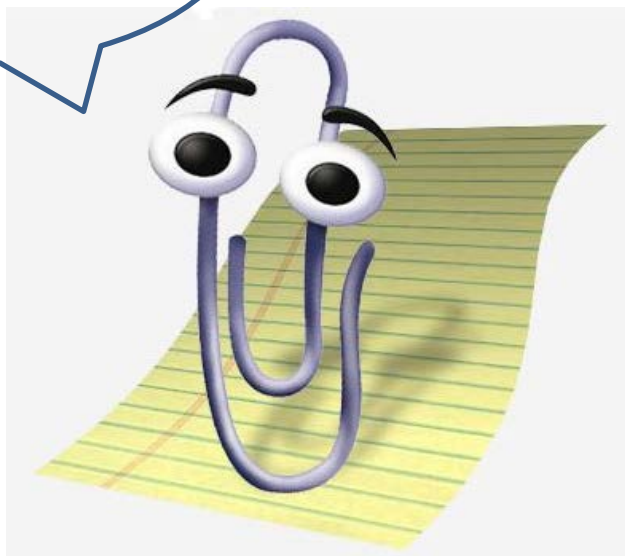


Förstudie av ”Visuell erfarenhetsåterföring” i byggprocessen

Försöker du bygga en vägg? Behöver du hjälp?



Anders Vennström, Linköpings universitet
Dag Haugum, Linköpings universitet
Jonas Lundberg, Linköpings universitet

Sammanfattning

Denna förstudie representerar en del i ett övergripande mål att utveckla och implementera nya arbetsmetoder för erfarenhetsåterföring genom att utnyttja kunskap och teknik för visuella hjälpmedel. Syftet med förstudien är att undersöka möjligheter och tillämpningar för användandet av nya tekniska hjälpmedel som adresserar behovet av kunskap i produktionsfasen av ett byggprojekt.

Den problematik som identifierats i förstudien är att tiden oftast inte räcker till och att det är svårt att samla alla deltagare som är/kan vara berörda. Det framhålls också vikten av att det finns någon (eller något) som fungerar som ”mäklare” av kunskapen. Däremot vad man skall kommunicera, vilken form av kunskap som är överförbar, mellan projekten är ett område som måste preciseras ytterligare. Det som kan utkristalliseras när det gäller kunskapsöverföring mellan projekt är behovet av IT-stöd som länkar ihop de, vanligen i tid och geografi, åtskilda projekten. Det finns redan utveckling som pågår kring kommunikation inom projekt (olika verktyg som stöder BIM), dock så visar inte dessa studier på om det är tänkt att informationen också skall kunna ”lagras” för framtida projekt. Det som studierna däremot visar är att informationsstrukturen som behövs för att sprida kunskap från tidigare projekt mångt och mycket finns på plats.

Det har också identifierats att möjligheten att kommunicera flera budskap samtidigt ökar om situationen visualiseras. Till exempel så kan en och samma visualisering (genom film eller animering) innehålla både arbetsmiljö- och produktivitetssituationer som är viktiga att beakta. Till viss del visar också förstudien på situationer där visualiseringar bidra till att överföra ”tyst” kunskap.

Innehållsförteckning

1	INLEDNING.....	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	2
1.3	Metod och Avgränsning.....	2
2	TIDIGARE STUDIER.....	3
2.1	Erfarenhetsåterföring.....	3
2.2	Erfarenhetsåterföring i projekt	4
2.3	Visualisering av erfarenheter	6
3	EMPIRISK STUDIE.....	8
3.1	Existerande erfarenhetsbank	8
3.2	Studerade projekt.....	9
3.2.1	Unikt projekt	9
3.2.2	Normala projekt	10
3.3	Sammanfattning	11
4	SLUTSATSER.....	13
	REFERENSER	

FÖRORD

Denna studie är genomförd vid Linköpings universitet med stöd av Svenska byggbranschens utvecklingsfond (SBUF).

Studien har sitt ursprung i samarbete med Erik Eken, NCC Construction Sverige, Professor Thomas Olofsson, Luleå tekniska universitet (LTU) och Linköpings universitet (LiU). Inom LiU är studien en samverkan med forskare från Media och informations teknik (MIT) och området Byggt teknik på avdelning för Kommunikations och transportsystem (KTS).

Norrköping 2016-05-10

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Byggbranschen försöker ständigt att hantera bristande effektivitet och en hög andel byggfel. Regeringen tillsatte år 2002 en kommission, Byggkommissionen, som har till uppgift att granska byggbranschen. I rapporten från Statskontoret (2009) konstaterar man att andelen byggfel sannolikt inte har minskat sedan kommissionen tillträdde. Man hävdar t.o.m. att de troligtvis ökat under perioden. De främsta orsakerna till detta anses vara brister i ledarskap, kommunikation och erfarenhetsåterföring (Josephson, 1994; Anheim, 2001).

Ett byggprojekt har ofta en mycket komplex natur. (Med byggprojekt menas här även anläggningsbyggande.) Varje projekt är unikt till sin sammansättning och flera olika aktörer skall samverka mot ett gemensamt mål (Bresnen et. al., 2004). Ett annat kännetecken för framförallt större byggföretag är att varje region är relativt autonom och agerar som ”lokala företag”, vilket försvårar att kunskaper förs vidare inom organisationen (Huemer och Östergren 2000). Detta ställer stora krav på planering och kommunikation under pågående projekt, men också dokumentation och kommunikation av de erfarenheter som kommer fram under byggprojektet. För att denna erfarenhetsåterföring skall fungera, måste den vara lätt att ta till sig och även kunna vara lättillgänglig för framtida bruk.

Från branschens sida är man medveten om vikten av erfarenhetsåterföring, men förutom att det är svårt att avsätta tid till denna, så finns det också en osäkerhet om bästa sätt att bearbeta och kommunicera erfarenhet. Företag i branschen använder olika egenhändigt framtagna modeller, men dessa uppnår inte de mål som kan vara önskvärt. Målgruppen har begränsad tid och måste snabbt kunna avgöra om den aktuella informationen berör dem. Vidare skall den beskrivande delen anpassas till rätt nivå och det behov som föreligger. Kamara et al. (2002) menar att problemet ligger i att skapa kostnadseffektiva system som integrerar tekniska kunskaper med affärsprocessen genom att ta fram verktyg och metoder för att i realtid fånga upp kunskaper genererade i projekten. Även om det skett en teknikutveckling så begränsas användningen av olika verktyg för att dela kunskaper, av tidsbrist, kostnader och brister i implementeringen av verktygen (Egbu och Botterill, 2002). Dock skall man ta i beaktande att utveckling går mycket snabbt och nya metoder för att lagra, hantera och presentera data har tagits fram. För att experimentellt utvärdera gränssnitt med höga krav på snabb förståelse, kan metodik anpassas baserat på erfarenheter från andra domäner där snabb förståelse av visuell information är central (se exempelvis Lundberg et.al 2014).

Med det som bakgrund så beviljade Svenska byggbranschens utvecklingsfond (SBUF) NCC, i samarbete med Linköpings universitet och Luleå tekniska universitet finansiering

för en förstudie (Ärende 13103) för att mer specifikt definiera utvecklingsområdet kring ”Visuell erfarenhetsåterföring”

1.2 Syfte

Denna förstudie representerar en del i ett övergripande mål att utveckla och implementera nya arbetsmetoder för erfarenhetsåterföring genom att utnyttja kunskap och teknik för visuella hjälpmedel. Syftet med förstudien är att undersöka möjligheter och tillämpningar för användandet av nya tekniska hjälpmedel som adresserar behovet av kunskap i produktionsfasen av ett byggprojekt.

1.3 Metod och Avgränsning

Förstudien bygger på en litteraturstudie med fokus på tidigare forskning inom främst området ”erfarenhetsåterföring mellan projekt” samt system för erfarenhetsåterföring. För att tydligare förstå problembilden kring vad och hur erfarenheter skall dokumenteras och spridas mellan projekt har intervjuer gjorts med platsledningen på pågående/genomförda projekt.

För att få en utvecklad bild av informationsbehovet valdes projekt med olika nivå av komplexitet (dock enbart nyproduktion), baserat på om de var normalbyggnationer (flerbostadshus med prefab eller platsbyggda), unika projekt eller standardprojekt (som lokaler för handel). Totalt genomfördes 4 intervjuer med platschefer och 4 intervjuer med andra personer med anknytning till projekten. Fokus vid intervjuerna är vilken information de saknat vid genomförandet av projekten och på vilket sätt de önskar att informationen har dokumenterats. För att få en tydligare bild av möjligheterna med visuell erfarenhetsåterföring studerades också en plattform som används i dag för industriellt byggande.

2 TIDIGARE STUDIER

2.1 Erfarenhetsåterföring

När man studerar frågan om erfarenhetsåterföring så är det hur kunskap hanteras (Knowledge Management) som lyfts fram. Området behandlar, och omfattas av, hur kunskap uppkommer, fångas in, lagras och exploateras i organisationen (Egbu et al., 2001) med syfte att utveckla organisationen och nå uppsatta mål (Kamara et al 2003). Ett vanligt förekommande sätt att kategorisera kunskap är att dela in den i två dimensioner, tyst (tacit) och uttryckt (explicit) kunskap (Polyanis 1958). Tyst kunskap utgörs av erfarenheter och "Know how". Uttryckt kunskap är kunskap som kan förklaras så att andra människor kan förstå den.

Rooke *et al.*, (2010) hävdar dock att det är tydligare att använda distinktionerna "Know how" (förmåga och tillämpning) och "know that" (teorier, matematiska ekvationer, fakta) eftersom de tydligare återspeglar skillnaden mellan de två dimensionerna. Generellt så är den tysta kunskapen (know how) den svåraste att transformera och sprida i en organisation. Alavi och Leidner (2001) utvecklar området vidare och summerar olika typer av kunskaper (tabell 1).

Tabell 1. Sammanställning av olika typer av kunskap (efter Alavi och Leidner 2001)

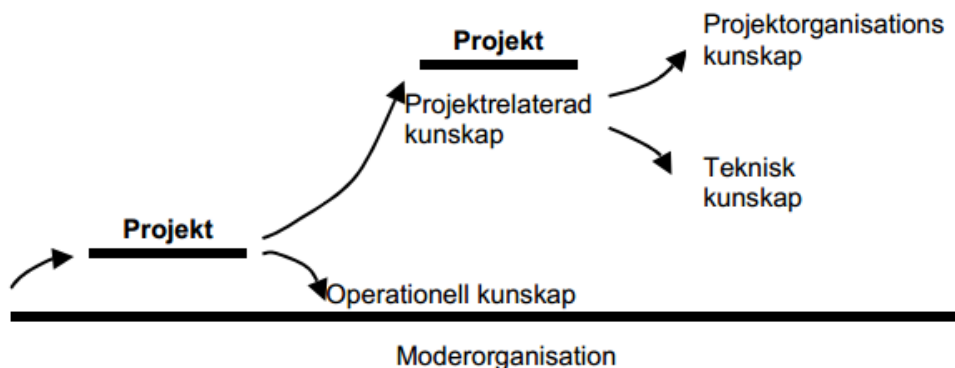
Typ av kunskap	Definitioner	Exempel
Tyst Kognitiv Teknisk	Kunskap rotad i handling, erfarenhet, och involvering i specifikt sammanhang Mentala modeller "Know-how" kopplat till specifik aktivitet	Bästa sätt att hantera specifik kund. Individens uppfattning om orsak/verkan Hantverksskicklighet
Uttryckt	Artikulerad, generaliserad kunskap	Kunskap om generella kunder i en region
Individuell	Skapad av och inneboende i individen	Insikter från färdigställt projekt
Social	Skapad av och inneboende i handlingar av en grupp	Normer för kommunikation inom en grupp
Deklarativ (faktakunskap)	"Känna till"	Vilken metod som är tillämplig för given lösning
Procedur-	"Veta hur"	Hur man administrerar en viss process
Orsaks-	"Veta varför"	Veta varför en viss teknik fungerar
Villkors-	"Veta när"	Veta när en viss teknik skall tillämpas
Relations-	"Veta med vem"	Veta hur material reagerar med andra material
Pragmatisk	Användbar kunskap för en organisation	Best Practice, projekterfarenheter, ritningar, marknadsrapporter.

Alavi & Leidner (2001) argumenterar för att dessa distinktioner är viktiga inför skapandet av ett system för erfarenhetsåterföring. I det här sammanhanget så är det också viktigt att särskilja mellan kunskap och information enligt Alavi & Leidner (2001), där kunskap måste existera först innan information kan formuleras och data skapas. De framhåller vikten av att system designade för kunskapsöverföring bör skapa mening åt informationen, inte bara förmedla den (eftersom kunskap är knuten till person och dennes referensram). Gasik (2011) utvecklar vidare området och menar att kunskapshantering bör delas in i två nivåer som bägge har betydelse, en Micro-nivå och en Macro-nivå. Micro-nivån omfattar kunskap som behövs för att utföra en aktivitet eller lösa ett problem. Medan Macro-nivån omfattar den totala kunskapen hos en person som behövs för att delta i ett projekt

Rooke *et al.*, (2010) menar att sambandet mellan information, kontext och tidpunkt också är viktiga variabler att ta hänsyn till när det gäller kommunikation av kunskap, rätt kunskap men vid fel tillfälle och i fel sammanhang ger ingen effekt. Johansson (2012) argumenterar också för att tidpunkten har stor betydelse, den som var mottagare av kunskapen fick större utbyte om ”kunskapen” fanns tillgänglig när den ansågs behövas. I Johanssons studie var fokus på hur ”tyst” kunskap kommunicerades, däremot så berörs inte vilken typ av kunskap som är önskvärd att transformera från projekt till projekt.

2.2 Erfarenhetsåterföring i projekt

I en produktionsprocess förekommer två typer av kunskap, operationell och projektrelaterad kunskap (figur 1), som i olika grad kan överföras och bör överföras för att utveckla en organisation. Björkegren (2000) menar att de största barriärerna för kunskapsöverföring mellan projekt och moderorganisation (och vice versa) ligger tid, kostnad och produktivt användande av resurser.



Figur 1. Uppdelning av kunskaper genererade i projekt (Björkegren 2000)

Det är vanligt i dag att företag använder någon form av intranät för spridning av information. Dave och Koskela (2009) menar att utvecklingen av ”Web 2.0” medför att möjligheterna för större användarvänlighet, enklare sökningar, diskussionsforum, tillgänglighet och lägre kostnader kan underlätta spridningen av kunskap. I dag har också möjligheterna för informationshantering ökat i och med större användning av Byggnadsinformations modellering (BIM). Till exempel Lin (2014) visar på möjligheten

att utnyttja en BIM-miljö för snabbare och lättare spridning av digital information under pågående projekt. Dock behandlar inte den studien vilken information som skall samlas in och tillgängliggöras för en mer generell erfarenhetsåterföring som kan användas i kommande projekt. Enligt Lundkvist (2015) så föredrar traditionella byggare (On-site builders) formella möten och informella kanaler för erfarenhetsåterföring. En svårighet med det, enligt Blomé (2000) och Sörquist (2010), är att verksamheten på en byggarbetsplats redan innehåller många möten och de flesta känner spontant att man inte vill lägga till ytterligare mötestid. Dock skall tilläggas att vid överföring av den ”tysta” kunskapen framhålls personliga möten som den mest effektiva metoden (Johansson, 2012; Disterer, 2002).

I en studie av Ajmal et. al. (2010) framhålls det att ett fungerande system för att hantera kunskap i en projektbaserad organisation var näst viktigaste barriären, efter avsaknaden av incitament för de anställda, för en fungerande erfarenhetsåterföring. Även Yang, Chen & Wang, (2012) argumenterar för att IT-stöd spelar en viktig roll i kunskapsöverföring i och mellan projekt, framförallt genom att systemet fungerar som en länk mellan kunskapsgenerering och projektresultat. Men även om systemet är på plats så behövs kunskapen hanteras på ett systematiskt sätt, genom att den ”mappas” mot mottagaren. Yun, Shin, Kim, *et al.*, (2013) och Todorović et.al (2014) menar att en anpassning till kontexten för kunskapshanteringen är viktig, samt att relevant kunskap identifieras som kan föras vidare i organisationen på ett systematiskt sätt. De exemplifierar med områden baserat på strukturen för byggprocessen och roller i byggprocessen (i deras fall ett konsultföretag), arkitekter, ”Quantity surveyors”, projektledare etc. På liknande sätt är det tänkbart att kunskaper genererade i olika aktiviteter kan sorteras, t ex med en byggdelstabell som underlag, för produktionsfasen. Hanisch, Lindner, Mueller, *et al.*, (2009) beskriver en bredare studie gjord med flera olika typer av verksamheter men som har hög andel av projektverksamhet. De menar att ett väl anpassat IT-system och ett systematiskt arbetssätt med kunskapshantering stödjer projektgenomförandena.

Generellt så framhålls det i tidigare studier vikten av att det finns någon, eller något, som fungerar som bas för kommunikationen av kunskaperna. Lundkvist (2015) framhåller att olika typer av industriella plattformar utgör en bas för kommunikationen av erfarenheter och erfarenheterna från produktion och marknad efterfrågades i större utsträckning, i traditionella projekt ”trycktes” erfarenheterna ut i organisationen. På liknade sätt argumenterar Johansson (2012) för att det behövs någon form av ”mäklare” för att underlätta kommunikationen av erfarenheter. I studien framkommer det också att tid och plats (till exempel i form av workshops) underlättar spridningen av erfarenheter. Även Disterer (2002) framhåller vikten av en ”management funktion” som länkar kunskaper från tidigare projekt in i nya. Dock argumenterar Josephson et. al (2003) för att inte skapa mer funktioner i en redan administrationstyngd organisation, utan istället fokusera på mer disciplinerade arbetssätt med tydliga riktlinjer om vad som skall hanteras.

I SBUF-projektet ”En modernare besiktningssystem med erfarenhetsåterföring, fas 3” beskrivs en metod att med IT-stöd hantera uppkomna byggfel som upptäcks vid interna kvalitetssyner. Systemet bygger på att kommunicera upptäckta fel till UE elektroniskt och de kan åiterrapportera åtgärdade fel med systemet. Enligt beskrivningen av systemet så skall

det också finnas möjlighet att ta ut statistik som kan fungera som erfarenhetsåterföring. Dock hanterar ett sådant system endast variabler som påvisar fel, det visar inte vad som blivit rätt från början (och varför det blivit rätt) och som kan utgöra bra exempel för framtida projekt. Generellt så framhålls användande av mobila system, och möjligheter till lagra information i molntjänster, som en stor möjlighet att hitta och kommunicera lösningar på problem i realtid, framförallt i nätverksorganisationer (Ramerita et. al 2016)

2.3 Visualisering av erfarenheter

Visualiseringsteknik används i allt större utsträckning idag för underlätta planering (Liston et al. 1998), analyser kollisioner (Zang et al. 2011), undersöka byggbarhet (Golparvar-Fard et al. 2009) och ta fram arbetsplatsdispositioner (Ma et al. 2005). Även i planeringen av projekt så finns möjligheten att nyttja visualiseringsteknik som bidrar till att olika yrkeskategorier kan gemensamt komma fram till bästa sättet att genomföra projektet (Johansson et al. 2014; Roupé et al. 2014). I SBUF projekten 12648, ”Besiktningssdata och avvikelser – outnyttjade resurser i ett ständigt förbättringsarbete”, samt projekt 12980 ”En modernare besiktningssprocess med erfarenhetsåterföring” har en digitalisering av besiktningssdata påbörjats. De projektens resultat kommer att vara en del i denna studie. Dock visar inte besiktningssdata all information som kan utgöra grund för erfarenhetsåterföring eftersom de visar på fel, inte vad som är gjorts ”rätt” som också kan vara viktig kunskap i nästa projekt. Det innebär att mycket information finns lagrade i databaser men som inte kategoriseras och analyseras för att kunna vara informationsbärare till nästa projekt.

I en studie som behandlar användandet av visuella kommunikationsmetoder (instruktionsvideor) framhåller Lingard, Pink et al. (2015) att teknologin bidrar till att öka spridningen av ”tyst” kunskap genom att saker som är svåra att sprida via dokument framkommer mycket tydligare. I studien utgick man ifrån att deltagarna fick se filmer (som de själva deltog i att skapa) som kommunicerade arbetsmiljöfrågor i byggprocessen, men forskarna upptäckte att de som deltog i studien också upptäckte till exempel hur man kan genomföra en aktivitet effektivare. Den metoden kräver att det finns möjlighet, och tillfällen, där yrkesarbetarna kan reflektera över vad de sett.

Erfarenheter från snarlika processer (avseende olyckor och tillbud) som har hög grad av osäkerhet har också visat att till synes neutrala verktyg i själva verket reflekterar (moderna eller omoderna) synsätt på orsaksmekanismer (Lundberg et al. 2009). Det är ett resultat som också stämmer överens med studier i hur design av interaktiva produkter reflekterar synsätt på produkter som exempelvis verktyg eller medier (Hult et al., 2006). Vilka grundantaganden som byggs in i verktyg och metodiker kan därför vara centralt för hur väl de senare fungerar. För den här studien undersöks t.ex. vem som är användare (t.ex. både den som producerar instruktioner och den som använder dem), se resultatdelen för andra viktiga aspekter vi funnit i förstudien.

Ett flertal kända designprinciper finns (se t.ex. Tufte 1990), exempelvis för att visa information i flera lager, för att illustrera rörelse, för att illustrera aktivitet och göra visuella jämförelser. Dessa principer har främst använts för traditionella instruktioner på papper. Projektet kan bidra till kunskapsutveckling inom området genom att även se på andra

former, t.ex. virtuell verklighet (3D), förstärkt verklighet för att koppla instruktionen till pågående arbete, samt animation, och video. Det finns också flera teoribildningar när det gäller att förstå mänsklig aktivitet, i faktiska situationer (sk. Situerad kognition). Med avseende på instruktioner kan aktiviteter t.ex. ses i flera tidshorisonter/olika detaljnivå. Till exempel utförande av aktiviteten, anpassning av plan till faktiska omständigheter, planering och övervakning av hur arbetet fortskrider vs planen, bestämma sig för mål och göra avvägningar (Hollnagel och Wood 2005).

3 EMPIRISK STUDIE

Utifrån aspekten erfarenhetsåterföring kan man dela in byggande i två olika huvudgrupper. Industriellt/industrialiserat byggande och platsbyggande. Den vanligaste gruppen är platsbyggande och det är främst där som kunskapsåterföring har störst potential. Som framkommit tidigare, så uppfattas kunskapspridningen som det svåraste, men också det mest avgörande problemet. Här har man inom Industriellt/industrialiserat byggande i vissa fall kommit längre.

3.1 Existerande erfarenhetsbank

Ett exempel på en existerande erfarenhetsbank är ett processtödet kopplat till NCC:s tekniska plattform kallat Folkboende. För att få en mer samlad bild av hur processtödet är uppbyggt, vilken information det innehåller och i vilken form informationen sprids intervjuades de som är ansvariga för innehållet i processtödet.

Processtödet utvecklades för i och med att den tekniska plattformen började användas mer nationellt. Från början utvecklades plattformen av NCC teknik i Umeå och när användandet spreds över landet kom det många frågor kring hur den tekniska plattformen skulle användas. När förfrågningarna ökade beslutades att bygga upp ett web-baserat processtöd som alla användare av plattformen skulle ha tillgång till. Processtödet är uppbyggt efter byggprocessen logik. Till att börja med kan man välja att gå in på flikar som "Konceptet", Planering, Byggdel samt erfarenheter och tips. Man kan även se pågående och genomförda projekt. På sidan finns också kontaktinformation till projektledare som hanterar de olika projekten.

Processtödet innehåller stödjande dokument för projektplanering, tidsplanering och produktion. Det kan utgöras av till exempel checklistor, exempel på tidplaner, exempel på ADP-planer från tidigare projekt. För att underlätta navigeringen så kan användaren, under fliken byggdel, klicka på rubrikerna i en byggdelstabell för att hitta den specifika informationen som efterfrågas. Tanken bakom det är att användaren skall lätt känna igen sig (byggdelstabellen används generellt för att strukturera aktiviteterna i ett projekt). Utöver det så produceras också instruktionsfilmer och animeringar som visar hur vissa moment skall genomföras.

Ett exempel på en animering som demonstrerades under intervjun visade hur taksektionerna skulle prefabriceras på marken för att sedan lyftas upp, animering visade också ordningsföljden för att montera de prefabricerade sektionerna. Syftet med animering var initialt att visa att skyddsräckena skulle monteras på taksektionerna när de befann sig på marken, som en arbetsmiljöåtgärd. Att montera skyddsräcken på när sektionerna var på plats ansågs riskfyllt och tidsödande. En av de intervjuade, som producerat animeringen, poängterade att animeringen fick två effekter. Dels så blev arbetsmiljön bättre men produktiviteten ökade också då resten av takbyggandet gick snabbare.

När det gällde instruktionsfilmerna så producerades de av en ansvarig. Från början filmades aktiviteter i verklig produktion. Dock så kom det reaktioner på detaljer som egentligen inte hade med själva momentet att göra. Till exempel så kommenterade de som sett de tidigare

filmerna att yrkesarbetarna på filmen inte hade rätt skyddsutrustning på sig. Resultatet blev att man började producera instruktionsfilmerna efter manus. Dels blev kvaliteten bättre men man kunde också styra innehållet på ett bättre sätt. Det gav dem möjlighet att lägga in detaljer som visade ”rätt sätt att göra saker på” som inte alltid var kopplat till aktiviteten, rätt säkerhetsutrustning, rätt sätt att ergonomiskt genomföra moment etc. Filmerna används till exempel i arbetsberedningen av en aktivitet som en del i planeringen på arbetsplatsen.

På frågan hur innehållet utvecklades, vad som lades in och vem som styrde det, så angavs att det handlar till stor del om ”push”. Man har dock årliga möten och det finns möjligheter till feedback från användarna på webplattformen. Men till viss del styrs det av vilken kunskap som efterfrågas av användarna av den tekniska plattformen. Får man in ett antal frågor om samma sak så läggs information kring det in i plattformen.

3.2 Studerade projekt

3.2.1 Unikt projekt

Projektet Katscha som genomfördes i egen regi av IBAB i Norrköping kan kategoriseras som ett unikt platsbyggt projekt. Byggnaden består av 30 bostäder som har olika egenskaper i symmetri och storlek. Även den estetiska utformningen är unik och anpassad för platsen.

Här var utmaningen samordningen och den osymmetriska utformningen av byggnaden, inget plan var det andra likt och alla samverkansplåtar för bjälklaget anpassades på plats. En anledning till anpassningen på plats angavs vara de snäva toleranserna. Den intervjuade platschefen uttryckte dock att han hade tidigare erfarenhet att bygga med samverkansstommar och att det inte direkt var någon form av kunskap han saknade inför det momentet.

Sammantaget så ansåg platschefen att de byggtekniska utmaningarna inte var det svåraste, svårast vara att kommunicera ut planeringen till berörda parter. Även kraven på toleranser var en svårighet att förmedla till de olika montörerna. Till sin hjälp hade platsledningen dock 3D-modeller av byggnaden som var tills stor hjälp för att kommunicera hur de tekniska lösningarna skulle genomföras. Till viss del användes modellerna eller utskrifter från modellen i arbetsberedningen. Samordningen var den största utmaningen, det var många aktörer på plats och byggnadens utformning ställde stora krav på ordningsföljden på arbetena. Alla våningsplan såg olika ut och vissa lägenheter var i etage. Det medförde att man inte kunde utnyttja upprepningseffekter alls i produktion.

På frågan om det var någon ”kunskap” eller information som platsledningen så här i efterhand velat ha inför genomförandet av projektet så refererade denna till hur man tänkt när man projekterade byggnaden. Generellt så angav platschefen att det är ett stort problem att inte man är med i projekteringen för att underlätta själva produktionen.

För att hantera egenkontrollerna så dokumenterade platsledningen mycket i projektet med bilder eller filmer. Framförallt i grundläggnings- och stomskedet. Enligt platschefen var det de viktigaste momenten att dokumentera för eventuella framtida problem. ”*Man ser*

inte de tekniska lösningarna när bygget är klart". Kompletteringen är lätt att åtgärda, men orsaken kan ligga i grunden eller stommen.

3.2.2 Normala projekt

Inför studien togs det kontakt med produktionschefen för Region Östergötland för att dels få kontaktuppgifter till platschefer på olika projekt inom regionen. Det genomfördes också en diskussion med produktionschefen kring dennes syn på studiens frågeställning.

Den omedelbara responsen på frågeställningen var hur kalkyl kan få feedback från projekten, hur den kalkylerade lösningen föll ut. Denne påpekade också att det finns ett verksamhetssystem där alla dokumentet kring projekten skall samlas, från kalkyl till färdigt resultat. En annan fråga som också lyftes upp var feedback från det som benämndes som "eftermarknaden", dvs. garantitiden. Det problem som upptäckts under garantitiden bör kunna kopplas tillbaks för att det inte skall upprepas i andra projekt.

Kontakt togs med Projektchefen på Byggservice för att undersöka dennes synpunkter på hur erfarenheter från främst garantitiden bör kunna dokumenteras för att ge feedback bakåt i processen. Byggservice tar över projekten efter att de har "nollats", dvs. alla besiktningsanmärkningar är åtgärdade och projekten är överlämnat. De hanterar också mindre projekt upp till 15-20 miljoner, ROT och nybyggnation. Om ett problem uppstår under garantitiden så utför byggservice åtgärden och dokumenterar det i verksamhetssystemet, där borde gå se om det är ett återkommande problem menar han. Dessutom har systemet en återföringsbank i eftermarknadsdelen som man kommer åt om man har en resurskod. Dock så kanske återkopplingen behöver brytas ner för att göras åskådlig, kanske i om det är materialfel, monteringsfel etc. för att se om det är systematiska fel, till exempel om det är en viss leverantör eller produkt som återkommer. Han påpekar också att för byggserviceledet finns det tekniska lösningar för att kommunicera med yrkesarbetarna, t ex för att skicka ut arbetsorder och för att ta emot efter att arbetet är utfört, det borde inte vara svårt att komplettera systemet med mer dokumentation kring felet, kanske med bilder och bedömningar kring skadans uppkomst. Man får då välja ut fördefinierade kategorier, tror han, för att underlätta men också för att tidigt sortera ut det som är viktigt.

Ett projekt som studerats inom kategorin "normala" projekt är uppförandet av bostadshus åt HSB. Diskussion genomfördes med platschefen. Projektet består av 42 lägenheter, 3, trapphus och 5 våningar. Det genomförs på ett traditionellt sätt med platsgjutning. Grundläggningen består av dels en källardel under ett av trapphusen, i övrigt platta på mark. När det gällde generella synpunkter på erfarenhetsåterföring så lyfte platschefen fram möjligheten att konferera med kollegor. Att han kunde "testa" olika lösningar på någon annan erfaren för att få synpunkter på det var en bra eller dålig idé. Han lyfte också fram möjligheten att kunna kommunicera med yrkesarbetarna vid arbetsberedningarna på ett bra sätt. Idén om att ha vissa arbetsmoment på film tyckte platschefen var en bra idé, att se något i verkligheten för den som inte varit med tidigare underlättar. Om de inte har erfarenhet av vissa moment, eller inte gjort dom på ett tag, så är det bra om man kan på ett enkelt sätt visa hur momenten skall genomföras. Men det berodde också på aktiviteten; "*är det en aktivitet som upprepas så kan 5 minuters besparing göra mycket*". Enklare moment

kan kommuniceras muntligt, men var det moment med större risker, eller komplexitet, så görs alltid en muntlig och skriftlig arbetsberedning med de iblandade.

För att få en bild av hur normala projekt, men med utländsk arbetskraft, genomförts kontaktades platschefen för projektet Rotundan 2. Syftet var att förstå om språkliga och kulturella barriärer påverkar kommunikationen av erfarenheter i projekt. Generellt angav platschefen att erfarenhetsåterföringen fungerade bäst på 90-talet då man hade slutavstämningsmöten vid sittande bord där kalkyl, inköpare, platschef, i vissa fall konstruktör fanns med. Han poängterade att *”idag finns ingen tid”* och man i större utsträckning använder elektroniska hjälpmedel (mail och Skype), dock brukar det gemensamma deltagandet vara lågt. På frågan kring kommunikation med utländsk personal, men även med oerfarna med låg praktisk erfarenhet, var det just visuella hjälpmedel som lyftes fram som en möjlig väg att gå. *”När det gäller utländska underentreprenörer, så händer det att inte ens arbetsledaren kan engelska”*. Platschefen beskrev hur han i detta projekt åkt och köpt en detalj för att *”visuellt”* kunna kommunicera hur denna fungerar. I många fall var det också teckenspråk som kommunikationen baserades på. Dock så framhöll han att de tillvägagångssätten är omständliga och tidskrävande. Han lyfte också fram möjligheten att kommunicera andra viktiga frågor, som arbetsmiljö och säkerhet, med hjälp av visuellt material. Vid arbetsberedning ansågs också visuellt material kunna vara behjälpligt. Dock, poängterade han, att det är svårt att hitta. Det blir mest yngre medarbetare som får uppgiften att söka på intranätet eftersom *”de är mer datorvana”*.

På projektet Tornby, en nybyggnation av en lokal för handel, dokumenterade platschefen mycket med mobilkameran, för egenkontrollen och dagboken. Dock så hanteras inte denna information på något speciellt sätt efter projektavslut, *”ibland vill beställaren ha bilderna, men inte alltid”*. Samma med dokumentationen från skydds ronderna, han tar bilder som han kopplar till dokumentationen. Vad gäller kommunikation med de Litauiska totalentreprenörerna, totalentreprenad på stål stommen, så upplevde platschefen inga speciella problem, möjligen att han alltid var tvungen att gå via den Litauiska platschefen och kunde inte kommunicera direkt med yrkesarbetarna. De hade också regelbundna möten där de samordnade aktiviteterna. På frågan kring erfarenhetsåterföring så menar platschefen på Tornby att det finns forum där man kan lägga ut frågor men att det inte alltid är så lätt att uttrycka problemen i text. Arbetsberedningar gjordes skriftligt där de behövdes, vid aktiviteter som var nya och knepiga. I övrigt så tas det muntligt med de berörda. Platschefen kommenterade dock att det var svårt ibland att få de berörda att uppfatta samma sak som han menade. *”Jag ritar på ritningen, med olika färger, men det blir fel i alla fall”*. Han efterlyste också att man har en bra avstämning i slutet på projektet, med någon som kan dokumentera det som framkommer, som kan ställa rätt frågor.

3.3 Sammanfattning

Ett huvudresultat i den empiriska studien är att det finns ett behov av tillgång till instruktioner för specifika moment. Konkret fanns behov av dokumentation för att hantera återkommande frågor om moment (NCC folkboende), eller för att spara tid genom effektivt utförda moment, eller som stöd till oerfarna (NCC Rotundan, Rotundan 2, Tornby). Som kontrast fanns inget specifikt behov av dokumentation i projektet IBAB, Katscha. Det som kännetecknar det projektet är referenser till att personalen var mycket erfaren angående de moment som skulle genomföras. Det stärker därmed det vi funnit i de andra studierna (behov av dokumentation just för det man inte har erfarenhet av sedan tidigare). Intressant nog genomfördes kritiska delar av det projektet under tidspress. Det medför att även stöd för att öka effektivitet hade kunnat vara relevant för IBAB Katscha, även om det inte diskuterades.

NCC folkboende har provat ett par varianter av dokumentation. En central aspekt som de funnit är att instruktioner baserade på manus fungerar bäst – om ”produktion” spelas in kan felaktigheter komma med som inte ska vara fokus för filmen (t.ex. viss skyddsutrustning kan saknas).

De existerande processer för dokumentation som redan finns är:

- 1) För ritningar, det är vanligt att kunna ta fram ritningar på hela hus, eller på delar (t.ex. trapphus) för återanvändning
- 2) För dokumentation av bygget, för hantering av senare fel.
- 3) För erfarenhetsåterföring (NCC folkboende)
- 4) Egenkontroll (både skriftlig och i form av bilder)

Källor till behov av dokumentation för att hantera mindre lyckade situationer är å ena sidan rapporter från byggtiden (till exempel besiktningsdata), och å andra sidan problem som visar sig under garantitiden. Det bör kunna nyttjas för att kartlägga ”riskmoment” – där man kan behöva instruktionsmaterial för framtida användning. När det gäller dokumentation i pågående projekt har vi ovan konstaterat att man kan behöva ta fram ny dokumentation för kommande moment – det ställer krav på att dokumentationsprocessen är snabb/effektiv. Med avseende på dokumentation av ”vad som går rätt” så verkar det helt saknas, dvs ingen dokumenterar hur svåra moment utförda av experter faktiskt hanteras. Det är intressant att dokumentera exempelvis med en lista av ”riskmoment” i bakgrunden, för att ta hand om moment från den listan.

4 SLUTSATSER

Att hantera kunskap i en organisation är en utmaning. Många tidigare studier hanterar svårigheten med att överföra, framförallt, tyst kunskap. Det framkommer också att det finns olika typer av kunskaper att hantera, från ”know how” till ”know that” (pragmatisk kunskap). Det som framhålls generellt som viktigt är att få personer med olika erfarenheter att mötas och reflektera över sina erfarenheter. De regionala erfarenheterna kan också skilja sig från varandra, även inom samma företag, vilket försvårar en enhetlig process.

Den problematik som identifierats i denna studie är att tiden oftast inte räcker till och att det är svårt att samla alla deltagare som är/kan vara berörda. Det framhålls också vikten av att det finns någon (eller något) som fungerar som ”mäklare” av kunskapen. Där har de som har ett mer industrialiserat system en fördel då själva plattformen i sig bidrar till att man kan koppla erfarenheter tydligare till olika delar av processen. En möjlighet dock som inte berörts i tidigare studier är att även unika projekt har i stort sett samma process (man gör samma moment) och den strukturen kanske kan baseras på t ex en byggdelstabell.

Det som kan utkristalliseras när det gäller kunskapsöverföring mellan projekt är behovet av IT-stöd som länkar ihop de, vanligen i tid och geografi, åtskilda projekten. Men det framhålls också att det är viktigt att kunskapen kan återkopplas i rätt tid och i rätt skede. Det finns också tidigare studier, och tillämpningar idag, som till viss del har beaktat möjligheten att använda visuella hjälpmedel för att förmedla redan genererande kunskaper, dock med förbehållet att det fortfarande behövs någon form av struktur för att styra dokumentationen. Därför är informationsdesign, särskilt angående effektiva instruktioner, centralt att beakta i en utveckling av system/stöd för kunskapsöverföring i projekt. Det finns redan utveckling som pågår kring kommunikation inom projekt (olika verktyg som stöder BIM), dock så visar inte dessa studier på om det är tänkt att informationen också skall kunna ”lagras” för framtida projekt. Det som studierna däremot visar är att informationsstrukturen som behövs för att sprida kunskap från tidigare projekt mångt och mycket finns på plats.

Vad som heller inte riktigt är klarlagt i de tidigare studierna, och som också framkommer i denna förstudie, är vad som kan och ska överföras mellan projekten (både på aktivitetsnivå och projektnivå) samt vad som är vad som är operationell kunskap. De distinktionerna är viktiga att beakta med tanke på kraven, som framkommer i de tidigare studierna, på kostnadseffektiva system som skall kunna hanteras utan stora resurser. Därför är det viktigt i kommande studier att också beakta vad som skall dokumenteras.

Sammantaget kan man se att flera frågor återstår, som behöver hanteras i framtida studier. Framför allt avvägningen mellan effektiv/snabb produktion av instruktion VS att den ska gå smidigt att använda på bygget, samt att det måste gå att få en översikt över dokumentationen (i planering av arbete, för att ta fram instruktioner, eller för att ”beställa” nya instruktioner). I det arbetet behöver ny teknik ställas mot gammal teknik (t.ex. papper VS video, animation, förstärkt verklighet, AR). Ytterligare en viktig fråga är i vilket utsträckning nya verktyg kan göra effektiv dokumentation möjlig för icke-expert (på dokumentation) eller personer med mer begränsad träning i dokumentation. Då

erfarenhetsåterföring mellan projekt normalt inte gagnar det pågående projektet där insamling sker, så måste hållbara strategier tas fram för insamling och bearbetning av material som inte anses inkräkta på resurserna för det aktuella byggprojektet.

REFERENSER

Anheim, F. (2001), *Entreprenörens lärande- Drivkrafter för lärande i och mellan projekt. Institutionen för Väg och vattenbyggnad*, Luleå tekniska universitet

Alavi, M. & Leidner, D.E. (2001) Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues. *MIS Quarterly*. 25 (1), 107–136.

Ajmal, M., Helo, P. och Kekäle, T. (2010). Critical factors for knowledge management in project business. *Journal of Knowledge Management*. Vol 24, no1, pp 156-168

Björkegren C, (2000). *Learning for the next project – Bearers and Barriers in knowledge transfer within an organisation*. Institute for Management of Innovation and Technology, Linköping University.

Blomé, A. (2000). *Kunskapsföretaget kort och brett*. Malmö: Liber.

Bresnen, M., Goussevskaia, A. and Swan, J. (2004). Embedding new management knowledge in project-based organizations, *Organization Studies*, Vol. 25 No. 9, pp. 1535-1555.

Crossan, M.M., Lane, H.W. and White, R.E. (1999). An Organizational Learning Framework: From Intuition to Institution, *The Academy of Management Review*, Vol. 24 No. 3, pp. 522–537.

Dave, B., Koskela, L., (2009). Collaborative knowledge management – A construction vase study. *Automation in Construction*, Volume 18, Issue 7, November 2009, Pages 894age2

Disterer, G. (2002). Management of project knowledge and experience. *Journal of Knowledge Management*, Vol. 6, No 5, pp 512-520

Egbu, C., Botterill, K. and Bates, M. (2001). The influence of knowledge management and intellectual capital on organizational innovations, in: *Proceedings of the 17th Annual Conference of the Association of Researchers in Construction Management (ARCOM)*, pp. 186–196.

Egbu CO and Botterill C (2002). Information technologies for knowledge management: their usage and effectiveness, *ITcon Vol. 7, Special Issue ICT for Knowledge Management in Construction*, pg. 125-137.

Golparvar-Fard, M.; Peña-Mora, F.; Arboleda, C.; Lee, S. (2009). Visualization of construction progress monitoring with 4D simulation model overlaid on time-lapsed photographs, *Journal of Computing in Civil Engineering* 11: 391–404.

Hanisch, B., Lindner, F., Mueller, A. & Wald, A. (2009) Knowledge management in project environments. *Journal of Knowledge Management*. 13 (4), 148–160.

Hollnagel, E., & Woods, D. A. (2005). *Joint cognitive systems: foundations of cognitive systems engineering*. Boca Raton, FL: CRC Press.

Hult, L., Irestig, M., and Lundberg, J. (2006). Design Perspectives. In *Human-Computer Interaction*, Vol. 21, No. 1, pp. 5-48.

Huemer, L., Östergren, K., (2000). Strategic change and organizational learning in two “Swedish” construction firms. *Construction Management and Economics*, 18, p 635-642

Josephson, P. E. (1994). Orsaker till fel i byggandet : en studie om felorsaker, felkonsekvenser, samt hinder för inläring i byggprojekt *Department of Building Economics and Construction Management*. Göteborg, Chalmers University of Technology

Josephson, P-E, Knauseder, I och Styhre A. (2003). Lärande i byggprojekt – det bortglömda framgångsreceptet? Sveriges Byggindustriers Bygghögskommision.

Johansson, M., Roupé, M., Bosch-sijtsema, P. (2014) Real-time visualization of building information models (BIM). *Automation in Construction*, Vol 54, pp 69-82

Johansson K (2012). Knowledge Sharing Across Professionals Boundaries in Construction. Facilitators and Hindrances. *Department of Civil and Environmental Engineering*. Göteborg, Chalmers University of Technology

Kamara J.M. Augenbroe G. Anumba C.J. Carrillo, P.M. (2002). Knowledge management in the architecture, engineering and construction industry, *Construction Innovation*, Vol. 2 Iss 1 pp. 53 – 67

Kamara, J. M., Anumba, C. J., Carrillo, P. M., & Bouchlaghem, N. M. (2003). Conceptual framework for live capture of project knowledge. *Proceedings of the CIB W078 International Conference on Information Technology for Construction—Construction IT: Bridging the Distance* (pp. 178–185).

Lin, Y.-C. (2014). Construction 3D BIM-based knowledge management system: a case study, *Journal of Civil Engineering and Management* 20(2): 186–200.

Lingard, H., et al. (2015). "Looking and learning: using participatory video to improve health and safety in the construction industry." *Construction Management and Economics* 33(9): 740-751.

Liston, K. M.; Fischer, M.; Kunz, J. (1998). 4D annotator: a visual decision support tool for construction planners, *Journal of Computing in Civil Engineering*, 330–341

Lundberg, J., J. Johansson, C. Forsell, and B. Josefsson (2014). The Use of Conflict Detection Tools in Air Traffic Management – an Unobtrusive Eye Tracking Field Experiment During Controller Competence Assurance. In *HCI Aero 2014 - International Conference on Human-Computer Interaction in Aerospace*. Silicon Valley, California, USA, July 30-August 1 2014.

Lundberg, J., Rollenhagen, C., Hollnagel, E. (2009). What-You-Look-For-Is-What-You-Find - The consequences of underlying accident models in eight accident investigation manuals. *Safety Science*, (47) 10, 1297-1311

Lundkvist, R. (2015). Experience Feedback in Industrialised House-Building, the impact of production strategies. *Department of Civil, Environmental and Natural Resources Engineering*, Luleå University of Technology

Polanyi M. (1958) *Personal Knowledge; Towards a post- critical philosophy*. The University of Chicago Press. Chicago.

Ramerita, L., Philips-Wren, G., Lakhim, C.J. (2016) *Innovations in knowledge management: the impact of social media, semantic web and cloud computing*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Rooke, C.N., Rooke, J.A., Koskela, L. & Tzortzopoulos, P. (2010) Using the physical properties of artefacts to manage through-life knowledge flows in the built environment: an initial exploration. *Construction Management and Economics*. Vol 28 no 6, pp 601–613

Roupé M., Viklund-Tallgren, M., Johansson, M., Andersson, R. (2014) *Virtuell produktionsplanering med hjälp av BIM och visualisering*. Göteborg : Chalmers tekniska högskola

Statskontoret (2009) *Sega gubbar? En uppföljning av Bygghälsöns betänkande "Skärpning gubbar"*. rapport nr 2009:6. Statskontoret, Stockholm

Todorović, M.L., Petrović, D.Č., Mihić, M.M., Obradović, V.L., et al. (2014) Project success analysis framework: A knowledge-based approach in project management. *International Journal of Project Management*. Vol 33, no 4, pp 772–783.

Yang, L.-R., Chen, J.-H. & Wang, H.-W. (2012) Assessing impacts of information technology on project success through knowledge management practice. *Automation in Construction*. Vol 22, pp 182–191.

Yun, G., Shin, D., Kim, H. & Lee, S. (2013) Knowledge-mapping model for construction project organizations. *Journal of Knowledge Management*. Vol 15, iss 3, pp 528-548

Zhang, J. P.; Hu, Z. Z. (2011). BIM- and 4D-based integrated solution of analysis and management for conflicts and structural safety problems during construction: 1. Principles and methodologies original research article, *Automation in Construction* 20(2): 155–166.

