



UTVÄRDERING

Utvärdering av FoU-konsortiet VBT Väg-Bro-Tunnel

Ettapp III

*Lars Söderberg, Asko Sarja, Åke Uhlin & Jan Parmeby
December 2004*

Preliminär slutrapport

**Utvärdering av FoU-konsortiet VBT
Väg-Bro-Tunnel**

Etapp III

2004-12-07

Bilagor

1. Verksamhetsbeskrivning
2. Infrastructure Program, On-Going Research Projects 2004
3. Program och deltagarlista

Utvärdering av FoU-konsortiet VBT

Sammanfattning och ställningstagande

Denna rapport redovisar den utvärdering av industrikonsortiet väg-bro-tunnel (VBT) etapp III som genomfördes i november 2004.

Konsortiet VBT är i dag en stark gruppering med gemensamma och långsiktiga ambitioner och är på god väg att nå de mål som ursprungligen sattes upp för FoU-programmet VBT. Från en något trevande start för åtta år sedan har programmet utvecklats och det ligger väl inom räckhåll att vid 2006 års utgång skall finnas 30 examinerade industridoktorander som kommer att ha producerat sammanlagt mer än 50 doktorsavhandlingar och licentiatuppsatser. När man dithän är det en succé för konsortiet och det bidrag som VINNOVA lämnar blir mycket kostnadseffektivt. Det förutsätter dock att programmet får verka fram till 2006 så att kvarvarande doktorander ges möjlighet att färdigställa sina avhandlingar. Hittills har 30 doktors och licentiatavhandlingar producerats. Utvärderingsgruppen vill därför rekommendera VINNOVA att för slutetappen lämna fortsatt stöd till konsortiet

Samtidigt vill gruppen starkt rekommendera VINNOVA att under de två sista åren av konsortiets tioåriga program organisera följeforskning för att ta till vara de erfarenheter, kunskaper och lärdomar som gäller konsortiet som sådant. Motivet för detta är det goda samarbete och den effektivitet som konsortiet utvecklat under de åtta år det verkat. Intresset för högskolan och forskning inom branschen har vuxit. Det har också lett till större efterfrågan i företagen på ny kunskap och FoU-programmet har blivit en katalysator för nya initiativ och ett nytt förtroende mellan företagen inom byggbranschen har vuxit fram som ett resultat av konsortiets arbete. Detta borde vara av intresse för VINNOVA att följa upp och ge lärdomar för framtida liknande program.

Utvärderingsgruppen gör också bedömningen att inom konsortiet borde göras en "state of art" för att få en helhetsbild av den forskning inom infrastrukturteknikområdet som pågår i landet. En sådan kartläggning är nödvändig för att bedöma hur väl doktorandprojekten faller in som delar i den helhet som svensk infrastrukturteknikforskning utgör. Detta blir också alltmer angeläget med tanke på EU-forskningen som växer i betydelse. För att på ett effektivt sätt kunna dra nytta av den forskning som bedrivs på europeisk nivå måste bilden av svensk forskning inom området vara klarlagd. En state of art bör också lämpligen ligga till grund för att ta ställning till konsortiets fortsättning efter etapp IV.

Lars Söderberg

Asko Sarja

Åke Uhlin

Jan Parmeby

Utvärderingsgruppens rekommendationer

Utvärderingsgruppen lämnar följande rekommendationer till VINNOVA och konsortiet inför planerade förhandlingar avseende perioden omfattande åren 2005 och 2006:

- Med tanke på de i många avseenden goda resultat konsortiet nått under de gångna åren och den imponerande utveckling som skett av arbetsformerna rekommenderar gruppen starkt ett fortsatt stöd från VINNOVA med i princip de villkor som gällt hittills
- Väl medveten om att konsortiet uppläggning och arbetssätt egentligen strider mot VINNOVAS ursprungliga idé om ett kompetenscentrum med kraftsamling till en geografisk placering anser gruppen att idén med mer virtuella centra är utmärkt. VBT-konsortiet har skapat en samverkan mellan olika aktörer som enligt gruppens mening ökar effektiviteten i det samlade resultatet. Nätverket motverkar att samma sak görs på flera ställen vilket är synnerligen viktigt med tanke på de inom landet tillgängliga begränsade resurser som finns inom byggområdet för forskning. I detta sammanhang spelar de s.k. minikompetenscentra en viktig roll vars funktion bör fortsätta att utvecklas.
- Vägverket (VV) och Banverket (BV) har ett uttalat sektorsansvar för forskningen inom viktiga delar av infrastrukturområdet. Vi anser att VINNOVA bör påverka dessa att aktivt stödja konsortiet i dess verksamhet. VV och BV har en viktig uppgift som avsnärare av de produkter som framställs inom området, såsom vägar, broar och tunnlar och därmed viktiga kravställare. Elforsk har delvis den rollen vad avser dammar. Vidare ser vi med visst bekymmer på Vägverkets planer på virtuella kompetenscentra för forskning. Här är man på väg att bygga upp en ny administration för forskning som enligt utvärderarnas mening redan finns i konsortiet. Detta har efter många år funnit sina väl fungerande former, att bygga upp en parallell struktur som i stora delar har samma syfte kan ses som slöseri med allmänna medel. Möjligheterna att också involvera VTI i verksamheten bör övervägas.
- Verksamheten med gemensamma kurser och seminarier där forskare (och andra) från de medverkande högskolorna kan delta bör fortsättas och gärna utökas. Detta är kostnadseffektivt och bidrar också till ökad samverkan mellan de olika institutionerna.
- Utvärderingsgruppen är medveten om att de kommande två åren är en kort tid för att åstadkomma genomgripande förändringar i sättet att arbeta eller i inriktningen av arbetet. Detta oaktat ser vi gärna att frågan om utökad användning av IT för spridande av information och forskningsrapporter övervägs.
- Det samma gäller möjligheten att utvidga den tekniska forskningen till sådana områden som: system, koncept, process, metodik, modell och analys genom ökad användning av vetenskaper som systemteknik och ICT. Tvärfacklighet skulle inom några områden även kunna innebära att ekonomiskt och sociologiskt kunnande involveras.
- Enligt de ursprungliga planerna upphör VINNOVAS stöd för verksamheten vid utgången av år 2006. Med tanke på de goda resultat som uppnåtts vad gäller såväl forskningen i sig

som konsortiets arbetsformer bör såväl konsortiet som VINNOVA använda de kommande två åren för att utreda förutsättningarna och formerna för fortsatt verksamhet.

- Beträffande frågan om konsortiet som ett unikt exempel på ett s.k. sektoriellt innovationssystem rekommenderar gruppen VINNOVA:
 - att under 2005 och 2006 följa konsortiets verksamhet på nära håll,
 - att då systematiskt tappa det på sådana erfarenheter och kunskaper om samverkan/partnerskap mellan forskning, industri och samhälle som hittills inte beaktats i någon nämnvärd utsträckning,
 - att ställa upp dessa erfarenheter och kunskaper mot existerande teorier om (sektoriella) innovationssystem, tripel-helix och mode 2, samt, slutligen,
 - att pröva samhällets utvecklingspolicier på området mot dessa erfarenheter och kunskaper.

Uttryck på annat sätt: Vi rekommenderar VINNOVA att under 2005 och 2006 knyta ett par följeforskare till konsortiet, förslagsvis en per minikompetenscentrum. Arbetet kan samordnas av en liten referensgrupp av seniora forskare med stor erfarenhet av den här speciella blandformen av formativ evaluering och aktionsforskning.

Innehållsförteckning

Sammanfattning och ställningstaganden

- 1. Förord**
- 2. Tekniska och vetenskapliga resultat**
 - Viktiga tekniska insatser
 - Väg
 - Bro/Damm
 - Tunnel
 - Viktiga vetenskapliga insatser
 - Effekter på högskolan och dess utbildning
 - Sammanfattning
- 3. Industrirelevans och nytta**
 - Nytta för företagen
 - Implementering, tekniköverföring och kommersialisering
 - Sammanfattning
- 4. Programmet position i forskarvärlden**
 - Internationella kontakter
 - Nätverket som en nationell tillgång

Utvärdering av FoU-konsortiet Väg-Bro-Tunnel, etapp III

1. Inledning

Föreliggande rapport redovisar den utvärdering av industrikonsortiet Väg – Bro – Tunnel som i november 2004 på uppdrag av VINNOVA genomfördes av en nordisk utvärderingsgrupp. I denna ingick Lars Söderberg, ordförande för gruppen, Jan Parmeby, sekreterare, Asko Sarja, forskningsprofessor vid VTT Bygg och Transport i Esbo, Finland samt Åke Uhlin, professor vid Högskolan i Vestford, Norge.

Den 21-22 november 2004 samlades konsortiets forskare, handledare, professorer, styrelse och andra företagsrepresentanter samt utvärderare till en hearing på Skanskas huvudkontor i Solna. Den första dagen ägnades åt presentationer av de olika teknikområdena och minikompetenscentra. Utvärderarna ställde frågor till resp ordförande med anledning av presentationerna och kompletterande frågor riktades också till de närvarande doktoranderna. Andra dagen mötte utvärderarna styrelsen i en genomgång och diskussion om konsortiets aktiviteter och organisation samt vilka resultat som uppnåtts.

Utvärderingen baserades på såväl skriftligt material erhållet från konsortiet som på muntliga projektpresentationer i samband med nämnda hearing och på uppgifter inhämtade om verksamheten vid den genomgång och diskussion som fördes med konsortiets styrelse. Det skriftliga materialet utgjordes dels av konsortiets verksamhetsbeskrivning "Infrastrukturprogrammet, Verksamhetsbeskrivning 2003/2004, dat 2004-06-21" (bilaga 1) dels kortfattade beskrivningar av de ingående forskningsprojekten samlade i "Infrastructure Program, On-Going Research Projects 2004, (bilaga 2). Utvärderingsgruppen hade också tillgång till "abstracts" från de hittills genomförda 13 doktorsavhandlingarna. Program och deltagarlista för mötet utgör bilaga 3.

Vi tackar konsortiets direktör Lars Hammar och programsekreteraren Mikael Hallgren för en utmärkt presentation av konsortiets verksamhet och riktar också ett tack till alla övriga som bidrog med presentationer och med uppgifter som har haft betydelse för vår utvärdering. Presentationerna och frågorna var öppna och raka vilket möjliggjorde nödvändiga klarlägganden av de frågor som ställdes. Ett särskilt tack också till styrelsen som under andra dagen ställde upp i det närmaste mangrant för att ge sin syn på infrastrukturprogrammet och dess betydelse för branschen och högskolorna. Vi tackar dessutom VINNOVA för inbjudan att genomföra utvärderingen och särskilt Carl-Otto Frykfors för hans stöd under utvärderingsprocessen.

2. Tekniska och vetenskapliga resultat

Totalt är för närvarande 22 industridoktorander engagerade inom det FOU-program industrikonsortiet etablerat och industridoktoranderna som verkar inom olika högskoleinstitutioner förväntas enligt projektledningens bedömning fullfölja sina doktors-/ lic examina till 2006. Hur många av dessa som blir doktorer resp licentiater i slutändan är dock ännu osäkert. Det kan inom projektets ram vid 2006 års utgång finnas 30 examinerade industridoktorander som kommer att ha producerat sammanlagt mer än 50 doktorsavhandlingar

och licentiatuppsatser. Ett sådant resultat måste ses som en succé för konsortiet och det överträffar också uppsatta mål.

Viktiga tekniska insatser

Det är intressant att notera att de olika doktorandprojekten väl anknyter till frågeställningar som har stor aktualitet i pågående byggproduktion. Ny kunskap hämtat från pågående avhandlingsarbeten har redan fått och kan än mer komma att få direkt industriell tillämpning. Samtidigt har pågående stora byggprojekt varit inspirationskälla för flera av avhandlingsarbetena. De tre teknikområden som ingår i konsortiets verksamhet är Väg, Bro/Damm och Tunnel. Fokus ligger helt på teknikområden och väsentligen anläggningsteknik även om andra frågeställningar och även discipliner med fördel skulle ha kunnat komma i fråga för att inrymmas i konsortiets verksamhetsområde.

Väg

Inom teknikområde väg har man tagit fasta på nya angreppssätt såväl vad gäller dimensionering som utförande. Vägbyggandet har hittills i hög grad varit detaljstyrt genom normer och beställarkrav t ex genom BYA och Väg 94. En utveckling pågår emellertid som också återspeglas i nyare bestämmelser som innebär en uppluckring av tidigare stränga normering. I stället för att utgå från typkonstruktioner baserat på tidigare erfarenheter söker man nya tillvägagångssätt genom att tillämpa analytisk dimensionering. Svårigheter man stöter på är dock många och materialkunskapen måste förbättras. Lyckas man kan vägkonstruktionerna dimensioneras mer kostnadseffektivt och mycket pengar finns att tjäna på detta nya sätt att arbeta. Att kunna prognostisera vägkonstruktioners beteende med hjälp av analytiska metoder ger dessutom helt nya möjligheter att dimensionera förstärkningar av befintliga vägkonstruktioner, något som dagens empiriskt baserade ”typmodeller” inte förmår.

Konsortiet har sålunda satt målet högt inom vägteknikområdet. Vägkonstruktionerna skall utvecklas så att förutsättningar skapas för innovationsfrämjande upphandlingsformer i stället för att enbart följa allmänna tillämpningsbestämmelser. Utvärderingsgruppen finner att de tankar som väglett konsortiet och teknikgruppen Väg i dessa frågor är riktiga och har stor relevans. För att lyckas krävs betydande FoU insatser och konsortiet är medveten om att industriprogrammet endast i begränsad omfattning förmår bidra med nödvändig kunskapsutveckling. Det behövs ett nära samarbete med många intressenter, Vägverket nämndes här särskilt. Ett informationsutbyte och utväxling av kunskap är till fördel för alla intressenter.

Utvärderingsgruppen anser att alla de ämnen som behandlas inom teknikområde väg har relevans och fångar upp viktiga frågeställningar inom det vägtekniska området. Utvärderingsgruppen satte frågetecken för några projekt, inte för att de är angelägna utan för att de motsäger det uttalade önskemålet om en profilering och koncentration till ett visst antal begränsade frågeställningar. Kritiken besvarades med att konsortiet såg det som angeläget att hålla upp kunskapen över hela fältet och då kan man inte enbart fokusera och gå djupt in i vissa speciella frågor. Även om vi exempelvis inte bygger så många betongvägar i landet måste ändå kunskap om detta ämne upprätthållas. Därför har inte den fokusering som tidigare utvärderingar efterlyst till fullo genomförts utan man har hellre valt att sprida doktorandprojekten över ett bredare område.

Trots denna något splittrade bild är det ändå utvärderarnas mening att teknikområdet väg lagt en bra grund att bygga vidare på vad gäller analytiska modeller för vägkonstruktioner. Flera av avhandlingsarbetena ligger i forskningsfronten, det gäller frågor om bärighet, utmattning och livslängd såväl för asfalt som obundna material. Flera av doktoranderna som arbetat med dessa frågor är redan examinerade medan några är på gång att slutföra sina avhandlingar. Intressant att notera är att forskningsresultat från dessa avhandlingar redan har fått praktisk tillämpning hos entreprenörföretagen.

Här skall också nämnas ett projekt som rör geofysiska metoder där Nils Rydén vid Geotekniska institutionen på LTH studerat seismiska vågrörelser för att identifiera problem i vägbanan. Det är en sk icke förstörande provmetod NDT (non-destructive testing). Om man framgångsrikt lyckas utveckla sådana metoder öppnar sig helt nya möjligheter att diagnostisera vägar och andra konstruktioner. Metoden kan få spridning till långt utöver teknisk infrastruktur och denna forskning ligger i absoluta forskningsfronten.

Bro/Damm

Infrastrukturen representerar ett stort kapital och broar och dammar utgör en del av denna kapitalmassa. Reparation och förstärkning av befintliga infrastrukturkonstruktioner kommer att bli en angelägen uppgift inom de närmaste 10-20 åren. Många av våra broar och dammar börjar få en ålder där det finns risker för en accelererande nedbrytning och som gör det nödvändigt att i tid återställa funktioner hos vitala delar av konstruktionerna. Konsekvensen av eventuella brott av broar och dammar är ofta mycket allvarliga, varför säkerhetsfrågorna och riskanalyser måste hanteras på ytterst kvalificerad nivå, varför nya metoder och teorier behövs. För att underhålla, reparera och i yttersta fall förnya broar och dammar måste anläggningarna inspekteras och evalueras kontinuerligt. För att minimera dessa kostnader måste metoder om hur broar och dammar förvaltas utvecklas effektivt.

Viktigt är också att Sverige förmår utveckla ny teknik och utveckla industriella processer. Sverige har ett gott anseende i världen inom bro- och dammbyggnadsområdet som under tidigare perioder i hög grad varit byggindustrins exportvara. Skall vi kunna bibehålla och öka konkurrensförmågan måste kompetensen byggas upp på den inhemska marknaden för att kunna verka internationellt. För att lyckas med det behövs kunskaper som ligger i teknikens frontlinjer. De doktorandarbeten som ingår i programmet och som antingen redan är klara eller som pågår hänför sig väsentligen till följande två huvudområden:

- Reparation och förstärkning av befintliga infrastrukturkonstruktioner.
- Produkt- och produktionsutveckling av infrastrukturbyggandet.

Många av de projekt som rör "Reparation och förstärkning" har en inriktning som tagit fasta på behovet att klarlägga frågor som rör nedbrytningsmekanismer, modeller och livslängd av konstruktioner under statisk och dynamisk belastning jämte under fysikalisk och kemisk påverkan i användningsmiljö. Utvecklingen mot kontinuerlig inspektion och evaluering av konstruktioner kan ta ett språng till en helt ny nivå genom användning av sensorteknik, något som är särskilt tillämpligt för dammar.

För modellering av nedbrytningsmekanismer och konstruktionernas livslängd har forskningen

riktats mot korrosion av fiberarmerad sprutbetong i tunnel, korrosion av hamnkonstruktioner i havsvatten och intern frostnedbrytning av betongkonstruktioner. För tillståndsbedömning och för dimensionering av förstärkningar av broar har tillämpats sannolikhetssteori för en noggrann mätning av bärförmågan före och efter förstärkningen. Behandlingen av detta ämne har fått en fortsättning i ett särskilt EU-projekt "Sustainable Bridges". Det koordineras av Skanska och sker under vetenskaplig ledning av prof. Lennart Elfgren vid Luleå Tekniska Universitet. Projektet befinner sig i ett skede när kontrakt skall skrivas och start beräknas till i början av 2005. Denna framgång skulle inte ha varit möjlig utan pågående projektverksamhet och långsiktigt samarbete i VBT-programmet. Dynamisk belastade betongkonstruktioner har studerats och mätningar har gjorts på pålar under påldrivning, där pålen utsätts för speciellt hårda krav. Studien försöker klarlägga effekterna på betongen med hänsyn till de dynamiska belastningar den utsätts för.

För alla här nämnda ämnen som behandlas inom teknikområdet Bro/Damm behövs tillgång till eller måste utvecklas avancerade metoder. Utvärderingsgruppens uppfattning är att den forskning som har genomförts är i absoluta forskningsfronten och dessutom produceras internationellt ny kunskap.

Den del av teknikområdet som behandlar "Produkt- och produktionsutveckling av infrastrukturbyggandet" är inriktat på byggande med självkompakterande betong samt industriellt brobyggande. Båda dessa ämnen har tvärvetenskaplig karaktär. Genom att kombinera modellering och olika koncept av industriella produktionsprocesser med avancerad material- och konstruktionsteknik och prefab-tillverkning av konstruktionsdelar ges nya möjligheter till systematisering. Industridoktorander kan här bli förmedlare av ny teknik och av resultat från grundforskning som kan integreras i de mer tillämpade delarna av konstruktionsarbetet.

Området "Bro och damm" har hittills genomgått med fenomenologisk baserade tekniska analyser och modellering, som är av den typ av forskning, som bedrivits de senaste decennierna vid respektive institution. Denna forskning har inom programmet redan producerat mycket tillfredsställande resultat vad gäller bedömningsmetoder och reparationssystem för dammar och dessutom har avancerad material- och konstruktionsteknik i brobyggandet studerats och redan fått tillämpning. Möjligheten att tillämpa ett tvärvetenskapligt angreppssätt har beskrivits i projektplanen, men detta syns inte ännu ha lett fram till klara resultat, som skulle kunna vara delmål på vägen mot en reducerad brobyggnadstid och livscykelkostnad med en faktor 1/2. I fortsättningen kan det därför bli nödvändigt att utvidga forskningens tvärfacklighet genom en mer målmedveten integrering av teknisk, ekonomisk, organisatorisk och ledarskaplig forskning och utveckling. Detta betyder, att man behöver ta till sig utvidgad teknisk forskning på olika nivåer: system, koncept, process, metodik, modell och analys genom ökad användning av tekniska vetenskaper, som systemteknik, och ICT. Tvärfacklighet kan också ställa krav på ekonomiskt och sociologiskt kunnande.

Tunnel

I programmet har man angivit att Sverige skall bli världsledande i tunneldrivning. Detta torde i det korta perspektivet med rätt satsningar kunna uppnås så länge vi talar om tunneldrivning i hårt berg. Vad det gäller sedimentärt berg är det svårare då detta är en relativt okänd miljö i Sverige även om det finns en inte föraktlig erfarenhet av detta bland Sveriges utlandsbyggare. I miljöer som geologiskt och bergmekaniskt närmar sig egenskaperna hos sedimentärt berg har

misslyckanden skett många gånger beroende på att man i handlingarna föreskrivit och sedan praktiskt försökt tillämpa metoder man är van vid från drivning i hårt berg. (Ex.: Hallandsås).

Vid de stora infrastrukturprojekt som nu är aktuella möter bergbyggaren ofta mycket svåra förhållanden eftersom man inte kan välja läge från i huvudsak geologiska förhållanden. Vid planering av en väg- eller järnvägstunnel är projektören begränsad i valet av sträckning och profil vilket ofta leder till att man inte kan undgå sträckor där från svensk horisont okonventionella metoder måste tillgripas. (Spiling, frysning etc). Den många gånger yt nära förläggningen i urbana områden ställer också stora krav på bergförstärkning och tätning av berget för att undgå grundvattensänkning och påverkan på ovanliggande bebyggelse.

För svensk gruvindustri är effektiv tunneldrivning ett måste för att klara konkurrensen från omvärlden där fyndigheterna ofta ligger lätt åtkomliga i dagbrott. Utveckling av bergmekanik och modelleringsteknik är också väsentlig för säker utvinning av malmen.

Eftersom berget är ett byggnadsmaterial som är inhomogent, anisotropt och diskontinuerligt krävs ett speciellt kunnande för att kunna hantera problemställningarna.

Utvärderingsgruppen finner att de projekt som initierats inom området tunnel väl svarar mot de behov som industrin har och har direkt tillämpning verkligheten. Många resultat ligger i forskningens absoluta framkant även internationellt sett, t ex utvecklingen av injekteringsmetodik, karakterisering av olika injekteringsmedel, ökad förståelse av sambandet mellan bergsprickornas egenskaper och brukets inträngningsförmåga etc.

Gruppen uppskattar särskilt de satsningar som gjorts för att införa systematisk riskhantering och probalistiska metoder vid beslut om bergundersökningarnas omfattning för ett visst projekt, dimensionering av förstärkningsåtgärder och beslut om injekteringsåtgärdernas omfattning

Med allt flera trafiktunnlar och med en gruvbrytning som upplever en ny storhetsperiod är bergmekanik en viktig disciplin och kunskapen om bergförstärkningar måste utvecklas i takt med att vi blir allt djärvare med ökade spännvidder i våra tunnelanläggningar. Ett undermarksbyggande är alltid komplicerat och kunskapen om projektering, byggande och drift av tunnlar för trafik, vatten mm och närliggande objekt som anläggningar för undermarkslagring och gruvdrift måste hela tiden ajour hållas för att både befintliga och kommande anläggningar skall vara säkra.

Skall Sverige bibehålla sin ställning som en ledande nation inom bergområdet krävs fortsatt forskning och man måste också finna en balans mellan långsiktig forskning/grundforskning och arbete med praktikfall och behovsmotiverad forskning.

Det har noterats att i ett inledande skede i programmet var intresset mindre att bli doktorand inom området och det var svårt att rekrytera forskare men efterhand har intresset ökat påtagligt och allt flera har sökt sig till det här ämnesområdet. För närvarande arbetar sju doktorander med sina avhandlingar. Tre har redan doktorerat inom teknikområde Tunnel.

Ett område som inte har behandlats av konsortiet är frågan om utformning av kontrakt för bergentreprenader. Detta ligger måhända utanför det definierade verksamhetsområdet, men är likväl av största vikt för ett lyckosamt resultat. Alltför många bergentreprenader har under senare år blivit föremål för tvist där de tvistiga beloppen varit många hundra miljoner svenska kronor. Detta kan undvikas med en riktig riskfördelning mellan beställare och entreprenör grundad på rätt utformade kontrakt med vettiga tekniska föreskrifter och betalningssystem. Detta måste utvecklas för att branschen skall kunna nå fortsatt framgång.

Viktiga vetenskapliga insatser

Utvärderingsgruppen finner i likhet med vad utvärderare under tidigare etapper kommit fram till att såväl de redan färdiga avhandlingarna som de som är på gång att slutföras genomgående håller god vetenskaplig nivå, några av avhandlingar ligger i absoluta forskningsfronten och någon kan tom sägas vara världsledande. Totalt har hittills producerats 22 avhandlingar, 13 doktorsexamina och 17 lic-examina. Programmet omfattar för närvarande 22 doktorander, många av dessa som redan tagit sin licentiatexamen är nu inne i slutfasen i arbetet med doktorsavhandlingarna medan andra som påbörjat doktorandstudierna senare kan förväntas nå doktors- eller licentiatexamen först i slutet av år 2006.

Effekter på högskolan och dess utbildning

Konsortiet har bidragit till ett nära samarbete mellan företagen och högskolan, något som bägge parter kan dra fördel av. Industridoktorander kännetecknas av att ha god förtrogenhet med sina ämnen och också insikter om helheten. Denna kunskap om ämnet hämtat från praktiska värv bidrar till att effektivisera kunskapssökandet. Doktoranderna stimuleras i sitt forskningsarbete av att deras kunskap och kontakter efterfrågas på företagen och inte sällan kan få omedelbar användning vid aktuella byggprojekt. Från högskolorna vittnade man om att industridoktoranderna från att i ett initialskede kanske bedömdes som främmande element numera på ett smidigt sätt är integrerade i de olika institutionerna och som högskolan också förmår utnyttja för sina syften. Industridoktoranderna medverkar i institutionsarbete och i viss mån i undervisningen. Frågetecken som tidigare utvärderare uppmärksammats har nu kunnat rätas ut. Samarbetet har sålunda successivt utvecklats och sker utan nämnvärda friktioner. Med de krav på full kostnadstäckning som numera gäller för att bli antagen som doktorand vid högskolorna är det troligt att industridoktorander kan komma att bli flera. Från att ha varit undantag kan industridoktoranden på många institutioner bli mera av regel.

Sammanfattning

Konsortiet har visat sig vara en slitstark gruppering med uttalade gemensamma mål och representerar en långsiktighet som utvärderingsgruppen finner vara värdefull. När forskningsprogrammet startade var antalet medarbetare i denna bransch med högre akademisk examen fåtaliga. Därför såg man det som angeläget att stimulera antalet anställda inom de företag som ingick i konsortiet att ta forskningsuppdrag som kunde leda till doktors eller licentiatexamen. Konsortiet har lyckats i sin roll att bli ett väl etablerat centrum för högkvalitativ forskning och

kunnat attrahera ingenjörer i de berörda företagen att gå vidare och doktorera. Detta har visat sig vara till fördel både för branschen och också för högskolan.

3. Industrirelevans och nytta

Nytta för företagen

De i konsortiet deltagande företagen har insett betydelsen av ökad kompetens och en höjd kunskapsnivå. Infrastrukturprojektet har öppnat vägen för företagen till närmare kontakter med högskolevärlden något som stimulerar dem till att höja kompetensen än mer. Inom de stora entreprenörerna pågår interna utvecklingsprojekt allt i syfte att sprida ny kunskap och höja den egna verksamhetens kompetens. Detta intresse från företagens och enskilda medarbetares sida för att tillgodogöra sig ny kunskap skulle sannolikt inte ha kommit till stånd utan infrastrukturprogrammet.

Företagens satsningar inom konsortiet ger extra utdelning genom det informella informationsutbyte som sker inom nätverket och genom workshops forskarkurser inom ramen för de etablerade minikompetenscentra. Inom nätverket möter man också sina samarbetspartner och tom kunder. Genom arbetet i konsortiet har företagen lärt känna varandra bättre. Man har hittat samarbetsvägar och funnit tillit till varandra som samarbetspartners. Det ena har sedan givit det andra. Genom förenklade kontakter som underlättat beslutsvägar har det blivit enklare att även gå in i andra samarbeten.

Infrastrukturprogrammets upplägg öppnar för industridoktoranderna att komma in i förberedda nätverk som bjuder på hög kompetens och kan därför omedelbart tillföra sina företag nya idéer och tankar. De utexaminerade doktorerna och licentiaterna har kvar sina platser i företaget, där de redan är etablerade. De kan därför omedelbart fortsätta att tillämpa och utveckla sina kunskaper, introducera nya verktyg och arbetssätt till sina kolleger och hålla sina nätverk aktuella. Samtidigt har det också öppnats en ingång till högskolevärden som gagnar företagen. Internationellt sett är hög akademisk meritering ofta en förutsättning för att få uppdrag att bygga större projekt i utlandet. Sist men inte minst kan företagen genom att erbjuda doktorandstudier behålla duktiga och begåvade medarbetare

Implementering, tekniköverföring och kommersialisering

Ett viktigt mål med infrastrukturprogrammet är som framgått ovan att utveckla dess betydelse som katalysator för kompetensutveckling inom företagen. Doktoranderna med ny kunskap stärker företagets attraktionskraft och företagen kan på ett nytt sätt locka till sig högutbildad personal. Branschföreträdarna vittnade här om infrastrukturprogrammets betydelse för att nå ökad kompetens inom branschen. En kompetenshöjning har lagt grund för förnyelse då den bl a på ett helt nytt sätt skapar förutsättningar för innovationsbefrämjande upphandlingsformer. Nya sätt att upphandla öppnar nya möjligheter för företagen att ta ledning och ansvar för byggande, drift och skötsel av infrastruktur under en längre period. Det ger incitament till produktutveckling. Verksamheten där funktionella krav ställs och där man kan få ta ansvar för produkt eller anläggning över längre tid blir dessutom intressantare och kan ge större tillfredsställelse för alla

som arbetar med dessa frågor.

Konsortiet som ett innovationssystem

Utöver vad som ovan sagts om konsortiet och kompetensutveckling kan ytterligare ett perspektiv anläggas. En tät samverkan mellan universitet, företag och offentliga myndigheter ger inte bara kompetenseffekter inom var och en av de tre aktörgrupperna, utom också på systemnivå.

Me anledning härav vill utvärderingsgruppen rikta VINNOVAs uppmärksamhet på *konsortiet som sådant*. Det vill säga, konsortiet har hittills avsatt betydande tekniska och vetenskapliga effekter, och det har visat en inre forskningsmässig effektivitet, detta har tidigare utvärderingar visat och det visar även denna utvärdering. *Men hittills har ingen uppmärksamhet ägnats åt konsortiet som ett inom Sverige tämligen unikt exempel på ett s.k. sektoriellt innovationssystem*. Konsortiet kan i flera avseenden också ses som ett "triple helix"-system, ja t.o.m. som ett exempel på s.k. "new production of knowledge (Mode 2)".

Vi vill därför rikta en stark rekommendation till VINNOVA att i samband med förhandlingar och beslut inför konsortiets fjärde och sista etapp utnyttja möjligheterna att systematiskt "tappa" konsortiet på kunskaper och erfarenheter av detta slag; om två år är det för sent att börja tänka på detta. Att detta inte gjorts tidigare beror rimligen på att fokus inom konsortiet hittills, och då tämligen entydigt och helt i enlighet med konsortiets mål, har varit inriktat på teknisk forskning och tekniskt vetenskapliga resultat. Möjligen har detta varit en lycklig omständighet på så sätt att lednings-, miljö-, och affärsmässiga aspekter på konsortiets verksamhet i åtta år har kunnat utvecklas "i fred", dvs. utan att bli i onödan störda av andra forskningsmål än de rent tekniska. Men här finns nu alltså en möjlighet att få ut ett bonusvärde ur konsortiet.

Sammanfattning

Utvärderingsgruppen har slagits av hur väl samarbetet mellan de olika parter som ingår i konsortiet har fungerat under de åtta år det verkat. Intresset för högskolan och forskning har vuxit. Det har också lett till större efterfrågan i företagen på ny kunskap och FoU-programmet har blivit en katalysator för nya initiativ. Det kan också noteras att med konsortiet har följt ett nytt förtroende mellan företagen inom byggbranschen. Allt detta gör att utvärderingsgruppen finner det borde vara av största intresse för VINNOVA att genomföra en form av följeforskning av konsortiet och dess verksamhet för att studera hur konsortiet lyckats som tripple helix system.

4. Programmets position i forskarvärlden.

Internationella kontakter.

Forskningsprogrammet bedrivs i ett nätverk och inom många av doktorandprojekten har internationell expertis varit inblandad där ett aktivt internationellt samarbete har utvecklats. Några av doktoranderna har under en del av sitt avhandlingsarbete studerat utomlands. Nästan

alla doktorander har redovisat sina forskningsresultat vid olika konferenser, workshops och seminarier. Bl a inom de två minikompetenscentra som utgör delar av konsortiets verksamhet har konferenser hållits med många deltagare, även internationella, om angelägna frågeställningar som rör infrastrukturteknik. Ett sådant exempel är en workshop på temat "Risk och säkerhetsanalys för konstruktioner i jord och berg".

Doktorsavhandlingarna är ofta sammanläggningsavhandlingar och det innebär publicering och dessutom granskning av internationella vetenskapliga tidskrifter för att bli godkänd för publicering. Några avtryck i form av "citations" mm i fackpress som är ett ytterligare mått på den vetenskapliga kvaliteten har inte redovisats.

Inom flera av de områden som ingår i FoU programmet anser dock utvärderingsgruppen att Sverige ligger väl till. Sverige har högt anseende när det gäller betongteknik. En direkt avknoppning av arbetet inom konsortiet är ett EU-projekt "Sustainable bridges" där Sverige genom Skanska blivit "prime contractor". Frågan om underhåll av den stora stock av infrastruktur som finns i Europa blir allt viktigare. Det kan gälla vägar, broar, dammar och tunnlar. Metoder för tillståndsbedömning av konstruktioner och i detta fall broar måste utvecklas för att veta vilka åtgärder som skall vidtas.

Nätverket som en nationell tillgång

Det nätverk som konsortiets FoU-program utgör har etablerats som ett virtuellt forskningscentrum. Dess position var inledningsvis något oviss men har nu efter åtta år fått en stark ställning i den nationella forskningen om infrastrukturteknik. Två minikompetenscentra har medverkat till att stärka organisationen och underlättat samverkan mellan doktoranderna och de olika teknikområdena. Forskningsverksamheten bidrar till att säkra rekrytering av högutbildad personal till branschen. Att Vägverket som sektorsansvarig myndighet för vägteknisk forskning och med tillgång till betydande forskningsmedel inom området inte direkt kommit att medverka i konsortiet var länge ett aber men efterhand har Vägverket kommit ingå i programmet i så motto att verket har finansierat flera egna industridoktorander. Vägverket bjöds ursprungligen in att delta i konsortiet men avvisade denna inbjudan. Det är därför intressant att nu iaktta Vägverkets planer på att utveckla ett virtuellt forskningscentrum som har snarlika drag eller på många sätt kan sägas vara en kopia av den arbetsmodell som konsortiet VBT använt sig av. Det stärker bilden av att infrastrukturprogrammet VBT varit framgångsrikt.

Inte heller har VTI, som länge varit forskningsutförare åt Vägverket och också kan sägas vara ledande inom svensk vägteknisk forskning, deltagit i den av konsortiet bedrivna forskningen. Det kunnande inom vägområdet som vuxit fram inom ramen för VBT-programmet har därför kommit att knytas till andra högskoleinstitutioner än vad som tidigare traditionellt gällde för vägteknisk forskning. Det har öppnat vägar till nya sätt att dimensionera vägkonstruktioner. I stället för normkrav ställs funktionella krav som i sin tur kan ge möjlighet till helt nya upphandlingsformer. Här finns möjligheter till effektivisering. Det blir som nämnts tidigare affärsmässigt intressantare att arbeta under sådana förutsättningar och ger möjlighet till incitament till produktutveckling.

Vad som här sagts om vägar gäller i lika hög grad broar, dammar och tunnlar. I många fall måste man underhålla, reparera och bygga om dessa anläggningar och det blir då viktigt att hantera

funktionella krav. De normer och anvisningar som tidigare gällde kanske för mer än 50 år sedan fungerar inte längre utan man måste ha kunskaper om anläggningarna och äga bedömningsmetoder och reparationssystem som ökar konstruktionens funktionsgrad.

Livscykelkostnaden måste tas i beaktande på ett helt nytt sätt. Forskningsområdet bör därför i ett längre perspektiv utvidgas till att gälla såväl teknisk, ekonomisk, organisatorisk och ledarskaplig forskning och utveckling. Ett integrerat livscykel tänkande och tillhörande sätt att arbeta bör då vara en genomgående drivkraft för denna forskning som inrymmer ledord som system, koncept, process, metodik, modell och analys. Det kan också förutsätta tvärfacklighet i den meningen att även ekonomiskt och sociologiskt kunnande integreras.

Det etablerade VBT-nätverket och kompetenscentret kan stärkas ytterligare med ett gott utnyttjande av modern informationsteknologi och ett genomtänkt web-kommunikationsupplägg. Nätet skulle erbjuda en kommunikation som är öppet för alla att följa och delta i. Konsortiet skulle kunna ta ansvar för upplägget så att det blir enkelt och användbart för alla. Ett sådant nätverk skulle också kunna utnyttjas för ett projektbaserat lärande i ett interaktivt web-system, och det kunde innebära ett sätt för dokumentation av den betydelsefulla kunskapen för framtida användning i praktik, utbildning och forskning.



VINNOVA är en statlig myndighet
med uppgift att främja hållbar tillväxt
genom utveckling av effektiva innovationssystem
och finansiering av behovsmotiverad forskning.

VERKET FÖR INNOVATIONSSYSTEM – SWEDISH GOVERNMENTAL AGENCY FOR INNOVATION SYSTEMS

VINNOVA, SE-101 58 Stockholm, Sweden Besök/Office: Mäster Samuelsgatan 56
Tel: +46 (0)8 473 3000 Fax: +46 (0)8 473 3005
VINNOVA@VINNOVA.se www.VINNOVA.se