

DIGITAL BYGGETABLERING

**Jan Andersson, Peab, Max Bergström, Peab,
Joakim Dahlgren, Persson Hyrmaskiner,
Gustaf Hederström, Erlandsson Bygg, Gustav
Olsson, NCC, Mats Rekonijs, Tuve Bygg**

2019-09-13

FÖRORD

I denna rapport redovisas resultat från utvecklingsprojektet Digital byggetablering. Syftet har varit att kartlägga behov för att göra byggetableringar, för husbyggande, bättre och mer moderna. Syftet har också varit att identifiera tänkbara lösningar för att möta dessa behov. Fokus är att titta på vad som är möjligt att göra idag/inom närtid. Så att resultatet av projektet är möjligt att implementera i byggprojekt redan nu.

Ett stort tack till alla som varit med och genomfört projektet:

- Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF)
- FoU-Väst/Sveriges Byggindustrier
- Erlandsson Bygg, NCC, Peab, Persson Hyrmaskiner, och Tuve Bygg
- Alla personer från de deltagande företagen som har deltagit i enkäter och intervjuer

Göteborg september 2019

SAMMANFATTNING

Byggindustrin går mot allt fler digitala lösningar. Utveckling av hårdvaror och programvaror går snabbt. Hittills har utvecklingen av digitala lösningar i samhällsbyggnadssektorn fokuserat på att hitta effektiva lösningar i projekteringsskedet. Nu flyttas fokus allt mer mot en digitalisering som stöd även under produktionsskedet.

I denna SBUF-rapport redovisas resultat från ett arbete som genomförts av entreprenadföretag och uthyrningsföretag. Av resultaten går att utläsa att det finns ett stort intresse och en stor potential i att börja använda mer modern digital teknik på byggetableringar. Resultaten visar att det finns mycket befintlig digital teknik att använda redan idag.

Exempel på befintlig digital teknik som är färdig att implementera i produktionen idag är:

- BIM-kiosk
- Informationsskärmar
- Touchskärmar
- Dynamisk 3D-APD
- VR

Resultaten visar också att trots att mycket digital teknik finns tillgänglig så används den i relativt liten utsträckning på byggetableringarna. Resultaten visar även på många potentiella nyttor som handlar om såväl lägre kostnader, tidsbesparingar, ökad kvalitet och bättre arbetsmiljö. Samtidigt visar resultaten att det gäller att implementera ny teknik på rätt sätt. Digitala verktyg är en del av lösningen för att modernisera byggarbetsplatserna. Men för att verkligen få ut effekterna måste de digitala verktygen kopplas till arbetssätt som implementeras i verksamheten på ett bra sätt.

INNEHÅLL

INLEDNING	4
SYFTE	4
AVGRÄNSNINGAR	5
METOD/GENOMFÖRANDE	5
RAPPORTENS STRUKTUR	5
BAKGRUND OCH TEORI	6
RESULTAT	12
RESULTAT FRÅN ENKÄTER OCH INTERVJUER, ARBETSPLATSEN	12
RESULTAT FRÅN ENKÄTER OCH INTERVJUER, PLATSKONTOR.....	16
RESULTAT FRÅN ENKÄTER OCH INTERVJUER, GENERELLT/ÖVERGRIPANDE	19
TÄNKBARA KONCEPTLÖSNINGAR FÖR DIGITAL ETABLERING	19
SLUTSATSER	21
FORTSATT ARBETE	22
REFERENSER	23
ENKÄTFRÅGOR	24

INLEDNING

Byggindustrin går mot allt fler digitala lösningar. Utveckling av hårdvaror och programvaror går snabbt. Hittills har utvecklingen av digitala lösningar i samhällsbyggnadssektorn fokuserat på att hitta effektiva lösningar i projekteringsskedet. Nu flyttas fokus allt mer mot en digitalisering som stöd även under produktionsskedet. För att de hårdvaror och programvaror som är utvecklade för användning i produktionsskedet ska kunna fungera på ett bra sätt i praktiken krävs att byggetableringen har ett stöd för digitalisering av produktionen.

Dagens byggetableringar är fortfarande i de allra flesta fall traditionellt uppbyggda. Detta kommer inte räcka till för att möta de behov som redan nu finns när det gäller digitala lösningar i produktionsskedet. Det gäller hela etableringen: både ute på arbetsplatsen och i bodarna. En bra digital byggetablering bör ge möjligheter att stödja användning av olika former av digitala tillämpningar.

Det pågår ett utvecklingsarbete om digitalisering i projektet Smart Built Environment (Smart Built, 2019). I Smart Built Environment är fokus en långsiktig satsning för att utveckla hållbara och integrerade sätt att bygga genom att nyttja de möjligheter som digitaliseringen ger.

SYFTE

Projektet omfattar hela etableringen (= arbetsplatsen samt platskontor). Paketering av digitala tillämpningar för etableringen samt utformning av etableringen för att stödja användning av digitala tillämpningar ingår i projektet.

Projektet har en bred och öppen ansats om att utreda möjligheter för att göra etableringen för husbyggande mer digital. Syftet med projektet är att utreda hur en byggetablering kan utformas och utrustas för att stödja användning av olika former av befintliga digitala tillämpningar. Fokus är att identifiera utrustning och hjälpmedel som möjliggör en mer digital etablering. Det handlar om utrustning och hjälpmedel som redan finns tillgänglig och/eller kommer finnas tillgänglig inom närtid (inom ca ett år). Projektet tar sin utgångspunkt i att det finns tillgång till en bra uppkoppling fram till etableringen.

Baserat på syftet kommer utvecklingsprojektet resultera i:

- En konceptlösning för en mer digital byggetablering för husbyggande
- En konceptlösning som till stora delar är möjlig att implementera i byggprojekt idag
- Konceptlösningen ska ge ett bättre stöd för ett digitalt arbetssätt än vad dagens byggetablering ger
- En skalbarhet i konceptlösningen baserat på digital mognad, projektstorlek och typ av projekt
- En bas för fortsatt arbete för att digitalisera byggetableringarna

Med konceptlösning avses i det här sammanhanget en sammanställning av idéer utifrån tillgänglig (och även nästan tillgänglig) teknik. Denna typ av konceptlösning motsvarar alltså en prototyp (jfr konceptbil). En prototyp vill en tillverkare i ett tidigt skede visa idéer och tankar

om. Det kan gälla idéer och tankar om till exempel design och teknik innan prototypen kan bli en produkt som tillverkas.

AVGRÄNSNINGAR

Projektet är ett första arbete för att kartlägga behov för att göra byggetableringar för husbyggande mer digitala. I projektet ingår också att identifiera tänkbara lösningar för att möta dessa behov. Att på djupet analysera de föreslagna lösningarna ingår inte. Inte heller att ta fram kostnader och besparingar för de olika lösningarna. Test och implementering av identifierade lösningar i byggprojekt ingår inte i projektet.

Uppkoppling fram till etableringen är en viktig faktor för att göra etableringen mer digital. Det ligger dock utanför detta projekt att utreda lösningar för den delen av uppkopplingen. Uppkoppling till etableringen nämns i rapporten men mer som en viktig förutsättning för en digitalisering. Att uppkopplingen finns tillgänglig för hela etableringen är något som även det är omnämnt i rapporten som en viktig förutsättning och del av digitaliseringen.

På samma sätt som med uppkoppling till etableringen är digitalt stöd för att arbeta mobilt inget fokus i detta arbete. Som stöd för mobilitet används idag främst mobiltelefoner. Mobiltelefoner har ingen direkt påverkan på etableringen. Förutom att det förstås krävs en bra uppkoppling för att kunna nyttja mobiltelefonerna.

METOD/GENOMFÖRANDE

Projektet har genomförts tillsammans av de deltagande företagen – Erlandsson Bygg, NCC, Peab, Persson Hyrmaskiner, och Tuve Bygg samt FoU-Väst/Sveriges Byggindustrier. Projektets arbetsgrupp har bestått av representanter från dessa organisationer. Att samla in data har gjorts på följande sätt:

1. Kontinuerliga diskussioner inom arbetsgruppen
2. Enkäter med i förväg specificerade öppna frågor som skickats ut till personer som jobbar i respektive deltagande företag
3. Öppna intervjuer med personer som jobbar i respektive deltagande företag
4. Litteraturstudie

RAPPORTENS STRUKTUR

I rapporten ingår en kortare del om bakgrund och teori. Här redovisas en bakgrund till det som kommit fram i enkäter och intervjuer. Delen om bakgrund och teori gör inga anspråk på att vara en komplett teoretisk beskrivning om digitalisering. Teoridelen ska istället ge en grund och ett stöd till de tankar som kommit fram i enkäter och intervjuer. Och även till de slutsatser som redovisas i denna rapport.

Resultaten är grupperade i tre huvuddelar:

- Arbetsplats (Är allt på etableringen som inte utgör platskontor)
- Platskontor

- Generellt/övergripande (sådan som inte går att koppla till antingen bara platskontor eller arbetsplats)

Ibland är förstås gränstragningen svår att göra mellan vilka digitala tillämpningar som hör till platskontor eller arbetsplats.

Respektive huvuddel är i sin tur indelad i ett antal rubriker. Rubrikerna är identifierade utifrån svaren i enkäter och intervjuer.

Resultaten är uppdelade utifrån vad de personer/projekt som har deltagit i enkäter och intervjuer har angett som befintliga digitala tillämpningar respektive behov/önskemål om ytterligare digitala tillämpningar.

I avsnittet Tänkbara konceptlösningar för digital etablering redovisas en paketering av digitala tillämpningar för byggetableringar. Paketeringen görs utifrån en mognadsgrad för respektive digital tillämpning. Konceptlösningen ger därmed stöd för de projekt som vill komma igång och jobba mer digitalt. Projekt kan välja antingen en eller flera digitala tillämpningar med mognadsgrad hög för att komma igång och/eller öka sin digitaliseringsgrad på ett relativt enkelt sätt. Har projekten ännu högre ambitionsnivå kan man utvärdera om någon eller några av de digitala tillämpningarna med mognadsgrad medel eller låg är en möjlig tillämpning i just det projektet.

BAKGRUND OCH TEORI

Uppkoppling

För att kunna jobba digitalt på etableringen är en bra uppkoppling både till och på etableringen en förutsättning. En bra uppkoppling till etableringen är också något som utgör en förutsättning för resultaten i denna rapport. Några tankar som har framkommit om uppkoppling är att det ofta är en utmaning att få ut uppkopplingen till hela etableringen även om uppkopplingen fram till etableringen är bra. En slutsats här är att etableringen bör ha tillgång till uppkoppling via 4G även om man har fiber. När det gäller fiber så har Lambertsson tagit fram en lösning för att erbjuda tillfällig fiber till byggarbetsplatser. Lösningen för tillfällig fiber ger byggarbetsplatsen en tillfällig fiberuppkoppling med en hastighet på 100 Mbit/sekund (Lambertsson, 2019a). Anslutningen kan levereras på bara två veckor. Lösningen är framtagen tillsammans med Peab som ett komplement till de befintliga uppkopplingsmöjligheterna ADSL och 4G.

I utvecklingsprojektet Smart Built Environment som nämndes i inledningen ingår flera projekt. Ett av projekten är Uppkopplad byggplats (Uppkopplad byggplats, 2019). I projektet Uppkopplad byggplats görs ett arbete för att möjliggöra digitalisering av byggplatser. En viktig aspekt för Uppkopplad byggplats är just att göra en bra uppkoppling tillgänglig för hela etableringen.

Leveransmottagning och inventariehantering

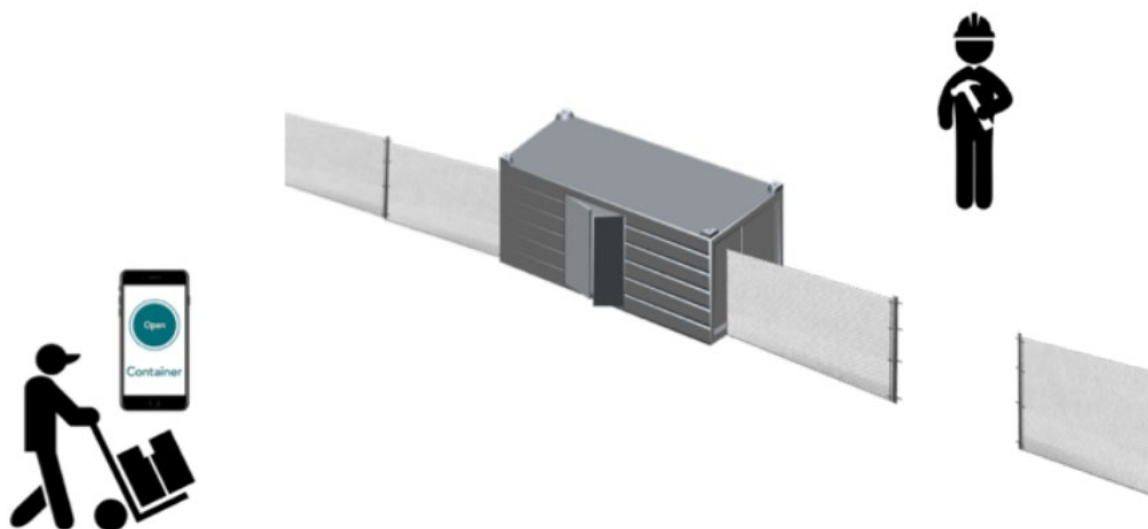
Ett examensarbete har undersökt förutsättningarna för en standardiserad paketleveransmottagning samt potential och villkor för att digitalisera den typen av

leveransmottagning (Ahl & Warselius, 2018). I examensarbetet identifieras att paketleveranser motsvarar drygt 80% av alla leveranstillfällen till en byggarbetsplats. Vidare identifieras att effektivitetsförluster i samband med leveransmottagningen riskerar påverka projektens produktivitet.

En uppkopplad leveranscontainer har tagit fram av företaget Qlocx (Qlocx, 2019). Leveranscontainern placeras i staketet kring byggarbetsplatsen. Containern har en dörr ut mot gatan och en dörr in mot byggarbetsplatsen. Dörrarna har digitala lås som gör att de kan öppnas med mobiltelefon och/eller handdator.

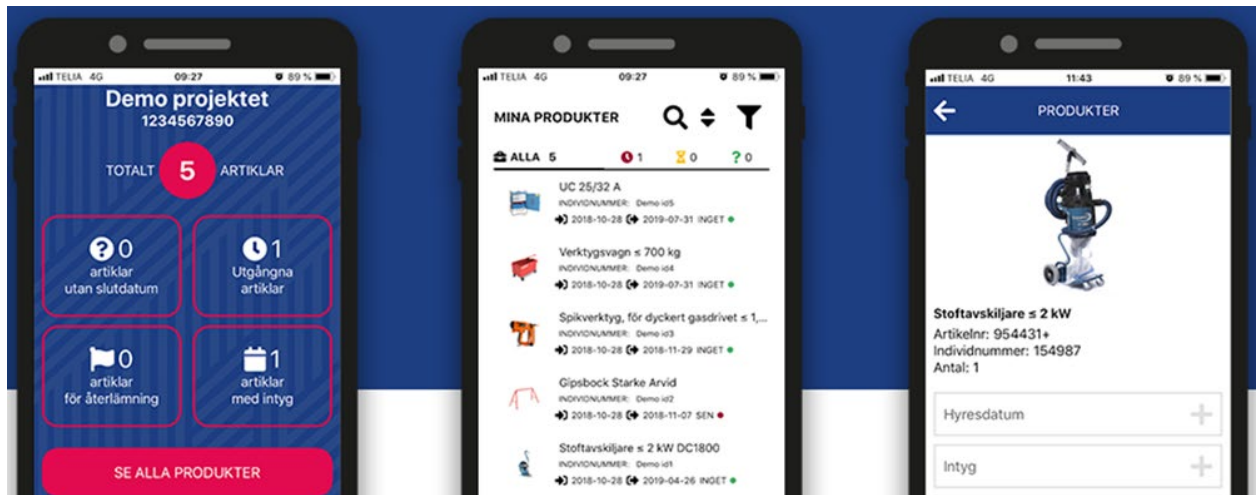
I examensarbetet (Ahl & Warselius, 2018) har ett antal potentiella fördelar identifierats, t ex:

- Spara tid i form av minskade effektivitetsförluster
- Undvika att speditörer befinner sig på byggarbetsplatsen
- Ökad kontroll och översikt över paketleveranser



Figur 1. Uppkopplad leveranscontainer. Bild från Qlocx.

Digital inventariehantering är ett sätt att hantera etableringens verktyg och utrustning i realtid. Med digital inventariehantering kan man se pågående maskinhyror samt sortera och filtrera på t ex slutdatum. Digital inventariehantering möjliggör också spårning av utrustning och övervakning av verktyg. Med digital inventariehantering blir det enklare att veta var verktyg och utrustning är och vem som använder den. Den digitala inventariehanteringen kan också hålla koll på när viss utrustning behöver service och underhåll. För vissa tjänster av digital inventariehantering går det att med stöd av Bluetooth få information om vilka inventarier som finns i närheten. Exempel på tjänster för digital inventariehantering är ON!Track från Hilti (Hilti, 2019) och Lambertsson Online (Lambertsson, 2019b).



Figur 2. Bilder från appen Lambertsson online (Lambertsson, 2019b).

Ett mer specifikt exempel på digital inventariehantering är en digital liftpool. Flera leverantörer har lösningar för att sätta upp en projektgemensam digital liftpool för byggprojekt (Infobric, 2019; Lipac, 2019; Stավdal, 2019). Den gemensamma liftpoolen kan då nyttjas av samtliga entreprenörer som har behov av liftar. Oavsett om det gäller för en kortare eller längre tid. Med stöd av ID06 kompetensdatabas får rätt personer behörighet att använda liftarna. Genom att liftpoolen hanteras och styrs digitalt får projekten kontinuerlig överblick och minskad administration.

Tillgång till information via BIM-kiosk och/eller informationsskärmar

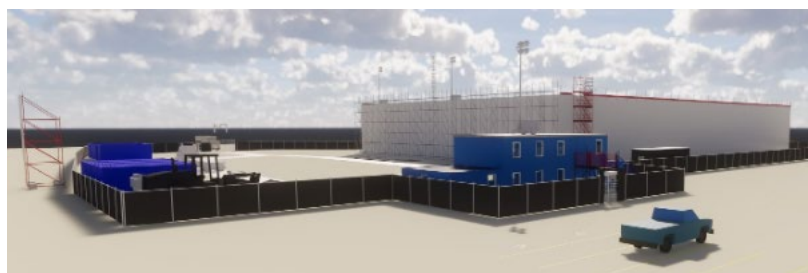
För att göra BIM-modellen tillgänglig på arbetsplatsen kan en BIM-kiosk användas. En BIM-kiosk är en dator med en större bildskärm som placerats i ett väderskyddat och flyttbart skåp. I BIM-kiosken kan även annan information än BIM-modellen göras tillgänglig. Kan t ex vara ritningar och montageanvisningar. I flera examensarbeten redovisas en vilja och intresse hos hantverkare och tjänstemän att använda BIM-modeller på byggarbetsplatsen (Böregård & Degerman, 2013; Brantitsa & Norberg, 2018).

Att använda touchskärmar är ett sätt att gå emot en mer digital etablering. En touchskärm ger möjligheter att visa information i form av såväl ritningar, BIM-modeller som andra typer av dokument. Denna information finns förstås redan idag i digitalt format i medarbetarnas datorer (eller läsplattor/telefoner). Även pappersformatet är fortfarande vanligt när det gäller framförallt ritningar i A1-format. Touchskärmen kan ge många fördelar för att underlätta hantering av såväl dokument som modeller, t ex (Hadorn, 2018):

- Snabb navigering och tidsbesparing vid revideringar
- Ökad användning av BIM-modellen eftersom den blir lättillgänglig för alla
- Ökad delaktighet för alla involverade i projektet, det är lätt att tillsammans stå och diskutera och bläddra mellan t ex ritningar
- Rätt använd kan en touchskärm medföra tidsbesparingar och ökad kvalitet och underlätta många processer, även om det kan vara svårt att direkt påvisa och räkna hem den ekonomiska nyttan

APD-planer

En traditionell APD-plan är gjord i 2D. Genom att göra APD-planen i 3D kan visualiseringen av arbetsplatsen bli bättre. Om dessutom APD-planen görs dynamisk (uppdateras enligt framdriften i projektet) ökas möjligheter till ett mer kontrollerat materialflöde på byggarbetsplatsen (Hultberg & Mettäväinio, 2015). Liknande resultat finns redovisade i andra examensarbeten (Strand & Svantesson, 2013; Guldbbrand & Thomasson, 2018). Där noteras att en APD-plan i 3D ger en ökad medvetenhet över byggarbetsplatsen. Detta är en viktig aspekt för att kommunicera omkring t ex säkerhet, logistik och var arbete pågår. Dessutom påpekar man att 3D-modellen kan utvecklas till en 4D-modell vilket ger en bild över hur aktiviteterna förhåller sig till tidplanen. Genom att simulera i 4D går det att belysa både var, när och hur aktiviteter ändras. På så sätt kan en tydligare bild skapas över problem som kan uppkomma (Guldbbrand & Thomasson, 2018). Problemen kan därmed potentiellt undvikas innan de inträffar. Ramirent använder APD-planer i 3D. Den dynamiska APD-planen ger en bra kommunikation om arbetsplatsens utformning (Ramirent, 2019). APD-planer i 3D kan också användas som stöd i riskhanteringsprocessen (Fahlén & Håkansson, 2018).

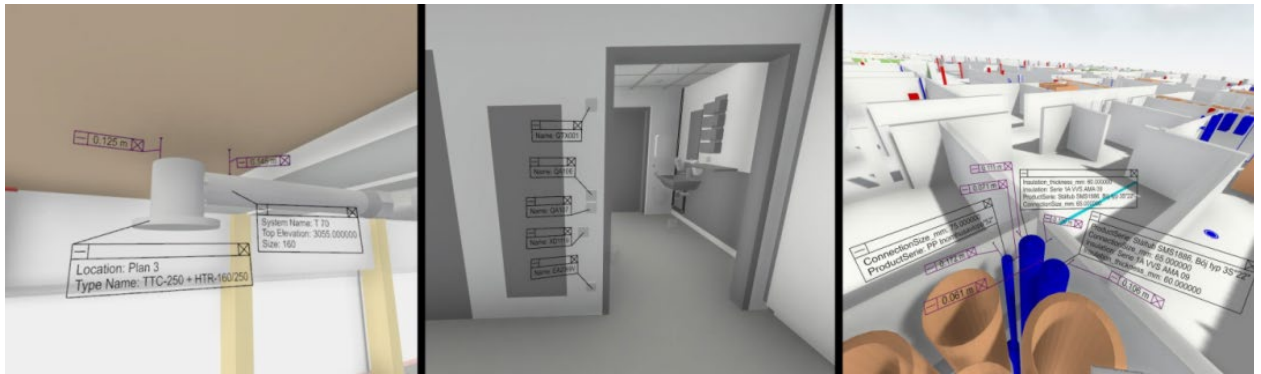


Figur 3. Bild på APD-plan i 3D (Ramirent, 2019).

Spotscale har tagit fram en teknik för att med hjälp av algoritmer göra 3D-modeller från drönarfoton. Denna teknik går att använda för att göra APD-planer i 3D (Bygginnovationen, 2019).

VR och AR

Virtual Reality (VR) är idag en relativt mogen teknik. VR-utrustning i form av VR-glasögon finns tillgängligt på konsumentmarknaden. Tillsammans med en dator anpassad för VR möjliggör detta att en användare i realtid kan uppleva och navigera runt fritt inne i BIM-modellen (Roupé, et al. 2017).



Figur 4. Bilder från VR-miljöer med information kopplad till de olika objekten (Johansson och Roupé, 2018).

Ett par SBUF-rapporter visar på stora möjligheter med att använda VR på byggarbetsplatsen (Roupé, et al. 2017; Johansson & Roupé, 2018). Till exempel har följande fördelar identifierats:

- Användare utan eller med liten erfarenhet av BIM-modeller, kan snabbt lära sig navigera i VR-miljö och ta till sig information i BIM-modellen
- VR-glasögonen upplevs som ett bra kommunikationsverktyg som ger bättre förståelse för såväl rumsuppfattning som detaljer
- VR ger stöd till bättre beslutsfattning och problemlösning i projekteringen
- VR ger även stöd till bättre beslut/problemlösning i produktionen genom att stödja arbetsberedning och planering

VR kan också ge ett bra stöd i riskhanteringsprocessen. Riskhanteringen effektiviseras bland annat genom att med VR som stöd förenklas en tidig start av riskhanteringsprocessen (Fahlén & Håkansson, 2018).

I en VR-miljö är användaren helt avskärmd från omvärlden. Till skillnad från VR är Augmented Reality (AR) en teknik som är kommer kunna vara möjlig att använda ute på arbetsplatsen.

AR kan kortfattat beskrivas som en förstärkt verklighet med stöd av virtuella intryck. AR ger stöd för en interaktiv hantering av 3D-objekt i realtid som är placerade i en verklig omgivning (Jimenez Parra & Radulovic, 2018). Resultaten från ett examensarbete om AR i byggproduktionen visar att AR kan leda till bättre samordning mellan olika yrkeskategorier och effektivisera arbetet i produktionen (Jimenez Parra & Radulovic, 2018). Resultaten visar också att det finns utmaningar med AR i byggproduktionen. Utmaningarna handlar om t ex användarvänlighet och frågeställningar om hårdvaran är lämplig att använda på en arbetsplats i samband med byggproduktion.

Drönare

Drönare används idag av många byggföretag. Användningsområdena är flera och kan t ex vara utvändigt besiktning/inspektion av byggnader, dokumentation av byggarbetsplatsen och inskanning av och beräkning av volymer. Jämfört med traditionella arbetsmetoder är drönare ofta billigare, enklare och säkrare att använda (Andric & Daoud, 2017). Detta beroende på t ex:

- Arbetsmiljön blir bättre vid besiktningar/inspektioner då drönaren kan styras från marken
- Tillgänglighet och snabbhet, drönarens mobilitet gör att det lätt att påbörja ett arbete jämfört det med det förarbete som behövs för att t ex använda en skylift

Maskiner och arbetskläder med sensorer

Det finns maskiner som är utrustade med sensorer för att ha kontroll på var och hur maskinen och delar av maskinen är positionerad. Samt att sensorerna kan ingå i ett e-fencesystem. I ett e-fencesystem kan föraren ställa in gränser för hur maskinen kan röra sig i höjd- djup- och sidled. Caterpillar är ett exempel på en maskintillverkare som har utvecklat maskiner med sensorer (Entreprenad, 2019). Med Caterpillars e-fencesystem kan föraren ställa in ett tak, ett golv och en vägg (wall) som gränser för hur maskinen får röra sig. Det går också att ställa in gränser för att till exempel undvika att råka svänga in i ett visst föremål som står i närheten.

Även arbetskläder går att förse med sensorer. I ett forskningsprojekt där t ex Scania medverkar utvecklas smarta/uppkopplade arbetskläder (Arbetsmiljöforskning, 2019). Arbetskläderna är försedda med sensorerna. Sensorerna kan känna av t ex vinklar på rygg och armar. Sensorerna är kopplade till en mobilapp som registrerar rörelser och när man jobbar på fel sätt. Det kan t ex handla om att jobba med armarna ovanför axelhöjd.

Förbereda platskontor/bodar för digital teknik

När en etablering ska sättas upp görs ofta ett stort jobb för att göra anpassningar till det specifika projektet. Det kan handla till exempel om anslutningar av kablage mellan bodar samt även om olika anslutningar inne i platskontoret/bodarna. Inne i platskontoret handlar det om att få tillgång till kopplingar och uttag för all utrustning som behöver el och/eller uppkoppling.

Erlandsson Bygg har i ett led att standardisera och underlätta nätverksinstallationer på sina etableringar tagit fram två färdiga lösningar. Båda lösningarna ger vid strömsättning Erlandsson Byggs datorer och användare en säker anslutning mot nödvändiga resurser på nätverket via både nätverkskabel och wifi på etableringen.

Väska

Denna produkt används mest vid mindre etableringar och arbetsplatser, där få enheter har behov av anslutning via nätverkskabel. Den slitstarka väskan innehåller de nätverksprodukter som behövs för att skapa en säker 4G-anslutning mot Erlandssons nätverk. På utsidan av väskan finns en kontakt för att enkelt strömsätta den, samt en patchpanel med nätverksuttag för inkoppling av exempelvis skrivare. Som tillbehör till väskan finns även en monteringsram, vilken man kan montera mot en vägg och på så sätt hänga upp och även låsa fast väskan. Genom ett enkelt grepp kan väskan även kopplas loss från ramen för att tas med hem i de fall det inte är aktuellt att lämna den på arbetsplatsen.

Rack

Vid etableringar som skall stå under en längre period eller har behov av fler arbetsplatser, så används istället ett nätverksrack. Precis som med väskan så är dessa rack kompletta med de enheter som behövs för internetanslutningen samt en kraftfull switch för distribuering av nätverk

till arbetsplatserna och annan nätverksansluten utrustning i byggbodarna. Vid etableringen behöver teknikern således bara skruva upp racket på väggen och kan snabbt komma igång med kabeldragning till respektive arbetsplats.



Figur 5. Bilder på väska och rack. Bilder från Erlandsson Bygg.

RESULTAT

Resultat från enkäter och intervjuer, arbetsplatsen

Uppkoppling

Tillgång till bra uppkoppling på arbetsplatsen nämns i enkätsvar och i intervjuer som en viktig förutsättning för digitaliseringen. Uppkopplingen nämns mycket som ett område där det finns potential för förbättringar:

- Fiber, ett måste, 4G är för beroende av närhet till mast, vilket har varit väldigt tydligt i vårt nuvarande projekt, även att vi har stor grupp med människor (publika ytor) som kopplar upp sig mot samma mast. Bodarna måste ha routrar som täcker om man har stor etablering, fast kabel i varje mötesrum.
- Vi måste ha uppkoppling i huset som vi bygger, även på ställen där 4G inte når (källare mm).
- Läsplattor är ett grymt hjälpmedel, viktigt att beställa med 4G och tvilling-sim, så man inte blir off-line nånstans.
- Varför är det så svårt att få en fast nätverksförbindelse?
- Stabilt och snabbt internet. Både på platskontoret och ute på arbetsplatsen.
- Vi har lite problem med uppkopplingen inne i husen när man använder läsplattorna. Vilket gör att vi ofta kör dem i flygplansläge. Det är ett problem då vi riskerar att missa att synka om vi inte har en fast rutin för det.
- Hur vi ska kunna få täckning i ett betonghus är svårt.

- Bra nätverk. Wifi på hela byggarbetsplatsen.
- Bättre internetuppkoppling! Nätverkskablar istället för WIFI?
- WIFI ute på byggena skulle underlätta mycket.
- Bra wifi som sträcker sig i hela etableringen. Även bättre möjlighet för UE att kunna använda vårt wifi.
- Wifi ute på hela arbetsplatsen.
- Trådlöst nätverk!
- Bra fiber.
- Ha wifi ute på bygget.
- Bättre Wifi täckning.
- Se till att det finns wifi eller 4G-täckning på bygget.
- Det viktigaste för att kunna använda de digitala hjälpmedel som finns tycker jag är att ha ett väl fungerande nät och program/mjukvara som är konvertibla med det.
- Systemen ställer förstås mer och mer krav på bra uppkopplingar och välutbyggda nätverk. CAD ställer relativt höga krav på hårdvara.

Leveransmottagning och hantering av inventarier/utrustning

Leveransmottagning har nämnts som önskemål av något projekt i enkäter/intervjuer:

- Kunna stämma av följesedlar digitalt direkt vid godsmottagning, för att se avvikelser och restnoteringar.

Digital hantering av inventarier/utrustning används i viss uträkning redan idag. Något enstaka projekt nämner det som en befintlig digital tillämpning:

- Liftpool med ID-06 – vi kan enkelt se vem som faktiskt nyttjat liften, blir mindre administration och mer riktig fakturering
- Vi har ett digitalt system för att hantera maskiner och hjälpmedel – framförallt för att enkelt se vilka hyrmaskiner vi har och vem som har dem

Något som också har nämnts som önskemål är digitalt stöd för att ha bättre koll på utrustningen som finns på arbetsplatsen:

- Vi behöver komplettera med programvara för inventariehantering för att få full koll

Tillgång till information via BIM-kiosk och/eller informationsskärmar

Några få projekt nämner att de använder BIM-kiosk eller motsvarande ute på arbetsplatsen:

- BIM-kiosk.
- VDC station med programvaror för att läsa ritningar och BIM-modeller.
- Produktions-PC.

Det är många som har önskemål om att använda BIM-kiosk/skärmar ute på arbetsplatsen:

- Vid större projekt med mycket installationer borde man kunna använda BIM-station ute på arbetsplatsen.
- Skärmar ute på bygget för enkel åtkomst till ritningar och andra dokument.
- Få ut produktions-PC ute på bygget.
- Fler uppkopplade skärmar ute på bygget/i bodar så att allt blir lättare att kommunicera och mer tillgängligt.
- Produktions-PC på bygget (uppkopplad med Wifi eller 4G).
- BIM-kiosk borde finnas.
- Skapa billigare stationer för att kunna ha ett större antal stationer med skärmar ute på bygget.
- Har man möjlighet att bygga upp ett virtuellt rum ute hade det varit bra för att slippa springa in till platskontoret. Men det beror på projekt.
- Skåp med produktions-PC ute på bygget.
- Det är svårt för våra hantverkare att komma åt 3D-modeller/ritningar lika smidigt som vi tjänstemän (som har egna datorer).
- Behövs enkelt sätt för hantverkare att rapportera in tillbud.
- Gemensamma datorstationer för alla olika arbetsmoment.

Ute på arbetsplatsen används idag de traditionella byggskyltarna. Dessa ger dels allmän information om projektet dels gör de även reklam för de delaktiga företagen. I arbetsgruppen har vi diskuterat om digitala byggskyltar, motsvarande de som idag finns i trafiken, skulle kunna vara ett alternativ till de traditionella byggskyltarna. Detta behov är inget som har nämnts i enkäter eller intervjuer.

APD-planer

Bättre APD-planer och bättre användande av APD-planer nämns i enkäter och intervjuer:

- Att anläggning också har med modeller före produktionen startar och vi kan planera APD planer i modellfilen.
- Vi vill jobba mer med APD i 3D, dagens APD-planer är rätt otydliga, helst ska det vara dynamiska APD-planer, bra för både arbetsmiljö, produktion och beställare.

AR

AR nämns som ett önskemål i flera enkäter och intervjuer:

- AR i telefonerna för våra installatörer tror jag på i framtiden. Speciellt byggande med komplexa lösningar.
- AR för visualisering av ritningar, produkter och byggelement mot väggar/golv.
- Videosamtal kombinerat med AR för att snabbt kunna visa och diskutera saker på bygget med personal på kontoret eller i bodarna.
- Projicering av ritningar och byggelement direkt mot väggar/golv.

Drönare

Något enstaka projekt nämner ett önskemål om att kunna använda drönare:

- Använda drönare för skanning om noggrannheten blir bättre.

Maskiner och arbetskläder med sensorer

I arbetsgruppen har vi diskuterat om och hur arbetskläder med sensorer, för att övervaka ergonomisk belastning mm, skulle kunna vara användbart inom byggindustrin. Förutom att mäta och övervaka ergonomisk belastning skulle arbetskläder med sensorer kunna känna av var en person befinner sig. Och därmed hålla koll på om en viss person har behörighet att vistas i en viss zon på etableringen. Det kan till exempel handla om säkerhetsavstånd vid stommontage och annat.

Detta behov är inget som har nämnts i enkäter eller intervjuer. När det gäller zoner och behörigheter skulle också en modern mobiltelefon kunna användas.

Önskemål om att maskiner är försedda med sensorer för geofencing nämns enligt:

- Geofencing, skyddszon med ett visst säkerhetsavstånd på grund av t ex brandrisk och/eller läckagerisk där maskiner inte får vara, kan gälla t ex:
 - Befintliga byggnader
 - Dagvattenbrunnar som inte är färdiga

Styrning och övervakning

Ett projekt nämner att de använder viss styrning och övervakning på arbetsplatsen:

- Styrning av grindar via GSM-modul (grindar öppnas när person med rätt behörighet ringer/skickar SMS till grinden med GSM-modulen).

Mer och bättre övervakning av etableringen och funktioner på etableringen nämns som önskemål:

- GPS på utrustning, både som stöldskydd och lokalisering.
- Styra/programmera byggbelysningen från telefon, (aktuellt främst för större projekt).
- Övervakning/kontroll av:
 - Om strömmen går när man inte är på plats
 - Att grindar som ska vara stängda också är stängda
 - Om det finns kranar som är öppna
 - Om brandlarmet för etableringen är på
 - Om inbrottslarm är på eller av när man lämnar bygget
 - Septitank som signalerar när den behöver tömmas
 - Material, där en viss lagernivå kan trigga en signal om att det håller på att ta slut
 - Dammhalter
 - Ljudnivåer

I arbetsgruppen har vi diskuterat möjligheten att ett larm skickas när någon på etableringen ramlar/faller eller om pulsen går ner. Larmet skulle då skickas via utrustning som alla på etableringen alltid bär med sig. Tänkbara alternativ är då mobiltelefonen eller ID06-brickan (som då är försedd med en sensor som kan känna av och larma vid ett fall eller sänkning av pulsen).

Arbetsplatsens utformning

En del synpunkter på utformning av arbetsplatsen kommer också fram i enkäter och intervjuer:

- Utrustade eller förberedda för nätverksuppkoppling och åtkomst till gemensamma system/servrar osv.
- Möjligen också vara förberedda med routrar installerade för trådlösa system?
- System för ID06 monterade från fabrik eller enbart förberedda med strömuttag för ID06 vid entrén?
- En del kunder förbereder med strömuttag i entréer för ID06.

Något som har diskuterats i arbetsgruppen men inte har kommit fram i några enkäter eller intervjuer är att upprätta säkerhetszoner. I dessa zoner ska man då på ett säkert sätt kunna använda olika typer av digital utrustning. Det kan gälla såväl användning av mobiltelefoner som AR-utrustning.

Arbetsplats, övrigt från enkäter/intervjuer

Några svar som inte går att direkt koppla till någon av de ovanstående rubrikerna är dessa:

- Robot som ritat ut alla linjer för väggar, väggtyper, dörrar & fönster med rätt littera på betongplattan hade varit ganska sweet.
- Automation.
- Ta hand om överskottsvärme, jämför den varma sommaren 2018.
- Digital registrering/administration av besökare på arbetsplatsen.

Solpaneler för att etableringen ska kunna generera egen el är något som har diskuterats i arbetsgruppen som en tänkbar tillämpning.

Resultat från enkäter och intervjuer, platskontor

VR och AR

VR används i viss uträkning redan idag. Några projekt nämner det som en befintlig digital tillämpning:

- Enklare sätt att använda och visa upp modellerna på vår VR-utrustning. Den programvara vi använder är lite för stökig. Har inte hunnit kolla på andra programvaror som sägs vara enklare.
- Vi använder enklare VR-program.

Finns också önskemål om att använda VR och även AR:

- VR för att kunna uppleva den färdiga byggnaden.

- Jobba mer med VR och AR i produktion. AR för t ex utsättning eller kontroller.
- Arbetsberedningar med VR, besiktningar med VR, vill kunna jobba mer modellbaserat.

Tillgång till information via informationsskärmar, med och utan touchfunktion

Digitala informationsskärmar är något som används redan idag:

- Två skärmar vid ingången där vi visar lossningskalendern i veckovy samt i månadsvy för att kommunicera leveranser samt planering.

Det finns också önskemål om att börja använda digitala informationsskärmar:

- Fler uppkopplade skärmar ute på bygget/i bodar så att allt blir lättare att kommunicera och mer tillgängligt.
- Skärmar för att visa och visualisera.
- Digitala infoskärmar.
- TV med rullande skärm med info.
- Stor vägg för projektorprojicering med bra mötesplatser riktade mot den. Bra yta för planering.
- Större TV eller projektor som standard.
- Digital anslagstavla som visar nyheter.
- Manskapsbod borde vara utrustad med skärm som man kan exponera daglig info och planering på.

Digital information om energiförbrukning är något som har diskuterats i arbetsgruppen som en tänkbar tillämpning.

Touchskärmar används i viss uträkning redan idag enligt enkäter och intervjuer:

- Vi använder en stor tv-skärm med touch, för att diskutera lösningar kring ritningar i 2D.
- Digital ritningshantering som är länkad har gjort det väldigt praktiskt att använda touch-tv för att snabbt navigera bland ritningar och rumsbeskrivningar.
- Smartboards, Touchscreens använder vi idag.
- TV-skärmar, Smart-screen används idag.
- Planering på touchskärm.

Det finns också önskemål om att börja använda touchskärmar:

- Touchskärmar för ritningshantering.
- Touchskärmar där man kan navigera sig fram till exempelvis digital arbetsmiljöplan, digitalt skyddsroundsprotokoll osv.
- Tv-skärmar och/eller touchskärmar med t ex tillgång till BIM-modellen.
- Skulle kunna tänka mig en större pekskärm där alla mer lättillgängligt kan kolla ritningar mm och där det finns möjlighet att zooma in och ut på tidplan och flytta runt moment och skriva anteckningar.

Utformning av platskontor

En del synpunkter på utformning av platskontor kommer också fram i enkäter och intervjuer:

- Utrymme för digitaliseringen. uppkoppling, säkerhet
- Ska inte vara någon skillnad på ett platskontor och ett ”vanligt kontor” med konferensrum och utrustning för att visa modellfiler och annan programvara som skall visualiseras.
- En plats med en större skärm för att kunna genomföra planering.
- Vill ha standard för digitala mötesrum.
- Skulle man ha någon form av skärm i bodarna är det viktigt att det finns en lämplig vägg för det och utrymme vid den där man kan stå många och arbeta med skärmen.

Platskontor som är förberedda för digital teknik

Att platskontor är förberedda för digital teknik är något som delvis finns redan idag:

- Våra bodar är i många fall förberedda för trådburen nätverksuppkoppling med datakanaler och datauttag och som vi uppfattar det görs resterande delar på plats vid etablering. Sannolikt nyttjar nog en del av våra kunder också trådlösa uppkopplingar idag som i de flesta fall installeras på plats i samband med bodetablering. Således en stor del eftermontering ute i fält i samband med etablering.
- Idag finns det standardlösningar där bodar är förberedda för trådburen nätverksuppkoppling med datakanaler och uttag samt strömuttag som förstås kan nyttjas för att betjäna ett trådlöst system.
- Optilinekanaler är standard i alla våra kontorsbodar samt överföringskanaler mellan bodarna med luckor.

Att platskontor/bodar behöver vara bättre förberedda än idag kommer upp i enkätsvaren och i intervjuer:

- Nätverk ska vara förberett att bara koppla in i varje bod så vi inte behöver dra kablar.
- Fler nätverksuttag i etableringen.
- Det är mycket borrhande/anpassning idag.
- Det är mycket jobb med att koppla ihop bodarna
- Är även mycket jobb med att koppla in tekniken inne i bodarna, t ex 4g-router, skrivare, accesspunkter mm, detta hanteras av produktionen själva idag och innebär mycket jobb – bodarna skulle kunna vara bättre förberedda.
- Produktionen vill kunna jobba med bara produktionen och inte med så mycket runt omkring som att t ex anpassa och förbereda bodarna.
- De bör vara utrustade eller åtminstone förberedda för nätverksuppkoppling för åtkomst till gemensamma system/servrar osv.
- Möjligen också att de kunde vara förberedda med routrar installerade från fabrik för trådlösa system?

- Laddstationer så att den digitala utrustningen har en utsedd plats med laddningsmöjligheter?

Att förbereda platskontoret är också något som har diskuterats i arbetsgruppen. Det är ofta olika lösningar varje gång för att projektanpassa bodar. Att ”slippa borra sönder bodarna” skulle spara mycket tid både för uthyraren och för entreprenören.

Resultat från enkäter och intervjuer, generellt/övergripande

Här redovisas resultat som är övergripande och som passar in för hela etableringen, både arbetsplats och platskontor.

Utbildning och stöd vid implementering av digital teknik

- Skulle behövas rutiner för att använda den utrustning som finns.
- Implementering av digitala lösningar är beroende på kunskap och intresse hos ansvariga stödfunktioner.
- Stödfunktioner stöttar i olika programvaror. Stöttning från kollegor är det vanligaste.
- Mer utbildning behövs.
- Ökad användning av befintliga digitala stöd och att faktiskt använda och utbilda alla i det vi redan har. Inte börja ändra till nya program.
- Inga nya utan snarare utveckla de som vi använder idag.
- Jag tycker de räcker som vi har det idag, måste få jobba in det lite innan man går vidare.
- Ännu mer av allt.
- Hur stor nytta det skulle göra tror jag beror mest på hur intresset ser ut för det hos de personerna som är just på det projektet. För att det ska bli effektivt måste alla tänka att det är sättet man väljer att jobba på.
- Vi ser också en tämligen omfattande utbildningsinsats för hela personalgruppen som en nyckel i en helt digitaliserad produktionsprocess.
- Vi tror att så mycket som möjligt ska installeras från fabrik för att kostnadsminimera. Dock finns det utmaningar då varje etablering i någon form är unik och det kan vara svårt att sätta upp en fullständig IT-infrastruktur redan i tillverkningskedet av moduler/bodar som tas från eget lager? Vidare finns det sannolikt hos många kunder redan utrustning avsedd för detta som man vill återanvända och installera efter sin egen modell och struktur med IT-säkerhet, osv?

Mognadsgrad hos tekniken

- Tekniken måste komma framåt och utvecklas, noggrannheten är väldigt viktig.

Tänkbara konceptlösningar för digital etablering

I teoridelen och bland de redovisade resultaten finns ett antal identifierade och tänkbara tillämpningar för en mer digital etablering. I detta avsnitt redovisas ett förslag på kategorisering av de digitala tillämpningarna. I kategoriseringen görs en gruppering av de digitala tillämpningarna. Samt en bedömd mognadsgrad för respektive tillämpning. Bedömningen av mognadsgrad görs i tre nivåer: låg, medel och hög samt en tillhörande kommentar.

Kategoriseringen och bedömningen av mognadsgrad kan användas som ett stöd för att i ett specifikt projekt hitta en lämplig grad av användning av digitala tillämpningar på etableringen. Kategoriseringen och bedömningen av mognadsgrad kan användas för olika typer av projekt. Olika med avseende på t ex projektstorlek, projektkomplexitet, ambitioner och intresse för digitalisering i projektet. Samt givetvis kombinationer av detta.

Intressant är också om det finns samband mellan olika tillämpningar. I princip är de flesta kategorierna/digitala tillämpningarna oberoende av varandra. Det stora undantaget är uppkopplingen. Den är den viktigaste digitala tillämpningen för att många av de andra tillämpningarna ska fungera. Men i övrigt går det att fritt konfigurera en konceptlösning för en mer digital byggetablering utifrån kategorierna och de digitala tillämpningarna nedan.

Kategori: Uppkoppling		
Digital tillämpning	Bedömd mognadsgrad	Kommentar ang mognadsgrad
Bra uppkoppling på hela etableringen	Låg	Uppkoppling finns givetvis redan idag på etableringarna. Men den är inte tillräckligt utvecklad för att stödja alla digitala tillämpningar över hela etableringen.

Kategori: Visualisering av information		
Digital tillämpning	Bedömd mognadsgrad	Kommentar ang mognadsgrad
BIM-kiosk	Hög	Befintlig, mogen och enkel teknik. Behövs bara en dator i ett väderskydd.
Informationsskärmar	Hög	Befintlig och mogen teknik.
Touchskärmar	Hög	Befintlig och mogen teknik.
Dynamisk 3D-APD	Hög	Befintlig och mogen teknik.
VR	Hög	Befintlig och mogen teknik. Finns att köpa som konsumentprodukter med bra kvalitet.
AR	Låg	Tekniken finns. Men är ännu inte tillräckligt färdig när det gäller användarvänlighet och aspekter som rör arbetsmiljön samt toleranser/noggrannheter behöver utvecklas/utredas.
Digitala byggskyltar	Låg	Tekniken finns för andra tillämpningar än bygg. T ex digitala trafikskyltar.

Kategori: Logistik		
Digital tillämpning	Bedömd mognadsgrad	Kommentar ang mognadsgrad
Digital hantering av inventarier/utrustning	Hög	Flera leverantörer kan tillhandahålla denna tillämpning.
Digitala liftpool	Hög	Flera leverantörer kan tillhandahålla denna tillämpning.
Digitala paketleveranser	Medel	Tekniken finns. Men det är fortfarande relativt ny teknik och är även oprövad för entreprenadföretagen i stort.

Kategori: Utformning		
Digital tillämpning	Bedömd mognadsgrad	Kommentar ang mognadsgrad
Platskontor/bodar med förberedda kanalisationer	Medel	Finns på marknaden idag. Men det vanligaste är bodar utan förberedda kanalisationer. Enligt projekten i denna förstudie är det mycket jobb med att koppla ihop bodarna.
Platskontor/bodar som är utformade för digitala tillämpningar	Låg	Platskontor/bodar är idag traditionellt utformade. Finns väldigt lite som specifikt stödjer olika digitala tillämpningar.
Digital besökslista	Låg	Finns på marknaden idag.

Kategori: Styrning och övervakning		
Digital tillämpning	Bedömd mognadsgrad	Kommentar ang mognadsgrad
Finns flera olika digitala tillämpningar för styrning/övervakning (ex av grindar, belysning, vatten mm)	Medel	Finns många befintliga/färdiga tillämpningar. Men det varierar hur färdiga dessa är för att implementeras i projekten.
Maskiner med sensorer	Medel	Finns maskiner som är utrustade med sensorer.
Arbetskläder med sensorer	Låg	Tekniken finns men är i ett utvecklingskede.

Kategori: Drönare		
Digital tillämpning	Bedömd mognadsgrad	Kommentar ang mognadsgrad
Finns flera olika digitala tillämpningar för drönare (ex besiktning/inspektion, dokumentation och inskanning)	Hög	Befintlig och mogen teknik. Finns att köpa som konsumentprodukter med bra kvalitet.

SLUTSATSER

Det går att konstatera att det finns en stor potential i en kommande digitalisering av våra byggarbetsplatser. Svar från enkäter och intervjuer visar på ett stort intresse för att ta till sig ny teknik. Svaren visar också att dagens arbetsplatser har påbörjat en digitalisering. Men att de flesta etableringar fortfarande är traditionella både när det gäller utformning och teknikinnehåll.

Spännvidden i svaren är också stor. Det visar citat som:

- Jag tycker de räcker som vi har det idag, måste få jobba in det lite innan man går vidare.

Respektive:

- Ännu mer av allt.

Det indikerar att en del av teknikutvecklingen drivs av personer med ett stort intresse för nya tekniska lösningar. Medan andra anser att vi måste nyttja befintlig teknik på ett bättre sätt.

Flera lyfter också att ny digital teknik måste vara enkel att hantera, robust, pålitlig och driftssäker. Samtidigt som noggrannhet och toleranser är tillräckligt bra för att ge korrekt information.

Detta citat från enkäter/intervjuer är ett exempel på det:

- Gällande AR och VR måste kalibreringen vara väldigt enkel och smidig men ändå med en bra noggrannhet.

Nya tekniska lösningar måste också användas på ”rätt sätt” för att få ut nyttan. Det kan vara lätt att tro att en viss ny teknisk lösning kommer lösa ”allt”. Men att bara köpa in ny teknik kommer inte hjälpa. Den behöver kopplas till ett arbetssätt och implementeras ordentligt i verksamheten. Samt att ny teknik inte får innebära en ökad arbetsbelastning (som överstiger nyttan) i form av hantering och uppdateringar av digital utrustning och digital information.

I enkätsvar och intervjuer framkommer också att nyttan med att digitalisera måste vara större än insatsen. Här ska då vägas in direkta ekonomiska effekter i form av kostnader och besparingar. Men även att nya tekniska lösningar kan innebära både tidsbesparingar samt även ökad arbetsbelastning i form av att hantera den nya tekniken. Sammantaget måste då förstås nya digitala lösningar ge mer effekter än vad de kostar i tid och pengar. Det är ofta svårt för ett enskilt projekt att i förväg bedöma vilka digitala initiativ som ger mer nytta tillbaka än vad som krävs i investeringar i form av kostnader och arbetstid.

Intressant är också att konstatera att det finns många kopplingar mellan ny digital teknik och arbetsmiljö. Genom att använda digitala lösningar som exempelvis VR, 3D-APD och drönare kan många potentiella arbetsmiljöproblem och arbetsmiljörisker förebyggas.

För att en etablering ska kunna jobba digitalt krävs en bra uppkoppling både till och på hela etableringen. Det har framkommit i både enkätsvar och intervjusvar i detta arbete. Det har också framkommit i befintlig teori. Därför ligger projektet Uppkopplad byggplats, (Uppkopplad byggplats, 2019), helt rätt i tiden. Resultaten från det projektet kommer bli en viktig möjliggörare för många av de digitala tillämpningar som projekten enligt denna rapport vill och kan börja använda redan nu.

FORTSATT ARBETE

Arbetet som redovisas i denna rapport har varit ett första steg. Det finns mycket kvar att göra. Ett förslag på inriktning för fortsatt arbete är att utgå från arbetet som finns redovisat i denna rapport. Resultaten från detta arbete behöver konkretiseras ytterligare vilket blir ett lämpligt nästa steg. I det steget kan konkreta lösningar baserat på färdiga produkter och/eller tjänster som

leverantörer kan tillhandahålla tas fram. Dessa lösningar kan därefter testas i skarpa projekt i ett tredje steg. I kommande steg bör också ingå att identifiera effekter i form av t ex kostnader och besparingar för valda lösningar.

REFERENSER

Ahl, C., Warselius, G. (2018). Innovationsacceptans inom Byggbranschen (Examensarbete). Lunds tekniska högskola.

Andric, N., Daoud, A. (2017). Implementering av drönarteknik i byggprocessen (Examensarbete). KTH.

Arbetsmiljöforskning (2019). <https://arbetsmiljoforskning.se/smarta-arbetsklader-kan-minska-belastningsskador/>

Brantitsa, E., Norberg, R. (2018). BIM Implementation in the Production Phase of the Construction Process - Site Management Teams' Knowledge, Attitude and Needs (Masteruppsats). Chalmers tekniska högskola.

Bygginnovationen (2019). www.bygginnovationen.se

Böregård, N., Degerman, C. (2013). Implementering av Virtual Design and Construction inom husproduktion: Användarvänlighet och användningsområden i produktionsfasen (Examensarbete). Chalmers tekniska högskola.

Entreprenad (2019). https://www.entreprenad.com/article/view/567092/sakerhetsbubbla_runt_maskinen

Fahlén, S., Håkansson, J. (2018). Effektivisering av riskhantering med Building Information Modelling (Examensarbete). Lunds tekniska högskola.

Jimenez Parra, J., Radulovic M. (2018). Augmented reality som digitalt verktyg i produktionsskedet (Examensarbete). Högskolan i Jönköping, Tekniska Högskolan.

Guldbrand, M., Thomasson, L. (2018). Använda dynamisk APD-plan i 4D som ett planeringsverktyg vid industriellt bostadsbyggande (Examensarbete). Malmö universitet.

Hadorn, J. (2018). Digital ritningshantering i byggproduktion (Examensarbete). Lunds tekniska högskola.

Hilti (2019). <https://www.hilti.se/content/hilti/E1/SE/sv/services/tool-services/on-track.html>.

Hultberg, F., Mettäväinö, P. (2015). Visuell styrning med en dynamisk APD-plan (Examensarbete). Luleå tekniska universitet.

Infobric (2019). <https://infobric.se/projekt/delade-resurser-och-smart-styrning-blir-vinst-bade-entreprenor-och-maskinuthyrare/>.

Johansson, M., Roupé, M. (2018). Virtuellt Produktionsmodell i skala 1:1 på byggarbetsplatsen. Etapp II. SBUF Rapport 13423.

Lambertsson (2019a). <https://lambertsson.com/>.

Lambertsson (2019b). <https://lambertsson.com/lambertsson-online>.

Lipac (2019). <https://www.lipac.se/projektstyrning/liftpool/>.

Qlocx (2019). www.qlocx.com.

Roupé, M., Johansson, M., Viklund Tallgren, M. (2017). Virtuellt Produktionsmodell i skala 1:1 på byggarbetsplatsen. SBUF Rapport 13033.

Stavdal (2019). <https://www.stavdal.se/start/om-stavdal/pressrum/artiklar/liftpool-och-tillfallig-varme-till-nytt-skolprojekt/>.

Strand, A., Svantesson, E. (2013). Säkerhetsplanering vid upprättandet av APD-planer. 4D-simulering i SketchUp av Växhusens APD-plan (Examensarbete). Chalmers tekniska högskola.

Smart Built Environment (2019). <https://www.smartbuilt.se/>.

Uppkopplad byggplats (2019). <https://www.smartbuilt.se/projekt/innovationslabb/uppkopplad-byggplats/>.

ENKÄTFRÅGOR

1. Vilka digitala tillämpningar används idag i produktionen
2. Hur funkar stöd (programvaror/hårdvaror/utrustning) för dagens digitala tillämpningar
3. Utöver de digitala tillämpningar som används idag, vilka skulle ni vilja använda i produktionen
4. Vilket stöd (programvaror/hårdvaror/utrustning) behövs för digitala tillämpningar enligt fråga 3
5. Hur borde platskontor/bodar vara utrustade för att vara förberedda för digital miljö
6. Hur borde resten av etableringen vara utrustad för att vara förberedd för digital miljö