt (Baynes 2010). Särskilt vid tillämpning av observationsmetoden är det viktigt med en tydlig process för uppföljning och anpassning. Även om det sker en snabb teknikutveckling i fråga om mätmetoder och analys av mätdata, är det fortfarande viktigt med bedömningar som baseras på okulär besiktning på plats. Till detta kommer förhandlingar om ekonomisk reglering av mängder och tillkommande arbeten. Tydlig och formell skriftlig kommunikation och formella möten, men också informell, daglig kommunikation behövs i alla kontrakt (Baynes 2010, Grøv 2011). God vilja och engagemang utöver vad som föreskrivs i kontrakt krävs ofta från entreprenören, exempelvis för att genomföra mätningar (Spross 2014).

Det finns en tradition av misstro inom bergbyggandet. Den grundas i de motsättningar som uppstår i traditionella kontrakt där oklara risker läggs på entreprenören. I litteraturen finns också många exempel på att kommunikationen i traditionella utförandeentreprenader inte fungerar väl i Sverige. Nätverket Bergbyggarna (Bergström m fl 2003) menar exempelvis att misstro hindrar effektiva organisationsformer, och även att beställaren ofta har för dålig kompetens på plats för att kunna ge snabba svar. Examensarbetet av Engström och Stålsmeden (2011) behandlar särskilt hur beställaren, konsulten och entreprenören kommunicerar kring fel i förfrågningsunderlagen. Här finns motsättningar, där entreprenörerna inte uppfattar att de får gehör för berättigade synpunkter och innovativa förslag, medan beställare och konsulter tycker att entreprenörerna är överdrivet kritiska till förfrågningsunderlagen och har ett alltför kortsiktigt perspektiv. Det förekommer också att projektörerna inte alls blir involverade i beslut som tas under produktionstiden om att förändra konstruktionen.

Internationellt finns en tydlig trend sedan mer än tjugo år att vidta åtgärder för att förbättra samarbetet mellan olika parter i byggandet. I tidiga tillämpningar i USA utvecklades modeller för att främja samverkan inom traditionella kontrakt. I andra länder, liksom i USA under senare tid, finns även omfattande erfarenhet av projekt med tidig upphandling av entreprenörer

och samverkan i projektering. FIA-modellen i Sverige ansluter till de tidiga amerikanska modellerna, där varken upphandling eller ersättningsformer anpassades.

Nedan diskuterar vi organisation, riskhantering och samverkan i fallstudierna. Först behandlar vi projekten med traditionella kontrakt, alltså Kattleberg och tunnelbanedepån i Norsborg, men den styrda totalentreprenaden i Citytunneln räknar vi också dit (även om den inbegriper viss projekterings-samverkan). Därefter diskuteras Citybanan och Stigbergsgaraget, som är de två projekt där formaliserad samverkan kombinerats med ersättningsformer som stödjer ett sådant arbetssätt. Vi behandlar inte Förbifart Stockholm och Västlänken i detta avsnitt, eftersom dessa projekt ännu inte är upphandlade.

Projekt med traditionella kontrakt

Kattleberg

Bland våra fallstudier illustreras det traditionella arbetssättet i första hand av Kattlebergstunneln. En viktig fråga i det projektet var relationen mellan det formella och det informella systemet. För inte länge sedan var det praxis att beställarrepresentanter kommunicerade beslut i muntliga diskussioner på plats, och ett nytt formellt system skulle reglera denna kommunikation och minska risken för oklarheter om vad som var formellt beslutat. Systemet togs i allmänhet väl emot. Man välkomnade att oklarheten minskade, och att besluten dokumenterades var en fördel även för parternas interna kommunikation. Systemet medförde dock att beställarrepresentanterna blev mer återhållsamma med att dela med sig av sin egen kunskap och mer medvetna om eventuella ekonomiska konsekvenser.

En annan aspekt var att all kommunikation i det formella systemet var skriftlig och passerade via flera funktioner som saknade bergkompetens. Det fanns därför få möjligheter för berg(under)entreprenören att diskutera förslag med många av de bergkunniga på beställarsidan. Separeringen mellan projektering och produktion var tydlig. Projektören satt inte på plats och medverkade endast i liten utsträckning under produktionen. Bergentreprenören upplevde att beställaren var obenägen att lyssna på entreprenörens förslag och tog lång tid på sig för att svara på frågor.

Utökad samverkan enligt FIA-modellen tillämpades, men verkar inte ha haft någon stor betydelse. Att relationerna i projektet uppfattades som goda, tillskrevs snarare att de olika individerna var kompetenta. Det står klart att även relationer utanför det enskilda projektet hade betydelse för agerande och förtroende.

Tunnelbanedepån i Norsborg

Även SLs tunnelbanedepå i Norsborg använde traditionella kontrakt. Här var samarbetet dock närmare än i Kattleberg. Exempelvis fanns en tydlig process med en oberoende granskning av entreprenörens förslag till förändringar. Beslutsvägarna var kortare eftersom bergentreprenören hade ett direkt kontraktsförhållande med beställaren. Beställarens projektledare uppfattade entreprenören som flexibel och lösningsinriktad. Projektledaren menade att det oftast gick att skapa ett bra samarbete inom ramen för ett traditionellt kontrakt, och att det avgörande var individernas attityder. Dessutom menade han att det hade betydelse för samarbetet att bergförhållandena var bättre än förväntat, vilket skapade ett förhandlingsutrymme. Projektledaren hade dock själv förordat en samverkansentreprenad med öppna böcker, liknande den i parallellprojektet för själva depåbyggnaden, där samarbetet var betydligt mer integrerat än i bergentreprenaden. Med en sådan arbetsform, menade han, hade entreprenörens kompetens troligen kunnat utnyttjas bättre i att anpassa konstruktionen till de verkliga, mer gynnsamma, bergförhållandena.

Citytunneln i Malmö

I det stora projektet Citytunneln drevs samverkan inom förhållandevis traditionella relationer ännu längre än i Norsborgsprojektet. Det fanns en mycket tydlig och genomarbetad projektledningsfilosofi, där en väsentlig del var att formulera och kommunicera gemensamma mål. Att ta fram egna system skulle borga för engagemang och implementering. Stor vikt fästes vid beställarens egen organisation – att den inte skulle fungera sågs som den största risken. Klara roller och tydlig beslutsstruktur var viktigt, och beställarorganisationen sågs över löpande. En kompetent beställarorganisation på arbetsplatsen skulle, i motsats till vad som var fallet i Kattleberg, samverka med entreprenören utan att tänka på de ekonomiska konsekvenserna. Här hade den gemensamma riskhanteringen med tullstationer en nyckelroll, och mycket av den besparing som kunde göras i projektet bottnade i lägre riskpremier och att risker inte föll ut. Nära kontakter mellan projektering och produktion eftersträvades uttryckligt, och projektören satt på plats under produktionen. Teambuildingmetoder som förknippas med partnering användes framgångsrikt för att bygga relationer, men huvudfilosofin var att integrera samarbetet i projektets kärnprocesser.

Även om samarbetet i de traditionella kontrakten i Citytunnelprojektet gick mycket långt, såg projektledaren ändå en stor skillnad mot den sista entreprenaden där beställaren och entreprenören bildade en gemensam organisation och använde en ersättningsform som stödde samverkan. Här agerade parterna som en enda, integrerad organisation, något som stöddes av samlokaliseringen.

Projekt med formaliserad samverkan och anpassade ersättningsformer

Citybanan

I Citybanans entreprenad för Norrströmstunneln och Station Stockholm City valdes en uttalad form för samverkansentreprenad med ett incitamentsavtal. I processen för att sätta riktkostnaden kommunicerade beställaren med anbudsgivarna. Det fanns också viten som entreprenörerna uppfattade som riskfyllda, och även detta krävde en dialog i anbudsskedet.

Entreprenören upphandlades i slutet av bygghandlingsprojekteringen och medverkade i projekteringen. Då fanns en direktkontakt mellan experter och entreprenör, och detta gav entreprenören NCC insyn i projekteringen och även viss möjlighet till produktionsanpassning. Den nya rollen som projekteringsutvecklingsledare kan ses som en organisatorisk innovation för att hantera behovet av att underlätta denna samverkan. Samverkansformen medförde också att det var enklare att arbeta med observationsmetoden, även om man valde en mindre formaliserad modell. Liksom i Citytunneln infördes tullgränser för särskilt komplexa konstruktioner.

Samverkan fungerade huvudsakligen bra, men principerna för att förändra riktpriiset var inledningsvis en källa till osäkerhet och konflikter. Ett kontraktsråd fick tillsättas för att lösa detta. De intervjuade upplevde även att det tog tid att skapa en öppen projektkultur och en förståelse för uppdraget hos alla. Den tillgängliga tiden för att förbereda beställarorganisationen och utarbeta ledningsprinciper var avsevärt kortare än i Citytunneln.

Stigbergsgaraget

För totalentreprenaden i Stigbergsgaraget upphandlades entreprenören betydligt tidigare än i Citybanan. Även här var entreprenörens fasta arvode en av de parametrar som utvärderades, men trots att prisskillnaderna var relativt stora var det icke-priskriterierna som blev avgörande. Riktpriset sattes i samverkan under fas 2, och de områden som var förknippade med stora risker hanterades separat för att inte störa samarbetet.

Genom samarbetet identifierades flera stora förbättringar. Man kan jämföra Veidekkes system för att skapa samverkan i projekteringen med ett system för Value Engineering, dvs det var en strukturerad process som ökade förutsättningarna för att finna effektiva och innovativa lösningar. Processen var till stora delar fördefinierad och flera av Veidekkes medarbetare hade utbildats i metodiken. Även om beställaren och konsulterna var mindre förberedda behövdes kortare tid än om man hade börjat från noll med att planera och introducera nya arbetssätt. Det var också ganska få personer involverade i det första skedet, när samverkan startade och man började bygga relationer. Samlokaliseringen underlättade relationsbyggandet.

Jämförelser

Inget av våra fallstudieprojekt har varit konfliktpåverkat, utan samverkan har uppfattats vara god i alla fallen. Vår studie visar ändå att det finns betydande skillnader i samarbetsformer och samarbetsklimat mellan de olika projekten.

I Kattleberg liknar relationerna mycket dem som beskrivs av Engström och Stålsmeden (2011). Trots att samarbetet upplevdes som bra fanns det inget uttalat system för att ta hand om förslag till förbättringar från bergentreprenören, och det var också svårt att ta tillvara kompetensen i beställarorganisationen. Direktkontakt mellan projektören och bergentreprenören förekom inte. I Norsborg hade beställarsidan ett annat synsätt, där förslag från entreprenören hanterades systematiskt, och i Citytunneln strävade man efter en helt gemensam hantering av risker och möjligheter. I Kattleberg kunde man se en tydlig skillnad mellan det informella och det formella systemet. I linje med forskning av Gulati och Puranam (2009) infördes det formella kommunikationssystemet för att komma till rätta med bristerna i det traditionella informella systemet. I de andra fallstudierna var denna systemskillnad inte lika tydlig.

Det existerar alltså stora variationer mellan traditionella projekt i graden av samverkan. Men man kan konstatera att det ändå verkar vara skillnader också mellan de mest samverkansinriktade traditionella projekten och projekten med formaliserad samverkan och anpassade ersättningsformer. Både i Citytunneln och i Norsborg har beställarsidan kunnat se detta tydligt, eftersom man har kunnat jämföra traditionella kontrakt med god samverkan och uttalade samverkansentreprenader genomförda inom samma beställarorganisation. En uttalad och formaliserad samverkan, som går utöver FIAs basmodell och kombineras med gemensamma ekonomiska incitament för förbättringsarbete, har alltså betydelse. En stor fördel som nämns är att man har kunnat skapa en gemensam, integrerad organisation utan spegelfunktioner. På så sätt minskas komplexiteten i form av antalet gränssytor i projekten (jfr Leijten 2008). Att etablera samverkan inom traditionella strukturer förefaller också vara förknippat med en osäkerhet, där det krävs att beställaren mycket tydligt visar att man är inställd på samverkan för att entreprenörerna ska våga ta de risker detta kan innebära för dem (Dewulf och Kadefors 2012).

I Citybanan visar det sig också att det tar tid och resurser att skapa nya arbetssätt, och även i Citytunneln pekar man på värdet av den långvariga planeringsprocess som skapades av den försenade tillståndprocessen. Erfarenheterna från Stigbergsgaraget pekar dock på att bättre

förbereda organisationer har betydligt lättare att etablera samverkan än man har om arbetsformer och synsätt är helt nya. Här hade entreprenören ett fördefinierat arbetssätt som kunde tillämpas direkt. Det hade också betydelse att entreprenören upphandlades tidigt, innan organisationerna var alltför stora.

Inom Citybanan anser man att samverkan kräver stora projekt, dels på grund av att det är mer resurskrävande att lämna anbud i samverkansprojekt och dels eftersom man menar att ett särskilt bolag behöver etableras. Samtidigt genomförs det mindre projektet Stigbergsgaraget med samverkan men utan krav på ett eget bolag, vilket pekar på att det är annat än tekniska förutsättningar som avgör vilka upphandlingsstrategier som anses möjliga och optimala. Det gäller även möjligheten att använda mjuka parametrar som skarpare urvalskriterium enligt lagen om offentlig upphandling (LOU), där tolkningen skiljer sig mellan den som görs för Stigbergsgaraget (liksom av många beställare inom husbyggnad) och den mer restriktiva hållning som intas av framför allt Trafikförvaltningen/SLL, men även av Trafikverket.

6.3 Val av kontrakt och organisation för bergentreprenader – ett kunskapsproblem

Ett kämproblem när det gäller att välja den bästa kontraktmodellen för ett bergtunnelprojekt är att detta val förutsätter ganska omfattande kunskaper om geologi, konstruktionsteknik och produktionsmetoder. Enkla riktlinjer som ska gälla för alla projekt fungerar inte, utan det måste finnas möjligheter att anpassa kontraktformerna till situationsspecifika förhållanden (Malmtorp 2007, Brantberger 2009). Även utveckling av ny förundersökningsmetodik eller produktionsteknik kan ibland ha potential att på ett avgörande sätt ändra förutsättningarna.

En annan viktig fråga är vilken kompetens beställaren (och leverantörerna) behöver ha och vad detta medför för komplexiteten i organisationen (Leijten 2008). Man behöver kunna fatta rätt beslut, men det får inte ta för lång tid. Här finns kostnader som är förknippade med förändringar i sig: individer med hög kompetens eller i centrala funktioner är sällan utbytbara, och det kan vara värt att behålla kompetens som kan behövas senare och även att dubblera vissa funktioner som en extra säkerhet. När det gäller sådana val av organisation, arbetsformer och kompetens finns en ytterligare komplexitet, eftersom det även handlar om förhållanden som kan förändras över tid som resultat av projektledningens beslut och andra mänskliga handlingar.

Nedan sammanfattar vi övergripande strukturer och riktlinjer för att styra val av kontrakt och organisation i fallstudierna. Dessa omfattar tre olika beställare: Trafikförvaltningen/SLL (Norsborgsdepån), Stockholm Parkering (Stigbergsgaraget) samt Trafikverket (Kattleberg, Citytunneln, Citybanan, Förbifarten och Västlänken).

Trafikförvaltningen/SLL har varken en generell fastslagen process eller fasta riktlinjer för val av upphandlingsstrategi, utan valet sker i samråd mellan ledning, projektledning och upphandlingsavdelning. För Norsborgs Tunnelbanedepå hade upphandlingsstrategin varit föremål för många diskussioner inom SL. *Stockholm Parkering* är en mindre byggherre med jämförelsevis små egna resurser, och även här väljs upphandlingsstrategi i samråd mellan de centrala personerna.

Inom *Trafikverket* finns ett riktlinjedokument för val av affärsform (ungefär detsamma som upphandlingsstrategi) för entreprenader (Trafikverket 2010), med en definierad process för att

stegvis beakta olika faktorer: projektets omfattning, tidplan och beroende, komplexitet, frihetsgrader, risker, leverantörsmarknaden samt beställarkompetensen. Det fastslås att det är projektledaren som ansvarar för att välja affärsform. I våra fallstudier har vi sett att man har genomfört denna typ av analyser, men med varierande grad av formalisering. I Västlänken har processen med att välja affärsform/upphandlingsstrategi varit mycket transparent: både tillvägagångssättet och resultatet har dokumenterats i en layoutad och tryckt rapport som även översatts till engelska (Trafikverket 2014b). I alla de stora fallstudieprojekten har bergkompetens haft en viktig roll i att utforma både kontrakt och organisation. När det gäller mindre projekt är förutsättningarna annorlunda, och här tyder både litteraturen och våra intervjuer på att projektledningens kompetens varierar mer, och därmed också kvaliteten på besluten.

Fortlöpande anpassningar av organisationen till projektets behov över tid gjordes i alla fallstudieprojekten, men relativt informellt. Citytunneln är det projekt där projektledaren reflekterar mest över hur man fördelar ansvar och organiserar för att skapa en effektiv beslutsprocess och förändrar den över tid.

Generellt vilar alltså ett mycket stort ansvar på projektnivån för att välja både kontraktsformer och organisation. Inom Trafikverket finns dock vissa riktlinjer för att fatta sådana beslut, men framför allt vid planering inför upphandling. Den Project Initiation Routemap (HM Treasury 2014) som tagits fram i Storbritannien ger jämförelsevis betydligt mer detaljerad vägledning för besluten i tidiga skeden av infrastrukturprojekt, även om den är allmänt hållen och inte särskilt inriktad på bergproblematiken. Frågan om hur man anpassar och kvalitetssäkrar organisatoriska förhållanden över tid behandlas av den brittiska publikationen, men alltså inte i Trafikverkets riktlinjer.

6.4 Utvecklingsbehov – områden och former

Trots att kontrakt och relationer i svenska bergprojekt har debatterats sedan slutet på 1990-talet har förhållandevis lite hänt när det gäller de formella och kontraktuella aspekterna. Att utveckla nya ersättningsformer för mängdkontrakt och nya modeller för samverkan i bergkontrakt är en komplex fråga som kräver medverkan av en mångfald av kompetenser inom teknik, juridik och projektledning. I tidigare utredningar har det inte saknats förslag på nya modeller för mängdreglering, ibland baserade på internationella förebilder (Bergström m fl 2003, Malmtoorp 2007, Brantberger 2009, Hansson 2011). När det gäller mer detaljerade rekommendationer för kontrakts- och ledningsformer för bergbyggnad hänvisar vi i stor utsträckning till dessa tidigare studier, vilka även diskuterar frågor som vi inte har behandlat här. Exempel på sådana frågor är tider för anbudsräkning, projektörsmedverkan i produktionen och metoder för riskanalys. Här kan man förvänta sig utvecklade riktlinjer, certifieringssystem och olika former av intern och oberoende peer review. Flera områden behandlas åtminstone delvis i Trafikverkets pågående PIA-arbete (Trafikverket 2014a), och när det gäller projektörsmedverkan har praxis redan förändrats.

En aspekt som sällan har tagits upp i tidigare svenska studier är system för att välja kontrakt och organisation för ett enskilt projekt, och även för att kontinuerligt utvärdera vilka lednings- och kommunikationsbehov som ett pågående projekt har och sedan anpassa organisationen till dessa behov. Med andra ord kan man, som påpekas av Le Masurier m fl (2006), se analogier på organisationssidan med hur observationsmetoden tillämpas för att kontinuerligt anpassa den tekniska konstruktionen till de verkliga geologiska förutsättningarna. Sådana reglerings-system kan ses som en del av projektledningen, men ansvaret för att systemen finns ligger

rimligtvis ovanför eller utanför projektet. Här ser vi ett utvecklingsbehov både på organisationsnivå och på projektnivå, framför allt hos beställarna men även hos leverantörerna.

Vi ser även ett behov av att vidareutveckla och tillämpa upphandlingsstrategier som främjar en mer långtgående samverkan. Fallstudierna och intervjuerna visar i och för sig att det går att etablera ett bra samarbete inom ramen för traditionella utförandeentreprenader med färdiga handlingar, men projekten med tidig upphandling och/eller incitament uppfattas av dem som intervjuats som betydligt mer effektiva och innovativa. Även de internationella erfarenheterna pekar på att det finns en stor potential i att tydligare formalisera samverkan och stödja med öppna böcker och ersättningsformer som främjar gemensamma mål, helst även med tidig upphandling av entreprenörer (El Asmar m fl 2013, Chen och Manley 2014). Bland samverkansfrågorna ingår självklart incitamentsstrukturer för projektörer. Det kan också påpekas att samverkanskontrakt med tidig upphandling internationellt kombineras med målsättningar för mindre och smartare beställarorganisationer (Constructing Excellence och Pinsent Masons, 2011).

När det gäller bergprojekt visar fallstudierna emellertid att det idag inte räcker med ”vanlig” bergosäkerhet för att man ska välja annat än traditionella mängdkontrakt upphandlade på färdiga handlingar, åtminstone inte inom Trafikverket eller Trafikförvaltningen. Det krävs att ett projekt är förknippat med annan osäkerhet, relaterad till komplexa miljöfaktorer eller till utformningen av andra delkonstruktioner än berg. Det är till och med så att utvecklingen mot fler totalentreprenader inneburit att traditionella utförandeentreprenader börjar ses som något positivt och eftersträvarsvårt i bergsammanhang, vilket är en stor skillnad jämfört med åsikterna för några år sedan.

Utvecklingen av nya samverkansformer förefaller att ha stannat upp i Sverige. FIA-samarbetet lyckades inspirera många framgångsrika byggprojekt, inte minst på tunnellsidan, och idag finns en omfattande erfarenhet av olika upphandlingsstrategier som man kan analysera och bygga vidare på. Men systematisk utvärdering som grund för att ta fram hjälpmedel och utbildningar präglade inte FIA-upplägget, och arbetsformerna vidareutvecklades inte fortlöpande i kontakt med den internationella utvecklingen. Vi ser ett behov av nya strukturer för att driva systematisk utveckling på branschnivå inom upphandling och projektledning, inte bara inom bergbyggande utan generellt inom anläggningsbyggandet. Här menar vi att man bör studera hur sådan partsgemensam branschutveckling organiseras i andra länder för att finna en modell som passar för svenska förhållanden och som kan stödjas av de kompetensnätverk som redan finns. Att engagera forskningen på ett tydligare sätt skulle främja att arenan blir en neutral mötesplats med internationell koppling.

Slutligen vill vi framhålla att problemen med kunskapsintegration när det gäller kontrakt och organisering av bergprojekt inte bara finns i projektens beställarorganisationer och utförarorganisationer, utan även och kanske i än högre grad inom forskningen. Bergbyggande är alltför komplext för att mer generella projektledningsforskare, även de som i likhet med oss själva har ingenjörsbakgrund, fullt ut ska kunna förstå vilka slags problem (både praktiska och teoretiska) som det ytterst handlar om. En nyckelfråga är då hur kunskap från olika discipliner kan integreras för att bedriva framgångsrik forskning och utveckling. Här behövs betydligt mer av dialog och samarbete mellan forskare från olika ämnesområden. En viktig uppgift för managementforskare är då att bidra till, och studera utvecklingen av, just systemet för lärande när det gäller kontrakt och organisering för både bergbyggande och anläggningsbyggande mer allmänt.

6.5 Sex rekommendationer

1. Engagera bergkompetens, upphandlingskompetens och projektledningskompetens i den fortsatta utvecklingen av nya ersättningsformer för bergarbeten och projekteringsuppdrag, inklusive krav på ledning och organisation. Leverantörer bör konsulteras.
2. Använd i större utsträckning formaliserad samverkan med anpassade incitamentsstrukturer och tidigare upphandling av entreprenörer för bergprojekt.
3. Formalisera beställarens process för val av upphandlingsstrategi och projektorganisation utifrån projektens förutsättningar. Valen bör motiveras och dokumenteras av projekten.
4. Etablera stödfunktioner på beställarsidan för att driva ett kontinuerligt utvecklingsarbete som bygger på systematisk omvärldsbevakning samt uppföljning av både reguljära projekt och projekt som testar nya arbetsformer. Säkerställ att resultaten av utvecklingsarbete implementeras i projekten.
5. Stöd relaterad forskning som integrerar olika kompetenser inom teknik, juridik och projektledning. Engagera forskare i praktisknära utvecklingsarbete.
6. Skapa ett branschövergripande forum för utveckling av interorganisatoriska relationer i anläggningssektorn. Detta forum kan ses som ett slags FIA 2.0 men med bredare inriktning, tydlig koppling till forskning och en mer permanent prägel. Undersök internationella förebilder för sådan samverkan.

REFERENSER

- Alm, P.-G., Jonsson, P. och Bjelm, L. (2013) Förundersökningsmetodens värde och nytta ur prognos-synpunkt vid tunnelbyggande. BeFo Rapport 121. Stockholm.
- Anderson, J. (1998) Minimising underground construction risks requires maximum engineering effort. *Tunnelling and Underground Space Technology*, Vol. 13, No. 4, pp. 365-368.
- Apostol, T.M. (2004) The Tunnel of Samos. *Engineering and Science*, Vol. 67, No. 1, pp. 30-40.
- Argyres, N., Berkovitz, J. and Mayer, K.J. (2006) Complementarity and Evolution of Contractual Provisions: An Empirical Study of IT Services Contracts. *Organization Science*, Vol. 18, No. 1, pp. 3-19.
- Arnesen, F. (2011) The consultant's contribution in a tunnel contract, in *Contracts in Norwegian Tunnelling*, pp. 57-59. Publication No. 21, Norwegian Tunnelling Society, Oslo.
- Aven, T. (2012) The risk concept—historical and recent development trends. *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 99, pp. 33-44.
- Baynes, F.J. (2010) Sources of geotechnical risk. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, Vol. 43, pp. 321-331.
- Baynes F.J., Fookes P.G. and Kennedy J.F. (2005) The total engineering geology approach applied to railways in the Pilbara, Western Australia. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, Vol. 64, pp. 67-94.
- Beitnes, A. (2011) Towards future tunnelling prospects and challenges of development oriented tunnel contracts, in *Contracts in Norwegian Tunnelling*, pp. 81-85. Publication No. 21, Norwegian Tunnelling Society, Oslo.
- Benardos, A.G., and Kaliampakos, D.C. (2004) A methodology for assessing geotechnical hazards for TBM tunnelling—illustrated by the Athens Metro, Greece. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, Vol. 41, No. 6, pp. 987-999.
- Bergström, M., Malmtorp, J., Nylén, K.-O. och Rosengren, L. (2003) Framgångsfaktorer i bergbyggandet- Etapp 1: Inledande studie. Opublicerad rapport. Nätverket Bergbyggarna.
- BKK (2007) Ersättningsformer för entreprenader. Byggandets Kontraktsskommitté, Stockholm.
- Blockley, D.I. (2010). The importance of being process. *Civil Engineering and Environmental Systems*, Vol. 27, No. 3, pp. 189-199.
- Bory, P. (1890) *Les grandes entreprises modernes*. Alfred Mamy, Tours.
- Brantberger, M. (2009) Förfrågningsunderlag för injekteringsarbeten i en utförandentreprenad. – Förstudie. BeFo rapport 92. Stockholm.
- Bröchner, J. (1994) Precontractual investigation and risk aversion. *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 1, No. 2, pp. 91-101.
- Bröchner, J. and Badenfelt, U. (2011) Changes and change management in construction and IT projects. *Automation in Construction*, Vol. 20, No. 7, pp. 767-775.
- Bröchner, J. and Kruse, B. (2012) Trust and innovation (Sweden). *Proc. First European Infrastructure Symposium, Copenhagen, 8 May 2012*, pp. 6-7. <http://netlipse.eu/media/53848/eips.pdf>
- Busk, Y. (2008) *Norrortsleden – vägen som var mödan värd. Ledning och genomförande av ett stort projekt*. Vägverket publikation 2008:111. Borlänge.
- Caldwell, N., Roehrich, J. and Davies, A. (2009) Procuring Complex Performance in Construction: London Heathrow Terminal 5 and a Private Finance Initiative Hospital. *Journal of Purchasing & Supply Management*, Vol. 15, No. 3, pp. 178-186.
- Carlsson, M. (2005) Management of geotechnical risks in infrastructure projects: an introductory study. Licentiatavhandling, KTH.
- Cattell, D. (2012) An overview of component unit pricing theory. *Construction Management and Economics*, Vol. 30, No. 1, pp. 81-92.
- Chen, L. and Manley, K. (2014) Validation of an Instrument to Measure Governance and Performance on Collaborative Infrastructure Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 140, No. 5, 04014006.
- Clayton, C.R.I. 2001. *Managing Geotechnical Risk: Improving Productivity in UK Building and Construction*. Thomas Telford, London.

- Constructing Excellence (2009) Industry Performance Report 2009 http://www.constructingexcellence.org.uk/pdf/Industry_Performance_Report_2009.pdf.
- Constructing Excellence och Pinsent Masons (2011) Infrastructure in the New Era <http://www.pinsent-masons.com/PDF/infrastructureinnewera.pdf>
- Dewulf, G. and Kadefors, A. (2012) Collaboration in public construction—contractual incentives, partnering schemes and trust. *Engineering Project Organization Journal*, Vol. 2, No. 4, pp. 240-250.
- Dvir, D. and Lechler, T. (2004) Plans are nothing, changing plans is everything: the impact of changes on project success. *Research Policy*, Vol. 33, pp. 1-15.
- Eddleston, M., Murfin, R.E. and Walthall, S. (1995) The role of the engineering geologist in construction. *Geological Society Engineering Geology Special Publication*, No. 10, pp. 389-401.
- El Asmar, M., Hanna, A. and Loh, W.-Y. (2013) Quantifying Performance for the Integrated Project Delivery System as Compared to Established Delivery Systems. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 139, No. 11, pp. 1-14.
- Engström, A. och Stålsmeden, D. (2011) Geotechnical Risk Communication: A case study of communication between actors in infrastructure projects. MSc Thesis 2011:134, Dep. of Civil and Environmental Engineering, Chalmers University of Technology.
- Engwall, M. och Söderström, J. (2005) Innovationsprojektet Södra Länken – Utmaningar och kritiska framgångsfaktorer. IMIT/Handelshögskolan i Stockholm. Oktober. www.imit.se/pdf/reports/2005-139.pdf
- Ericsson, K.A. (2006) An Introduction to Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance: Its Development, Organization, and Control. In *Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance*, eds K.A. Ericsson, N. Charness, P.J. Feltovich and R.R. Hoffman, pp. 3-19. Cambridge University Press, Cambridge.
- Eriksson, M. (2013) Citytunneln i Malmö – En utvärdering av projektet. Examensarbete Byggproduktion, Lunds Tekniska Högskola.
- Eriksson, P.-E. och Hane, J. (2014) Entreprenadupphandlingar – Hur kan byggherrar främja effektivitet och innovation genom lämpliga upphandlingsstrategier? Konkurrensverket, Forskningsrapport 2014:4.
- Eriksson, P.-E, Kadefors, A., Karrbom-Gustavsson, T., Lind, H. och Olander, S. (2013) Renodlad beställare – en förstudie. TRV Rapport nr 2013/56184. Trafikverket.
- Ewerhart, C. och Fieseler, K. (2003) Procurement auctions and unit-price contracts. *Rand Journal of Economics*, Vol. 34, No. 2, pp. 569-581.
- FIA (2006) Utökad samverkan - En svensk modell för anläggningsbranschen. Förnyelse I Anläggningsbranschen, FIA Sverige. 2006-04-11.
- Flyvbjerg, B. (2014) What you should know about megaprojects and why: An overview. *Project Management Journal*, Vol. 45, No. 2, pp. 6-19.
- Grøv, E. (2011) Contract philosophy in Norwegian tunnelling, in *Contracts in Norwegian Tunnelling*, s 15-21. Publication No. 21, Norwegian Tunnelling Society, Oslo.
- Gulati, R. and Puranam, P. (2009) Renewal through reorganization: The value of inconsistencies between formal and informal organization. *Organization Science*, Vol. 20, No. 2, pp. 422-440.
- Hansson, Å. (2010) Slutrapport – Tekniska program tunnel. Trafikverket publikation 2010:061.
- Hertogh, M., Baker, S., Staal-Ong, P.L. and Westerveld, E. (2008) *Managing Large Infrastructure Projects: Research on Best Practices and Lessons Learnt in Large Infrastructure Projects in Europe*. AT Osborne, Baarn.
- Hertogh, M. and Westerveld, E. (2009) *Playing with Complexity: Management and Organisation of Large Infrastructure Projects*. PhD Diss. Erasmus Universiteit Rotterdam.
- HM Treasury (2010) *Infrastructure Cost Review: Main Report*. Infrastructure UK, London.
- HM Treasury (2014) *Improving Infrastructure Delivery: Project Initiation Routemap; Handbook*. Infrastructure UK, London.
- Holmberg, M. och Stille, H. (2007) Observationsmetodens grunder och dess tillämpning på design av konstruktioner i berg. SveBeFo Rapport 80. Stockholm.
- IEG (2011) Tillämpningsdokument, observationsmetoden i geotekniken. Implementeringskommissionen för Europastandarder inom Geoteknik, IEG rapport 9:2010.

- International Tunnelling Insurance Group (2006) A Code of Practice for Risk Management of Tunnel Works. January.
- ITA (1996) ITA Position Paper on Types of Contract. *Tunnelling and Underground Space Technology*, Vol. 11, No. 4, pp. 411-429.
- ITA (2011) The ITA Contractual Framework Checklist for Subsurface Construction Contracts. International Tunnelling and Underground Space Association, Working Group 3, Contractual Practices. ITA Report No. 006. April.
- Kadefors, A. (2004) Trust in project relationships – inside the black box. *International Journal of Project Management*, Vol. 22, No. 3, pp. 175-182
- Kadefors, A. och Bröchner, J. (2008) Observationsmetoden i bergbyggande: Kontrakt och samverkan. SveBeFo Rapport K 28. Stockholm.
- Kauffmann, J. (1882) Der Baubetrieb des Gotthardtunnels. *Centralblatt der Bauverwaltung*, Vol. 2, No. 14, pp. 117-119.
- Kreiner, K. (1995) In search of relevance: project management in drifting environments. *Scandinavian Journal of Management*, Vol. 11, No. 4, pp. 335-346.
- Kvartsberg, S. (2013) Review of the Use of Engineering Geological Information and Design Methods in Underground Rock Construction. *Department of Civil and Environmental Engineering, Division of GeoEngineering, Chalmers University of Technology*. Report 2013:3. Göteborg.
- Larsson, Ö. och Ahlner, A. (2010) Resan mot målet. Citytunneln.
- Latham, M. (1994) *Constructing the team: Joint Review of Procurement and Contractual Arrangements in the United Kingdom Construction Industry*. Department of the Environment/HMSO, London.
- Leijten, M. (2008) Management of complex underground projects. *WIT Transactions on the Built Environment*, Vol. 102, pp. 53-62.
- Le Masurier, J., Blockley, D. and Wood, D.M. (2006) An observational model for managing risk. *Proceedings of the ICE-Civil Engineering*, Vol. 159, No. 6, pp. 35-40.
- Lidgren, P. (2012) Citybanan – BIM i underjorden. *Bygg och Teknik* nr 7 s 58-60.
- Likhitruangsilp, V. and Ioannou, P. (2009) Risk allocation in standard forms of general conditions for tunneling contracts. *Proc. Construction Research Congress, Seattle, April 5-7, 2009*, pp. 1250-1259.
- Lin, G. och Shen, Q. (2007) Measuring the performance of value management studies in construction: critical review. *Journal of Management in Engineering*, Vol. 23, No. 1, pp. 2-9.
- Lundman, P. (2011) *Cost management for underground infrastructure projects: A case study on costs increase and its causes*. PhD diss. Luleå University of Technology.
- Luu, D.T., Ng, S.T. och Chen, S.E. (2003) Parameters governing the selection of procurement system – an empirical survey. *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 10, No. 3, pp. 209-218.
- Ma, J. (2011) Influence of non-technical factors on the construction of tunnels. *Advanced Materials Research*, Vols 201-203, pp. 1300-1307.
- Macaulay, S. (1963) Non-contractual Relations in Business. *American Sociological Review*. Vol. 28, No. 1, pp. 55-69.
- Malmtorp, J. (2007) Framgångsfaktorer i bergbyggandet. Etapp II: Förbättrad kostnadsstyrning – en riskanalytisk processtillämpning. Opublicerad rapport. JLM tunnelkonsult.
- Malmtorp, J. och Lundman, P. (2010) Förundersökningar vid undermarksprojekt - Osäkerheter och deras hantering. Trafikverket publikation 2010:037.
- Manchester Business School (2009) Study on voluntary arrangements for collaborative working in the field of construction services. Final report. University of Manchester. March.
- Marshall, N. and Bresnen, M. (2013) Tunnel vision? Brunel's Thames Tunnel and project narratives. *International Journal of Project Management*, Vol. 31, No. 5, pp. 692-704.
- McLain, K., Gransberg, D.D., and Loulakis, M. (2014) Managing geotechnical risk on US design-build transport projects. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, Vol. 14, No. 1, pp. 1-19.
- Missbauer, H. and Hauber, W. (2006) Bid calculation for construction projects: Regulations and incentive effects of unit price contracts. *European Journal of Operational Research*, Vol. 171, pp. 1005-1019.

- Munfah, N. (2006) Contracting methods for underground construction. I Ozdemir, L. (red) *North American Tunneling 2006*, pp. 99-105. A.A. Balkema, Rotterdam.
- Murdoch, J. and Hughes, W. (2008) *Construction Contracts: Law and Management*. 4th ed. Taylor and Francis, London.
- NFF (2010) *Praktisk berginjeksjon for underjordsanlegg*. Håndbok nr. 06, Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk, Oslo.
- Nicholson, D., Tse, C.M. and Penny, C. (1999) *The Observational Method in ground engineering: principles and applications*. CIRIA, London.
- Nossan, A.S. (2006) Observations on the observational method. *Proc. XIII Danube-European Conference on Geotechnical Engineering, Ljubljana*, Vol. 1, pp. 171-178.
- Olsson, N.O.E. (2006) Management of flexibility in projects. *International Journal of Project Management*, Vol. 24, No. 1, pp. 66-74.
- Peck, R.B. (1969) Advantages and limitations of the observational method in applied soil mechanics. *Géotechnique*, Vol. 19, No. 2, pp. 171-187.
- Pollack, J. (2007) The changing paradigms of project management. *International Journal of Project Management*, Vol. 25, pp. 266-274.
- Poppo, L. and Zenger, T. (2002) Do formal contracts and relational governance function as substitutes of complements? *Strategic Management Journal*, Vol. 23, pp. 707-725.
- Powderham, A.J. (1998) The Observational Method – Application through Progressive Modification. *Civil Engineering Practice*, Vol. 13, No. 2, pp. 87-110.
- Priemus, H. (2010) Megaprojects: Dealing with Pitfalls. *European Planning Studies*, Vol. 18, No. 7, pp. 1023-1039.
- Produktivitetskommittén (2012) *Vägar till till förbättrad produktivitet och innovationsgrad i anläggningsbranschen*. SOU 2012:39.
- Puranam, P., Alexy, O. and Reitzig, M. (2014). What's New about New Forms of Organizing? *Academy of Management Review*, Vol. 39, No. 2, pp. 162-180.
- Ravlo, A. (2011) Introduction, in *Contracts in Norwegian Tunnelling*, s 11-13. Publication No. 21, Norwegian Tunnelling Society, Oslo.
- Reilly, J.J. (2000) The Management Process for Complex Underground and Tunneling Projects. *Tunneling and Underground Space Technology*, Vol. 15, No. 1, pp. 31-44.
- Reilly, J.J. and Brown, J. (2004) Management and Control of Cost and Risk for Tunneling and Infrastructure Projects. In *Proceedings of International Tunneling Conference, Singapore, May 2004*.
- Riksrevisionen (2012) Trafikverkets upphandling av vägar och järnvägar – leder den till hög produktivitet? RiR 2012:14.
- Ring, P. and Van de Ven, A. (1994) Developmental processes of cooperative interorganizational relationships. *Academy of Management Review*, Vol. 19, No. 1, pp. 90-118.
- Romero, V.S. and Adams, D.N. (2000) Underground design-build contract delivery: the designer's perspective. I Ozdemir, L. (ed.) *North American Tunneling '00*, pp. 287-297. Balkema, Rotterdam.
- Ryan, R.M. and Deci, E.L. (2000) Intrinsic and extrinsic motivations: classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, Vol. 25, pp. 54-67.
- Sandham, R., Bower, D.A. and Madter, N.E. (2014) Infrastructure routemap: reflections on the first year. *Infrastructure Asset Management*, Vol. 1, No. 1, pp. 8-9.
- Sandström, G.E. (1963) *The History of Tunnelling: Underground Workings Through the Ages*. Barrie and Rockliff, London.
- SAVE International (2007) Value standard and body of knowledge, http://www.value-eng.org/pdf_docs/monographs/vmstd.pdf.
- Schlosser, W. (2005) Vortriebsklassifizierung im konventionellen Tunnelbau: Weiterentwicklung eines leistungsgerechten Vergütungsmodelle. Diss. Technische Universität Wien.
- Schubert, P. (2010) Requirements for the observational approach in deep tunnelling. *Geomechanics and Tunnelling*, Vol. 3, No. 1, pp. 68-72.
- Shenhar, A.J. (2001) One size does not fit all projects: exploring classical contingency domains. *Management Science*, Vol. 47, No. 3, pp. 394-414.
- Shenhar, A.J., Tishler, A., Dvir, D., Lipovetsky, S. och Lechler, T. (2002) Refining the search for project success factors: a multivariate, typological approach. *R&D Management*, Vol. 32, No. 2, pp. 111-126.

- Spross, J. (2014) A Critical Review of the Observational Method. Department of Civil and Architectural Engineering, Division of Soil and Rock Mechanics, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm.
- Sturk, R., Olsson, L. and Johansson, J. (1996) Risk and decision analysis for large underground projects, as applied to the Stockholm ring road tunnels. *Tunnelling and Underground Space Technology*, Vol. 11, No. 2, pp.157-164.
- Styhre, A. (2009) *Managing Knowledge in the Construction Industry*. Taylor and Francis, Abingdon.
- Swindell, R., Holmberg, M., Rosengren, L. and von Matérn, M. (2013) Application of the active design concept for City Line contract Norrströmstunneln. *Proc. Swedish Rock Mechanics Day, 11 March 2013*, pp. 151-162. BeFo, Stockholm.
- Tadelis, S. (2012) Public procurement design: Lessons from the private sector. *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 30, No. 3, pp. 297-302.
- Trafikverket (2010) Val av affärsform i Trafikverkets investeringsverksamhet. TDOK 2010:238.
- Trafikverket (2011) Val av affärsform för projekteringsuppdrag i Trafikverkets investeringsverksamhet. TDOK 2011:237.
- Trafikverket (2014a) PIA - Produktivitets- och Innovationsutveckling i Anläggningsbranschen. Implementeringsrapport Bergkonstruktioner. Rapport Trafikverket 2014-01-17.
- Trafikverket (2014b) Upphandlingsstrategi Projekt Västlänken. Rapport Trafikverket 2014-11-14.
- Turner, J.R. and Simister, S.J. (2001) Project contract management and a theory of organization. *International Journal of Project Management*, Vol. 19, No. 8, pp. 457-464.
- van Baars, S. and Vrijling, J.K. (2005). Geotechnical applications and conditions of the observational method. *Heron*, Vol. 50, No. 3, pp. 155-172.
- van Staveren, M. (2006) *Uncertainty and ground conditions: A risk management approach*. Butterworth-Heinemann, Oxford.
- van Staveren, M.T. (2013) Geotechnics on the move: guidance for a risk-driven way of working. *Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Hazards*, Vol. 7, No. 3, pp. 225-236.
- Vlaar, P.W.L., Van den Bosch, F.A.J. and Volberda, H.W. (2006) Coping with Problems of Understanding in Inter-Organizational Relationships: Using Formalization as Means to Make Sense. *Organization Studies*, Vol. 27, No. 11, pp. 617-638.
- Vägverket (2003) Södra länken - en ny trafikled i Stockholm. http://publikationswebbutik.vv.se/upload/1622/88459_Sodra_lanken_en_ny_trafikled_i_stockholm.pdf
- Vägverket (2005) Vägverkets kund-/leverantörsstrategi. 20050901. http://www.vv.se/filer/28584/Vagverkets_kund_o_lev_strategi.doc
- Walker, D.H.T. and Lloyd-Walker, B.M. (2015) *Collaborative Project Procurement Arrangements*. Project Management Institute, Newtown Square, PA.
- Weston, D.C. and Gibson, G.E. (1993) Partnering-project performance in U.S. Army Corps of Engineers. *Journal of Management in Engineering*, Vol. 9, No. 4, pp. 410-425.
- Widén, E. and Úlfarsson, K.A. (2014) Effects of partnering on construction projects: The cultural, collaborative and contractual aspects. MSc thesis No. 294. Department of Real Estate and Construction Management, Royal Institute of Technology, Stockholm.
- Williams, T.M. (1999) The need for new paradigms for complex projects. *International Journal of Project Management*, Vol. 17, No. 5, pp. 269-273.
- Zetterlund, M. (2014) *Value of Information Analysis in Rock Engineering*. PhD thesis, Department of Civil and Environmental Engineering, Division of GeoEngineering, Chalmers University of Technology. Göteborg.
- Zetterlund, M., Norberg, T., Ericsson, L.O. and Rosén, L. (2011) Framework for value of information analysis in rock mass characterization for grouting purposes. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 137, No. 7, pp. 486-497.

BeFo



Box 5501
SE-114 85 Stockholm

info@befoonline.org • www.befoonline.org
Besöksadress: Storgatan 19

ISSN 1104-1773