

Draft 2010-12-13

Bygginnovationen I

Slutrapport

förstudie

Åren 2009-2010

Joakim Jeppsson / Ove Lagerqvist
[2010-12-13]

Sammanfattning

Bygginnovationens etableringsfas, *Bygginnovationen I*, har löpt över två år, ett tjugotal företag och beställare samt ett hundratal av deras ledande medarbetare har varit aktiva och deltagit i arbetet, bland annat med att definiera ett effektivitetsmått för byggsektorn (EMB). Sex arbetsgrupper har tillsammans med representanter för Sveriges bygguniversitet analyserat hur man för respektive område utförde arbetet för trettio år sedan, vilket sedan jämförts med hur man arbetar idag.

Arbetet har bedrivits i en öppen och bred process som har förankrat programmet och dess fortsättning bland dess medlemmar. Det viktigaste resultatet från arbetet är att det fortsatta arbetet i *Bygginnovationen II* ska fokusera på att initiera och driva processer som leder till utveckling av en uthållig innovationsmiljö för svensk byggsektor, en miljö som ger sysselsättnings- och omsättningstillväxt och som stärker svensk byggandes konkurrenskraft på en internationell marknad. Det handlar om att kommersialisera kunskap drivet av industrin men i aktiv samverkan med beställare, akademi, institut samt små och medelstora företag.

Förslag till effektivitetsmått för byggsektorn (EMB) har utvecklats och testats i de projekt som analyserats. Måtten för värdering av effektivitet har uttryckts som output/input. Resultaten visar att användarfasen, där det ingår krav utifrån kundbehov och normer som ständigt ökar, måste beaktas mer noggrant i outputmätningen. En jämförelse med andra näringsgrenar är svår att göra då olika aktiviteter klassificeras olika, t ex ingår ombyggnad och reparationer i byggverksamhet samtidigt som byggmaterialproduktion inte ingår, till skillnad från hur t ex biltillverkning hanteras i officiell statistik. Det finns dock indikationer på att flera av de näringsgrenar som motsvarar byggsektorn generellt har svagare arbetsproduktivitetsutveckling än tillverkningsindustrin. För att jämföra effektiviteten måste dock den successiva kvalitetsutvecklingen i output inkluderas och kunna mätas.

Sektorns utmaningar är enligt ansökan för *Bygginnovationen I*:

- Krav på effektivitetshöjning i byggproduktionen
- Förväntningar på ökad hållbarhet och energieffektivitet genom nya och innovativa tekniska lösningar
- Klimatförändringar som ger nya förutsättningar för infrastruktur och bebyggelse
- Säker och kostnadseffektiv hantering av åldrande infrastruktur och bebyggelse
- Ägar- och brukarperspektiv
- Sårbarhetsfrågor
- Offentlig-privat samverkan

Baserat på de tidigare formulerade utmaningarna, och de framtagna och provade EMB samt på diskussioner i programmet, har det utifrån analysgruppernas sex slutrapporter identifierats tre övergripande gemensamma områden. Dessa är informations och kommunikationsteknik (ICT), processfrågor samt hållbarhetsfrågor. Syftet med att hitta gemensamma fokusområden är att skapa möjligheter för centrumbildningar där likartade frågor kan behandlas av intressenter som normalt inte kommer i kontakt med varandra, denna typ av tvärkontakter var en fruktsam del av arbetet i tidigare nationella program finansierat av VINNOVA (FoU-konsortiet Väg-Bro-Tunnel).

De tre identifierade övergripande gemensamma områdena bedöms också vara lämpliga utifrån möjligheten att hitta projektförslag som befinner sig i den senare delen av innovationskedjan. Huvudinriktningen för det fortsatta arbetet torde med stor sannolikhet vara att verka för en uthållig innovationsmiljö i svensk byggsektor.

Byggsektorns stora bredd med en mängd komponenter och system innebär att många finansiärer och aktörer verkar på varierande arenor, vilket innebär att nästkommande fas i detta program ska komplettera andra satsningar och i möjligaste mån eliminera de hinder som finns mot att realisera goda idéer. I de fall ett projektförslag identifieras som inte befinner sig i slutet av innovationskedjan kommer *Bygginnovationen II* att förmedla detta förslag vidare till andra program eller initiativ, såsom CERBOF¹ eller OpenBIM² för att nämna två exempel.

De tre initiella fokusområdena för ökad kundnytta och produktivitet utveckling för fortsatta studier är

ICT Informations- och kommunikationsteknik (ICT) bedöms få en allt större betydelse inom många områden. Både bostäder och lokalbyggnader behöver allt mer intelligens inbyggd för att klara av de krav på kundnytta som ställs i anslutning till direktivet 2010/31/EU. Sensorer och givare behöver byggas in och kopplas till bygginformationsmodeller (BIM), existerande programvara för simulering, mätning och uppföljning av prestanda, t ex avseende energi, behöver förfinas och nya verktyg behöver skapas.

Inom anläggningssektorn går trenden mot bland annat digital maskinstyrning, något som också skapar ett behov av nya ICT-lösningar. Även inom anläggningssidan är BIM-applikationer på stark frammarsch.

Process Processfrågorna är viktiga ur flera aspekter. Arbetsgrupperna har identifierat relationerna mellan beställare och utförare som väsentliga för att driva utvecklingen framåt. Detta gäller både offentliga och privata beställare. Frågor kring samarbetsformer och avtalsformer är viktiga i samband med införandet av nya lösningar och tydliga sådana skulle förbättra innovationsklimatet.

Förutom smidiga samarbetsformer finns ett stort behov av att minska risker och öka sektorns produktivitet vilket belystes i analysfasen. Utbudet av produkter idag är gränslöst, avsaknad av standardisering, kontinuerligt föränderliga delkomponenter med liten kompatibilitet med varandra, samt fortfarande med låg förtillverkningsgrad. De industriella processfrågorna har därför en stor roll i sektorns strävan att utvecklas till en globalt konkurrenskraftig industriverksamhet.

Vidare kommer en ökad ICT-användning att innebära att den information som behövs och som kan göras tillgänglig i bygg- och förvaltningsprocessens olika skeden kommer att förändras. Ett framåtsyftande arbete här skapar möjligheter i stället för hinder för implementering av nya produkter och processer, något som i förlängningen ger bättre möjligheter för konkurrenskraft.

¹ CERBOF – Centrum för resurseffektivt byggande och förvaltning, program i samverkan mellan Energimyndigheten och Samhällsbyggnadssektorn.

² openBIM – sektorsgemensamt program som syftar till effektivare processer i alla led utifrån en gemensam IT plattform

Ur ett generellt perspektiv bedöms utveckling och tillämpning av mer innovationsfrämjande processer vara centralt för utvecklingen av en framtida konkurrenskraftig svensk samhällsbyggnadssektor, och därmed även en central frågeställning för *Bygginnovationen II*.

Hållbarhet Ett hållbart samhällsbyggande som inkluderar energieffektiv infrastrukturhållning i ett livscykelperspektiv är intimt förknippat med klimatfrågorna såväl som med samhällets framtida utveckling i stort. Uppfyllelsen av politiskt ställda mål är beroende av att interdisciplinär kunskap liksom energieffektiva och klimatsmarta lösningar utvecklas och implementeras i byggandet. Även förvaltningen och vidmakthållandet av befintliga anläggningar är en viktig del i ett hållbart samhällsbyggande, robusta verktyg och processer som minimerar behovet av åtgärder över tid bedöms vara av stort intresse inte bara för Sverige.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
2 Medverkande parter	6
3 Bakgrund, syfte och mål	6
4 Samverkansprocess/nätverkande	7
5 Genomförande och förankringsprocess.....	7
6 Karakterisering av sektorn.....	9
6.1 Aktörer.....	10
6.2 Verksamhetssegment och våra produkter	10
6.3 Upphandlingsformer	10
6.4 Samverkansformer	11
7 Resultat arbetsgrupperna	11
7.1 Arbetsgrupp bro / anläggning	11
7.2 Arbetsgrupp väg	12
7.3 Arbetsgrupp flerbostadshus	12
7.4 Arbetsgrupp kontorshus.....	13
7.5 Arbetsgrupp betongreparationer	14
7.6 Arbetsgrupp våtrumsrenovering med stambyten.....	14
8 Allmänt om effektivitetsmått för byggsektorn (EMB).....	15
9 Effektlogik.....	16
9.1 Bro och väg	18
9.2 Hus och kontor	19
9.3 Betongreparationer	19
9.4 Våtrumsrenovering och stambyten.....	20
10 Slutsatser	20
10.1 Allmänt	20
10.2 Fokusområden.....	22
10.2.1 ICT.....	22
10.2.2 Processfrågor.....	23
10.2.3 Hållbarhet	23
Referenser	25
Bilagor.....	26

1 Medverkande parter

Bygginnovationen bildades av aktörer som väl representerar sektorn och som via avsiktsförklaringar och aktivt deltagande gett sitt stöd och engagemang för programmet. Näringslivet representeras av stora entreprenörer, materialleverantörer, installationsentreprenörer, arkitekter, konsulter och intresseorganisationer. Privata och offentliga beställare har deltagit samt högskolor och universitet via Sveriges bygguniversitet. Utöver dessa parter är också instituten representerade via Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. Deltagande parter har varit:

- Byggherrarna
- Byggsektorns Innovationscentrum (BIC) (numera IQ Samhällsbyggnad)
- Bravida AB
- Cementa AB
- Elforsk AB
- More10 AB
- NCC Construction Sverige AB
- NVS Installation AB
- PEAB Industri AB
- PEAB Sverige AB
- Ramböll AB
- Skanska AB
- Skanska Commercial Development AB
- Skanska Sverige AB
- Sveriges bygguniversitet
- SP, Sveriges Tekniska Forskningsinstitut AB
- Tyréns AB
- Vägverket (numera Trafikverket)
- White Arkitekter
- WSP Sverige AB

2 Bakgrund, syfte och mål

Bygginnovationen bygger vidare på ett tidigare industriforskningsprogram [1] där man utvecklat ett fruktbart samarbete mellan högskolor, industri och myndigheter och syftar enligt den ursprungliga ansökan för den första analysfasen [2] till att stärka den svenska byggnärings konkurrenskraft såväl på den internationella marknaden som på den svenska marknaden genom att fokusera på förbättrad effektivitet.

Ansökan beskrev programmet i tre faser, i den första fasen "Etablering" som fungerar som en förstudie, skulle fokus ligga på att utveckla och validera ett effektivitetsbedömningssystem. Systemet benämns EffektivitetsMått för Byggsektorn, EMB. Ytterligare delmål för etableringsfasen var att identifiera och koppla industrins behov mot relevant forskning på kort och lång sikt, samt att med hjälp av EMB identifiera kunskapsluckor. Vidare ingick i beskrivningen att utveckla ett arbetssätt och att etablera en organisation för genomförandet av nästa fas i programmet, *Bygginnovationen II*, i samarbete med Sveriges bygguniversitet.

Tidigare erfarenheter från Bygginnovationens medlemmar är att större program ofta har brister i förankring och planering vid igångsättning av aktiviteterna. För att öka effektiviteten etablerades därför förstudien. Detta har visat sig vara mycket lyckosamt eftersom vi i förstudien kunnat analysera och värdera frågor om behov, mål och organisation under stor frihet. Under arbetet med etableringsfasen har således en förskjutning av målet skett, från ett forskningsprogram till ett innovationsprogram. Samtidigt har förankring och organisation kunnat utvecklas fritt.

Inom Sveriges bygguniversitet har under samma tid Sveriges fyra största byggorienterade högskolor och universitet bedrivit ett arbete för att samordna forskning, forskarutbildning och grundutbildning.

Sveriges bygguniversitet har fungerat som Bygginnovationens förmedlande länk till högskolorna. Bygginnovationen har aktivt samverkat med Sveriges bygguniversitet genom återkommande direkta kontakter med högskolerepresentanter, gemensamma workshops och genom att använda högskolorna som vetenskapliga experter i de arbetsgrupper som har varit verksamma.

3 Samverkansprocess/nätverkande

Arbetet har styrts av en vald styrelse³ bestående av representanter från Cementa AB, NVS Installation AB, Skanska AB, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut AB, Elforsk AB, VINNOVA samt WSP Sverige AB.

En viktig del i förstudien var att förankra behov, mål och organisation för Bygginnovationens nästa fas genom en aktiv dialog med medlemmarna, VINNOVA samt vår omvärld. Därför har vi bedrivit en aktiv samverkansprocess i de olika arbetsgrupperna samt i ett flertal workshops.

Dessa har förutom grundläggande information om arbetet fokuserat på att ta fram och förankra Bygginnovationens arbete. Arbets sättet har varit framgångsrikt och säkerställt väl förankrade mål, inriktning och organisation för nästa fas. Workshoparna har varit välbesökta och informativa.

Styrelsen utsåg tidigt högskolefaddrar⁴ för var och en av de högskolor som ingår i Sveriges bygguniversitet. Dessa kontaktansvariga har via möten, diskussioner och andra kontakter fungerat som lokala informationslänkar mellan Bygginnovationen och respektive högskola.

För att ytterligare öka kontaktytorna och informationsutbytet mellan industri och högskolor har högskolorna bjudits in till Bygginnovationens olika workshops för avstämningar och diskussioner. På dessa har Bygginnovationens arbetsgrupper presenterat pågående arbete samtidigt som Sveriges bygguniversitets deltagare och temaledare har presenterat sina tankar, idéer och visioner om den framtida byggforskningen och samarbetet mellan högskolorna.

Totalt har ca 50 av företagens mest erfarna, och ledande, medarbetare varit delaktiga i förstudien. Dessutom har ytterligare ca 40 personer med kvalificerad kompetens deltagit i utvecklingen, huvudsakligen från forskarvärlden.

4 Genomförande och förankringsprocess

Effektivitetsstudien tar sin grund i en bred genomgång av både nationell och internationell facklitteratur och erfarenheter under ledning av professor Jan Bröchner, se vidare avsnitt 7. Detta arbete har aktivt diskuterats och utvecklats under hela förstudien samt varit tillgängligt för programmets alla inblandade. Exempel på initiativ och publikationer som beaktats är:

- FIA, Förnyelse i anläggningsbranschen
- Statskontorets utredning "Att mäta produktivitetsutvecklingen i anläggningsbranschen" (2010:19)

³ För styrelsemedlemmarna se Bilaga A.

⁴ För högskolefaddrarna se Bilaga A.

- Den danska studien "I medgang og modgang – Dansk byggeri og den danske velfærdsstat 1945-2007"
- "Svenska byggare innoverar" från Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond, 2006
- Bygghögskolekommitténs betänkande "Skärpning gubbar", SOU 2002:115
- Statskontorets uppföljning av Skärpning gubbar "Sega gubbar" (2009:6)

I syfte att studera industrins effektivitetsutveckling över tid, samt för att förstå vilka inverkan faktorer det är som påverkar effektivitetsutvecklingen har en stor del i förstudien varit att studera faktiska byggprojekt. Likartade byggprojekt byggda med 30 års mellanrum har valts ut inom sex olika områden, varefter projektdata tagits fram av medlemsföretagen. Områdena valdes ut för att representera stora delar av byggsektorn men även för att spegla olika segment med olika förutsättningar.

Medlemsföretagen har via sina arkiv och tagit fram och offentliggjort handlingar som tidigare inte varit tillgängliga för forskarvärlden. Man har också bidragit med personer, många pensionerade medarbetare, som varit med och genomfört både de äldre och de yngre projekten.

Arbetet har utförts i sex arbetsgrupper som löpande har haft diskussion med professor Jan Bröchner som kunnat dra nytta av respektive arbetsgrupps erfarenheter och stämma av mot arbetet med gemensamma effektivitetsmått. Den information, de handlingar och den jämförande analys som arbetsgrupperna tagit fram har sedan lämnats över till olika representanter för Sveriges byggnadsuniversitet för en vetenskaplig analys av faktamaterialet. Även denna analys har varit en del av arbetet med effektivitetsmättet.

Studierna för de olika områdena har bedrivits i sex olika arbetsgrupper. Arbetsgrupperna har varit:

Bro	har en stor offentlig beställare i form av Trafikverket med ett regelverk för upphandling som styr mot ett långsiktigt ägande och förvaltande av de byggda konstruktionerna
Betongreparationer	stora anläggningsägare, både kraftindustrin och Trafikverket vill på ett kostnadseffektivt och rationellt sätt öka livslängden för sina byggnadsverk. Regelverk och kunskap för betongreparationer är idag knapphändiga
Flerbostadshus	har varierande ägarbild, flerbostadshus byggs i stor omfattning av stora fastighetsägare, både offentliga och privata. Flerbostadshus projektutvecklas också i stor utsträckning för bostadsrättsföreningar
Kontorshus	ägs av både offentliga och privata fastighetsbolag som handlar upp sina fastigheter för olika syften, i vissa fall för eget bruk under en lång tid, i andra fall för ett mer kortsiktigt investeringssyfte
Våtrumsrenovering och stambyten	berör alla typer av byggnader, flerbostadshus ägs i stor omfattning av stora fastighetsägare, både kommunala och privata. Många flerbostadshus ägs av bostadsrättsföreningar men även enfamiljshus har behov att byta ut eller reparera gamla ledningar

Väg har en stor offentlig beställare i form av Trafikverket med ett regelverk för upphandling som styr mot ett långsiktigt ägande och förvaltande av de byggda konstruktionerna

Det bör påpekas att de ovannämnda offentliga beställarna har en stark dominans på marknaden inte bara ifråga om marknadsandelar utan också när det gäller utveckling av tekniska specifikationer. Mindre kunder såväl kommunala som privata tillgodogör sig dessa kunskaper i sina projekt, dels via de tekniska konsulterna på marknaden, dels via utförarna av entreprenader.

Angreppssättet med en historisk tillbakablick och jämförelse med nuvarande betingelser är unikt och har varit mycket givande för alla deltagare i studierna. Tidsskillnaden mellan de jämförda projekten har lett till insikter bland annat om var utvecklingen har gått framåt, var den stått stilla, hur ny teknik har påverkat vårt arbete samt hur förändrade normer och brukarkrav påverkat vår effektivitet. Framtagningen av effektivitetsmättet har på ett unikt sätt kunnat ta del av, och använda, de sex arbetsgruppernas resultat för en iterativ utveckling av olika mått.

Vidare har den erfarenhet som de seniora medarbetarna från medlemsföretagen kunnat förmedla varit fruktbar. En ovanlig blandning av praktiker och forskare har uppstått. Inom alla användningsområden har beställaraspekter varit styrande för arbetet, t ex har Trafikverket (tidigare Vägverket) deltagit aktivt i analyserna för broar och vägar samt tillhandahållit arkiverat material för vetenskaplig bearbetning. Bygginnovationens upplägg har rönt stort intresse hos Trafikverket som även har medverkat i skrivandet av ansökningsdokumentet för nästa fas. Vi har nu således aktörer från alla kategorier inom byggnäringen, industrin, akademien, institut och myndigheter i samma program.

Arbetsättet har skapat en stark förankring av det framtida arbetet hos involverade företag och de aktiva forskarna från Sveriges bygguniversitet. Förstudien har varit finansierad med tre miljoner om året från VINNOVA och i form av egeninsatser från företagen. Totalt har företagets egeninsats varit större än VINNOVAs insats.

5 Karakterisering av sektorn

Byggnäringen är av stor betydelse, både i Sverige och i andra europeiska länder. Dess betydelse kan ses ur flera perspektiv. Den samhällsekonomiska betydelsen är stor och många företag och arbetstillfällen är kopplade till byggnäringen där majoriteten av sysselsatt personal är verksamma i små och medelstora företag, vilket medfört att fortfarande en stor del av utfört arbete inom sektorn är av hantverkskaraktär. Utöver den direkta betydelsen för sysselsättningen har näringen också en stor ekonomisk betydelse som stöd för en lång rad andra näringsgrenar, inklusive tjänsteproduktion inom offentlig sektor. Många i Sverige verksamma internationella industriföretag såsom Volvo CE, Sandvik, Atlas Copco, Bahco, ABB, LKAB, ESAB, SSAB, Dynapac, Fläktgruppen, ITT Flygt är underleverantörer till byggnäringen och där den svenska byggnäringens internationella verksamhet varit helt avgörande för etablering av nya marknader för svenska industriföretag. Byggnader och annan infrastruktur möjliggör alltså många andra aktiviteter i vårt samhälle.

Trots sin faktiska betydelse för ekonomin framstår sektorn politiskt sett förhållandevis otydligt i Sverige. I ett internationellt perspektiv är situationen en annan. Inom EU:s sjunde ramprogram satsas det just nu stora resurser på att skapa goda förutsättningar för utveckling av teknik och

upphandlingsformer i byggnäringen. Anledningen till satsningen är till stor del att man ser stora samhällsekonomiska vinster och stora miljövinster genom att få till stånd nya tekniska lösningar för olika typer av effektiviseringar av befintliga och nya byggnader samtidigt som man har insett att den politik som förs behöver förändras för att underlätta utvecklingen av hållbara städer.

Byggsektorn kan också karakteriseras av sin fragmentering som återspeglar sig i:

- Aktörsmångfald
- Verksamhetssegment och produktmångfald
- Upphandlingsformer
- Samverkansprocesser

5.1 Aktörer

En bild av sektorns fragmentering framgår av [2] som avser år 2008. Bortser vi från Trafikverket svarade Sveriges fem största byggherrar för mindre än 2 % av nybyggandet [3]. Begränsar vi oss till att undersöka våra fem största byggherrar för bostäder blir siffran 26 %.

I Sverige finns det cirka 1400 arkitekter anställda bland de 100 största konsultföretagen i landet. De fem största arkitektkontoren har 56 % av arkitekterna anställda hos sig. Motsvarande siffror för teknikkonsulterna är 24 000 personer där 54 % av de anställda återfinns i de fem största bolagen.

Lämnar vi konsultsektorn och går över till entreprenad och fastighetsägarsidan visar det sig att entreprenörsbolagen har cirka 74 000 personer anställda, där de fem största står för 25 % av det totala antalet anställda. Det finns cirka 85 000 personer anställda inom fastighetsverksamhet men de fem största bolagen har mindre än 5 % av de anställda.

Bygginnovationen representerar med sina medlemmar bara en del av näringen. Sett över byggnäringens olika delar ingår entreprenörer, både bygg och installation. Programmet involverar även byggherrar, byggmaterialindustrin, mindre och större teknikkonsulter samt arkitekter. Bland våra intressenter finns även Sveriges bygguniversitet och Sveriges Tekniska Forskningsinstitut AB. Även sektorns beställare medverkar i Bygginnovationen, dessa representeras av Trafikverket, Elforsk och Byggherrarna samt utvecklingsbolagen inom de stora aktörerna.

På byggmaterialsidan finns det internationella inslag genom utländskt ägande. Inom entreprenadsidan finns företag som är verksamma både i Norden och i övriga världen. Till följd av den fragmenterade sektorn finns det en stor potential att framgent ansluta fler medlemmar till Bygginnovationen. En sådan utveckling skulle gynna såväl branschen, där nya intressenter kan mötas, som Bygginnovationen med större förmåga att realisera idéer från SME.

5.2 Verksamhetssegment och våra produkter

Vi är verksamma inom allt ifrån tillverkning av byggnadsmaterial till produktion, drift och underhåll av exempelvis bostäder, kontor, sjukhus, kärnkraftverk, vägar och broar. Produkterna sträcker sig ifrån att vara sand till komplicerade högteknologiska konstruktioner.

5.3 Upphandlingsformer

Då produkterna varierar finns det många olika sätt att förvärva en produkt. Alltifrån att åka till närmsta byggvaruhandel och lasta släpet till att handla upp en bro eller ett sjukhus. Upphandlingen

av de mer komplicerade produkterna görs på olika sätt. Beställaren kan sköta projekteringen och handla upp en byggnad på färdiga handlingar, eller enbart definiera sina funktionskrav och låta byggare själva projektera för att sedan genomföra projektet. Ovanstående varianter benämns utförandeentreprenader och totalentreprenader och är ytterligheter. Däremellan finns en glidande skala av upphandlingsformer. Det finns även en relativt ny upphandlingsform där entreprenören finansierar och ansvarar för underhåll och kvalitet hos produkten under lång tid, OPS-projekt med offentlig-privat samverkan. Denna nya upphandlingsform, där även underhåll och ägande överförs för en tid till utförare av projekten, blir en katalysator för ökat intresse till utveckling av nya produkter och system hos entreprenörer eftersom behov av kunskap om produkters och systems långtidsegenskaper uppstår.

5.4 Samverkansformer

Den glidande skalan av upphandlingsformer har inneburit att olika samverkansformer har växt fram. En samverkansform som numera används relativt ofta är partnering, där byggare och beställare kan arbeta med öppna böcker och gemensamt diskutera fram bästa lösningen på aktuella problem, vilket i många fall visat sig vara utvecklande. Storleken på byggarens förtjänst fastläggs i ett tidigt skede.

6 Resultat arbetsgrupperna

Analysgrupperna har arbetat med sex olika områden som utgör delmängder inom näringens verksamhetsfält men som bedömts vara centrala för den framtida utvecklingen och som har stort genomslag inom näringen. De valda studierna belyser hela kedjan av produkter och tjänster som hanteras samt olika aspekter inom byggandet: bro / anläggning, väg, flerbostadshus, kontorshus, betongreparationer och våtrumsrenovering / stambyten.

Analysgrupperna har haft till syfte att för respektive kategori:

- kartlägga såväl den tekniska, kravmässiga (från både samhälle och kund/brukare) som den processmässiga utvecklingen under den senaste 30-årsperioden
- föreslå effektivitetsmått samt att
- identifiera strategiska utvecklingsbehov inför *Bygginnovationen II*.

Arbetsgruppernas arbete med effektivitetsmålet redovisas separat i kapitel 7 och inte i den allmänna delen för varje arbetsgrupp här i kapitel 6.

6.1 Arbetsgrupp bro / anläggning

Arbetet har främst genomförts som studier av ett antal broprojekt utförda på 1970-talet och ett antal broar av motsvarande storlek och typ utförda på 2000-talet. Broprojekten har jämförts med varandra för att se förändringar i metod och effektivitet över 30 år. Eftersom detaljerade underlag från brobyggena utförda på 70-talet oftast inte gick att hitta i Vägverkets eller de byggande företagens arkiv, har informationsinsamlingen för de äldre broarna gjorts genom intervjuer med då verksamma platschefer, kalkylatorer och andra medverkande.

Förvånansvärt mycket material har glädjande nog kunnat återfinnas i dessa personers privata arkiv, förråd och garage. Vidare har en delstudie genomförts på broprojektering, med utnyttjande av en större databas, som visar utvecklingen av påverkande normer och bestämmelser, antal konstruktionstimmar, antal ritningar och materialmängder över tiden 1973 till 2006. I ytterligare två

delstudier har effektivitetsutvecklingen studerats. Byggprojektet Ölandsbron har undersökts i detalj, vilket tydligt visat på betydelsen av upprepningseffekter i ett projekt. Brokonstruktionerna på E4-sträckan Uppsala-Mehedeby har studerats med avseende på möjligheter till ökad standardisering av sektioner. Avslutningsvis har övriga aspekter som underhåll och livscykelkostnader, avbrottskostnader i samband med reparationer, arbetsmiljö och arkitektoniska kvaliteter översiktligt studerats.

Resultaten av studierna kan sammanfattas med att resursförbrukningen per byggd broenhet (brobredd och/eller brospann) avseende tid och materialmängder under byggskedet inte har förbättrats. I vissa fall har den t o m försämrats. Studierna visar samtidigt att kraven på beständighet och hållbarhet hos broar har ökat under den aktuella tidsperioden. Detta faktum är sannolikt huvudorsaken till att resursförbrukningen per byggd broenhet inte har minskat. Vinsterna i form av ökad kvalitet, beständighet och hållbarhet måste således också kvantifieras och vägas in vid en jämförelse. Studien visar dock helt klart på stora vinster i projekt där upprepningseffekt och standardisering har kunnat utnyttjas.

Den fullständiga slutrapporten finns i Bilaga C.

6.2 Arbetsgrupp väg

Väggruppen har samlat in underlag från ett antal parvis utvalda vägprojekt där ett projekt i varje par är från 1970-talet och det andra från 2000-talet. Där underlaget för de äldre vägprojekten varit otillräckligt eller ofullständigt har informationen kompletterats med intervjuer med då ansvariga projektchefer hos beställare och hos byggande företag.

Utredningen visar att både gamla och nya vägkonstruktioner har teoretiska livslängder som är långa. Då de undersökta vägarna har varit Europavägar och större ringleder är detta kanske en fullt relevant beställarstrategi då konsekvenserna av eventuella problem blir stora för både brukarna och samhället. Resultatet väcker frågan om det är nödvändigt att införa någon form av reliabilitetsnivåer för olika typer av vägar, vilket saknas i dagens regelverk. En nyansering av det här slaget skulle skapa förutsättningar för minskad resursåtgång och ökad produktivitet.

Nyanseringarna av dimensioneringskrav och förfinade metoder kan leda till lägre investeringskostnader men högre underhållskostnader innebärande att livscykelperspektivet blir nödvändigt att beakta. Med de metoder som nu utvecklats kan man värdera kvalitet i kvantitativa mått som ger myndigheter och andra beslutsfattare potential att beakta tillgänglighet och möjliga omvärldsstörningar samt miljöpåverkan på kort och lång sikt. Myndigheternas tidigare skilda budgetar för investeringar och underhåll kan framledes optimeras i ett helhetsperspektiv med de nya verktygen som utvecklats.

Den fullständiga slutrapporten finns i Bilaga D.

6.3 Arbetsgrupp flerbostadshus

Arbetet har omfattat studier av bostadsbyggandets utveckling sedan 1970. Bostadshus från 70-, 80-, 90- och 2000-tal har undersökts liksom historik beträffande normer och andra påverkande faktorer samt analyser av den omfattande statistik som finns tillgänglig. Här ingår produktionsparametrar, såsom åtgång av arbetstid och material för utvalda byggdelar och prestanda, exempelvis

energibehov. Modeller för värdering av effektivitet har undersökts. Effektivitetsmått har sammanställts och prövats för delkomponenten ytterväggar för flerbostadshus.

Strävan har varit att få fram effektivitetsmått som spänner över hela processen från projektering och byggande till förvaltning med syfte att undvika de uppenbara riskerna för suboptimeringar i de olika faserna och oförmågan att beakta kund- och samhällsnyttan i brukarskedet.

Gruppen har kommit fram till att årskostnader och årsintäkter under bostadens användning är det övergripande måttet och därmed lämpligt för bedömning av effektivitet såväl på branschnivå som i enskilda projekt eller utvecklingssammanhang. Här måste man notera att den tidigare politiska styrningen genom subventionerad finansiering och exakta statliga kravprofiler på bostäder helt ersatts av ett marknadsperspektiv med kundens önskemål i centrum. Kostnader och intäkter ges i analysen en vid mening omfattande väsentliga kundvärden och egenskaper. Måtten utgörs på inputsidan av aggregerade produktions- och driftsresurser och med avseende på output väsentliga driftsprestanda och kundnytta primärt för de boende. På så sätt kan mätningar ske från detalj- eller delprocessnivå till övergripande nivå. Utveckling av BIM, modeller som hanterar byggnadens hela livscykel, liksom tydligare kvantifiering av kund- och brukarkrav är en förutsättning för att praktiskt kunna arbeta med denna typ av effektivitetsmått. Output från projektering och produktion utgör input till fastighetsförvaltning och det är först när output från förvaltning ställs i relation till input från tidigare skeden som måttet kan driva utvecklingen mot kund- och samhällsnytta.

Primära utvecklingsområden har identifierats som hållbar produktion och förvaltning med förbättrade energiprestanda som nyckelfråga samt tillförlitlighet i vid mening inkluderande lärande organisationer. Ett tredje område är kundnytta inklusive den arkitektoniska kvaliteten som har fundamental betydelse men är svår att relatera till ett effektivitetsmått.

Den fullständiga slutrapporten finns i Bilaga E.

6.4 Arbetsgrupp kontorshus

Arbetet har omfattat studier av kontorsbyggandets utveckling sedan 1970 genom studier av några representativa projekt. Kartläggning av strategiska framtidsfrågor har gjorts genom intervjuer med företrädare för byggherrar och förvaltare, projektutvecklare samt arkitekter. En slutsats har varit att husen har blivit dyrare att producera men också att deras standard och tekniska innehåll har ökat avsevärt. De effektivitetsmått som har definierats av bostadsgruppen har funnits vara lämpliga också för kontorshus.

De primära utvecklingsområdena som har identifierats för bostäder är relevanta även för kontor. I tillägg är för kontor teknisk flexibilitet vid ändrad verksamhet en nyckelfråga, liksom utveckling av installationslösningar med bra driftsekonomi som uppfyller ständigt ökade krav på ytsnålhet per arbetsplats.

Generellt kan man konstatera att byggnaders energieffektivitet har förbättras markant. De objekt som utvecklas idag är alla av typen lågenergihus med en total energianvändning av ca 50 kWh/m², år att jämföra med byggnader uppförda under 1970 talet med ett förbrukningsmedelvärde på 200 kWh/m², år.

Den fullständiga slutrapporten finns i Bilaga F.

6.5 Arbetsgrupp betongreparationer

Analysgruppen har i sitt arbete genomfört en analys av hur reparationsområdet utvecklats från 1970-talet till idag. Arbetet baseras huvudsakligen på gruppmedlemmarnas egna mångåriga erfarenheter. Tillförlitlig kvantitativ information om omfattningen av tidigare utförda reparationer när det gäller olika konstruktionstyper, liksom kvantitativ information om utfallet av reparationer, liksom kommande reparationsbehov, finns inte tillgänglig. En uppfattning om det totala reparationsbehovet har erhållits genom produktionsstatistik för cement till svenska marknaden under perioden 1890-2005. Information om tidigare erfarenheter från utförda reparationer och om modern reparationsteknik har sammanställts från publicerade rapporter inom reparationsområdet. Information om tidigare reparationsteknik har tagits fram genom intervjuer med personer som var ledande inom reparationsområdet under 1970-talet och personer som fortfarande är verksamma. Teknik och processutvecklingen har i Sverige varit världsledande där forskningsresultaten lett till utveckling av metoder för tillståndsbedömningar, möjlighet att prediktera livslängder där Öresundsbron är ett bra exempel, samt möjlighet att utvärdera varierande tekniker genom den mekanismförståelse som skapats. Denna utveckling har haft en mycket stor ekonomisk betydelse genom att många byggnadsverk medvetet dimensionerats mot krav på livslängder mer än 100 år för en optimal LCC.

Arbetet har presenterats i en rapport med titeln "Reparation av betongkonstruktioner. Skador och reparationsmetoder från 1970-talet och framåt. Reparationsbehov. Forskningsbehov. Effektivitet". I rapporten behandlas följande områden varvid även den utveckling som skett diskuteras: allmänna principer för val av reparationsåtgärd, olika typer av betongskador, kunskapsläget vid olika tidpunkter, metoder för tillståndsanalys, reparationsmetoder, reparationsmaterial, förstärkningsmetoder, principer för upphandling samt underhållssystem.

Dessutom ges ett antal exempel på lyckade och misslyckade reparationer. Ett förslag till detaljerat forskningsprogram för fortsatta studier av reparation presenteras. Arbetet behandlar betongreparationer som avser många typer av viktiga byggnadsverk: väg- och järnvägsbroar, tunnlar, vattenkraft- och kärnkraftanläggningar, parkeringsdäck, betongelementfasader och balkonger, industrigolv, VA-anläggningar (avloppsledningar, vattenledningar, vattentorn och reningsverk), simbassänger samt lantbrukets byggnader och spannmålssilor.

Det finns idag oerhört viktiga anläggningar i samhället som befinner sig i slutet av sin tekniska livslängd och där man måste vidta åtgärder för att säkerställa säker elkraftförsörjning. Projektet har med hjälp av studien kunnat konstatera att bildandet av ett expertteam för rådgivning vid metod- och teknikval samt för att följa åtgärdsprogrammen sannolikt är den enda möjligheten att lösa de problem man står inför den närmaste tiden.

Den fullständiga slutrapporten finns i Bilaga G.

6.6 Arbetsgrupp våtrumsrenovering med stambyten

Utredningsgruppen har studerat utvecklingen av våtrumsproblematiken och stambyten i äldre fastigheter historiskt och i nutid. Generellt kan man konstatera att en stor förändring skett från 1970-talet till dagens produkter. Tidigare var våtrum inte lämpade för den typ av aktiviteter som idag bedrivs i våtrum, dvs. kravet på vattentäthet har ökat kraftigt från miljonprogrammets tid till idag. Vidare har man kunnat konstatera att livslängden hos rör är betydligt kortare än byggnaders bärande

stomme. En normal livslängd hos avloppsrör kan ansättas till enbart ca 30 år oavsett vilket material man utnyttjat. Material i våtrum har också en kort livslängd vilket kan utläsas från mängden vattenskador som idag förekommer och där brukaren inte fått insikt i problematiken. Det totala renoveringsbehovet för flerfamiljshus idag har uppskattats till minst 500 miljarder kronor av VVS Företagen. Området är således synnerligen angeläget för såväl samhället som byggnäringen där stora krav kommer att riktas mot seriösa produkter som klarar förväntade krav.

En utmaning är att våtrumsrenoveringar har karaktären av hantverk och inte nämnvärt förändrats i ett historiskt perspektiv. Däremot har kunskapen om produkters prestanda och vikten av noggrannhet vid installation förändrats åt det positiva hållet.

Rapporten beskriver kunskapsläget för olika komponenter och reparationsmetoder samt behovet av kunskapsspridning. Den senare delen är särskilt viktig då flertalet projekt drivs av mycket små företag som inte har förmågan att implementera nyheter men dessbättre ställs krav från myndigheter och certifieringsinstitutioner på genomgången utbildning. Rapporten avslutas med vikten av underhåll, forskningsbehov inom olika områden samt några tänkbara effektivitetsmått där kundnyttor har en stor betydelse.

En inte oväsentlig problematik är att dessa byggnadsarbeten ska genomföras i bebodda lägenheter och hus med stora problem med damning och krav på tillgång till våtrum och toaletter. Behovet av smarta lösningar där man kan minimera intrånget och ockupation av nyckelfunktioner är en katalysator för många företags investeringar. För stamrenovering finns redan många alternativ till ett utbyte där tekniken innebär att skapa nytt rör i befintligt gammalt rör. Denna typ av teknik fanns inte tillgänglig i det tidiga skedet utan har successivt utvecklats och testats men fortfarande med sämre prestanda än alternativet att byta till nytt system.

Den fullständiga slutrapporten finns i Bilaga H.

7 Allmänt om effektivitetsmått för byggsektorn (EMB)

Det i den ursprungliga ansökan för Bygginnovationen beskrivna effektivitetsmättet EMB har tre syften, tjäna som styrinstrument för byggsektorns utveckling, identifiera relevanta kunskapsluckor och fungera som beslutsunderlag i form av urvalskriterier för nästa fas av programmet.

I Bygginnovationens etableringsfas har vi inte lyckats fullständigt uppnå de ursprungliga målen. Output- och inputparametrar har definierats för tre områden, nämligen produktion av byggnadsverk, reparation av byggnadsverk och användning av byggnadsverk. Effektivitetsmåten har därefter definierats som kvoter mellan valda output- och inputparametrar. För en mer detaljerad information hänvisas till bilaga B och [4].

En jämförande studie mellan olika näringsgrenars produktivitet har genomförts, där produktivitet definierats som förhållandet mellan output och input. Den offentliga statistiken indikerar att produktivitetsutvecklingen inom näringsgrenen Byggverksamhet och de övriga näringsgrenarna som ingår i tjänstesektorn är svagare än inom näringsgrenen Tillverkningsindustri. Viktigt är att notera att det som brukar kallas byggsektorn inte återfinns i offentlig statistik, som i stället använder det snävare definierade begreppet Byggverksamhet. Resultaten visar att användarfasen, där det ingår krav utifrån kundbehov och normer som ständigt ökar, måste beaktas mer noggrant i

outputmätningen. En jämförelse med andra näringsgrenar är svår att göra då olika aktiviteter klassificeras olika, t ex ingår ombyggnad och reparationer i Byggverksamhet samtidigt som byggmaterialproduktion inte ingår, till skillnad från hur t ex biltillverkning hanteras i officiell statistik. Det finns dock indikationer på att flera av de näringsgrenar som motsvarar byggsektorn generellt har svagare arbetsproduktivitetsutveckling än tillverkningsindustrin.

Den offentliga statistiken är svår att använda för våra syften då det finns skäl att misstänka att man underskattar kvalitetsförändringarna i output, något som stöds av arbetsgruppernas rapporter. Rapporterna visar samstämmigt att kvalitetskraven på - och kvaliteten hos - output har ökat över den studerade trettioårsperioden.

Utgångspunkten för effektivitetsmått är de principer för att mäta totalproduktivitet på nivå n näringsgren, där det finns vedertagna principer för att mäta från OECD. Dessa principer har så långt möjligt använts i de effektivitetsmått som avser projekt- och produktnivå och finns redovisade i bilaga B. Förslaget EMB tjänar Bygginnovationens syften då det kan användas för att mäta effektivitet på projekt- och produktnivå.

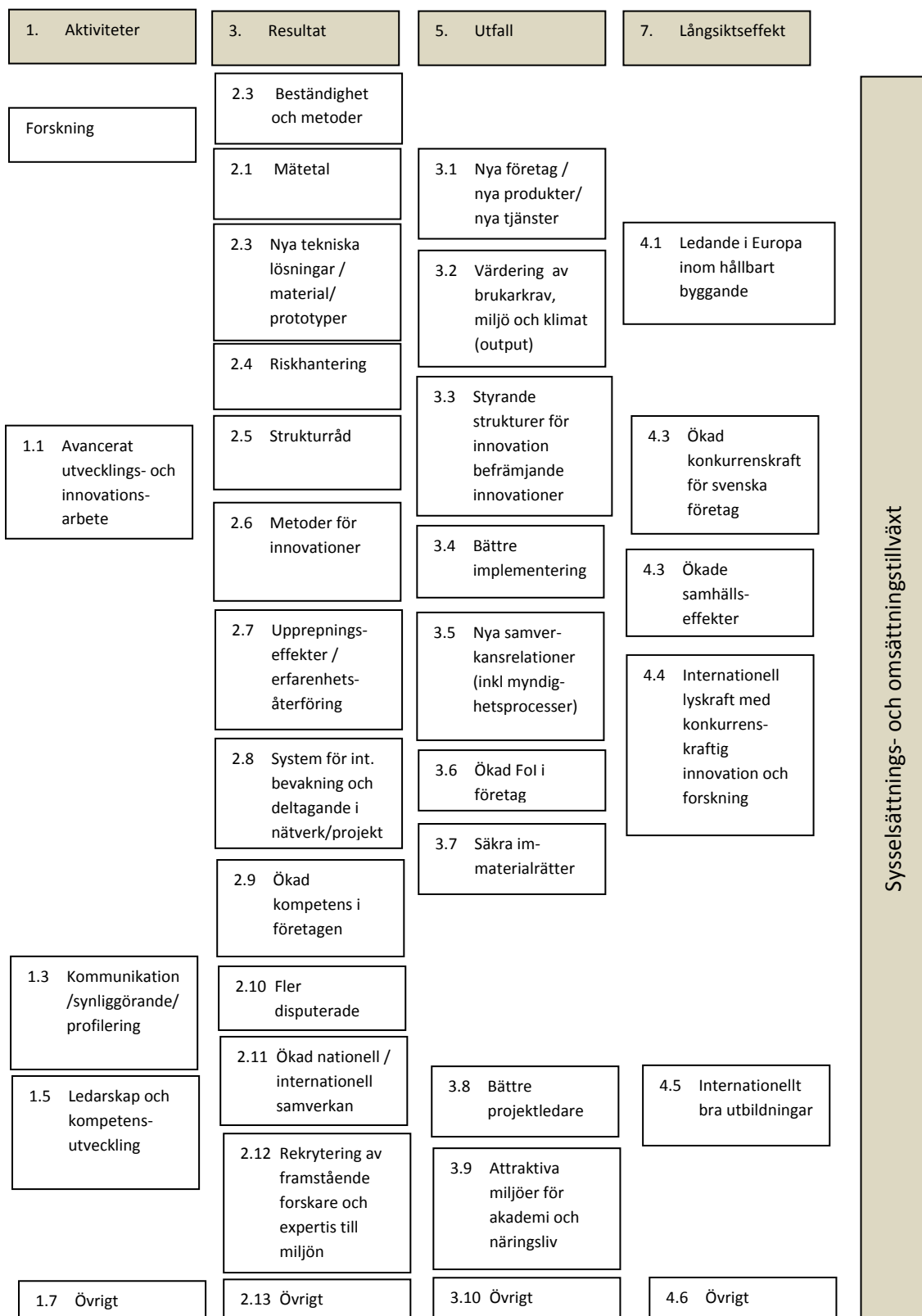
Alla de i ansökan [2] föreslagna fokusområdena har inte en stark koppling till en strukturerad analys med effektivitetsmått. Flera processer och slutprodukter kan kräva kompletteringar genom andra typer av bedömningar.

8 Effektlogik

Målet med en objektiv bedömning av effektivitetsutvecklingen inom olika segment har prioriterats högt under hela etableringsfasen vilket medfört att effektlogikkedjor ansetts kunna fungera som bra kommunikationsverktyg för att påvisa de sammanhang som leder fram till högre effektivitet. I Figur 1 visas ett exempel på en generell effektlogikkedja som presenterades av VINNOVA vid en av våra gemensamma workshops.

Samtliga arbetsgrupper har haft till uppgift att försöka sammanställa effektlogikkedjor, och några exempel ges nedan. I de beskrivna effektlogikkedjorna finns det vissa likheter som är intressanta att belysa.

Gemensamt är att grunden för ökad effektivitet är ökad kunskap som bland annat erhålls från aktiviteter inom forskning och utveckling, gärna interdisciplinär sådan. Implicit innebär detta att rådande förutsättningar för forskning och utveckling inte skapar tillräckligt många kontaktytor för samverkan mellan discipliner, industriella aktörer och människor med olika bakgrund, något som Bygginnovationens ledning och parter kommer att beakta även fortsättningsvis.



Figur 1 Exempel på allmän effektlogikkedja som presenterats av VINNOVA.

8.1 Bro och väg

Ett långsiktigt mål inom området är att öka teknikinhållet i de produkter som används, innebärande att nya produkter och lösningar bör utvecklas för att uppnå huvudmålet. Ett ökat teknikinhåll bedöms stärka den internationella konkurrenskraften hos svenska företag.

Den framtida utvecklingen kommer att kräva en ökad standardisering och möjlighet att utnyttja samma komponenter i större utsträckning mer generellt i projekten, vilket ger en ökad effektivitet i produktionsledet.

För genomförandet behövs nya samverkansformer som möjliggör interdisciplinära FoU-miljöer, där dagens lösningar bör lösas upp. Detta medför att nya konstruktionslösningar och material utvecklas.

I det här sammanhanget nämns ett ökat antal disputerade inom byggsektorn som en viktig ingrediens. Detta avgörs till stor del av de förutsättningar som högskolorna får av staten och olika statliga forskningsfinansiärer. Satsningar på nya integrerade forskningsområden kan locka både svenska och utländska forskare.

För att nå målen för området bör det ske forskning i syfte att ta fram och kommersialisera nya konstruktionsmaterial, och dessa kan i sin tur leda till att nya produktionsmetoder behöver utvecklas.

Trafikverket med ett övergripande myndighetsansvar för svenska väg och järnvägar fokuserar inte bara på investeringar, drift och underhåll utan även en kunskapsutveckling som ska ligga till grund för framtida utveckling. Det har visat sig att även de instrument som återfinns i Bygginnovationens effektlogik kan utnyttjas i Trafikverkets strategier [5]. Långsiktiga målet för Sverige är att ha en global tätposition inom området hållbar väg- och järnvägsteknik som bidrar till:

- Hållbar och kostnadseffektiv infrastrukturhållning av världsklass i Sverige
- Den svenska anläggningsbranschens internationella konkurrenskraft som därigenom skapar tillväxt och sysselsättning
- Tillgång till svenska FoU-utförare som med sådan unik kompetens att de även attraherar utländska uppdragsgivare.

Strategin för att nå detta mål omfattar följande steg:

- Forskning för att få fram lämpliga nyckeltal
- Nyckeltalen används vid revideringar av regler och standarder, vilka åberopas vid upphandling av entreprenader och konsulttjänster
- Detta skapar incitament för den svenska byggbranschens aktörer att utveckla nya och mer effektiva lösningar
- Trafikverket bidrar med att initiera en marknadsintroduktion för nyttiggörandet av de nya lösningarna.

En kraftsamling, med ovanstående effektlogik, möjliggör för en framtida tätposition inom den av Europeiska kommissionen initierade satsningen "Sustainable Construction" [6].

Sammantaget är uppfattningen att de planerade insatser som Trafikverket kommer att genomföra inom forskning och utveckling har ett starkt behov att stimulera den slutliga processen att få innovationerna i mål vilket är Bygginnovationens huvuduppgift.

8.2 Hus och kontor

Effektivisering av husbyggandet är en central uppgift för hela näringen. Den mest efterfrågade lösningen är hur man kan standardisera och modulera komponenter och system utan att eliminera variationsrikedomen som är central i kundperspektivet. Till följd av den omåttligt stora flora av komponenter och system som inte är kompatibla kommer Bygginnovationen att fokusera på och skapa förutsättningar för en rationellare hantering av hela processkedjan.

Energifrågan är en annan aspekt som har identifierats som viktig av många. Den i Bygginnovationen beskrivna effektlogiken ser ut som följer.

De långsiktiga effekterna av en satsning inom området utmynnar i produkter och lösningar som genererar avancerad produktion i Sverige. I anslutning till energifrågorna kommer även byggfysik och innemiljöfrågor att bli mycket viktiga då förändringar i byggnadernas klimatskal och omgivande klimat påverkar dessa. Den svenska forskningen inom området är redan i dag långt framme men förväntas bli ännu starkare genom satsning på området. Den globala marknaden för energieffektivisering och inomhusmiljöfrågor är stor och bedöms ha lång varaktighet.

En byggare har direkt kontroll bara över en liten del av värdekedjan. En stor del av utvecklingen sker hos material- och systemleverantörer, speciellt om hållbarhet är ett fokusområde. Materialtillverkarna tar fram nya och bättre fönster, bättre isolermaterial och andra installationslösningar. Byggarnas och projektörernas uppgift är att optimera systemet utifrån en stor mängd målvariabler, alltifrån arbetsmiljö, ekonomi till brukarens hälsa och välbefinnande.

Den här typen av frågeställningar och behov kommer att kräva samverkan mellan aktörer som saknar beröringspunkter i nuvarande verksamhet. Intelligent material från materialforskningen kan komma att få nya applikationsmöjligheter inom byggsektorn.

Ett strukturerat arbetssätt som syftar till att koppla samman dessa aktörer och skapar möjligheter för demonstration och implementering bedöms vara viktiga aktiviteter för snabbare innovation.

8.3 Betongreparationer

Att reparera en konstruktion på ett sätt som återger konstruktionen fullgod funktion under lång tid är egentligen en mer komplicerad uppgift än att bygga nytt. Omfattande kunskap krävs nämligen när det gäller det komplexa samspelet, mekaniskt och beständighetsmässigt, mellan reparationsmaterial och konstruktion. Om reparationsområdet ska vidareutvecklas måste därför ökade kunskaper tas fram om hur nedbrytningsprocesser och mekanisk samverkan mellan reparation och konstruktion sker hos konstruktioner reparerade enligt olika principer. För att man ska kunna utföra en välfungerande reparation krävs även att de förhållanden och processer som har förorsakat skadorna kan förstås och beskrivas bättre än vad som är fallet i dag.

Ökade kunskaper inom reparationsområdet kommer även att kunna utnyttjas med framgång vid nyproduktion eftersom de medför att bättre och mera beständiga konstruktioner kan produceras. Följden blir att reparationsbehovet hos kommande konstruktioner på sikt bör minska.

Om reparationsområdet ska vidareutvecklas och effektiviseras måste ökade insatser riktas mot verktygs- och teknikutveckling, såsom mjuk och hårdvaror till mät- och styrprogram samt verktyg och

maskiner för avverkning av skadat material och applicering av reparationsmaterial, inom områdena tillståndsbedömning och reparation av betongkonstruktioner.

8.4 Våtrumsrenovering och stambyten

Att renovera våtrum och att utföra stambyten är ofta mer komplicerat än att bygga nytt eftersom det alltid finns givna förutsättningar i befintliga konstruktioner och installationer som måste tas hänsyn till ur såväl tekniska som kostnadsmässiga aspekter.

Därtill kommer utmaningen att arbetet ofta skall utföras i människors hem när de bor kvar med både damm och bullerproblem. För att minska störningar i människors privatliv är det därför viktigt att ha en så kort tid och liten påverkan som möjligt.

Stammar och våtrum är installationer som måste vara täta för att hindra läckage som kan orsaka stora skador på byggnader och egendom. De förväntas också ha lång livslängd och vara säkra ur såväl miljö som hälsosynpunkt. En installerad produkt skall också kunna servas och om så behövs repareras under sin tekniska livstid.

Vi ser det som mycket viktigt att fortsatt öka kunskapen både vad gäller nuvarande arbetsmetoder och produkter och deras funktion kortsiktigt och långsiktigt för att kunna säkerställa att samhällsnyttan finns och är bestående under lång tid.

Dessutom bör vi öka kunskapen för att ytterligare kunna utveckla metoder för snabba, kostnadseffektiva renoveringar och likaså utveckla framtida byggnads- och installationsteknik för att förenkla service, inspektion, reparation och utbyte vad gäller stammar och våtrum.

9 Slutsatser

9.1 Allmänt

Bygginnovationens etableringsfas har löpt över två år, för sektorn representativa aktörer och ca 100 medarbetare har varit aktiva och hjälpt till i arbetet med att definiera ett effektivitetsmått för byggsektorn (EMB). Sex arbetsgrupper har tillsammans med representanter för Sveriges bygguniversitet analyserat hur man byggde olika typer av byggnadsverk för trettio år sedan. Detta har sedan jämförts med hur man bygger idag. Ett interaktivt samarbete med arbetsgruppen för EMB har skett löpande.

Den viktigaste insikten från arbetet är att fortsättningen av Bygginnovationen ska fokusera på marknadsnära utveckling av interdisciplinär karaktär. Detta innebär att de fokusområden som har identifierats av respektive arbetsgrupp kommer att bli föremål för olika centrumbildningar i nästa fas av Bygginnovationen.

Inom bro och anläggning har den utförda utredningen visat att i de projekt där man driver standardisering och modularisering långt fås upprepningseffekter och ökad effektivitet. Förutsättningarna för att uppnå detta skapas då hos den som bestämmer om broarnas utformning och upphandling, inte hos utförarna, vilket innebär att processfrågor är av intresse för att utveckla branschen och för att underlätta implementeringen av innovationer.

Väganalysen indikerar att det sker en utveckling just nu på vägsidan med förfinade beräkningsmetoder som ger bättre optimerade konstruktioner som i sin tur kan leda till produktivetsförbättringar, men också leda till en förskjutning av kostnaderna. Investeringskostnaden förväntas minska men underhållskostnaden förväntas öka. En situation som öppnar upp för frågeställningar kring övervakning (ICT-frågor) för kalibrering av beräkningsmodeller för både dimensionering och livslängdsuppskattningar. Situationen understryker också vikten av att det finns bra upphandlingsformer för upphandling, underhåll och utvärdering av innovationer.

Byggandet av flerbostadshus och kontorshus har samma fokusområden. Dessa är i huvudsak ICT-frågor kopplade till bygginformationsmodeller (BIM) samt processfrågor. I rapporterna från flerbostadshus- och kontorshusgrupperna efterfrågas bättre styr- och reglerlösningar för mätning och uppföljning av brukarbeteende.

Detta är frågeställningar som kräver insatser från många aktörer, beställare, projektörer, leverantörer, entreprenörer och förvaltare, vilket innebär att även här blir processfrågorna allt viktigare. Vem bör göra vad i det stafettlopp, om det nu ens ska vara en stafett, som det hittills har inneburit att planera, bygga och bruka ett hus?

Utvecklingen inom betongreparationer vad det gäller beskrivning, modellering och mätning av nedbrytningsprocesser samt livslängdsdimensioner följer i princip utvecklingen inom nybyggnad av betonganläggningar. Inom reparationsområdet krävs dock omfattande kunskap vad det gäller samspillet mellan reparationsmaterial och konstruktion, vilket inte behövs vid nybyggnad. Vidare har upphandlings- och utförandeprocesserna inom reparationsområdet inte följt samma utveckling som nybyggnad. Dessa processer bör utvecklas för att uppnå högre effektivitet.

Vidare har hållbarhetsfrågan identifierats som ett viktigt område, här avses i hög grad teknik som påverkar den energi som förbrukas vid uppförandet samt den energi som används under brukarskedet. Denna frågeställning är giltig för både anläggnings- och husområdet. På husområdet är denna också starkt kopplad till en bra inomhusmiljö för kunder och brukare.

Behovet av att skapa lärande organisationer som inte upprepar sina misstag och ser till att man bygger med hög kvalitet har visat sig viktigt. Avseende kundnyttan är området arkitektonisk kvalitet av fundamental betydelse, dock är detta ett svårämne begrepp.

I utredningen kring betongreparationer har man identifierat behovet av kunskaper som stödjer valet av rätt reparationsmetod som avgörande för effektiviteten.

Renovering av våtrum och stambyten är en gigantisk utmaning där det identifierade behovet överskrider 500 miljarder kronor. Arbetena är fortfarande hantverksmässiga och indikerar en stor potential för smarta lösningar som beaktar brukarkraven. En utmaning är också att föra ut budskapet till alla de små företagen som har sin verksamhet inom detta segment.

I ansökan [2] definierades en genomförandemodell, en organisation för genomförande, urvalskriterier för projektförslag samt hur effekten av Bygginnovationen skulle kunna mätas. Förstudien har fungerat som en förankringsprocess hos både företag och högskolor och varit fruktbar och nödvändig för att kunna formulera ett program för fortsättningen i fas II.

9.2 Fokusområden

I ansökan för *Bygginnovationen I* formulerades sektorns framtida utmaningar enligt nedan:

- Krav på effektivitetshöjning i byggproduktionen
- Förväntningar på ökad hållbarhet och energieffektivitet genom nya och innovativa tekniska lösningar
- Klimatförändringar som ger nya förutsättningar för infrastruktur och bebyggelse
- Säker och kostnadseffektiv hantering av åldrande infrastruktur och bebyggelse
- Ägar- och brukarperspektiv
- Sårbarhetsfrågor
- Offentlig- privat samverkan

Baserat på de tidigare formulerade utmaningarna, det framtagna och provade EMB samt på diskussioner i programmet, har det utifrån analysgruppernas sex slutrapporter identifierats gemensamma områden. Dessa är ICT (informations och kommunikationsteknik), processfrågor och hållbarhetsfrågor. Syftet med att hitta sambandspunkter är att skapa möjligheter för centrumbildningar där likartade frågor kan behandlas av intressenter som normalt inte kommer i kontakt med varandra. Denna typ av tvärkontakter var en fruktbar del av arbetet i tidigare VINNOVA finansierade program, t ex FoU-konsortiet Väg-Bro-Tunnel. Fokusområden kommer troligen att förändras under löptiden för *Bygginnovationen II* och får inte betraktas som permanenta.

De tre identifierade gemensamma nämnarna bedöms också vara lämpliga utifrån möjligheten att hitta projektförslag som befinner sig i den senare delen av innovationskedjan. Fokus för fortsättningen kommer att vara att verka för en uthållig innovationsmiljö i svensk byggsektor.

I de fall ett projektförslag identifieras som inte befinner sig i slutet av innovationskedjan kommer *Bygginnovationen II* att förmedla detta förslag vidare till andra program eller initiativ, såsom CERBOF eller OpenBIM för att nämna två exempel.

Nedan följer några kortare beskrivningar av föreslagna fokusområden, samt några exempel på hur detaljerade förslag förstudien passar in under dessa fokusområden.

9.2.1 ICT

Informations- och kommunikationsteknik (ICT) bedöms få en allt större betydelse inom många områden. Både bostäder och lokalbyggnader behöver allt mer intelligens inbyggd för att klara av de krav på kundnytta som ställs i anslutning till direktivet 2010/31/EU. Sensorer och givare behöver byggas in och kopplas till bygginformationsmodeller (BIM), existerande programvara för simulering, mätning och uppföljning av prestanda, t ex avseende energi, behöver förfinas och nya verktyg behöver skapas.

Inom anläggningssektorn går trenden mot bland annat digital maskinstyrning, något som också skapar ett behov av nya ICT-lösningar. Även inom anläggningssidan är BIM-applikationer på stark frammarsch.

Digitala modeller och optimering av upplevd innemiljö i form av bland annat det "lärande huset" har identifierats som intressanta utvecklingsområde i både flerbostads och kontorsrapporten. På samma sätt ser man i brorapporten ett behov av givare och sensorer som ska användas för att kalibrera de allt mer förfinade beräkningsverktyg som är i bruk och under utveckling.

Förmedling av kunskap blir också allt viktigare där de nya verktygen kan utnyttjas på ett mer attraktivt sätt.

9.2.2 Processfrågor

Processfrågorna är viktiga ur flera aspekter. Arbetsgrupperna har identifierat relationerna mellan beställare och utförare som viktiga för att driva utvecklingen framåt. Detta gäller både offentliga och privata beställare. Frågor kring samarbetsformer och avtalsformer är viktiga i samband med införandet av nya lösningar och tydliga sådana skulle förbättra innovationsklimatet.

Vidare kommer en ökad ICT-användning att innebära att den information som behövs och som kan göras tillgänglig i bygg- och förvaltningsprocessens olika skeden kommer att förändras. Ett framåtsyftande arbete här skapar möjligheter i stället för hinder för implementering av nya produkter och processer, något som i förlängningen ger bättre möjligheter för konkurrenskraft. Generellt är frågan om processer central för den roll som Bygginnovationen – och bygginnovationer - får i en framtida konkurrenskraftig svensk samhällsbyggnadssektor.

Förutom smidiga samarbetsformer finns ett stort behov av att minska risker och öka sektorns produktivitet vilket belystes i analysfasen. Utbudet av produkter idag är gränslöst, avsaknad av standardisering, kontinuerligt föränderliga delkomponenter med liten kompatibilitet med varandra, samt fortfarande med liten förtillverkningsgrad. De industriella processfrågorna har därför en stor roll i sektorns strävan att utvecklas till en globalt konkurrenskraftig industriverksamhet.

Från betongreparationsgruppen finns det förslag på nya arbetsformer för att skapa hållbarare och effektivare lösningar. De nya arbetsformerna kräver att man arbetar igenom och säkerställer det juridiska ansvaret för den information som respektive part lämnar ifrån sig och tar emot. Lyckas man definiera detta på ett bra och konkret sätt med rättvis riskfördelning skapas det goda möjligheter för nya produkter och lösningar.

Även i bro- och vägrapporterna lyfts processfrågor fram, hur kan exempelvis upphandlingsprocessen användas för att skapa möjligheter för implementeringen av nya innovativa lösningar? Implementeringen är ett måste för att man ska få ut nya produkter och processer på marknaden, här spelar offentlig och privat samverkan en stor roll. Partnering projekt genomförs på hus och bostadssidan med öppna diskussioner kring den ekonomiska potentialen i nya tekniska lösningar.

9.2.3 Hållbarhet

Ett hållbart samhällsbyggande som inkluderar energieffektiv infrastrukturhållning i ett livscykelperspektiv är intimt förknippat med klimatförändringar i framtiden, såväl som med samhällets framtida utveckling i stort. Uppfyllelsen av politiskt ställda mål är beroende av att interdisciplinär kunskap liksom energieffektiva och klimatsmarta lösningar utvecklas och implementeras i byggandet. En säker och kostnadseffektiv hantering av åldrande infrastruktur och bebyggelse en viktig del i ett hållbart samhällsbyggande, robusta verktyg och processer som minimerar behovet av åtgärder över tid bedöms vara av stort intresse inte bara för Sverige.

I betongreparations- och stambytesrapporterna lyfts behovet av rätt kunskap vid rätt tillfälle fram, exemplen på hur felaktigt valda eller felaktigt utförda reparationer i stället för att öka livslängden reducerar den kraftigt är många.

Ägar och brukarperspektivet är en viktig fråga med koppling till hållbarhet utifrån flerbostads och kontorsrapporten. Output i form av hög arkitektonisk kvalitet och hur brukarna upplever bostäder och kontor skapar förutsättningar för hållbar design som lever länge. Att man redan idag river kontorsfastigheter uppförda på 1980-talet för att ersätta dem med nya måste betraktas som ett slöseri som inte är förenligt med ett hållbart samhällsbyggande.

Referenser

- [1] Infrastrukturprogrammet Väg-Bro-Tunnel, syntesrapport 1996-2007
2008-01-30

- [2] Byggnäringen 2015/2050 Bygginnovationen, november 2008

- [3] Andersson, R, Björk, B-C, Ekholm, A och Johansson, P (2008), FoU-program för ICT i bygg- och fastighetssektorn i Finland, Danmark och Norge, Research Report 2008:2, Tekniska högskolan, Högskolan i Jönköping

- [4] Effektivitetsmått för byggsektorn – mätfrågor. Samhällsbyggaren 3/2010, s 42-44.

- [5] Energieffektivare infrastrukturhållning – Utvecklingsprogram, 2010-04-16. Hans Ingvarsson

- [6] A Lead Market Initiative for Europe, European Commission Communication COM(2007) 860 final 2007-12-21

Bilagor

A	Aktiviteter samt deltagare
B	Effektivitetsmått
C	Slutrapport - Bro
D	Slutrapport - Väg
E	Slutrapport - Flerbostadshus
F	Slutrapport - Kontor
G	Slutrapport - Betongreparationer
H	Slutrapport - Stambyten (draft)