

# **Analys och IT-stöd för materialförsörjning i byggprojekt**

Hans Björnsson, Anna Dubois, Lars Bankvall & Jack Cheng

## **Förord**

Föreliggande rapport är en kortfattad sammanfattning av ett projekt finansierat av Formas, Byggsektorns Innovationscentrum (BIC) och Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF). Projektet som inom kort kommer att resultera i två doktorsavhandlingar har skett i samverkan mellan olika avdelningar vid Chalmers (Industriell marknadsföring och Byggandets systemteknik), Department of Civil Engineering vid Stanford University i Kalifornien samt FoU-Väst. En utförlig rapport föreligger på engelska. Projektet har också resulterat i ett antal tidskriftsartiklar och konferensbidrag.

Projektet behandlar byggandets försörjningskedjor (Supply Chains) och hur dessa kan konstrueras och manageras. Det har ofta påpekats att stora vinster finns att hämta i en effektivisering av styrning av upphandling och administration av materialflöden. Inom den stationära industrin har mycket av försörjningskedjorna automatiserats med hjälp av ERP-system eller speciella ”Supply Chain Management”-system. På grund av stora initiala kostnader för sådana system kan de inte utan vidare tillämpas på en projektorienterad verksamhet som byggandet utgör.

En väsentlig aspekt att beakta vid effektivisering av ett byggprojekts försörjningskedja är spridningen av och tillgången till information. Alla inblandade i projektet måste ha tillgång till information för att kunna arbeta effektivt, och om inte informationsutbyte mellan de inblandade sker på ett tillfredsställande sätt uppstår som regel onödiga kostnader.

I projektet har ett webbaserat system utvecklats som snabbt och billigt kan konfigureras för ett byggprojekt. Systemet medger stor flexibilitet och är enkelt att använda.

Ett stort tackas riktas till företag som medverkat i praktikfall, diskussioner, seminarier etc samt till finansörerna av projektet.

## Sammanfattning

Fördelarna med integrering och samordning av intressenter i en försörjningskedja (supply chain partners) har blivit välkända inom flera industrier. Byggnadsindustrin är den minst integrerade av alla större industrisektorer. Att samordna de olika medverkande i ett byggprojekts försörjningskedjor är såväl en organisatorisk som tekniskt utmanande uppgift p.g.a. den höga graden av fragmentering inom industrin.

De organisatoriska utmaningarna har att göra med byggindustrins komplexitet och projektfokusering. I varje byggprojekt finns ett stort behov av koordinering av aktiviteter som ofta utförs av ett stort antal företag och därför behöver koordineras över företagens gränser. I andra branscher hanterats detta genom att företagen anpassar sig till varandra bl.a. genom att länka samman sina informationssystem till varandra för att underlätta och effektivisera koordinering i försörjningskedjor över längre tidsperioder. I byggindustrin försvåras sådana försök genom att det inte finns särskilt goda förutsättningar för samarbete mellan samma parter över tiden. Varje byggprojekt ställer specifika krav på koordinering mellan specifika parter. Detta innebär att tekniska samordningslösningar med nödvändighet måste göras flexibla i enlighet med dessa förutsättningar.

De tekniska utmaningarna har sin grund i att information och applikationer är distribuerade över olika system med olika hårdvaru- och mjukvaruplattformar. De organisatoriska och tekniska utmaningarna hänger också här samman då en typisk situation är att vissa projektdeltagare är ovilliga att dela information med sina samarbetspartners, eftersom det tillfälliga byggprojektets karaktär gör det svårt att etablera förtroende mellan parterna. Det är därför nödvändigt att konstruera ett säkert, modulärt och flexibelt system som kan aggregera spridd information och sprida applikationer, för att möjliggöra integration av byggprojektets försörjningskedja. Den serviceorienterade arkitekturens ("service oriented architecture", SOA) principer kan tillfredsställa dessa krav.

Vi har utvecklat ett serviceorienterat webbaserat system, Supply Chain Collaborator (SCC), för att underlätta flexibel koordinering av försörjningskedjor i byggindustrin. SCC utnyttjar webbaserade tjänster, webbportalteknologi och "open source"-teknologier för att tillhandahålla ett ekonomiskt och skräddarsytt verktyg för integrering av organisatoriskt spridda samarbetspartners i byggprojekt. Systemets arkitektur med en detaljerad beskrivningen av komponenterna i systemet redovisas i denna rapport. Ett scenario, som simulerar ett verkligt genomfört projekt, har inkluderats för att demonstrera SCCs potential att integrera och managera projektpartner inom byggindustrin.

## Innehåll

Förord	2
Sammanfattning .....	3
Inledning .....	5
Bakgrund.....	5
Projektets syfte.....	6
Disposition av rapporten .....	6
Del I .....	8
Aktivitetskoordinering för ökad effektivitet i byggbranschen.....	8
Koordinering .....	9
Aktivitetskoordinering i bygg- att bygga ett analytiskt ramverktyg .....	12
Avslutande reflektioner.....	16
DEL II.....	18
SC Collaborator .....	18
Ett serviceorienterat ramverk för integrering av försörjningskedjan i byggverksamhet	18
SCM i tillverkningsindustrin.....	19
Web service och agentteknik .....	19
Motivation.....	20
ERP - för integrering av försörjningskedjor i byggandet.....	21
Internet, Serviceorienterad arkitektur och Webservice.....	22
SC Collaborator .....	23
Ramverk för en serviceorienterad portal.....	24
Systemets arkitektur.....	25
1. Kommunikationsnivån.....	26
2. Portalens gränssnitt .....	28
3. Nivån Affärsapplikationer.....	30
Arkitektur: Decentraliserat Portalnät .....	30
Tillämpningsexempel.....	32
Slutsatser .....	36
Referenser .....	37

## Inledning

### Bakgrund

Nya synsätt på planering och genomförande av byggprojekt, d.v.s nya "Business Models", affärsmodeller, kan komma att revolutionera byggandet. Så kallad "Lean Construction" (LC), magert byggande, är en paradigm som bygger på en ny affärsmodell, med fokus på kund, värde och flöde, som nu börjar vinna terräng. LC är en för byggandet speciellt anpassad utveckling av Lean Thinking eller Lean Production som för lite mer än 10 år sedan började spridas som ny managementfilosofi i industrin.

Lean Production kan sägas vara ett system som kan liknas vid ett hus där grunden är standardisering (av processer och komponenter) och stabilitet (liten variation och små mellanlager), väggarna är just-in-time-leverans av delar och komponenter samt "jidoka", automation med mänskliga dimensioner. Allt detta bär upp taket: Värdet för kunden. Själva hjärtat i systemet utgörs av flexibla, motiverade lagmedlemmar som kontinuerligt söker bättre sätt att göra saker på.

En viktig förutsättning för LC är väl fungerande **försörjningskedjor**. Sådana försöker man åstadkomma med hjälp av "Supply Chain Management" (SCM). SCM är ett begrepp som har blivit populärt inom snart sagt alla näringsgrenar efter att ha haft sitt ursprung i "just-in-time"-produktion och logistik. SCM innebär att man betraktar en försörjningskedja i ett systemperspektiv. Alla aspekter av en försörjningskedja och dess inbördes relationer beaktas vilket gör det möjligt att styra ett materialflöde "optimalt" och undvika onödigt spill och andra problem som är vanliga i materialadministrationen. Modern Internetteknik kan användas för att realtidsstyra materialflöden och synliggöra problem då de uppstår och därmed möjliggöra att man vidtar åtgärder som omplanering för att undvika onödiga väntetider etc. Man kan säga att man med sådan teknik kan "visualisera" försörjningskedjan. Inom bilindustrin och annan tillverkningsindustri skapas idag "virtuella" försörjningskedjor med vars hjälp kunder, leverantörer och affärspartners samarbetar med varandra. De besparingar som redovisas är imponerande. Det är inte ovanligt detta arbetssätt resulterat i 50% mindre lager och 5-10% reduktion i driftskostnader (exempelvis CISCO, se Economist, Jan. 15, 2000). Liknande resultat har uppnåtts inom servicesektorn, exempelvis sjukvården.

Ett byggprojekt kan i stort sett betraktas som en försörjningskedja. En byggandets försörjningskedja är ett nätverk av aktörer och aktiviteter som upphandlar, transformerar,

och installerar komponenter för en slutanvändare. Denna försörjningskedja har en avgörande betydelse för huruvida ett byggprojekt skall kunna leverera en produkt inom uppsatta tids- och budgetramar. Det är därför naturligt att också byggnadsindustrin börjat intressera sig för SCM. SCM rör management av material, information och finansiella flöden i ett nätverk av entreprenörer, underentreprenörer, leverantörer och distributörer. Det handlar om koordinering och integrering av dessa flöden inom och mellan företag.

I det typiska byggprojekts försörjningskedja förekommer många onödiga kostnader i form av spill och misstag i kommunikationen mellan olika aktörer. Informationsteknologi skulle kunna utnyttjas för att tidigt visa på förhållanden som kan orsaka problem om de inte omedelbart åtgärdas. Information kan över Internet delas i realtid mellan de olika aktörerna i ett projekt. Webbaserad teknik förenklar utformningen av system genom vilka de olika aktörerna i ett byggprojekt kan samordnas.

Mycket forskning har genomförts för att effektivisera informationsutbytet i projekteringsskedet och mellan projekterings- och produktionsskedet. Genom framtagande av principer och standards för datorrepresentation av projekt och för informationsutbytet mellan olika system har man kunnat eliminera onödigt tidsspill, reducera kostnaderna och höja kvaliteten i dessa skeden. På samma sätt kan informationsutbytet förbättras mellan entreprenör och materialleverantörer i produktionsskedet. Man skulle kunna eliminera de långa ledtiderna och den bristfälliga koordinationen som gör det svårt att med säkerhet veta att material och andra resurser finns tillgängliga på det sätt som produktionsplanerna förutsätter.

## **Projektets syfte**

Projektet syftar till att utvärdera potentialen av ökad koordinering mellan de olika aktörerna i ett byggprojekt med särskild tonvikt på materialförsörjningskedjan. Vilka vinster man kan uppnå, vilka tekniska och organisatoriska barriärer finns och vilka risker är förknippade med användandet?

## **Disposition av rapporten**

I denna rapport diskuteras resultaten av forskningsprojektet i två delar. I ett första avsnitt, baserat på litteraturstudier och intervjuer med olika aktörer i byggindustrin, diskuteras vad som avses med koordinering av aktiviteter och aktörer in en försörjningskedja. Vidare redovisas olika principiella modeller för koordinering med organisatoriska konsekvenser.

I en andra del adresseras ”informationstransparens” i byggproduktionens försörjningskedjor. Webserviceteknik och byggproduktmodeller utnyttjas för att möjliggöra informationsdelning i realtid och flexibel rapportering. Ett system som utvecklats inom projektet, SC Collaborator, redovisas tillsammans med ett praktiskt verkligt användningsscenario.

## **Del I**

# **Aktivitetskoordinering för ökad effektivitet i byggbranschen**



## Koordinering

Begreppet koordinering är ofta använt för att identifiera ett behov av kommunikation och samarbete, både inom och mellan företag. Det finns ett antal förutsättningar relaterat till ett identifierat koordineringsbehov, ett av dessa är ett beroendeförhållande mellan individuella aktiviteter. Detta är något som vi återkommer till. Först och främst anses det viktigt att utforska koordineringsbegreppet som sådant, detta för att om möjligt skapa sig en uppfattning om begreppets innebörd och användningsmöjligheter.

Relaterat till denna insikt står det faktum att koordinering är ett begrepp som ofta används utan explicit definiering. Istället används det som om betydelsen är given och enhetlig, utan utrymme för tveksamheter eller tolkning. Vi kan snabbt konstatera att god koordinering ofta är mer eller mindre osynlig, tänk exempelvis på en väl fungerande produktionsprocess, detta medan dålig koordinering är lättare att identifiera, representerat av problem i produktionsprocessen, bristande lager, lågt resursutnyttjande etc. De tveksamheter som finns relaterat till begreppets innebörd och användning har lett till det upplevda behovet av utforskning av koordineringsbegreppet. Av denna anledning har en litteraturgenomgång, initialt fokuserad på organisationsteoretisk litteratur, genomförts. Detta med syfte att finna svar på hur koordinering och relaterade koncept definieras och relateras till varandra.

Först och främst ger litteraturen intrycket av att fokusera på utförandet av aktiviteter, betonandes behov av att hantera beroenden mellan aktiviteter (t ex. Richardson, 1972). Inte alltid används aktivitetsbegreppet explicit, exempelvis talar Coase (1937) om ”direction of production” och Thompson (1967) om ”the coordinated action between interdependent elements in the technical core of an organization”. Vidare finns det starkt relaterbara begrepp som integration och samarbete mm.

Från ett organisationsteoretiskt perspektiv kan man dela in koordinering i extern och intern (med den enskilda organisationen som utgångspunkt). Ett exempel på en sådan distinktion presenteras av Richardson (1972) som separerar mellan *direction* (pågående inom en organisation), *cooperation* (pågående mellan två olika organisationer som ser ett behov av att förhålla sig specifikt till varandra) och *market transaction* (representerandes det rena marknadsbaserade utbytet mellan olika organisationer). Den senare extremsituationen, där företag använder sig av prismetanismen för att relatera sina respektive verksamheter, är inte speciellt intressant ur ett koordineringsperspektiv. Istället är det vid situationer med ett upplevt behov av mer specifik, och innehållsrik, koordinering av aktiviteter som det finns upplevda fördelar med att på ett medvetet sätt koordinera specifika aktiviteter. Detta kan handla om allt från mindre anpassningar i

enskilda utbyten, exv. leverans av produkter vid en förbestämd tidspunkt, till mer genomgripande anpassningar, påverkande hur individuella företag lägger upp sina produktionsprocesser.

Från ett internt perspektiv skiljer Thompson (1967) mellan vad han kallar *the technical core* och *the boundary-spanning units* inom ett företag. Den tidigare upplever behov av koordinering, medan den senare är upptagen med att anpassa sig i enlighet med förutsättningar utanför kontroll för företaget. På detta sätt sker en distinktion mellan olika "nivåer" inom ett och samma företag, vissa hanterandes företagets värdeskapande aktiviteter, andra företagets interaktion med dess omvärld. Enligt March och Simon (1967), desto komplexare ekonomiska processer ett företag är involverat i, desto större behov för decentralisering, detta beroende på de kognitiva begränsningar som enskilda individer har. Det finns flera olika sätt att belysa denna problematik, generellt handlar det om balansen mellan integration och differentiering, detta för att hantera både den interna organisationens krav och krav från omgivningen. Detta balanseringsbehov tydliggör två begrepp av betydelse för koordineringsdiskussionen; beroenden och osäkerhet.

En förutsättning för intresse av koordinering är beroenden mellan aktiviteter. Utan beroenden finns det inget behov av koordinering, givet att det då inte finns något objekt för koordinering. Enligt flera referenser är det av denna anledning viktigt att reflektera över olika typer av koordinering och beroenden. Thompson (1967) separerar av denna anledning mellan *pooled*, *sequential* och *reciprocal* beroenden mellan aktiviteter. Beroende på vilken typ av beroende som dominerar så argumenterar han för olika sätt att koordinera. Med en lösare typ av beroenden, *pooled*, anses det vara lämpligt att standardisera aktiviteter. Givet att beroendena är av sekventiell natur anses planering lämpligt som svar, detta medan mer komplexa ömsesidiga beroenden kräver ömsesidiga anpassningar mellan aktörer. Dessa olika koordinativa svar på beroendesituationer är i ökad utsträckning kostsamma att koordinera, relaterat till ett ökat behov av kommunikation och beslutsfattande. Samarbete mellan organisationer anses vara av stor betydelse för att hantera aktivitetsberoenden, betonat av bl.a. Richardson (1972).

Osäkerhet identifieras som centralt för förklaring av svårigheten relaterat till att koordinera aktiviteter över tid. Osäkerhet relaterar till behovet av informationsutbyte inom en organisation, representerandes dynamik i omgivningen, resulterandes i behovet av att balansera mellan flexibilitet å ena sidan och samarbete och koordinering å andra. Detta tänkande är nära besläktat med tankar från Lawrence och Lorsch (1967), vilka betonar betydelsen av faktorer i omgivningen för en organisations prestation.

I senare koordineringslitteratur, vilken befinner sig utanför ren organisationsteori, och ofta fokuserar på mer specifika områden inom vilka koordinering av aktiviteter anses

viktigt, är det flera referenser som identifierar ”komponenter” av koordinering. Malone (1988) identifierar de koordinerade objekten till aktiviteter, vilka i sin tur blir utförda av aktörer. Aktiviteter ses som en nedbrytning av mål och definierade uppgifter. Samma författare separerar mellan aktiviteter beroende på om de är koordinerings- eller produktionsaktiviteter. Koordineringsaktiviteter syftar här på behovet av informationsutbyte relaterat till det faktum att det är fler än en aktör involverad i en given situation. Aktörer utgörs här av organisationer eller individer, men enligt Malone (1988) kan även maskiner inkluderas under detta begrepp.

Beroenden ses som centrala också i den senare koordineringsforskningen. Malone och Crowston (1990) identifierar tre olika typer av beroenden mellan aktiviteter, *prerequisite*, *shared resource* och *simultaneity*. Den första handlar om närvaron av sekventiella beroenden mellan aktiviteter, en aktivitet måste färdigställas innan nästa kan genomföras. Den andra handlar om aktiviteter som är kopplade genom gemensamt resursutnyttjande (pekandes på utnyttjande av skalekonomier). Den sista handlar om att två eller flera individuella aktiviteter behöver utföras vid samma tillfälle. Denna indelning kommer återkommas till senare i denna genomgång när det är dags att relatera till aktivitetsberoenden utifrån ett byggperspektiv.

Olika koordineringsbehov, vilka uppstår ur de beroenden som finns mellan aktiviteter, hanteras genom användande av lämpliga koordineringsmekanismer. Enligt vissa referenser, exv. Faraj och Xiao (2006), är det just integrationen mellan aktiviteter som kan uppnås genom lämpliga koordineringsmekanismer. Också andra hänsyn anses viktiga att ta, inte minst relaterade till förutsättningarna i omgivningen. Identifierade koordineringsmekanismer är exempelvis arbetsgrupper, möjliggörande interaktion mellan individer, eller arbetsrutiner, minimerandes behov av interaktion. Det finns således två sätt att förhålla sig till behovet av koordineringsmekanismer, antingen finner man vägar som möjliggör och underlättar det behov av interaktion som aktiv koordinering kräver, eller så skapar man strukturer som minimerar behovet av aktiv koordinering. Denna distinktion kan göras genom att man separerar mellan koordineringsmekanismer med hög respektive låg bandbredd.

En avslutande reflektion relaterad till ett upplevt behov av att koordinera aktiviteter finns de kostnader som följer med ett uttalat behov av koordinering. Det är viktigt att inte glömma de kostnader som är relaterade till omfattande koordinering, exempelvis gällande informationsutbyte. Malone (1988) definierar koordineringskostnader som relaterande till “*cost of maintaining communication links between actors and the cost of exchanging “messages” along these links*”, betonandes koordineringens kommunikationsbehov.

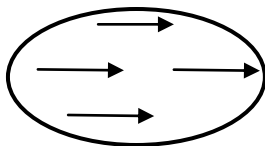
## Aktivitetskoordinering i bygg- att bygga ett analytiskt ramverktyg

Genom att ta utgångspunkt i individuella aktivitetsberoenden för att fånga koordineringsbehov tror vi oss kunna utveckla ett analytiskt ramverk för analys av nätverk av aktivitetsberoenden inom bygg. Detta stycke kommer därför starta i den individuella aktiviteten och beskriva hur den hänger ihop med sin omvärld. Den industriella verkligheten kan conceptualiseras som bestående av ett stort antal aktiviteter av olika slag. Genom att fokusera på den enskilda aktiviteten kan den ses som havandes ett generiskt värde, tänk exempelvis på en produktions- eller utbytesaktivitet.



Figur 1. En individuell aktivitet, avbildad som en pil (visandes riktning).

Någon måste utföra den identifierade aktiviteten, en aktör, här identifierad som ett företag. Vanligtvis utför ett och samma företag ett antal olika aktiviteter, vilka hänger ihop med olika styrka och på olika sätt, betänkt exempelvis de olika stegen i en produktionsprocess. Dessa beroenden fångas inte genom analys av enskilda aktiviteter, istället blir det viktigt att inkludera alla företagets aktiviteter i analysen. I figuren nedan avbildas ett företag (cirkel) utförandes fyra individuella aktiviteter. Dessa aktiviteter måste utföras så väl som möjligt i enskildhet, men även relateras till varandra på ett fördelaktigt sätt. Det är exempelvis inte någon poäng i att maximera en aktivitet i en produktionsprocess om efterföljande aktiviteter inte kan absorbera den output som kommer, då skapas istället flaskhalsar i produktionen. Det är först när vi observerar ett antal relaterbara aktiviteter på detta sätt som vi identifierar behovet av koordinering.

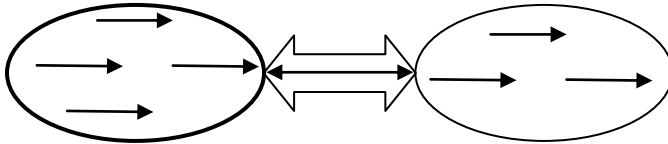


Figur 2. Ett företag utförande fyra aktiviteter, vilka behöver relateras till varandra.

Denna avbildning betonar identifieringen av ett företag som en samling aktiviteter (Gadde och Håkansson, 2001). För det enskilda företaget är det viktigt att utnyttja befintliga resurser på bästa tänkbara sätt vid utförandet av dessa aktiviteter. Detta relaterar till fördelen med ett högt resursutnyttjande. Detta sekundära företagsmål betonar fördelarna med att fånga olika aktiviteter i behov av samma typ av resurs inom ett och samma företag. Genom gemensamt resursutnyttjande kan bl.a. skalekonomier uppnås.

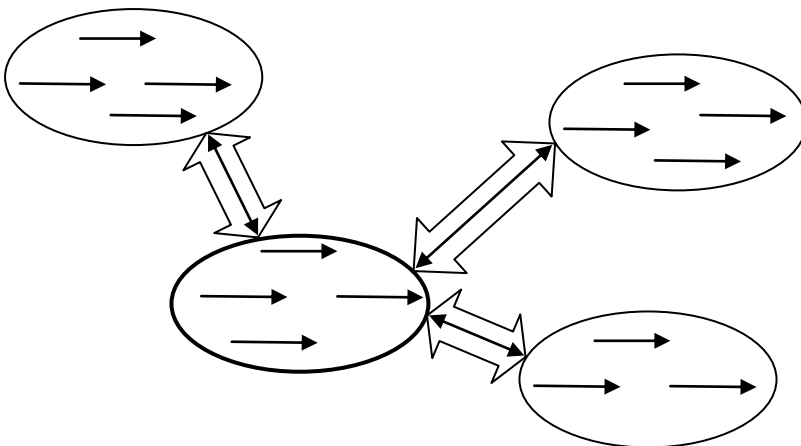
Utvecklandes detta ytterligare behöver vi gå utanför det enskilda företagens gränser. Det blir då tydligt att ett företag har aktivitetskopplingar till andra företag, exempelvis

leverantörer och kunder. Givet dessa inter-organisatoriska beroenden blir uppfyllandet av ett enskilt företags skalekonomi något mer problematiskt. Företaget måste anpassa sig efter de förutsättningar som leverantörer och kunder ger och kan således inte nödvändigtvis optimera utifrån sin interna situation. Bilden nedan indikerar ett sådant inter-organisatoriskt aktivitetsberoende, i det fallet till en kund. Aktivitetsberoendet ligger som en del av den relation som företaget har med varandra och som också kan inkludera beroenden i resurs- och aktörsdimensionerna. Detta indikeras av den större, dubbelriktade pilen, inom vilken aktivitetsberoendet ligger som en del.



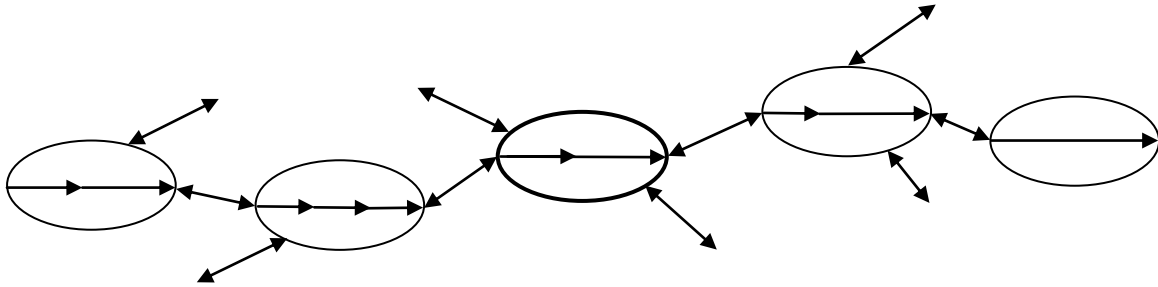
Figur 3. Det enskilda företaget involverat i en affärsrelation med ett annat företag till vilket det levererar någon form av output.

Det finns ett dyadiskt beroende mellan de två företagen, detta medan det specifika aktivitetsberoendet kan vara av många olika typer. Utgående från de enskilda företagens interna aktiviteter så måste de förhålla sig till varandra, genom anpassningar av olika slag. Om behovet av anpassningar blir kostsamt i form av inskränkningar på det enskilda företags oberoende och effektivitet kanske utbytet mellan företagen är av relativt standardiserad natur, å andra sidan kanske anpassningar anses gagna båda företagen, vilket då leder till en högre grad av anpassning inom relationen. De flesta företag har ett större antal kunder och leverantörer, betonandes behov av att förhålla sig till alla dessa på samma gång.

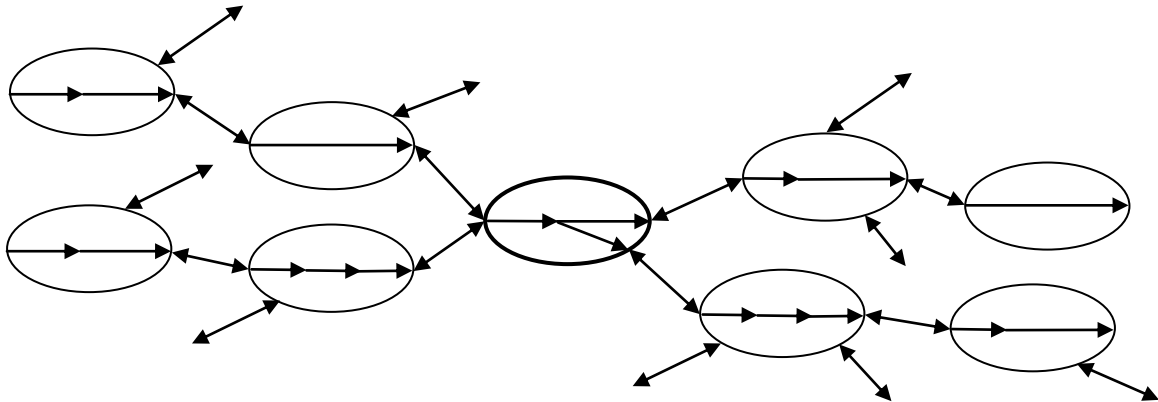


Figur 4. Det enskilda företaget involverat i tre olika affärsrelationer.

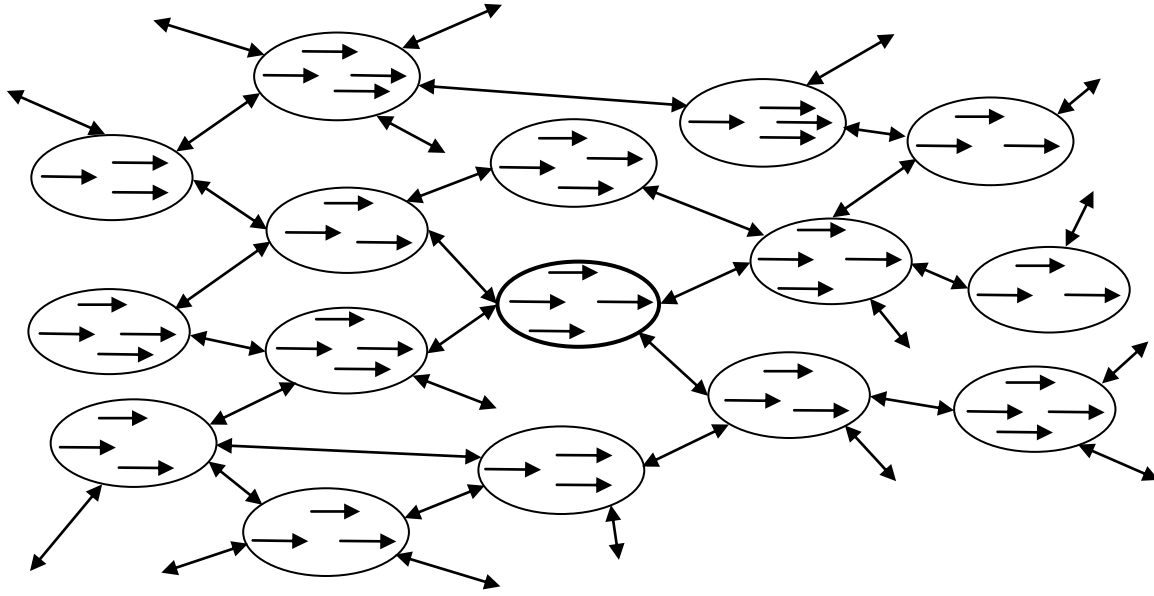
Av denna insikt följer nya komplikationer relaterat till det enskilda företags interna aktiviteter. Om ett företag endast hade att anpassa sig till en enskild motpart hade det varit relativt okomplicerat att integrera med avseende på denna, för att sedan anpassa sina interna aktiviteter och möjliggöra fortsatt fokus på skalekonomier. Givet ett stort antal affärsrelationer för varje företag kompliceras detta, inte minst när man betänker att även indirekta relationer kan påverka det enskilda företaget. Detta betonas i bilderna nedan, där en nätverksstruktur av affärsrelationer och aktivitetsberoenden uppstår sig.



Figur 5. Det enskilda företaget har affärsrelationer med företag som i sin tur har egna, exempelvis leverantörer och kunder. Detta resonemang betonar sekventiella beroenden mellan aktiviteter, något som betonas inom ”Supply Chain Management” litteraturen.



Figur 6. Vidare är varje enskilt företag involverat i ett flertal sådana kedjor, detta inte minst beroende på företags mål att utnyttja sina resurser på bästa möjliga sätt.



Figur 7. Avslutningsvis expanderar man analysen genom att erkänna samtliga företags individuella omvärld, vilken leder till ett nätverksperspektiv på aktivitetsberoenden.

Detta perspektiv identifierar två principiella begreppspår, koncept, som kan vara användbara för analys av aktivitetsberoenden. Utgående från nätverksbilden ovan kan vi urskilja en riktning av de aktiviteter som utförs, från vänster till höger. Detta representerar ett produktrelaterat flöde, från råmaterial till färdig produkt i händerna på den slutgiltiga konsumenten. Denna riktning betonar också de sekventiella beroenden som finns mellan aktiviteter. Att aktiviteter är beroende sekventiellt är snabbt identifierbart vid observation av de olika stegen i exempelvis en produktionsprocess. De begrepp som kan användas för att analysera detta beroende är komplementaritet och nära komplementaritet (Richardson, 1972). Komplementaritet beskriver en situation i vilken två aktiviteter representerar olika faser av en produktionsprocess och kräver koordinering. Detta medan en nära komplementaritet innebär att det är två specifika aktiviteter som är riktade mot varandra. Dessa två begrepp representerar på detta sätt skillnaden mellan standardiserade och kundanpassade aktiviteter. Från ett sekventiellt perspektiv behöver ett företag utföra aktiviteter som identifieras av både komplementaritet och nära komplementaritet. Detta för att erkänna behovet av att utföra aktiviteter som exempelvis möjliggör skalekonomier, samtidigt som man gör Anpassningar till enskilda affärsrelationer. Det andra begreppsparet är similaritet och variation, dessa begrepp identifieras ur nätverksbilden genom att erkänna ett parallellt beroende mellan aktiviteter. Såsom de används här betonar similaritet mellan aktiviteter att de kan genomföras med hjälp av samma resurs. Alltså är similaritet viktigt för skalekonomi och en orsak till att företag ofta är involverade i mer än bara en enskild materialförsörjningskedja (eller

supply chain). Man vill helt enkelt använda sina resurser på bästa möjliga sätt genom att finna aktiviteter som kan dela resurser.

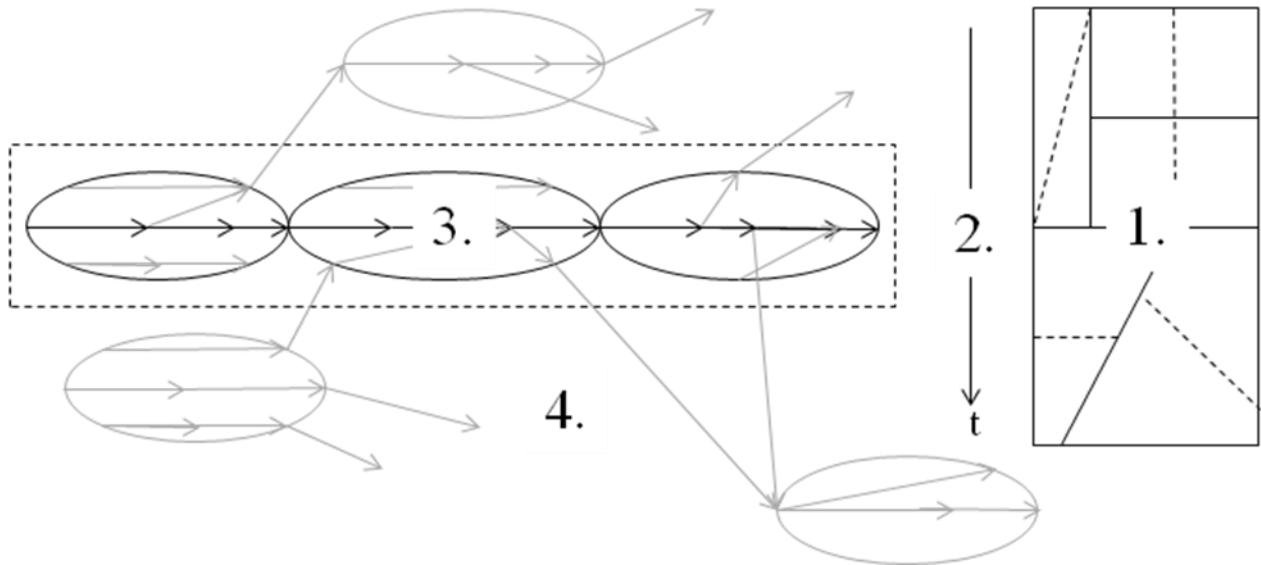
Utgående från denna explorering har vi identifierat sekventiella och parallella beroenden mellan aktiviteter i nätverket ovan. Alltså är det sådana aktivitetsberoenden som vi bör hålla ögonen på vid skapandet av ett analytiskt ramverk för att förstå byggkontexten.

## **Avslutande reflektioner**

Utgående från det enskilda byggprojektet, där startpunkten utgörs av att ett antal aktörer identifierar ett behov av att bygga, behöver man först besluta om vad man ska bygga, i nästa steg vilka aktörer som ska involveras, i form av underentreprenörer etc. Denna fas består av planeringsaktiviteter som kännetecknas av interaktion mellan involverade aktörer. De underliggande aktivitetsberoendena identifieras som reciproka och av den anledningen inte möjliga att hantera utan relativt stort informationsutbyte etc. Även under själva genomförandet, själva produktionen av konstruktionen, kännetecknas aktivitetsberoendena av en reciprok logik som kräver interaktion för att kunna hanteras. Skillnaden här är att två olika typer av aktiviteter är i fokus, först planeringsaktiviteter sedan produktionsaktiviteter.

Nästa steg når man genom att identifiera behovet av resurser för att kunna genomföra aktiviteterna inom projektet. Detta resursbehov identifieras empiriskt som behovet av material, vilket i sin tur kommer från olika involverade leverantörer. Utifrån projektet är det viktigt att dessa material kommer i rätt tid och rätt kvantitet. Materialleveranserna är därför relaterade genom att de behöver synkroniseras med avseende på det aktuella projektet. Vidare, de enskilda materialen representerar bakomliggande materialförsörjningskedjor, vilka uppvisar en huvudsaklig sekventiell logik med avseende på aktivitetsberoenden. Av den anledningen kan de analyseras med tidigare introducerade begrepp; komplementaritet och nära komplementaritet. Tittar man sedan noggrannare på de enskilda aktörer, företag, involverade i materialförsörjningen så upplever dessa ett behov av att nyttja sina resurser på ett så effektivt sätt som möjligt. Av denna anledning behöver man ta hänsyn till similaritet mellan aktiviteter. Tydliggjort i nedanstående figur, denna nedbrytning av byggnätverket tillåter identifiering av fyra olika typer av aktivitetsberoenden och tillsammans med dessa även olika sätt för hantering av dessa. Det är med avseende på dessa identifierade beroenden, och begrepp för att hantera dessa, som den fortsatta forskningen tar sin utgångspunkt.





Figur 8. Inom projektet (1) är aktiviteterna reciprokt beroende, både i planerings- och utförandeskedet, och kräver således interaktion mellan aktörer för att hanteras. Mellan projektet och de inkommande materialförsörjningskedjorna (2) identifieras beroendet mellan aktiviteter huvudsakligen ha att göra med synkronisering av inkommande material. I de enskilda materialförsörjningskedjorna (3) är det en stark sekventiell logik som råder, något som kan analyseras med begreppen komplementaritet och nära komplementaritet. Genom att också erkänna enskilda företags behov av att utnyttja sina resurser på ett effektivt sätt ökar omfattningen av analysen från enskilda materialförsörjningskedjor till komplexa nätverk av försörjningskedjor som är beroende av varandra (4).

## **DEL II**

### **SC Collaborator**

**Ett serviceorienterat ramverk för integrering av  
försörjningskedjan i byggverksamhet**

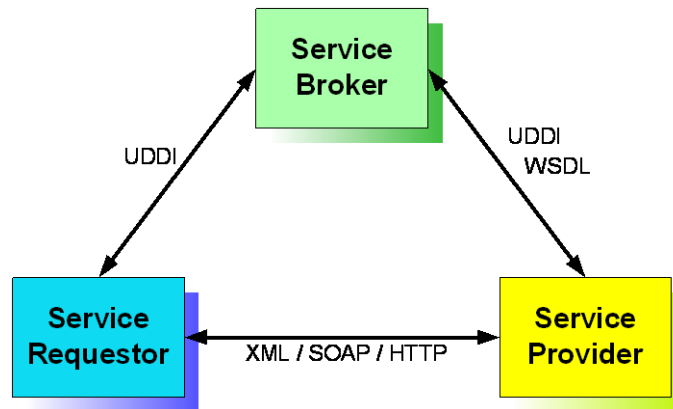
## **SCM i tillverkningsindustrin**

Det finns idag flera system på marknaden för ”Supply Chain Management” och många svenska företag har idag sådana system i drift. Funktionaliteten i dessa system inkluderar beslutsstöd, lagerstyrning, orderstyrning, produktionsplanering, prognossystem, leveransplanering, och transportstyrning. Det går dock inte att direkt implementera dessa system i ett byggföretag. Ett tillverkningsföretag har försörjningskedjor som är stabila över tiden medan byggprojekt är tillfälliga och en ny försörjningskedja måste konfigureras för varje nytt projekt. De system som finns på marknaden är också stora, komplexa, och mycket kostsamma att implementera. Det finns dock mycket att lära av dessa system, och i projektet kommer en analys av ett par system att granskas.

## **Web service och agentteknik**

En ”Webservice” kan beskrivas som en speciell funktionalitet levererad med hjälp av Internetprotokoll och som utför en tjänst åt användare. Det är idag enkelt att via Internet sköta ett bankkonto, köpa böcker eller biljetter och spåra paket som skickas över hela världen. Det är inte lika enkelt att utföra lite mera komplexa uppgifter som måste delas upp i deluppgifter som var och en måste hanteras av olika webbtjänster. Organisationer vars system samarbetar över Internet måste för att få detta samarbete att fungera automatiskt integrera många webbtjänster. Det finns idag standards för att få olika webbtjänster att kommunicera med varandra oavsett vilken hårdvara eller operativsystem parterna använder.

En typisk arkitektur för Webservice består av tre delar: själva tjänsten (”service provider”), en som frågar efter tjänsten (kunden) och en ”förmedlare” (”service broker”). Flera standards krävs för att ett komplext webbtjänstsystem skall fungera. En enkel illustration av komponenterna och några standards framgår av figur 1.



**Fig. 1** Arkitektur för Webtjänster

Det system som byggts i detta projekt baseras på dessa standards. Vidare har förutsättningarna för att integrera dem med standards för produkt- och processmodeller för byggandet studerats. Själva idén med ett integrerat webbtjänstsystem är att det skall få olika funktioner att samarbeta automatiskt. Eftersom systemet skall fungera automatiskt, datorer ”pratar” med andra datorer (”peer-to-peer”), krävs att det också finns ”programmerade aktörer”, agenter.

I ett SCM-system måste många olika system ”prata” med varandra. Agenter måste komma åt produktdata och jämföra med leveransplaner etc. I projektet har ett begränsat antal funktioner integrerats. Mycket data har hämtats från produktmodeller. Flera europeiska projekt har resulterat i kunskap om hur man kan utnyttja produktmodeller i upphandlingar. Det har visat sig fullt möjligt att ”automatisera” en stor del av arbetet i en upphandlingsprocess. Dessa erfarenheter har varit en viktig utgångspunkt i detta projekt.

## Motivation

Värdet av en intergrering av försörjningskedjan (supply chain) har påvisats inom många industrier (Morash and Clinton 1998; Simatupang et al. 2002). En integrering av försörjningskedjans partners hjälper till att reducera kostnader, öka servicenivån, förbättra lyhördheten inför förändringar, och bättre utnyttja resurser. Kvaliteten på beslutsfattande ökar också. I en integrerad försörjningskedja delas informationen och blir tillgänglig för de medverkande intressenterna. Detta förbättrar försörjningskedjans transparens och undviker fördröjning och förvanskning av information. Brist på full transparens gör företag sårbara för problem vad gäller kvalitets- och servicenivå hos affärspartners och de blir därför föremål för oförutsebara risker i projektförloppet. Informationsfördröjning och förvanskning leder till suboptimala aktiviteter och orsakar

det välkända "bullwhip"-fenomenet (Lee et al. 2004), en situation som karakteriseras av att fluktuationen i en efterfrågesignal tenderar att öka uppströms längs en försörjningskedja.

New (1997) och Cox (1999) har föreslagit att forskning inom byggverksamhet bör fokusera på att utveckla interaktiva inter-organisatoriska relationer. Man hävdar att byggindustrin är den minst integrerade av alla större industrisektorer (Fearne and Fowler 2006). Industrins högt fragmenterade natur (entreprenörer, underentreprenörer, arkitekter, ingenjörer, etc) utgör en betydande utmaning vad gäller företagssamverkan inom byggandet. Som exempel kontrollerar de åtta största arkitekt-, ingenjör- och entreprenadföretagen (AEC) mindre än tjugo procent av marknadsandelarna av den amerikanska byggnadsindustrin, vilket kan jämföras med förhållandet inom flygindustrin där de största företagen kontrollerar över sjuttio procent av all verksamhet (Luening 2000). Detta antyder att byggnadsindustrin består av ett oräkneligt antal företag av vilka de flesta är (till storleksordningen) små och mellanstora företag. Dessa AEC-företag tenderar att använda olika plattforms- och mjukvaruapplikationer för sin egen verksamhet, vilket leder till tekniska utmaningar för samordning mellan de olika företagen som medverkar i ett byggprojekt.

Byggprojektens karaktär av temporära verksamheter försvårar också samordningen av försörjningskedjan. Att dela information och att integrera system kräver mycket förtroende och samverkan. I byggandets försörjningskedjor, vars organisatoriska struktur ofta förändras, är det osannolikt att projektdeltagarna bygger upp tillräckligt förtroende och blir villiga till "sömlös" integrering utan långvariga partnerskap. En säker och kundanpassad plattform kan hjälpa till att etablera förtroende och stimulera till en samordning mellan kortlivade partnerskap. Plattformen måste också vara flexibel för att underlätta snabb konfigurering för flera ständigt nya förändringar i försörjningskedjan.

## **ERP - för integrering av försörjningskedjor i byggandet**

Några företag inom tillverkningsindustrin använder olika "management"-verktyg såsom "enterprise resource planning" system (ERP) inom försörjningskedjan för att integrera löst spridd information och en mångfald applikationer mellan samarbetspartners (Bergström & Stehn 2005; Shi & Halpin 2003). Dessa verktyg kan potentiellt förbättra transparensen genom att eliminera informationsstörning och reducera informationsförseningar (Akkerman et al. 2003). Dessa verktyg, som är utvecklade för att hantera försörjningskedjor inom tillverkningsindustrin är som regel inte lämpliga för byggverksamheten. De är huvudsakligen avsedda för stora handelspartners inom den stationära industrin. Konfigurationen av dessa verktyg tar vanligtvis mycken tid,

ansträngning och investering i anspråk. Inom byggnadsindustrin rör det sig däremot ofta om små företag, som inte har råd med enorma investeringar i informationssystem. Dessutom är byggnadsindustrins försörjningskedjor instabila och projektbaserade och de kräver ofta snabba systeminstallationer innan projektstarten.

ERP-systemen tillhandahåller en lösning på hur man kan koppla ihop försörjningskedjans parter och de har implementerats i många företag med e-business. Ett växande antal företag finner emellertid att den enorma investeringen i dessa system inte resulterar i den markanta förbättring av projektgenomförandet som man förväntat sig. Akkerman et al. (2003) drar följande fyra slutsatser från en förberedande studie om ERP-system: (1) oförmåga att dela interna data effektivt med försörjningskedjans partners tvärs över organisationsgränser, (2) inflexibilitet vid förändringar av försörjningskedjan, (3) brist på funktionalitet utöver hantering av transaktioner, och (4) brist på modulär och öppen systemarkitektur. Ett system med serviceorienterad arkitektur (SOA) kan överkomma alla dessa begränsningar.

## **Internet, Serviceorienterad arkitektur och Webservice**

Internet har kommit att framstå som det mest kostnadseffektiva sättet att etablera integration av försörjningskedjan på (Lee & Whang 2005). Eftersom Internet blivit allmänt och fritt tillgängligt (ubiquitous), är det naturligt att det användas av alla företag i många olika applikationer. Informationsteknologi och Internet har idag blivit allmänt utnyttjade i e-business och i projektledning också inom byggnadsindustrin. Olika webbaserade managementsystem för projekt har utvecklats. (Nitithamyong & Skibniewski 2006; O'Brian 2000) och många entreprenörer använder websidor för företag (enterprise web sites) eller specifika websidor (PSWS) för att dela information med andra parter, kunder och leverantörer.

Serviceorienterad arkitektur (SOA) är en modell för systemdesign som drar nytta av det standardiserade internetprotokollet. I SOA presenteras informationskällor och mjukvarufunktionaliteter som distinkta serviceenheter, vilka distribueras över ett nätverk och kombineras på olika sätt för att skapa "företagsapplikationer" för hantering av komplexa problem. SOA möjliggör dynamisk omkonfigurering av försörjningskedjor och gör dem lätt anpassningsbara för föränderliga företagsmodeller, ökande globalisering och övergripande samordning. Genom att använda en SOA-ansats konverteras informationskällor och system till modulära servicekomponenter, vilka kan identifieras, lokaliseras och åberopas av andra applikationer genom ett standardiserat protokoll. Servicekomponenterna kan återanvändas av multipla applikationer eller av andra tjänster som befinner sig inom nätverket. Denna "plug-and-play"-kapacitet tillåter en flexibel

(agile) utveckling och snabb omkonfigurering av system, väsentliga egenskaper för att bygga ett flexibelt system för snabbt föränderliga försörjningskedjor.

De traditionella ERP-systemens brister, som påpekats av Akkerman et al. (2003), kan överkommas med hjälp av SOA-filosofi. I SOA kan varje medlem av försörjningskedjan distribuera interna data till särskilda serviceenheter, som görs tillgängliga för handelspartners. Dessutom medger "plug-and-play"-kapaciteten i serviceorienterade system lätta och flexibla omkonfigurationer för att hantera förändringar i försörjningskedjans struktur. Serviceorienterade system tillåter inte enbart informationsöverföring över organisatoriska gränser utan möjliggör även anpassande av olika applikationer genom servicekomponenterna för att stödja utökade funktioner såsom beslutsfattande. Serviceorienterade system tillhandahåller också systemmodularitet och skalbarhet.

Webtjänster är de viktigaste byggstenarna i SOA. En webservice kan beskrivas som en specifik funktion, som levereras över Internet för att förse användare med information eller service genom interaktion mellan applikationer. En webservice är självständig och komplett och applikationen som använder webservicen blir oberoende av andra applikationer. En webservice är också självinstruerande i det att all information om hur man använder servicen kan erhållas från servicen själv. En implementering av en Webservice är ”inkapslad” (incapsulated) ur ett användarperspektiv. Som ett resultat kan integrerade webtjänster uppdateras eller bytas ut utan att det påverkar funktionaliteten av andra oberoende tjänster. Interoperabilitet uppnås också med webtjänster eftersom applikationer skrivna på olika språk och som använder olika operativsystem kan integreras via standardiserade plattformar.

En kombination av webtjänster behövs för att utföra komplexa uppgifter. Betrakta t.ex. en företagsprocess "utfärda inköpsorder" som kan kräva flera aktiviteter, såsom att lägga till ordern till produktionsplanen, sända bekräftelse till kunden, förändra orderns status och utfärda plocklista. Var och en av dessa aktiviteter skulle kunna separeras och distribueras som individuella webtjänster. En mekanism är därför nödvändig som integrerar den grupp av tjänster som krävs för att genomföra affärsprocessen. Det finns många utvecklingsansatser för att integrera webbaserade tjänster (Chafe et al. 2004; Cheng 2004; Greenwood et al. 2004), som behandlar mekanismer för att återropa, avsluta och orkestrera webtjänster.

## **SC Collaborator**

SC Collaborator är ett prototypsystem som utvecklats för Internet- och webportalteknologier. SC Collaborator, som är baserat på ett ”open source”

webportalsystem, implementerar SOA och tillhandahåller således modularitet, flexibilitet, utökad funktionalitet, möjlighet till kund Anpassning och ett enkelt användargränssnitt. Systemet understödjer ”Single Sign-On” (SSO), vilket möjliggör för användare att logga in en gång och få access till alla de applikationer som är integrerade i systemet utan att behöva logga in på nytt för varje applikation. Figur 1 visar portalsystemets hemsida där användare loggar in.

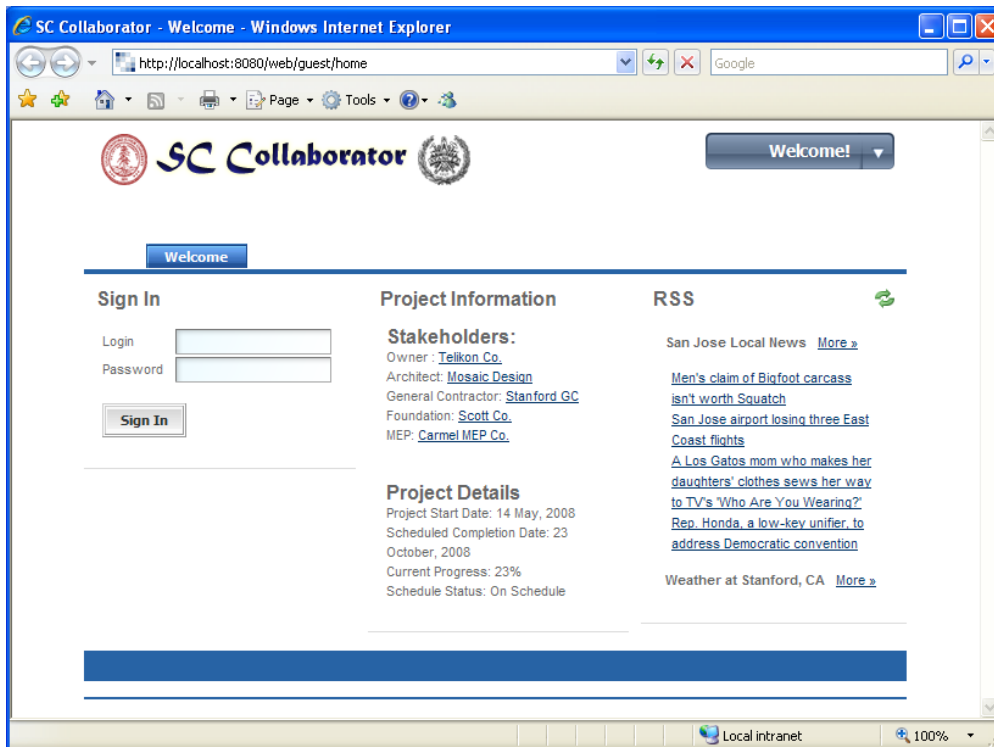


Fig.1 SC Collaborators hemsida

## Ramverk för en serviceorienterad portal

Löst kopplade(”decoupled”) webbtjänster kan aggregeras genom användandet av webportalteknologi. En webportal är en webbaserad applikation som agerar som inkörsport (gateway) till ett större system eller nätverk av webapplikationer. Det är ett användbart verktyg för att aggregera spridd, distribuerad information och tjänster i en enda accesspunkt (single point of access) oavsett var de är lokaliserade eller vilka lagringsmekanismer som används. Som illustreras i figur 1 är applikationer och information inslagen (wrapped) och distribuerade som individuella web portlets, vilka är enstaka webbtjänster, som ett webportalsystem kan integrera och återanvända. Web portlets är underordnade program (sub-programs) som innesluter (encapsulate) en enda eller ett antal webapplikationer. Portlets genererar bara ett fragment av en fullständig



HTML-kod och behöver därför inneslutas i ett portalsystem för att bli synligt och tillgängligt. Genom portalsystemet kan mångfaldiga informationskällor nås, hämtas och integreras i ett arbetsflöde eller i en försörjningskedja vilket illustreras av figur 2.

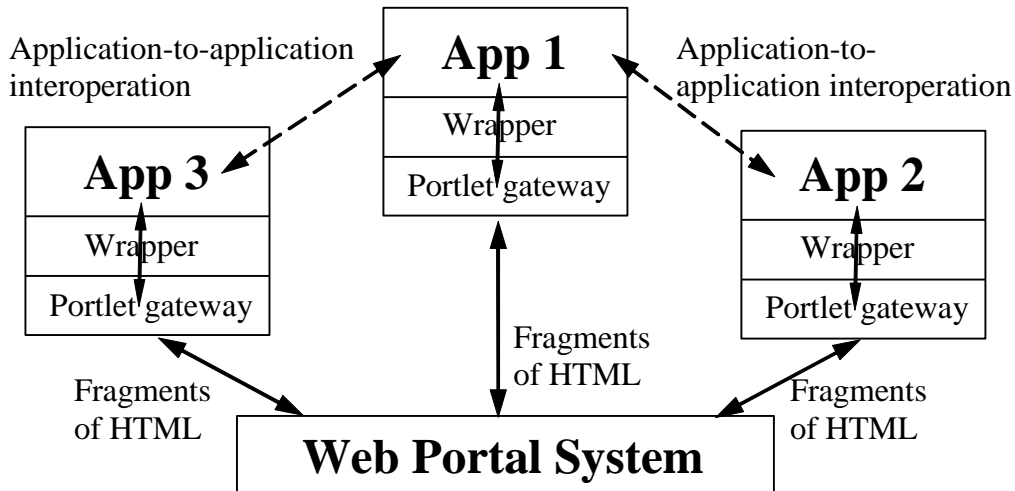


Fig.2 Konceptuellt ramverk för ett Webbaserat portalsystem

Webportaler har använts allmänt för att bygga intranät inom organisationer för hantering av information (content management) (Michelinakis 2004). De tjänstgör som datakataloger för information och dokument och för att lagra, publicera och hämta data. Tack vare sin säkerhet och möjlighet till kund Anpassning kan webportaler tillåta att vissa användare har access till känslig information. De gör det också möjligt för administratörer att hantera stora mängder information centralt. Det finns också ett ökande intresse att bygga portalsystem för samarbete mellan organisationer (cross-organization collaboration). Det finns emellertid föga om ens någon rigorös forskning rörande portaldesign, utveckling, underhåll och uppdatering för att underlätta för management att fatta beslut som berör försörjningskedjan (Vakharia 2002). Det finns ännu inte mycket erfarenhet av att använda webportalteknologi för att stödja samarbete och delning av information och samtidigt tillhandahålla funktionalitet för beslutsfattande i flera organisationer. I följande avsnitt presenteras SC Collaborator, som utvecklats för samordning av parter i ett byggprojekts försörjningskedja.

### Systemets arkitektur

Figur 3 visar en den principiella strukturen, eller systemarkitekturen, för SC Collaborator. Detta ramverk består av fyra nivåer av funktionalitet – kommunikation, portalens gränssnitt, affärsapplikationer samt databearbetning (extensible computing). Kommunikationsnivån erbjuder användarna en kommunikationskanal för att få access till systemet. Portalens gränssnitt utgör en enhetlig och användaranpassad plattform som ger

stöd åt användarens interaktion med systemet. Nivån affärsapplikationer erbjuder ett ramverk för att bearbeta olika affärsprocesser såsom beslutsfattande och åtkomst till externa datakällor, applikationer och tjänster. Databearbetningsnivån utgöres av ett flertal databaser, mjukvaruapplikationer och webbaserade tjänster som affärsprocesserna kan inkorporera för att stödja avancerade affärsfunktioner.

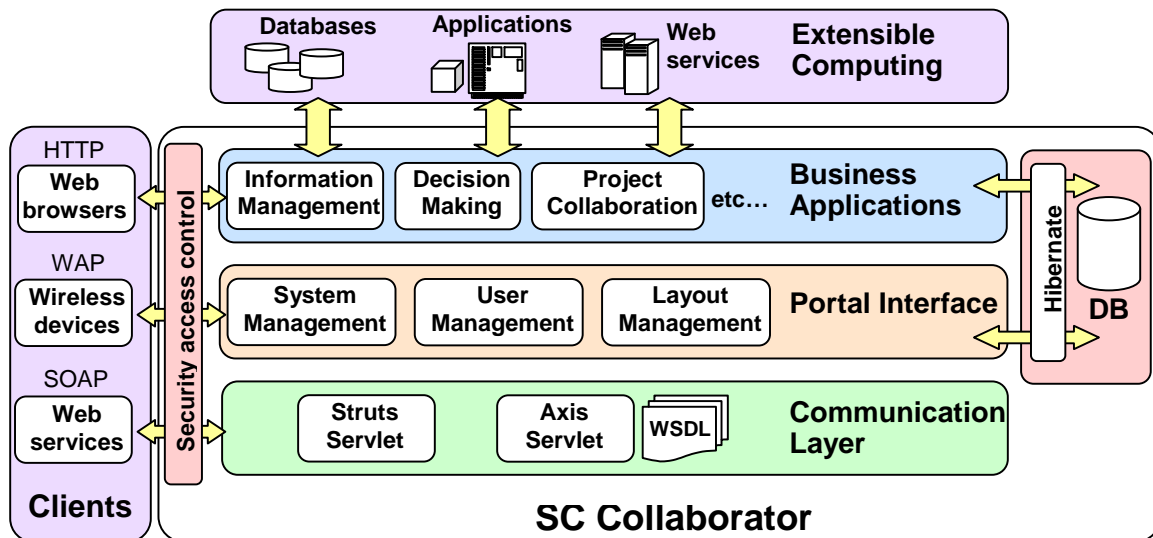


Fig. 3 SC Collaborators systemarkitektur

Denna flernivåarkitektur möjliggör en flexibel systeminstallation och underhåll eftersom varje nivå relativt enkelt kan modifieras eller ändras oberoende av varandra. Antag att en användare redan har installerat en kommunikationsapplikation i företagets server. För att installera SC Collaborator (SCC) på samma server, behöver användaren inte installera SCC:s kommunikationsnivå och köra både kommunikationsapplikationerna samtidigt på samma maskin, vilket skulle påverka resultatet negativt för båda applikationerna. Användaren kan extrahera övriga komponenter från SCC och installera dem tillsammans med den befintliga kommunikationsapplikationen. Denna flexibilitet ökar användbarheten och förenklar underhåll av systemet.

### 1. Kommunikationsnivån

En användarvänlig och lättillgänglig kommunikationskanal är avgörande för användbarheten av ett system. SC Collaborator använder Apache Tomcat, en plattform baserad på öppen källkod för att möjliggöra anslutning och access till systemet. Apache Tomcat är en populär och stabil "container" för webbapplikationer. Den fungerar som en behållare för Struts och Axel, och utgör plattform för själva portalen. Struts är en resident servlet i SCC som användarna access till system genom en webbläsare som använder

HTTP-protokollet. Servleten Struts ger också användarna trådlös access via WAP-protokoll.

En servlet Axis resident gör att portalens olika funktioner exponeras som standardiserade webbtjänster. De olika webbtjänsterna beskrivs med hjälp av Web Service Definition Language (WSDL) vilket gör det möjligt att identifiera och anropa dem. Figur 4 visar WDSL+ beskrivningen för en enkel portalfunktion som skickar inköpsorder till leverantörer. Användare kan begära information från systemet och utföra interna operationer via ett enkelt protokoll, SOAP (Simple Object Access Protocol). Många programmeringsspråk såsom Java och kommersiella programvaror som Microsoft Excel har utvecklat en infrastruktur för att anropa webbtjänster genom SOAP-meddelanden. Möjligheten att representera interna funktioner som webbtjänster utökar väsentligt tillgängligheten av systemet.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <wsdl:definitions targetNamespace="urn:http.service.material_buyer.portlet.ext.com"
  xmlns:apacheSOAP="http://xml.apache.org/xml-soap"
  xmlns:impl="urn:http.service.material_buyer.portlet.ext.com"
  xmlns:intf="urn:http.service.material_buyer.portlet.ext.com"
  xmlns:soapenc="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
  xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/"
  xmlns:wsdlsoap="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap/"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
+ <!-- -->
- <wsdl:types>
- <schema
  targetNamespace="urn:http.service.material_buyer.portlet.ext.com"
  xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <import namespace="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/" />
+ <complexType name="ArrayOf_xsd_string">
+ <complexType name="ArrayOf_xsd_int">
+ <complexType name="ArrayOf_xsd_double">
  </schema>
</wsdl:types>
<wsdl:message name="addPurchaseOrderResponse" />
+ <wsdl:message name="addPurchaseOrderRequest">
- <wsdl:portType name="MaterialBuyerServiceSoap">
- <wsdl:operation name="addPurchaseOrder" parameterOrder="orderId
  orderNumber fromCompany itemId productCode product modelNumber
  material color quantity unitPrice totalCost">
  <wsdl:input message="impl:addPurchaseOrderRequest"
    name="addPurchaseOrderRequest" />
  <wsdl:output message="impl:addPurchaseOrderResponse"
    name="addPurchaseOrderResponse" />
  </wsdl:operation>
</wsdl:portType>
- <wsdl:binding name="Portlet_MaterialBuyer_MaterialBuyerServiceSoapBinding"
  type="impl:MaterialBuyerServiceSoap">
  <wsdlsoap:binding style="rpc"
    transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http" />
- <wsdl:operation name="addPurchaseOrder">
  <wsdlsoap:operation soapAction="" />
- <wsdl:input name="addPurchaseOrderRequest">
  <wsdlsoap:body
    encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
    namespace="urn:http.service.material_buyer.portlet.ext.com"
    use="encoded" />
  </wsdl:input>
+ <wsdl:output name="addPurchaseOrderResponse">
  </wsdl:operation>
</wsdl:binding>
- <wsdl:service name="MaterialBuyerServiceSoapService">
+ <wsdl:port
  binding="impl:Portlet_MaterialBuyer_MaterialBuyerServiceSoapBinding"
  name="Portlet_MaterialBuyer_MaterialBuyerService">
  </wsdl:service>
</wsdl:definitions>

```

Fig. 4 Exempel på WSDL-fil i SC Collaborator

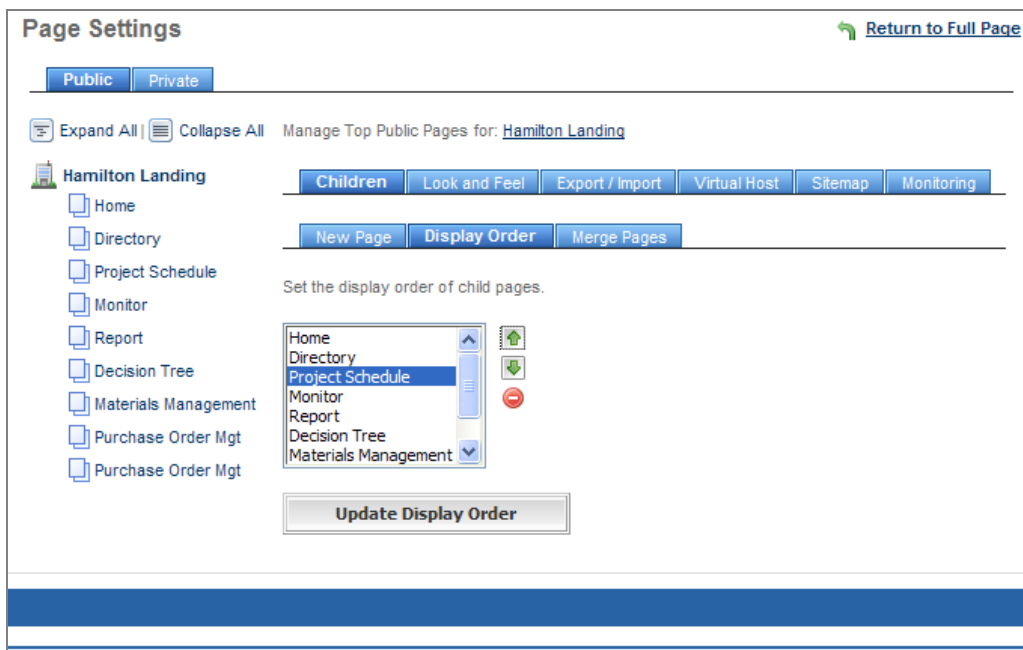
## 2. Portalens gränssnitt

SC Collaborators användargränssnitt är modulbaserat. Varje modul representerar ett projekt, en organisation eller en grupp av liknande affärsfunktioner. En enskild modul innehåller ett antal sidor, som alla kan integrera ett flertal applikationer (portlets). Konfiguration, behörigheter och layout kan användaranpassas för varje modul, sida och

portlet. Användargränssnittet inkluderar även säkerhetskontroll av systemet. Säkerhet är en viktig fråga för många företag. SCC tillhandahåller kontroll av användarens inloggning med lösenord, samt en kontroll av rätt till access av nivån för in webbtjänster. De olika portalfunktionerna i SCC kan exponeras på ett säkert sätt. Autentisering med användarnamn och lösenord krävs för att komma åt webbtjänster.

Administration av användare kan genomföras på olika nivåer; enskilda användare, organisationer, grupper eller roller. En användargrupp är till skillnad från organisationer, grupper av användare som kan komma från olika organisationer. Det kan till exempel vara en projektorganisation. En användare kan ingå i flera grupper, men kan endast tillhöra en organisation. Behörigheter av olika slag kan tilldelas enskilda användare, organisationer eller grupper av användare. Typ av behörighet beror på vilken roll användaren har. Rollerna i SCC är systemadministratör, moduladministratör, avancerad användare, modulmedlem, normal användare och gäst. Varje roll har en fördefinierad uppsättning behörigheter till systemet, och användargränssnitt varierar med vilken roll en användare har.

Trådlösa enheter, som mobiltelefoner, kan konfigureras med ett speciellt gränssnitt, vilket illustreras i figur 5. Systemadministratören kan lägga till och ta bort webbsidor, ändra layouter, definiera behörigheter och konfigurera olika typer av enheter. Detta säkerställer att rätt information levereras till rätt person vid rätt tidpunkt.



**Figure 5:** Layout management portlet i SC Collaborator

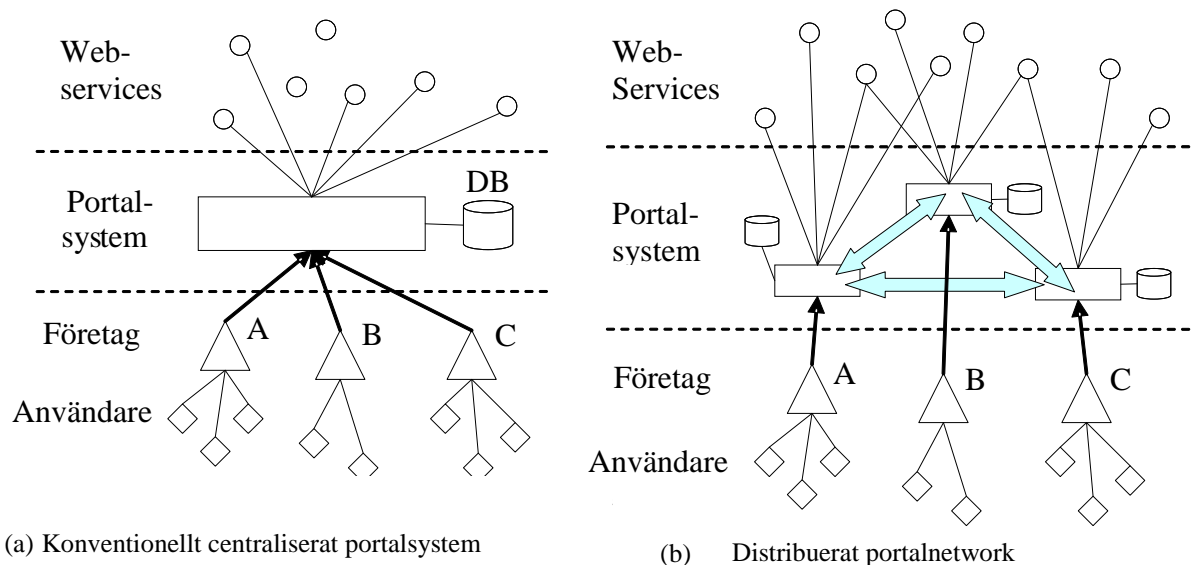
### *3. Nivån Affärsapplikationer*

Varje portlet för affärsapplikationer är självständiga moduler i SC Collaborator. Varje portlet utför en specifik uppgift, en affärsprocess. På Javaplattformen kan en portlet utföra beräkningar, köra andra program, ansluta till databaser och åberopa webbtjänster. Flera tjänster kan integreras i en en portlet för att genomföra olika affärsprocesser. Exempelvis integrerar den portlet i SCC som hanterar beställningsorder tre olika tjänster - tjänster som skickar inköpsorder till leverantörer, tjänster som övervakar status för varje beställning, och tjänster som utlöser tidiga varningssignaler då problem uppstår. En portlet kan också interagera med andra portletar för att lösa komplicerade affärsproblem. Applikationer i SCC är kompatibla med JSR 168, en standard för programmering av portletar. Detta innebär att portletar kan återanvändas av andra portalsystem.

### **Arkitektur: Decentraliserat Portalnät**

Webbportalteknik har använts av företag för "content management system" (CMS) och för att publicera webbsidor för hantering och delning av information. Ett portalsystem fungerar som en central källa för information och dokument. En del företag bygger intranät med hjälp av webbportaler på vilka användare får tillgång till känslig intern information och tillämpningar, samtidigt som administratören kan hantera en enorm mängd information centralt. Både för arkiv och intranät krävs en central server och databas för att stödja driften av ett centralt portalsystem.

Det är inte praktiskt möjligt att centralisera portalsystemet på detta sätt för en försörjningskedja eller för ett projektinformationssystem. Detta hänger samman med behovet av att skydda hemlig information och immateriella tillgångar. Företagen i försörjningskedjan föredrar att ha sina egna databaser och om det behövs, exponera känslig information (såsom vinstmarginal) endast till speciella partners och vid enstaka tillfällen. Användningen av en central databas gör inte heller företag benägna att dela sin egen information med sina partners. Av denna anledning baseras SCC på principen extranät fördelat över deltagande företag i försörjningskedjan. Skillnaderna mellan denna princip och en som baseras på en central databas illustreras av figur 6.



**Figure 6:** Konventionellt portalsystem och distribuerat portalnätverk

I den distribuerade nätarkitekturen, figur 6a, har varje organisation sin egen databas och portal och sitt eget portalsystem. Portalen kan fungera som ett intranät och internt CMS, samtidigt som det möjliggör informationsdelning över nätet. Ett konventionellt centralt portalsystem används för att integrera löst kopplade applikationer och att dela information mellan ett projekts deltagare oavsett från vilken partnerorganisation de kommer. Värde för databasen och portalsystemet kan vara ett av företagen i projektet eller ett fristående företag. De enskilda företagen är välkomna att ladda upp och dela med sig av sin information. I vilken omfattning känslig information laddas upp beror på vilken grad av förtroende som råder mellan samarbetsparterna.

I det distribuerade portalnätverket fördelas hantering och ägande av information mellan medverkande företag och användare. Det enskilda företaget kan bestämma vilka rättigheter ett partnerföretag under en viss tid skall ha att komma åt konfidentiella uppgifter och handlingar. Detta medger en bättre kontroll av hur information delas vilket leder till att företag kan vara mer villiga att samordna och dela med sig av sin information.

SC Collaborator baseras på en distribuerad portalnätarkitektur. Kommunikationen mellan enskilda portalsystem uppnås med standardiserade webbtjänster och språk, vilket illustreras i figur 7. Funktioner beskrivs med hjälp av "Web Service Description Language" (WSDL). Åberopande av funktioner sker med hjälp av SOAP (Simple Object Access Protocol) meddelanden. Kontakt mellan separata portalsystem kan därför lätt skapas så länge adressen till in Web Services ges.

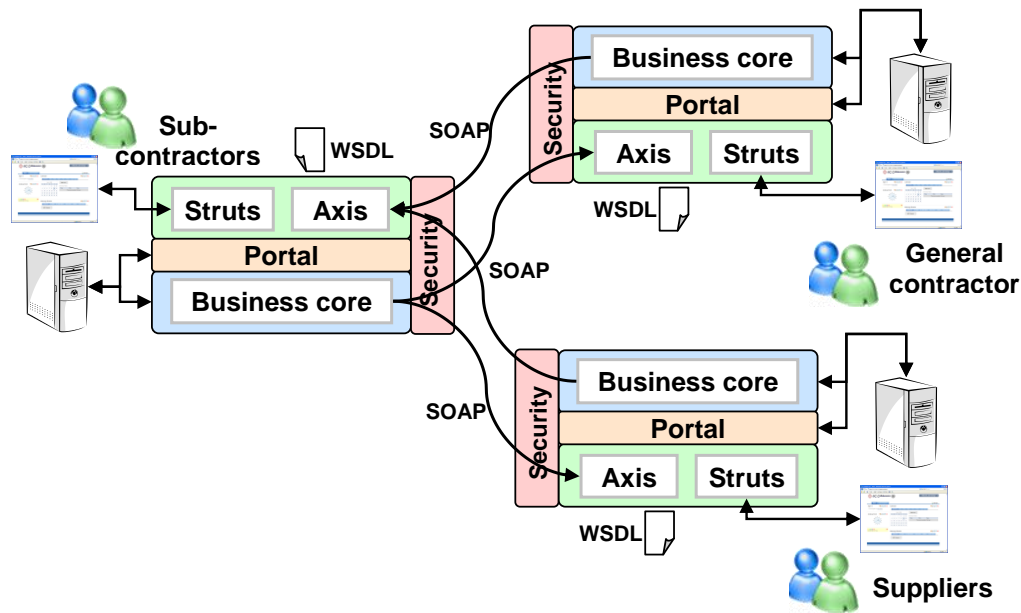


Figure 7. Det distribuerade portalnätverket som SC Collaborator utgör baseras på standards för webbtjänster

## Tillämpningsexempel

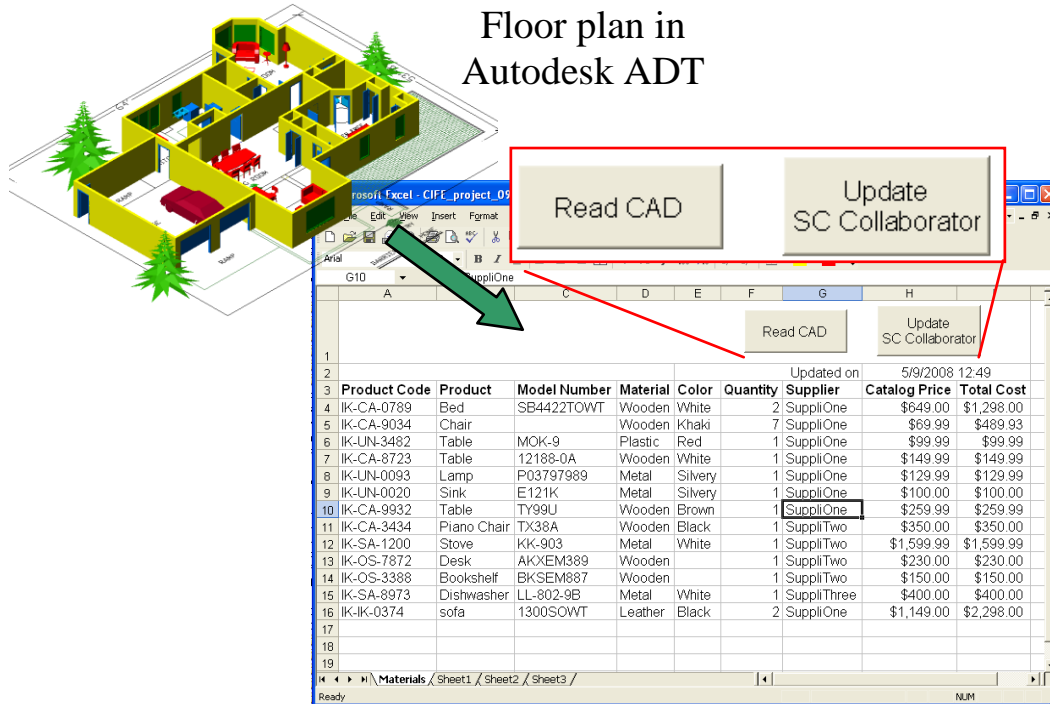
För att illustrera hur SC Collaborator (SCC) kan användas i ett byggprojekt beskrivs hur en e-upphandling kan gå till. I exemplet förutsätts att SCC (portalsystem) har installerats i medverkande företag. Scenariet visar på möjligheten att använda SCC för att ansluta olika distribuerade webb-applikationer och system, och hur portalnätet fungerar som en kommunikationskanal mellan byggprojektets deltagare.

De flesta elektroniska upphandlingssystem tar lång tid att konfigurera och det är besvärligt att upprätta kommunikationen mellan köpare och leverantörer. I SCC går detta snabbt och samarbetspartners och kommunikationskanaler kan enkelt läggas till eller tas bort tack vare att systemet baseras på SOA (Service Oriented Architecture). Det enda som krävs är att konton upprättas/tas bort och att IP-adresser görs kända.

I exemplet, arbetar en inredningsarkitekt med en huvudentreprenör GenCon. Olika komponenter (t.ex. möbler) med tillhörande information extraheras från Autodesk Architectural Desktop (ADT) till Microsoft Excel (Figur 8). En förteckning över komponenter som skall upphandlas etableras i SCC. Inköpare i GenCon kan logga in på SCC och utvärdera upphandlingslistan som upprättats av inredningsarkitekten. Som visas i figur 9, lagrar systemet informationen och håller reda på alla produkter och uppdaterar status för varje objekt. Genom att markera objekt och löpnummer ("OH-whx-90" i detta



fall), kan en elektronisk beställning enkelt skapas och skickas till de utvalda leverantörerna genom webbtjänster.



Figur 8. Extrahering av produktinformation för ett våningsplan i Autodesk ADT till ett kalkylark i Microsoft Excel.

Project Schedule | **Materials Management** | Purchase Order Mgt

Material Management - Buyer

New PO Number: OH-whx-90

Submit Purchase Order

Select supplier company:

SuppliOne Find

SuppliOne  
SuppliThree  
SuppliTwo

List of Materials from Supplier "SuppliOne"

Product Code	Product	Model Number	Material	Color	Quantity	Price	Total Cost	Status	Purchase Order Nu
<input type="checkbox"/> HD-GS-8973	Washing Machine	LSGB	Metal	White	1	\$400.0	\$400.0	Proposed	N/A
<input type="checkbox"/> HD-SA-8934	Dryer	DG-803-9B	Metal	Blue	2	\$300.0	\$600.0	Confirmed	PO-890x-sh
<input type="checkbox"/> IK-4ty-8973	Kitchenware	32-94gB	Metal	Black	1	\$240.0	\$240.0	Rejected	PO-890x-sh
<input type="checkbox"/> IK-CA-0789	Bed	SB4422TOWT	Wooden	White	2	\$599.0	\$1198.0	Proposed	N/A
<input type="checkbox"/> IK-CA-8723	Table	12188-0A	Wooden	White	1	\$149.99	\$149.99	Confirmed	PO-UW-h3lx
<input type="checkbox"/> IK-CA-9034	Chair		Wooden	Khaki	7	\$69.99	\$489.93	Sent	PWH-48-280
<input type="checkbox"/> IK-CA-9932	Table	TY99U	Wooden	Brown	1	\$259.99	\$259.99	Confirmed	PO-UW-h3lx
<input type="checkbox"/> IK-SG-897	Oven	11-d-9B	Metal	White	1	\$400.0	\$400.0	Proposed	N/A
<input checked="" type="checkbox"/> IK-UN-0020	Sink	E121K	Metal	Silvery	1	\$100.0	\$100.0	Proposed	N/A
<input checked="" type="checkbox"/> IK-UN-0093	Lamp	P03797989	Metal	Silvery	1	\$129.99	\$129.99	Proposed	N/A
<input checked="" type="checkbox"/> IK-UN-3482	Table	MOK-9	Plastic	Red	1	\$99.99	\$99.99	Proposed	N/A

Item Information

Product Code: IK-UN-0020  
 Product: Sink  
 Model Number: E121K  
 Material: Metal  
 Color: Silvery  
 Quantity: 1  
 Price (Total Cost): \$100.0 (\$100.0)  
 Description:  
 Status Details: Proposed  
 Proposed: 2008-03-13 00:00:01.0 GMT  
 Sent: null GMT  
 Confirmed: null GMT  
 Rejected: null GMT  
 Shipped: null GMT  
 Estimated Arrival: null GMT  
 Arrived: null GMT

Figur9. Granskning av upphandlingsförteckning och utfärdande av av elektronisk inköpsorder av GenCon

Leverantören SuppliOne loggar in på sin egen SCC-portal och tar hand om den inkomna inköpsordern (Figur 10). Efter att ha beaktat lagerinformation beslutar SuppliOne att man endast kan leverera två av de beställda produkterna och svarar GenCon elektroniskt med ett referensnummer. Figur 11 visar den uppdaterade informationen i GenCon's system direkt efter svar från SuppliOne.

Project Schedule | **Purchase Order Mgt**

Purchase Order Management - Supplier

Welcome, William Wood!

Select purchase order:

GenCon - OH-whx-90 Find PO Overview Confirmation Number: HQ-38x-q

Submit Confirmation

List of Materials from Customer "GenCon" for Order "OH-whx-90"

Accept	Product Code	Product	Model Number	Material	Color	Quantity	Price	Total Cost	Status
<input checked="" type="checkbox"/>	IK-UN-0020	Sink	E121K	Metal	Silvery	1	\$100.0	\$100.0	Sent
<input checked="" type="checkbox"/>	IK-UN-0093	Lamp	P03797989	Metal	Silvery	1	\$129.99	\$129.99	Sent
<input type="checkbox"/>	IK-UN-3482	Table	MOK-9	Plastic	Red	1	\$99.99	\$99.99	Sent

Figur 10: Leverantörens (SuppliOne) hantering av inköpsorderi SC Collaborator

Project Schedule | **Materials Management** | Purchase Order Mgt

### Material Management - Buy

Select supplier company: SupplOne

Product Code	Product
<input type="checkbox"/> HD-GS-8973	Washing Machine
<input type="checkbox"/> HD-SA-8934	Dryer
<input type="checkbox"/> IK-SY-8973	Kitchenware
<input checked="" type="checkbox"/> IK-BA-0789	Bed
<input type="checkbox"/> IK-BA-8723	Table
<input type="checkbox"/> IK-CA-9034	Chair
<input type="checkbox"/> IK-CA-9932	Table
<input checked="" type="checkbox"/> IK-SG-8973	Oven
<input type="checkbox"/> IK-UN-0020	Sink
<input type="checkbox"/> IK-UN-0093	Lamp
<input type="checkbox"/> IK-UN-3482	Table

### Item Information

Product Code: IK-UN-0020  
 Product: Sink  
 Model Number: E121K  
 Material: Metal  
 Color: Silvery  
 Quantity: 1  
 Price (Total Cost): \$100.0 (\$100.0)  
 Description:

**Status Details:** Confirmed  
 Proposed: 2008-03-13 00:00:01.0 GMT  
 Sent: 2008-05-11 19:31:35.0 GMT  
 Confirmed: 2008-05-12 21:36:07.0 GMT  
 Rejected: null GMT  
 Shipped: null GMT  
 Estimated Arrival: null GMT  
 Arrived: null GMT

### Purchase Order Information

Order Number: OH-whx-90  
 From: GenCon  
 To: SupplOne

**Status**  
 Sent: 2008-05-11 19:31:35.0 GMT  
 Replied: 2008-05-12 21:36:07.0 GMT  
 Confirmation Number: HQ-38x-q

Product Code	Product	Model Number	Material	Color	Quantity	Price	Total Cost	Status
IK-UN-0020	Sink	E121K	Metal	Silvery	1	\$100.0	\$100.0	Confirmed
IK-UN-0093	Lamp	P03797989	Metal	Silvery	1	\$129.99	\$129.99	Confirmed
IK-UN-3482	Table	MOK-9	Plastic	Red	1	\$99.99	\$99.99	Rejected

\$259.99	Confirmed	<a href="#">PO-UW-h3k</a>
\$400.0	Proposed	N/A
\$100.0	Confirmed	<a href="#">OH-whx-90</a>
\$129.99	Confirmed	<a href="#">OH-whx-90</a>
\$99.99	Rejected	<a href="#">OH-whx-90</a>

Figure 11: Uppdaterad status av inköpsorder i GenCon's SCC-portal

## Slutsatser

Projektet tog sin utgångspunkt i identifierade svårigheter att integrera försörjningskedjor i byggindustrin. Genom att analysera de koordineringsbehov som föreligger i förhållande till byggindustrins parter och hur dessa behöver samordna sina aktiviteter och resurser för att effektivt kunna samspela i förhållande till enskilda byggprojekt har en central plattform för utveckling av tekniska lösningar på integrationsproblemen utvecklats. En slutsats är att de tekniska lösningar som utvecklas för att bidra till att öka effektiviteten i byggandets försörjningskedjor måste kunna hantera industrins starka projektfokus vilket dels innebär stora krav på koordinering i förhållande till *varje enskilt* byggprojekt, och dels på en stor flexibilitet *mellan* olika byggprojekt. De specifika förutsättningarna för varje projekt måste tillåtas samtidigt som generella koordineringsfunktioner byggs in i systemet.

Baserat på dessa förutsättningar har den så kallade Supply Chain Collaborator (SCC) utvecklats inom ramen för projektet. Detta internetbaserade koordineringsverktyg tar hänsyn till de särskilda förutsättningar som föreligger i byggindustrins försörjningskedjor. Flexibiliteten skapas genom en kombination av webbaserade tjänster, webportalteknologi och ”open source” teknologi vilket gör det möjligt att konfigurera systemet till varje projekts unika förutsättningar samtidigt som det tar hänsyn till de generella behov som föreligger i varje byggprojekt oavsett vilka specifika parter som deltar.

Den övergripande slutsatsen av projektet är att det är möjligt att integrera och effektivisera byggindustrins försörjningskedjor utan att fullständigt förändra de organisatoriska förutsättningarna, d.v.s. att de parter som möts i byggprojekten behöver vara de samma över flera byggprojekt för att möjliggöra partsspecifika lösningar, genom att utnyttja flexibla internetbaserade verktyg för samordning. De verktyg som används måste dock ta hänsyn till projektparternas krav på generell funktionalitet och integritet för att detta skall vara möjligt. Supply Chain Collaborator fyller dessa krav och bedöms ha stor potential för fortsatta tillämpningar i större skala.

## Referenser

- Akkermans, H. A., Bogerd, P., Yücesan, E., and van Wassenhove, L. N. (2003). "The impact of ERP on supply chain management: Exploratory findings from a European Delphi study." *European Journal of Operational Research*, 146(2), 284-301.
- Bergström, M., and Stehn, L. (2005). "Matching industrialised timber frame housing needs and enterprise resource planning: A change process." *International Journal of Production Economics*, 97(2), 172-184.
- Booth, D., and Liu, C. K. (2004). "Web Services Description Language (WSDL) Version 2.0 Part 0: Primer." *W3C Working Draft*, 21.
- Chafle, G. B., Chandra, S., Mann, V., and Nanda, M. G. "Decentralized Orchestration of Composite Web Services." *the 13th International World Wide Web Conference*, New York, New York, USA, 134-143.
- Cheng, J. (2004). "A Simulation Access Language and Framework with Applications to Project Management," Ph.D. Thesis, Stanford University, Stanford, CA.
- Coase, R.H. (1937). The Nature of the Firm. *Economica* 4 (16), 386-405.
- Cox, A. (1999). "A Research Agenda for Supply Chain and Business Management Thinking." *Supply Chain Management: An International Journal*, 4(4), 209-11.
- Faraj, S. and Xiao, Y. (2006). Coordination in Fast-Response Organisations. *Management Science* 52 (8), 1155-1169.
- Fearne, A., and Fowler, N. (2006). "Efficiency versus Effectiveness in Construction Supply Chains: the Dangers of Lean Thinking in Isolation." *Supply Chain Management: An International Journal*, 11(4), 283-287.
- Greenwood, D., Calisti, M., Ag, W. T., and Zurich, S. (2004). "Engineering Web Service-Agent Integration." *2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 2.
- Issa, R. R. A., Flood, I., and Caglasin, G. (2003). "A Survey of E-business Implementation in the US Construction Industry." *Journal of Information Technology in Construction*, 8, 15-28.
- Lawrence, P.R. and Lorsch, J.W. (1967) *Organization and Environment*. Harvard Business School Press, Boston, MA.
- Lee, H. L., Padmanabhan, V., and Whang, S. (2004). "Information Distortion in a Supply Chain: The Bullwhip Effect." *Management Science*, 50(12 Supplement), 1875-1886.
- Lee, H. L., and Whang, S. (2005). "Supply Chain Integration over the Internet." *Supply Chain Management: Models, Applications, and Research Directions*, Springer US, 3-17.
- Luening, E. (2000). "Can construction industry rise to online challenge?", CNET News.com.
- Malone, T.W. (1987). Modeling Coordination In Organizations and Markets. *Management Science* 33 (10), 1317-1332.
- Malone, T.W. (1988). *What is Coordination Theory?* Paper presented at the National Science Foundation Coordination Theory Workshop, MIT, MA.
- Malone, T.W. and Crowston, K. (1990). What is Coordination Theory and How Can It Help Design Cooperative Work Systems? *CSCW 90 Proceedings*.

- March, J.G. and Simon, H.A. (1958). *Organizations*. Wiley, New York.
- Michelinakis, D. (2004). "Open Source Content Management Systems: An Argumentative Approach," Master Thesis, University of Warwick.
- Morash, E. A., and Clinton, S. R. (1998). "Supply Chain Integration: Customer Value through Collaborative Closeness versus Operational Excellence." *Journal of Marketing Theory and Practice*, 6(4), 104-20.
- New, S. J. (1997). "The Scope of Supply Chain Management Research." *Supply Chain Management: An International Journal*, 2(1), 15-22.
- Nitithamyong, P., and Skibniewski, M. J. (2006). "Success/Failure Factors and Performance Measures of Web-Based Construction Project Management Systems: Professionals' Viewpoint." *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(1), 80-87.
- O'Brien, W. J. (2000). "Implementation Issues In Project Web Sites: A Practioner's Viewpoint." *Journal of Management in Engineering*, 16(3), 34-39.
- Richardson, G.B. (1972). The Organisation of Industry. *Economic Journal*, September, 883-896.
- Sanders, M. R. (2001). "What Does eMarketplace Buying Cost." *Tech Strategy, Forrester Research*.
- Shi, J. J., and Halpin, D. W. (2003). "Enterprise Resource Planning for Construction Business Management." *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(2), 214-221.
- Simatupang, T. M., Wright, A. C., and Sridharan, R. (2002). "The Knowledge of Coordination for Supply Chain Integration." *Business Process Management Journal*, 8(3), 289-308.
- Thompson, J.D. (1967). *Organizations in Action*. McGraw-Hill, New York.
- Vakharia, A. J. (2002). "e-Business and Supply Chain Management." *Decision Sciences*, 33(4), 495-504.