

DIGITALISERAD PRODUKTIONSPROCESS BYGGPRODUKTION

*Utvärdering av effekterna att tillämpa visuell
LEAN/BIM i byggproduktion*

Alex Yazdani

2019-02-13

SAMMANFATTNING

Detta projekt är en del av att modernisera produktionsprocessen genom att tillämpa och testa BIM/Lean-metodik på arbetsplatser. Genom att använda ett verktyg (VisiLean) anpassat för personal inom produktion på skarpa byggprojekt erhöles erfarenheter direkt från hantverkare och produktionspersonal. Ämnet är unikt då det finns mycket begränsat med litteratur som behandlar implementeringen av digitala verktyg i byggbranschens produktion.

VisiLean är ett digitalt samordningsverktyg för byggarbetsplatser och har i detta projekt testats i produktionen av flerbostadshus i projekten Nya Nykvarn Centrum, Lippulaiva i Finland, Kulturtorget i Uppsala samt produktionen av Facebooks nya serverhallar i Irland. Projekt rapporten utvärderar hur verktyget påverkar byggprocessen och hur personalen upplever användandet av verktyget. Primärt ligger fokus på appliceringen inom produktionen, även om projektering och förvaltningen också omnämns.

Projekt rapporten utvärderar de sammanställda upplevelser som personalen rapporterat och ger rekommendationer till framtida steg. För att undersöka behovet av BIM i produktion inkluderas även intervjuer som skett med specialister i byggbranschen. Det breda spektrum av åldrar och befattningar bland respondenterna bidrar till att skapa en helhetsbild av de hinder och drivkrafter som finns för att integrera BIM i produktionsskedet.

Projektet har visat att potentialen för nya digitala verktyg för produktionsprocessen är stor. Det finns ett grundläggande intresse och en vilja att använda verktygen, nyttan med att använda de specifika verktygen behöver dock vara tydlig, framförallt för de enskilda individer som behöver anpassa sina arbetsrutiner. En utmaning är den ojämna digitala mognaden på arbetsplatserna. Detta i kombination med att komplexa verktyg tenderar att hålla en låg användarvänlighet gör att utbildning och bra teknisk support är avgörande för att minimera problemet.

Lärdomarna från tidigare studier samt den praktiska tillämpningen av digitala verktyg visar att det krävs nya genomtänkta strategier för att de nya verktygen och dess arbetsmetoder ska kunna skapa en effektivisering. Rapporten visar att flera praktiska hinder kvarstår för smärtfri tillämpning men också att verktyget redan i dessa icke-idealiska förhållanden kan effektivisera produktionsprocessen.

Nyckelord: BIM, produktion, digitalisering, Lean, IT-verktyg, VisiLean

Förord

Som projektledare vill jag tacka SBUF för det ekonomiska stöd som gjort projektet möjligt att genomföra. Ett stort tack riktas också till alla de deltagande företag och experter som delat med sig av sin värdefulla tid och kunskaper – ert engagemang bidrar till effektiviseringen av en av Sveriges största branscher.

Styrgruppen

Projektledare	Alex Yazdani	BIMformation
Byggentreprenör	Claes Dalman	Peab
Sakkunnig konsult BIM/LEAN	Jan Olof Edgar	Svensk Byggtjänst AB

Referensgrupp

Entreprenör	Mattias Lindström	Peab
Entreprenör	Stina Möller	Box Bygg AB
Utvecklingskonsult	Martin Zilliacus	Visilean
Yrkeshögskola	Paula Anttonen	Nackademin
Entreprenör	Kajsa Simu	NCC
Installation	Pär Lanner	Installatörsföretaget
Entreprenör	Joakim Jeppsson	Skanska

Arbetsgrupp

Projektledare	Alex Yazdani	BIMformation
Sakkunnig BIM	Adam Goczkowski	Box Bygg AB
Sakkunnig Skrift	David Midhage	BIMformation
Sakkunnig produktion	Nils Bruhner	BIMformation
Ingenjörstuderande	Milad Ramak	Nackademin
Ingenjörstuderande	Aram Mahzouni	Nackademin

Nomenklatur

BIM -	Byggnadsinformationsmodellering (Eng. Building Information Modelling)
Lean -	Principer, värderingar och metoder som avser maximera kundnyttan och minimera slöseri med resurser genom olika typer av effektiviseringar och rationaliseringar.
VisiLean -	IT-verktyg för implementering av BIM i produktion.
BIM-modell -	Objektbaserad 3D-modell med datainformation.
IT-verktyg -	De verktyg som används för att skapa och hantera information
4D -	BIM-modell integrerad med tidplan
5D -	BIM-modell integrerad med tidplan och kalkyl
IFC -	Industry Foundation Classes. Ett öppet filformat vars information inte är låst till specifika programvaror.

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	20
1.1	BAKGRUND	20
1.2	PROBLEMFÖRMULERING	21
1.3	SYFTE	21
1.4	AVGRÄNSNING	21
2	METOD	22
2.1	LITTERATURSTUDIER OCH INTERVJUER	22
2.2	UTBILDNING I PROGRAMVARA	23
2.3	PILOTPROJEKTEN	23
2.4	UTBILDNING	24
2.5	UTFÖRANDE	24
2.6	UTVÄRDERING	25
3	TEORI	26
3.1	BYGGPROCESSEN	26
3.2	BIM	27
3.3	LEAN	29
4	VERKTYGET VISILEAN	33
4.1	WEBBGRÄNSSNITT	35
4.2	AKTIVITETSSTATUS	37
4.3	SKAPANDE AV ÄRENDE	38
4.4	APPLIKATIONSGRÄNSSNITT	39
4.5	SKILLNADER MELLAN WEBB- OCH APPLIKATIONSGRÄNSSNITT	41
4.6	RAPPORTER	42
5	ANALYS	43
5.1	INTERVJUER MED AUKTORITETER I BYGGBRANSCHEN INFÖR STUDIENS GENOMFÖRANDE	43
5.2	UTVÄRDERING AV PILOTPROJEKTEN	44
6	DISKUSSION OCH SLUTSATSER	46
6.1	SAMMANFATTNINGSVIS	

FEL! BOKMÄRKET ÄR INTE DEFINIERAT.

7	KÄLLHÄNVISNING	48
7.1	ELEKTRONISKA KÄLLOR	48
7.2	TRYCKA KÄLLOR	48
7.3	INTERVJUER	48
7.4	FIGURFÖRTECKNING	49
BILAGA 1: EMPIRI		50
7.5	INTERVJUER – BRANSCHLEDARNAS UPPLEVELSE AV BIM I PRODUKTIONEN	50
7.6	INTERVJUER – NYA NYKVARN CENTRUM	55
7.7	SAMMANSTÄLLNING AV ENKÄTUNDERSÖKNING	59
BILAGA 4: ENKÄTUNDERSÖKNING		65

1 Inledning

I detta avsnitt presenteras bakgrund och ämnets problematik. Här framgår även rapportens syfte och mål samt de avgränsningar som författarna valt att göra.

1.1 Bakgrund

Ny teknik har de senaste decennierna möjliggjort en enorm effektivisering inom de flesta branscher där kostnaderna för produktion och förvaltning av produkterna konstant sänkts trots att både produktionstakten och kvalitén ökat. Denna positiva utveckling har dock inom byggbranschen lyst med sin frånvaro där vissa undersökningar rent av visar på ökade kostnader och lägre produktion. De senaste åren har dock teknikutvecklingen tillslut börjat slå igenom även i byggbranschen och man talar nu om en digitaliserad byggprocess med hjälp av metoder som BIM och VDC. Denna effektiviserande digitalisering har dock främst skett inom projekteringsstadiet medan utvecklingen i produktion och förvaltning varit utan.

Inom byggbranschen har användningen av BIM ökat i omfattning under de senaste åren. Det har bidragit till att nya arbetsmetoder uppkommit samt medfört en utveckling och effektivisering av byggbranschens processer. Det finns några faktorer som har påskyndat denna utveckling. Konkurrens, kvalitet, lönsamhet och tidsoptimering är av stor vikt för företagen och dessa är några av de komponenter som har resulterat till att man ser vinsterna med BIM som arbetsmetod. Att användningen av BIM effektiviserar projekteringsfasen, minskar samordningsfel mellan olika discipliner och skapar bättre konflikthantering mellan de olika aktörerna tydliggörs enligt tidigare studier.¹

Fördelar som hittills har realiserats kan främst knytas till projekteringsfasen, men fördelar kan även kopplas till produktionsfasen. Inom produktionen är vinsterna inte lika tydliga som i projekteringen. Studier visar att om BIM ska vara lönsamt inom produktionsfasen måste vinsterna konkretiseras och när projekten redovisar tydliga vinster kommer BIM-tekniken att anammas.²

Det finns många IT-verktyg på marknaden som kan vara till hjälp för att implementera BIM i produktion. I denna rapport kommer IT-verktyget VisiLean att presenteras som ett alternativ

¹ Jongeling (2008).

för effektivisering av byggprocessen och förenkling av arbetet för produktionspersonalen. Byggbranschen beskrivs ofta som konservativ och motvillig till förändring och det förekommer en viss tröghet till förändring av rutiner och vanor. Att ta fram praktiska exempel av hur användandet av IT-verktyg kan vara till nytta inom produktionen kan därmed underlätta anammandet av de nya arbetsmetoderna.

1.2 Problemformulering

De problem och brister som försvårar implementering av BIM i produktion är till stor del avsaknad av en Lean-metodik, det vill säga att försöka optimera användningen av de resurser man förfogar över och minimera icke värdeskapande delar i sina processer. BIM har de senaste åren gjort enorma framsteg inom vissa delar av byggbranschen men fortfarande finns det områden som kan utvecklas. Exempel på detta är utveckling och implementering av verktyg som är mer tillgängliga för personal med mindre IT-orienterad utbildning i området. Byggbranschen skiljer sig i många anseenden från den industriella produktionen. Dock finns det erfarenheter inom industrin som man kan lära sig av, till exempel bättre informationsåterkoppling och erfarenhetsåterföring från tidigare projekt.

1.3 Syfte

Syftet med projektet är att applicera ett digitalt lean-verktyg på byggarbetsplatser för att utvärdera hur digitaliserade metoder uppfattas av arbetsledning och yrkesarbetare.

Vidare undersöker projektet vilka potentiella fördelar verktygen ger inom produktionen samt eventuella hinder för att uppnå fördelarna. Projektet ger också rekommendationer vad gäller tillvägagångssätt vid implementeringen av nya digitala verktyg.

1.4 Avgränsning

Studien är avgränsad till att studera ett IT-verktygs värdeskapande faktorer för byggprocessen. Därmed läggs inget fokus på IT-verktygets eventuella effekter på exempelvis projektering eller förvaltning.

Det IT-verktyg som tillämpas i projektet är VisiLean. En utvärdering görs från dess tillämpning i en delar av produktionen av flera projekt, i flera länder. Dessa projekt är Nya Nykvarn Centrum, Lippulaiva i Finland, Kulturtorget i Uppsala samt Facebook Data Centre i Irland. Denna tillämpning utfördes från andra halvan av 2017 och under 2018.

2 Metod

Kapitlet avser att ge läsaren förståelse för hur författarnas tillvägagångssätt för informationshämtning har skett samt vilka metoder som nyttjats för att nå rapportens mål.



Figur 1: Överblick metod

2.1 Litteraturstudier och intervjuer

Mängden tillämplig litteratur om BIM-metodik inom produktion har visat sig vara begränsad. Detta då BIM i produktion är ett än så länge relativt outforskat område. De rapporter som berör ämnet är i största utsträckning antingen äldre sådana eller utförda utanför svenska marknaden. Därmed kommer lejonparten av den information och fakta som ligger till grund för detta arbete från intervjuer och möten med experter inom området BIM och produktion.

Rapporten grund bygger delvis på de intervjuer som hölls med relevanta BIM-experters angående BIM-metodikens förutsättningar inom produktion.

2.2 Utbildning i programvara

Representanter för programvaran VisiLean har tillhandahållit utbildning av IT-verktyget för inblandade platschefer, projektledning och övrig personal. Utbildningen har inneburit grundläggande nödvändiga kunskaper i mjukvaran samt användandet av den tillhörande mobilapplikationen.

2.3 Pilotprojekten

Rapportens slutsatser bygger på lärdomarna som dragits från de byggprojekt där VisiLean tillämpats i produktion. Detta skedde under slutet av 2017 in på 2018 i de olika pilotprojekten.

Pilotprojektens upplägg delas in i tre delar:



Figur 2: Tillvägagångssätt för pilotprojektet

Nya Nykvarn Centrum

Entreprenör: BOXbygg

Centrala personer:

- Eigil Neisvik – Byggledare
- Tomas Grankvist – Arbetsledare
- Erik Tabbers – Platschef/Produktionschef för Nykvarn kvarter 2

Kulturtorget, Uppsala

Entreprenör: PEAB

Centrala personer:

Leonidha Llambro - Platschef
Oskar Haglund - Arbetsledare

Lippulaiva, Finland

Entreprenör: Letho Group

Centrala personer:

Jouni Ojala - Production Modelling
Tiina Talvitie - Digital Director

Facebook Data Center, Irland

Entreprenör: Mace Technology (Ireland) Ltd

Centrala personer:

Kevin McHugh - Associate Director

2.4 Utbildning

Den aktuella projektgruppen för respektive pilotprojekt genomgick utförlig utbildning i IT-verktyget VisiLean där programmets egenskaper och nyttor förklarades i detalj. Projektgruppen bestod av platschef, projektledare, arbetsledare och i vissa fall en logistikansvarig. I samband med utbildningen diskuterades pilotprojektets syfte och hur implementeringen av VisiLean i det dagliga arbetet skulle gå till. Vid utvärderingen rapporterade samtliga deltagare att de fått adekvat utbildning i verktyget.

2.5 Utförande

En del av förberedelserna innefattade införskaffning av underlag från projekteringsgruppen för respektive pilotprojekt. Underlaget bestod bland annat av tidsplaner och BIM-modeller i IFC-format från olika discipliner. Efter den inledande utbildningen kunde platschefen börja delegera aktiviteter till övriga inom projektgruppen.

Platschefen hade den centrala styrningsrollen och utförde planering, aktivitetsfördelning och uppföljning från den webbaserade plattformen som det digitala verktyget använde. Projektledare, arbetsledare och logistikansvarig hade som ansvar att ta emot de tilldelade aktiviteterna genom mobilapplikationen och se till att dessa verkställdes.

All kommunikation inom projektteamet angående status på kommande samt utförda uppgifter var tänkta att äga rum via mobilapplikationen med avsikten att möjliggöra tidsbesparing och effektiv ärendehantering.

2.6 Utvärdering

Syftet med pilotprojekten var att projektgrupperna skulle få utvärdera mjukvaran och dess möjligheter och brister inför fullskalig användning i framtida projekt. Projektgruppens respons granskades genom enkätundersökningar och intervjuer, vilka ligger till grund för utvärderingen. De frågor som det söktes svar på var följande:

- Användarvänlighet
- Gränssnittets tydlighet
- Arbetsberedning
- Tidsbesparing
- Kommunikation
- Visualisering
- Helhetsintryck

Författarna valde intervjupersoner utifrån någorlunda olika befattningar och arbetsuppgifter för att ge studiens bredd. Studiens primära syfte och vikten av frågeställningen förklarades för respondenterna med anledning av att klargöra nyttan med deras medverkande och förmå dem att bidra med så givande svar som möjligt. För att intervjuerna och enkätundersökningarna skulle ske i rätt skede av studien genomfördes dessa efter en ingående faktainsamling.

3 Teori

Detta kapitel beskriver byggprocessen samt BIM, Lean och VisiLean.

3.1 Byggprocessen

Byggprocessen är det begrepp som brukar användas för att sammanfatta de olika faser som utgör ett byggnadsverks livstid. I denna rapport har byggprocessen delats in i fyra olika skeden som presenteras nedan:

1. **Idé** (behovsutredning/planering)
2. **Program** (produktbestämning/utformning)
3. **Projektering** (mer detaljerad produktbestämning/utformning)
4. **Produktion** (produktframtagning/byggande)
5. **Förvaltning** (produktanvändning/renovering)
6. **Rivning** (avveckling och återställning)

3.1.1 Program

Byggherrens krav och önskemål om det blivande byggnadsverket preciseras under programskedet och alla förutsättningar och villkor som kan påverka den kommande projekteringen kartläggs. I ett byggnadsprogram sammanställs detta och följs av gestaltning (Nordstrand 2008).

3.1.2 Projektering

Gestaltningen fortsätter i detta skede och leder till utarbetade förslagsritningar.

Systemhandlingar skapas utifrån utformning av Konstruktions- och installations-system och fastställs i form av systemhandlingar. Därefter sker arbetet med detaljutformningen vilket leder till bygghandlingar.

Bygghandlingarna består traditionellt av allmänna föreskrifter, beskrivningar och ritningar från olika discipliner.

De kompletta bygghandlingarna leder till ett förfrågningsunderlag (FU) som olika entreprenörer får ta del av för att skicka in ett anbud för det tilltänkta byggnadsverket.³

³ Nordstrand 2008.

3.1.3 Produktion

Produktionsskedet omfattar utförande av byggtreprenaden från produktionsstart till överlämnande. Entreprenören ska löpande utföra kontroller enligt granskningsplanen.

Under produktionsskedet sker den fysiska produktionen av projektets byggnader och anläggningar. Stor vikt läggs på kontroll och prövning av tekniska funktioner, innan slutbesiktningar utförs som avslutar byggproduktionsskedet.⁴

3.1.4 Förvaltning

När ett projekt har avslutats lämnas lokalerna över till byggherren, och byggnadsverket övergår i förvaltning. Uppföljningsmöten genomförs, för att reda ut eventuella oupplärade frågor och ta vara på möjligheterna till erfarenhetsåterföring till kommande projekt.

Efter garantitiden övergår byggnadsverket och dess förvaltning i sin helhet till fastighetsägaren och dennes förvaltningsorganisation. Efter överlämnandet ska byggnadsverket vara i full funktion och fastighetsägaren ska ha övertagit rutiner för drift- och skötsel samt övrig dokumentation.⁵

3.1.5 Rivning

I detta skedet nedmonteras det byggda objektet och marken återställs till tidigare stadie, alternativt ger plats åt nyexploatering.

3.2 BIM

Byggbranschen har under en lång tid genomgått en teknisk revolution som har inneburit att nya arbetsprocesser tillkommit. BIM är ett arbetssätt som har blivit allt vanligare inom byggbranschen.⁶ Det är viktigt att understryka att BIM är ett mycket brett begrepp och att det i Sverige inte finns någon definitiv definition av BIM. Begreppet kan således variera beroende byggprojektens syfte, omfattning och utförande.

^{4,5} Akademiska Hus 2017

⁶ Trafikverket 2017

Generellt kan man dock säga att BIM-metodik är ett arbetssätt som kan tillämpas i byggprocessen, oavsett om det handlar om infrastruktur, anläggningsarbeten, bostäder eller andra storskaliga projekt. BIM-metodiken avser att ta till vara på den avsevärda mängd information som skapas under en byggnads livscykel från idé till förvaltning, ombyggnad och slutligen rivning. BIM-metodiken ger möjlighet att säkerställa att informationen är korrekt, hålls uppdaterad och görs tillgänglig för alla inblandade i projektet. Eftersom BIM-metodiken effektiviserar hanteringen av informationsutbyte uppstår resursbesparingar då antalet fel minskar i byggprocessens alla led.

BIM-metodiken utförs oftast, men inte nödvändigtvis, i koppling till en 3D-modell som är ritad i mjukvara ämnad för 3D-projektering. Att rita grafiska 3D-modeller av byggnadsprojekt är i sig en teknik som redan funnits i decennier, men det som gör BIM-metodiken unik är att man i samma modell mer djupgående infogar information om byggnadens komponenter som är relevant i senare skeden.

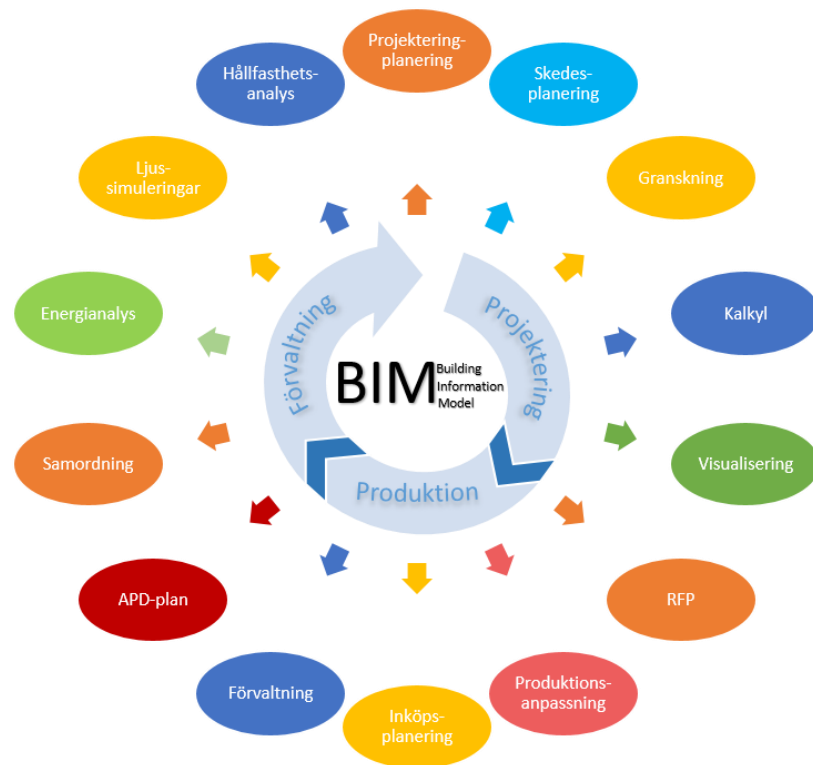
Exempel på detta är hur man i ”traditionell” projektering endast ritat visuellt var en vägg ska stå vilket begränsar informationsmängden till väggens längd och placering, medan utförligare information om väggens material och funktion återfinns i ett separat dokument. I ett projekt som tillämpar BIM-metodik använder man istället verktyg som visuellt visar var väggen ska stå, men dessutom också inkluderar information om väggens uppbyggnad, vikt, isoleringsgrad, tillverkare, kostnad per kvadratmeter, bärighet, färg och så vidare. Denna information finns sedan lagrad i 3D-modellen genom hela projektet och kan användas för såväl gestaltning, priskalkyler, försäljning, förvaltning, med mera – utan att behöva hänvisa till externa och oberoende dokument. Vidare är hålls informationen levande vilket innebär att alla dokument, kalkyler och ritningar som skapas utifrån modellen automatiskt uppdateras ifall modellen justeras.

Att arbeta med BIM-metodik underlättar samordningen mellan de aktörer som är inblandade i projektet då alla kan vara säkra på den information de baserar sitt arbete på hämtas direkt från modellen och att den därmed korrekt och uppdaterad. Detta leder till att mängden icke värdeskapande arbete minskar eftersom man mycket lättare upptäcker eventuella kollisioner och annan felprojektering som uppstår mellan discipliner.⁷

Som tidigare nämnt utgörs en stor del av BIM-metodiken av att i sin modell infoga information som är viktig i senare delar av byggprocessen. Exakt vilka delar av sin modell som man väljer att infoga mer djupgående information beror på hur man ämnar arbeta med projektet i senare skeden av byggnadens livscykel. Olika byggprojekt uppförda med BIM-metodiken har därmed olika mängder information tilldelade till sina komponenter beroende på byggherrens mål vad gäller byggnadens användningsområden, komplexitet, förvaltning och så

⁷ Jongeling 2008

vidare. Oavsett byggherrens avsikter har BIM-metodiken idag potentialen att bidra till hela byggnadens livscykel.⁸



Figur 3: Faser och tillämpningsområden

3.3 Lean

Lean är en produktions- och företagsfilosofi som fokuserar på hur man hanterar resurser. Syftet är att skapa mervärde för slutkunden genom att förbättra sina processer. Lean är ingen akronym utan syftar på ”lean meat”, det vill säga kött utan fett, och syftar på att reducera onödiga processer inom ett företag. Lean bygger på utgångspunkten att företag slösar stora delar av sina resurser på onödigt eller felaktigt arbete. En del av åtgärderna för att reducera detta är att grundligt utvärdera vilka processer i företaget som faktiskt skapar ett värde för slutkunden.

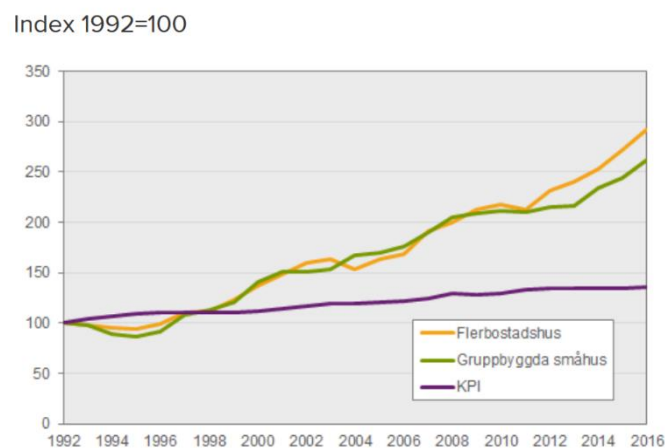
Kärnan i Lean är att identifiera och eliminera alla faktorer i en produktionsprocess som bidrar till:

⁸ Granroth 2011

- Väntan (Väntetid för resurser, material liksom människor för att kunna fortsätta arbetet)
- Onödiga transporter
- Onödigt eller felaktigt utfört arbete
- Lager
- Rörelse (Onödiga rörelser för medarbetarna: böjningar, lyft, och promenader på byggarbetsplatsen)

Det lean ämnar bidra med är att engagera yrkesarbetarna i utvecklingsarbetet till att eliminera produktivitetsförluster. På så sätt blir alla delaktiga i utvecklingen av arbetsprocessen och gemensamt kartlägger förbättringsåtgärder. Målet är att detta ska bidra till ett förbättrat arbetsflöde, kommunikation och samarbete.⁹

BIM-metodiken är inte helt olik tanken bakom Lean-metodiken. I ett traditionellt byggprojekt återskapas samma information mängder av gånger under projektets livscykel. Detta är arbetstimmar som inte ger slutkunden något mervärde och som alltså bör reduceras. Ett stort hinder i byggbranschen för att minska återskapandet av samma information är att varje projekt är unikt. Till skillnad från annan typ av produktion har det alltså varit svårt att mellan olika projekt återanvända information och utvärdera tillvägagångssätt. De försök att sammanställa information i dessa projekt faller ofta på att informationen hamnar i otillgängliga och svårarbetade databaser. Dessa faktorer har alltså bidragit till att effektivisering har uteblivit och är en av orsakerna till varför byggnadskostnaderna mer än dubblerats sedan 90-talet jämfört med övriga produkter.



Figur 4: Byggnadsprisindex i förhållande till KPI. Källa: SCB

Med BIM-metodik skapas avsevärt bättre förutsättningar att återanvända och analysera data från olika projekt då informationen blir både aktuell, korrekt och tillgänglig. Vidare kan

⁹ Lean 2017

byggfel undvikas och produktion effektiviseras – områden som sett mycket lite förändring i procedurer.

3.3.1 Tillämpning av Lean och andra arbetsmetoder inom organisationer

2010 utfördes en större studie på appliceringen av Lean inom byggbranschen. Studien författades av Peter Jensen vid Lunds universitet under namnet "*Lean i byggbranschen – inställning, tillämpning och implementering*". Studien utgick från att undersöka hur Lean kan minska slöserier inom byggbranschen vad gäller materialhantering, planering och kommunikation. Studien visade på hur Lean uppfattas av personal inom byggbranschen och lyfter vilka förutsättningar som krävs för att arbetsmetoden ska kunna anammas av personalen.

En av de punkter som Jensen belyser i studiens slutsatser är vikten av att personalen har en positiv inställning till de nya arbetsmetoderna kopplade till Lean. För att skapa denna förutsättning krävs i att den valda Lean-metodiken fullt ut förstås och uppskattas av ledningen. I byggsektorn innebär implementeringen av nya arbetsmetoder att hela grupper av personal måste anpassa sina arbetsmetoder. Därmed är det viktigt att vara ute i god tid med information och utbildning om förändringen. Jensen lyfter också att personalgrupper har både informella och formella ledare som de övriga i gruppen ser upp till. När arbetsmetoder ska förändras är det viktigt att på förhand identifierat dessa personer så att de kan övertygas om fördelarna med förändringen – om inte dessa personer är positiva till förändringen blir det nämligen avsevärt svårare att lyckas att implementera de nya metoderna.

För att implementeringen av nya arbetsmetoderna ska lyckas är det således inte endast arbetsmetoderna som planeras grundligt – även den tilltänkta personalens förutsättningar är helt avgörande för ifall de tänkta arbetsmetoderna ska kunna appliceras. Lyckad implementering handlar således till stor del om social kompetens och personlig kännedom av ens anställda.

3.3.2 Lean och fotboll

Ett område där detta har studerats utförligt är inom lagsport där samma teorier återfinns och Niklas Modig, erkänd expert på Lean-metodiken, har använt fotboll som analogi till hur även andra organisationer behöver tänka när de tillämpar ny taktik för att uppnå fördelarna med Lean¹⁰.

¹⁰ Detta är lean (2013)

Inom fotboll anlitas tränaren som ett steg för att uppnå visionen om bättre resultat på spelade matcher. Tränarens roll blir att utvärdera spelarna, identifiera styrkor och svagheter samt implementera nya arbetsmetoder för att maximera styrkorna och överkomma svagheter. För att uppnå visionen och ta fram en taktik som är lämplig för laget så krävs det att tränaren beaktar att personalen består av olika individer som alla har olika kompetenser och svagheter. Appliceringen av taktiken måste således anpassas utefter individernas förutsättningar. Baserat på sin analys av lagets spelare utvecklar tränaren en taktik som tar hänsyn till de individuella spelarnas, och hela lagets förutsättningar.

Bästa tidpunkten för en tränare att applicera en ny taktik är så tidigt som möjligt innan försäsongen börjar. Detta möjliggör att tränaren har tid att utvärdera spelarnas kompetenser och utbilda dem i den planerade taktiken. Viktigt är här att tränaren tagit fram en taktik som är anpassningsbar baserat på de föränderliga förutsättningarna och att han lär sig mer om sina spelare.

Tränaren utbildar spelarna repetitivt med att applicera taktiken för att på så sätt skapa en automatiserad tillämpning av den nya taktiken. För att göra tillämpningen oansträngd och accepterad hos spelarna är det viktigt att han bemöter varje spelare har intresse och förståelse för varje spelares förutsättningar och vinner deras förtroende. Inom laget finns alltid vissa spelare som har en ledande roll. Det är extra viktigt för tränaren att se till att dessa ledande roller accepterar och förstår taktiken, annars riskerar de övriga att avstå den. Efter att säsongen är slut är det viktigt att tränaren analyserar de utförda matcherna och hur pass bra den tänkta taktiken presterade och vad som kan förbättras.

Detta kan användas som analogi till byggbranschen och appliceringen av ny Lean-orienterad metodik.

I byggbranschen kan tränaren jämföras med projektledningen och försäsongen jämföras med de tidigaste stegen inom produktionen. Inför produktionsstarten måste ledningen besluta om hur ledningen av produktionen ska tillämpas. Har man som vision att uppnå Lean-metodikens fördelar tar man här fram en taktik för hur den ska uppnås. Då det är i början av byggprojektet är det färre personal som behöver utvärderas och som taktiken behöver anpassas för.

Om man i sin valda taktik inkluderar programvara är det extra viktigt för ledningen att personerna med chefsroller inom produktionen accepterar och förstår programvaran, för om man inte lyckas få dessa aktörer att förstå och accepterar taktiken är det ingen idé att utbilda underställd personal. Dessa personal med chefsroller får i sin tur ansvar att förmedla taktiken till de övriga i arbetslaget. Efter utförd produktion utvärderas projektet och lärdomar dras till nästa projekt.

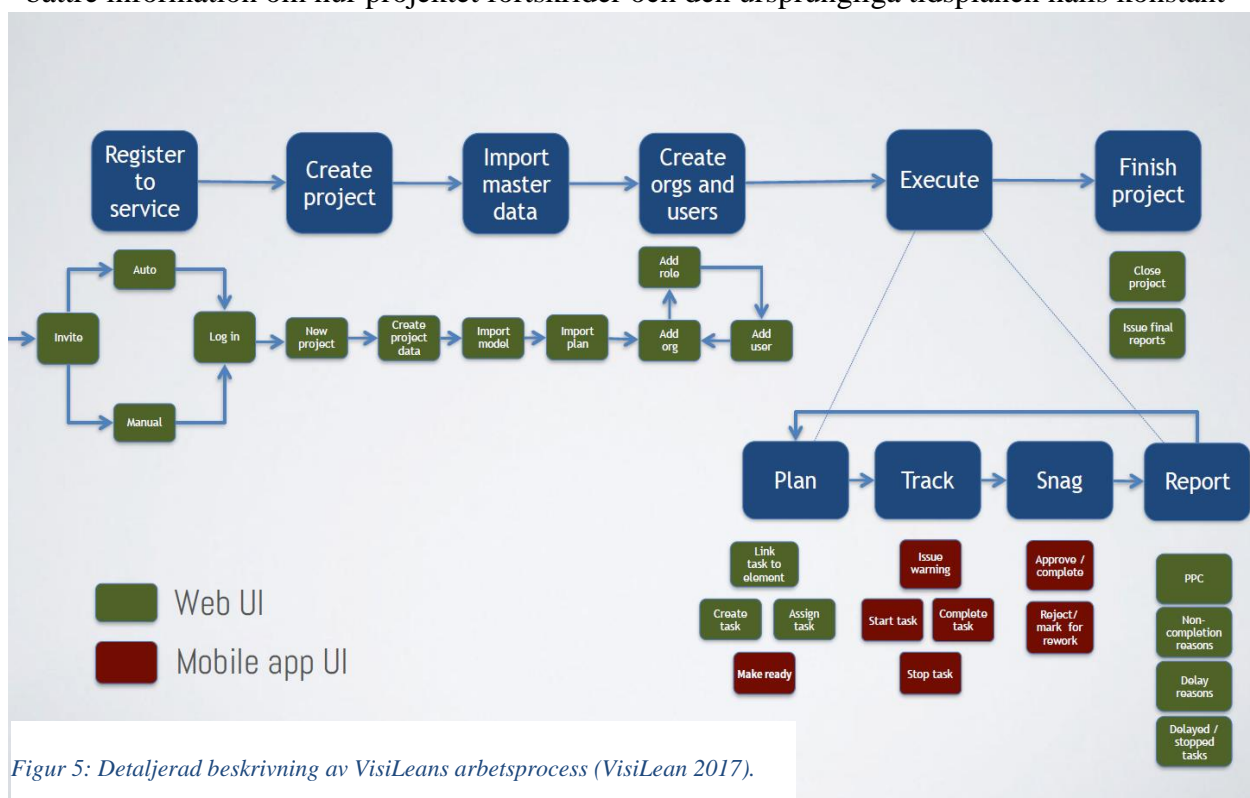
4 Verktøget VisiLean

En detaljerad presentation av IT-verktøget och dess användningsområden.

VisiLean är ett molnbaserat verktøg för planering, utförande och arbetsberedning. Verktøget möjliggör avsevärt förbättrad Lean-metodik inom produktionen genom att knyta den till en BIM-modell.

VisiLean är en heltäckande mjukvara som hanterar visualisering, tidplaner, aktivitetshanering och kunskapsåterföring. Det som skiljer VisiLean från andra IT-verktøg på marknaden är att den är utvecklad och anpassad specifikt för produktionsskedet. Programmets enkla gränssnitt möjliggör även för de mindre tekniskt kunniga att använda sig av verktøget och känna en delaktighet i den digitala utvecklingen.

Tillämpningen av VisiLean möjliggör att produktionens arbete kan spåras och loggas i realtid. Detta sker genom att hantverkare kontinuerligt återrapporterar sina framsteg via den tillhörande mobilapplikationen i sina telefoner och kan då samtidigt bifoga anteckningar och foton på deras produktionsresultat. Støter hantverkaren på problem kan detta via mobilapplikationen direkt rapporteras till projektets ansvariga. De ansvariga kan då dels direkt få svar och logg på vad som gått fel, men också enkelt se vilka efterliggande arbetsmoment som riskerar att drabbas av produktionsstøppet. På detta sätt får de ansvariga bättre information om hur projektet fortskrider och den ursprungliga tidsplanen hålls konstant



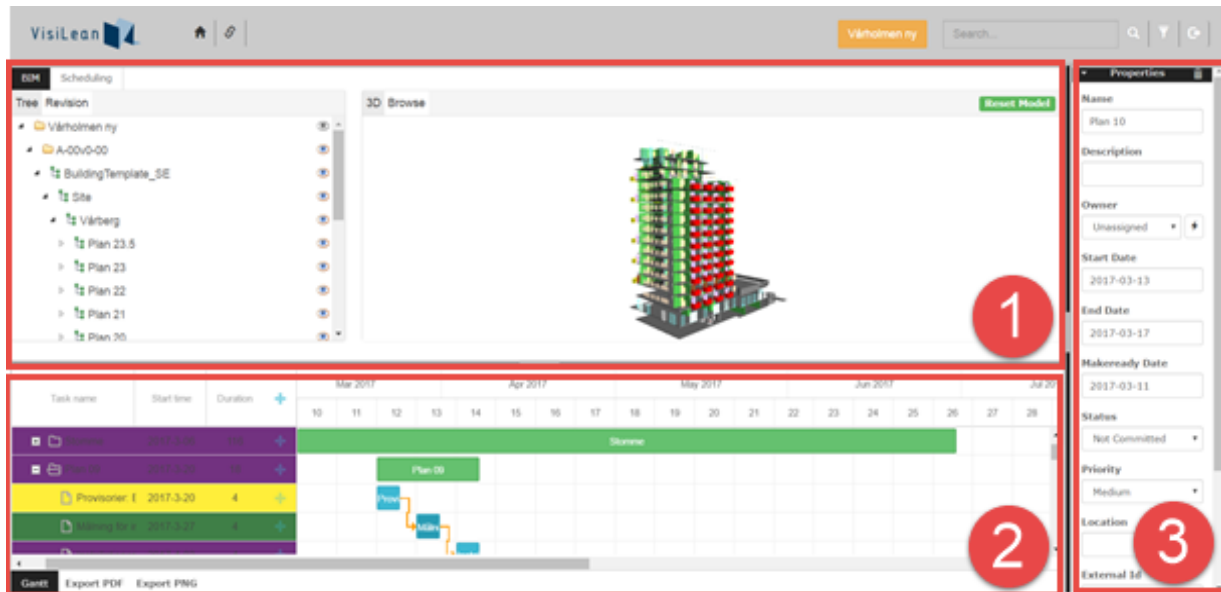
Figur 5: Detaljerad beskrivning av VisiLeans arbetsprocess (VisiLean 2017).

uppdaterad och relevant. Informationen om produktionsresultat, förändringar i schemaläggning och avvikelser sparas också i en referensdatabas vilket möjliggör för framtida utvärdering av projektet i stort, men också utvärdering av individuella entreprenörers produktivitet.¹¹

¹¹ VisiLean 2017

4.1 Webbgränssnitt

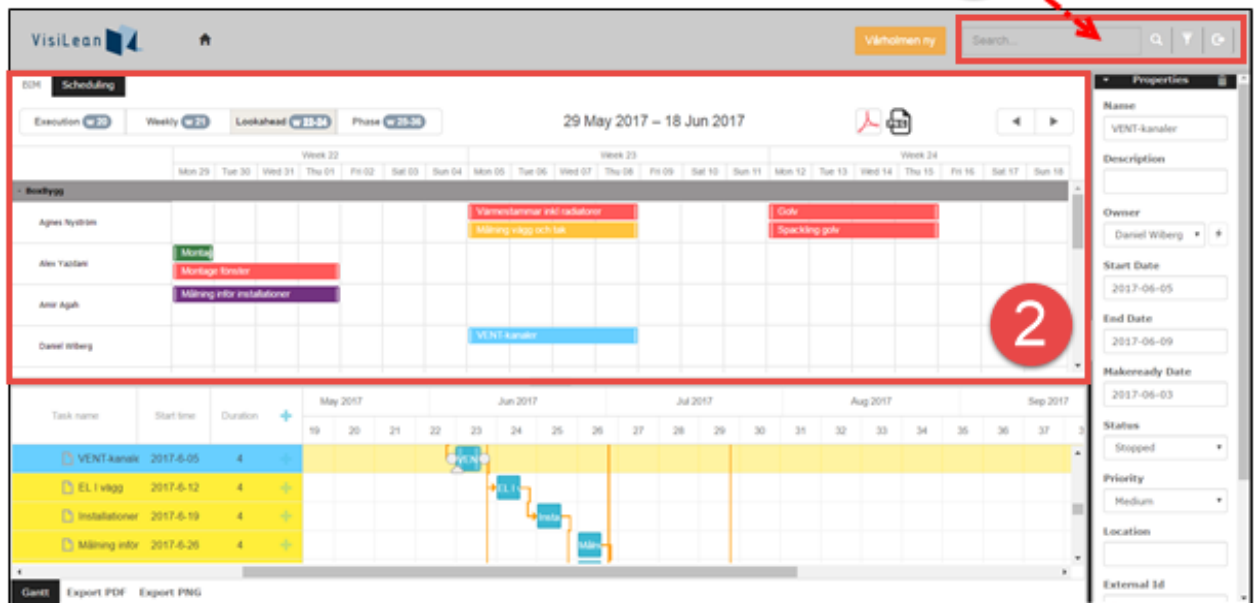
➤ Arbetsvy 1



Figur 6: BIM-vy

1. I detta fönster visas den importerade BIM-modellen för visualisering med ett tillhörande urvalsträd.
2. Här presenteras ett Gantschema innehållandes ärendehierarki. Här skapas och redigeras aktiviteter och deras relationer till varandra.
3. I det tredje fönstret finns möjlighet till aktivitetsredigering för valda aktiviteter.

➤ Arbetsvy 2



Figur 7: Schemavy

1. Funktion för filtrering av ärenden gällande ägande och aktivitetsstatus.
2. Schemavy där aktiviteter är kopplade till berörda organisationer och dess personal. En total överblick av aktivisternas status uppnås genom automatiskt färgförändring då dessa förändras.

4.2 Aktivitetsstatus



- Ej tilldelad (Ingen aktör/användare har tilldelats aktiviteten.)



- Ej redo (Ärendet är tilldelad men ej redo att startas.)



- Redo (Ärendet är redo att startas.)



- Tvingad till start (Ärendet är tvingad till start, oavsett förutsättningar.)



- Startad (Ärendet har startats.)



- Varning (Ärendet pågår men kan komma att stoppas.)



- Stoppad (Kan ej fortskrida förrän problemet är åtgärdat.)



- Färdig (Ärendet är avslutat.)

Aktiviteter kan länkas till:

- Objekt i BIM-modellen.
 - Objekt i 3D-modellen kan tilldelas en aktivitet. Detta gör det möjligt att filtrera på aktivitetsstatus.
- Personal
 - Genom att tilldela aktiviteter till personalen kan användarna följa upp arbetet via mobilapplikationen.

4.3 Skapande av ärende

Vid behov av nya aktiviteter skapas dessa alltid i Gantschemat. Aktiviteter kan läggas till oavsett hierarkinivå.

Genom att klicka på ”+” tecknet öppnas en dialogruta som möjliggör skapandet av en aktivitet med tillhörande detaljer som:

- Namn
- Beskrivning
- Start- och slutdatum
- Ärendeprioritet

Möjlighet finns att i ett senare skede skapa ett beroende mellan aktiviteter vilket gör att en aktivitet måste bli klar innan nästa påbörjas.

Task name	Start time	Duration	+
Plan 11	2017-3-06	1	+
Plan 10	2017-3-13	4	+
Plan 12	2017-3-27	4	+
Plan 13	2017-4-03	4	+
Plan 14	2017-4-10	4	+
Plan 15	2017-4-17	4	+
Plan 16	2017-4-24	4	+
Plan 17	2017-5-01	4	+
Plan 18	2017-5-08	3	+
Plan 19	2017-5-15	6	+

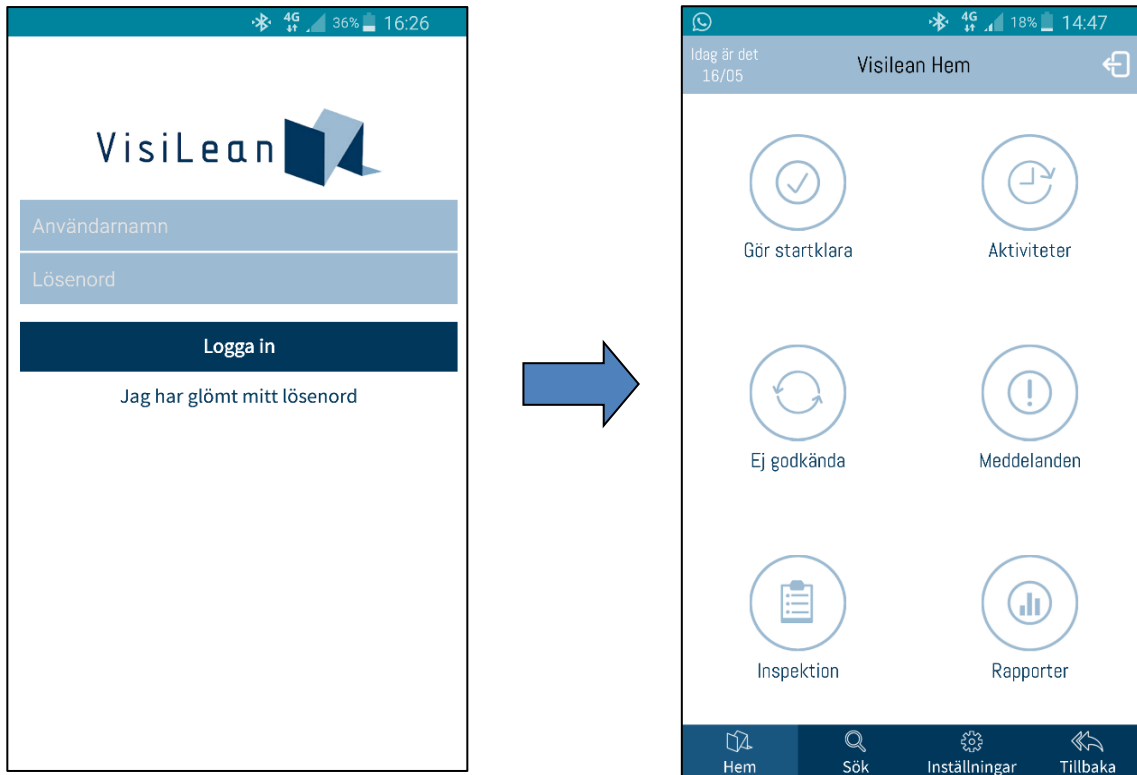
Create new task

Name <input type="text"/>	Description <input type="text"/>	Type Select ▼
Start Date <input type="text"/>	End Date <input type="text"/>	Make-ready Date <input type="text"/>
Owner ▼	Task Priority Medium ▼	Location <input type="text"/>
Total Quantity <input type="text"/>	Quantity Unit <input type="text"/>	

Save Cancel

Figur 8: Ärendehantering

4.4 Applikationsgränssnitt



Figur 9: Inloggningsvy och huvudsida.

Mobilapplikationen har ett enkelt och pedagogiskt gränssnitt. Efter inloggning leds användaren vidare till huvudsidan.

Via mobilapplikationen finns möjlighet för yrkespersonalen att:

- Göra aktiviteter startklara.
- Starta, varna, stoppa och avsluta aktiviteter.
- Få bekräftelser på godkända aktiviteter.



Figur 10: Göra startklar menyn



Figur 11 :Aktivitetsmenyn

Ledningen tillhandahåller det nödvändiga underlaget till yrkesarbetaren i form av beskrivningar, bygghandlingar, och kommentarer för utförande av aktivitet. Vid mottagandet av en aktivitet har yrkesarbetarens som uppgift att undersöka möjligheten och grundförutsättningen för att utföra aktiviteten och meddelar därefter ledningen ifall den är redo för start, alternativt använder mobilapplikationen för att återkoppla om vad som hindrar dem från att starta aktiviteten.

För att starta den tilldelade aktiviteten trycker yrkesarbetaren på knappen för ”Starta”. ”Alarm”-funktionen finns för att meddela ledningen om eventuella hinder för att arbetet ska kunna fortskrida. Om det uppstår problem som medför stopp i produktionen används ”Stoppa”-funktionen som indikerar att problem måste åtgärdas för återstart av aktivitet. När yrkesarbetaren är färdig, klickar denne på ”Gör färdig”-knappen för att därefter gå igenom egenkontrollen för aktiviteten och meddela ledningen för inspektion.

4.5 Skillnader mellan webb- och applikationsgränssnitt

Webbplattform

- Platschefen är den typiska användaren av webbplattformen.
- Webbplattformen används lämpligen från datorer och avancerade läsplattor.
- Styrning av projekt och all administration kan hanteras från webbplattformen.
- I webbplattformen skapas de aktiviteter som skall utföras.
- Genom webbplattformen bjuds användare och organisationer in till projektet och tilldelas aktiviteter som skall utföras eller spåras.
- Spårning av projektets progress följs upp via webbplattformen.
- Via webbplattformen kan varningar, noteringar och foton från byggarbetsplatsen.

Mobilapplikation

- Arbetsledare och yrkesarbetare är de typiska användarna av mobilapplikationen.
- Mobilapplikationen används endast på byggarbetsplatsen.
- Användningen sker från mobila enheter.
- Hanterar endast en aktivitet åt gången.
- Startar, avslutar och godkänner aktiviteter.
- Säkerställer och spårar aktivitetens progress.
- Yrkesarbetarna kan endast hantera aktiviteter som de blivit tilldelade.
- Kan ta bilder och noteringar från byggarbetsplatsen.

4.6 Rapporter

Produktionsledningen får via VisiLean tillgång till en referensdatabas där utförda moment i byggprocessen listas. Detta möjliggör att information från utförda projekt enkelt kan extraheras och sammanställas vilket möjliggör effektiviseringar i kommande projekt.

Exempel på det som listas i VisiLean är:

- Försenade aktiviteter
 - Aktiviteter som inte har uppnått start- och slutdatum.
- Stoppade aktiviteter
 - Aktiviteter som har stoppats.
- Procent av avslutade aktiviteter
 - Hur många procent av aktiviteterna som blev avklarade i tid.
- Anledningar för förseningar/varningar
 - Aktiviteter som har tilldelats en varning och anledning till det.
- Anledningar för stoppade aktiviteter
 - Aktiviteter som har stoppats och anledning till det.

Genom att granska respektive moment utifrån åtgången tid, antalet fel, förseningar och liknande så möjliggörs att åtgärder kan sättas in för att förbättra planering, finansiering och rutiner i byggprocessen.

5 Analys

I detta avsnitt analyseras rapportens resultat av BIM i produktion utifrån de intervjuer och enkäter som gjorts i samband med pilotprojektet.

5.1 Intervjuer med auktoriteter i byggbranschen inför studiens genomförande

Det som framkom från intervjuerna med auktoriteterna inom BIM-metodik och projektering är att implementeringen av BIM i produktionsskedet ännu är under utvecklingsfasen. Många företag investerar tid och pengar för att hitta en lösning på hur BIM-metodikens arbetsmetoder ska kunna appliceras även inom produktionen. Vissa arbetar med utveckling av arbetsprocesser medan andra söker alternativa IT-verktyg. Diskussioner om kravställningar på modeller som underlag har framförts för att påskynda BIM utvecklingen. Flera av de intervjuade beskrev branschen som mycket konservativ, men den gemensamma uppfattningen är att det ändå finns en positiv mottaglighet för BIM-metodiken förutsatt att fördelarna förmedlas korrekt. Alternativen till IT-verktyg är många och det beslut som ligger till grund för val av IT-verktyg fattas utifrån de områden som företagen vill utveckla inom produktionsskedet. En av de stora komponenter som saknas för att dra nytta av BIM-metodiken även inom produktionen är ett IT-verktyg som kan kommunicera, föra samman och utbyta information mellan BIM-projektets olika discipliner och som dessutom kan tillgängliggöra denna för de processer som finns ute i produktionen. Arbete i produktionen dras dock av många praktiska problem så som damm, väta och kyla. Detta lägger stor vikt på att ta fram ett användargränssnitt där yrkesarbetaren kan använda tekniken för att förmedla information trots dessa fysiska hinder. Vad gäller IT-verktyget i stort behöver det kunna hantera tidsplanering, arbetsbelastning, framdrift, samverkan och kommunikationen mellan olika discipliner och kunna hantera en referensdatabas med där produktionsresultat och driftstörningar kan utvärderas inför framtida projekt.

5.2 Utvärdering av pilotprojekten

Efter att verktyget hade implementerats i de olika pilotprojekten utfördes enkätundersökningar och intervjuer med de deltagande. Det framgick av de utförda att de potentiella fördelarna med ett heltäckande IT-verktyg ute på produktionen är påtaglig. De områden som har analyserats är:

Kommunikation:

Under pilotprojekten framkom att digitala IT-verktyg underlättar kommunikationen bland medarbetarna. Personalen i allmänhet får en bättre översikt över hur byggprojektet fortlöper. Likaledes innefattas produktionsledning som yrkesarbetare som får delta i digitalisering av BIM i produktion. Användarna upplevde också att mobilapplikationen medförde en tidsbesparing för platschef och arbetsledare, även om de upplevde att behovet är ännu större vid större projekt.

Arbetsberedning:

När en tidplan är färdig kan platschefen tilldela aktiviteter till respektive yrkesarbetare och underleverantör. Yrkesarbetarna erhåller förbättrad framförhållning i sina aktiviteter och den ständigt tillgängliga plattformen underlättar för ledningen att följa upp allt arbete.

Med det digitala verktyget går det att enkelt följa upp de tilldelade aktiviteterna i realtid. Då kan resurshanteringen underlättas betydligt.

Tidsplanering:

Import av tidplanen till VisiLean ger produktionsledningen full kontroll över aktiviteterna. Tidplanen är kontinuerligt aktiv och uppdateras i realtid och beroende på hur aktiviteterna fortskrider. Att visuellt, i realtid, se hur aktiviteterna utvecklas ger en mycket snabb, enkel och lättförståelig kunskap om hur projektet framskrider. Det blir enklare att leda projektet. De upplevda fördelarna jämfört med att tidsplanera i äldre programvaror så som Excel, var bland annat att dessa nu fanns tillgängliga online vilket möjliggjorde arbete obundet till specifika arbetsplatser. En annan punkt som uppskattades var att loggar automatiskt skapades av de stopp och avvikelser som rapporterades via verktyget. Det blir då möjligt att i efterhand rekonstruera och analysera hela byggets händelseförlopp samt vilka händelser och problem som orsakat förändringar i tidplanen.

Sammanfattning:

Pilotprojekten gav stora insikter i hur metoden upplevdes. Generellt upplevde deltagarna att verktyget hade mycket potential och de var positivt inställda till den nya tekniken. Kevin McHugh uppskattade att de ökade produktiviteten med uppskattningsvis 30% i den del av projektet Facebook Data Centre som verktyget applicerades.

Flera av deltagarna rapporterade att verktyget är bäst lämpad i projekt som är större till den geografiska ytan och/eller har fler aktörer involverade. Detta då en återkommande upplevelse var att det gick lika snabbt, eller snabbare att hantera kommunikation via mobiltelefon eller muntligen till en person direkt. Den sortens kommunikation är dock svårare ju större och mer avancerat projektet är samt att den information som man då kommunicerar med varandra inte loggförs för att senare kunna utvärderas eller användas som underlag vid ansvarsutkrävande.

Det som orsakat mest missnöje hos användarna var buggar och ej färdigutvecklade delar av programmet, även om deltagarna upplevde att detta förbättrades avsevärt under projektets gång. Något som flera av deltagarna rapporterade var vikten av att i ett så tidigt skede som möjligt implementera verktyget vad gäller utbildning och bruk.

Det kvarstår utmaningar i att utveckla mjukvaran så pass att även de minst teknikkunniga kan ta till sig tekniken. Personal som inte talar adekvat svenska eller engelska är en särskilt svår grupp att hantera. Kommunikation med dessa ofta behöver ske muntligen och individuellt. Personal med låg kompetens vad gäller teknik och språk kan även ha svårt att förstå textbaserad information som visas i mjukvaran, även om den förmedlas på det egna språket eller på ett språk som behärskas hjälpligt.

6 Diskussion och slutsatser

Detta projekt har visat att expertisen inom byggbranschen ser ett stort behov och stor potential av att implementera BIM-metodiken inom produktionen. Från intervjuerna framgår det att flera av de stora aktörerna arbetar med att utveckla metoder och IT-verktyg för att göra detta vilket visar på att det finns både ett intresse och konkret behov av IT-verktyg med användarvänlig och enkel funktionalitet. En utmaning som funnits och som delvis kvarstår anses varit att anpassa verktygen ännu mer för användning i produktionen. Det testade verktyget VisiLean ansågs vara förhållandevis väl anpassat och användarvänligt men har fortfarande utrymme att utvecklas mer.

Intervjuerna med de yrkesarbetare som använt det digitala verktyget ger vidare insikt i de utmaningar som måste avklaras. Användarna var positiva till IT-verktyget och upplevde att det hade stor potential. Utvärderingen visade även på flera kritiska punkter som måste beaktas vid implementeringen av tekniken oberoende av vilket IT-verktyget är. Ett av dessa områden är att beslut om användningen av arbetsmetoden bör fattas i ett tidigt skede för att ge utrymme till utbildning och framtagande av arbetsrutiner kopplat till IT-verktyget. Vidare behöver all inblandad personal vara införstådd med arbetsmetodens tillvägagångssätt, dess syfte, vilka fördelar det ger för projektet i stort samt vilka fördelar det ger för den enskilde yrkesarbetaren.

Att implementera nya arbetsrutiner i en organisation är alltid en utmaning oavsett bransch och byggbranschen är sannolikt extra svår på grund av dess komplexitet avseende antal discipliner, den stora mångfald som finns hos personalens utbildning, språkkunskaper samt deras varierande nivåerna på digital kunskap. Detta blir speciellt uppenbart hos de yrkesarbetare som är helt främmande till teknik så som smartphones och appar, men de tekniska kunskaperna har visat sig låg även hos en stor andel av dem som ändå dagligen använder smartphones.

Vad gäller just implementeringen av nya arbetsrutiner indikerar denna rapport såväl som tidigare studier¹² att det är av stor vikt att inte fokusera enbart på de nya arbetsrutinerna, utan att stort fokus måste ligga på personalen som ska ta till sig den. Implementeringen av IT-verktyg handlar till största delen på mänskliga faktorer och i mindre grad på verktyget som sådant. Appliceringen av nya rutiner kring digitala verktyg kräver liksom appliceringen av alla nya rutiner en ordentlig utvärdering av förutsättningarna hos den personal som ska använda den. I kontexten av den typ av digitala verktyg som utvärderats i rapporten krävs det alltså att man ordentligt utvärderar den tänkta personalens allmänna kunskaper vad gäller teknisk mognad, före man tar om tillämpning av arbetsmetoden. Givet att den valda

¹² Challenges of Implementing New Technologies in the World of BIM

personalen har adekvata grundkunskaper behöver de utbildas ordentligt kontinuerligt under byggprocessen. Utbildning i nya arbetsmetoder bör ske med prioritering på projektledningen först varpå dessa kan vidareutbilda sin underställda personal.¹³

Detta kräver sannolikt att kunnig personal (digitala coacher) finns kontinuerligt och direkt tillgänglig på byggarbetsplatsen för att vidareutbilda personal och omedelbart kunna lösa supportärenden vid tekniska problem och frågor.

Vidare är användarvänligheten i programvaran av stor vikt, dels vad gäller de datorbaserade delarna, men speciellt vad gäller mobilapplikationen då det bland dess användare sannolikt finns fler med bristande teknisk kunskap och lägre digital mognadsgrad. Ytterligare utmaning ligger i att göra tekniken tillgänglig även för personal som inte talar svenska eller adekvat engelska.

Som yrkesarbetare inom produktionen går det att tillämpa verktyget VisiLean med valfri smartphone men då de fysiska förutsättningarna på byggarbetsplatser ofta innebär kyla, fukt, slag och damm, är det värt att beakta huruvida hantverkarna behöver förses med smartphones av högre tålighet eller ha annan omedelbar åtkomst till programmet. Med detta i åtanke är det sannolikt av stor fördel att verktygets lättillgänglighet för användarna värderas tyngre än att verktyget ska omfatta även de mest avancerade funktionerna. Det behövs med andra ord göras en avvägning ifall fördelarna med att det valda verktyget avses hantera och sammankoppla även de mest avancerade momenten inom produktion och projektering, mot att verktygets potentiella fördelar riskerar bli lidande ifall inte samtliga användare i projektet hanterar verktyget korrekt.

Dessa utmaningar till trots indikerar resultaten att ett IT-verktyg som VisiLean redan under icke-idealiska förhållanden är ett verktyg som möjliggör att information från BIM-modeller i tidigare skeden kan användas inom produktionen. Samtliga användare har uttryckt att verktyget har stor potential att förbättra arbetsflödena. För att uttömmande kunna utvärdera och vidareutveckla användningen av just VisiLean krävs dock fler pilotprojekt, speciellt då verktyget genomgått förbättringar under pilotprojekten i takt med användarnas återkoppling och önskemål.

Projektet har visat att potentialen för nya digitala verktyg för produktionsprocessen är stor. Det finns ett intresse och en vilja att använda dem. Nyttan med att använda dem behöver dock förtydligas, framförallt för den enskilda individen. Den digitala mognaden på arbetsplatserna är ojämn och ibland låg. Utbildning och bra support är därför viktig. Användarvänligheten i framförallt komplexa program är låg, det är för svårt och det krävs ofta expertkunskap för att lösa problem som uppstår. ”Känna igen sig”- faktorn är låg då de olika programmen har olika ”Mindset”, är uppbyggda med olika logik, det blir då svårt att komma ihåg hur det ska göras och det är väldigt lätt att blanda ihop programmens logik.

¹³ Peter Jensen (2010)

7 Källhänvisning

7.1 Elektroniska källor

Hur går byggprocessen till? (Hämtad: 2018-12-15)

<http://www.akademiskahus.se/om-oss/vanliga-fragor/hur-gar-byggprocessen-till/>

Informationsmodellering (Hämtad: 2018-12-06)

<http://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/teknik/ny-teknik-i-transportsystemet/informationsmodellering-bim/>

What's lean? (Hämtad: 2017-05-06)

<https://www.lean.org/WhatsLean/>

2018-10-30

Lean i byggbranschen – Inställning, tillämpning och implementering – Peter Jensen (2010)

<http://portal.ch.lu.se/Campus.NET/Services/Publication/Export.aspx?id=1544&type=doc>

2018-10-30

Detta är lean (2013) - <https://kvalitet.org/kf/2013/10/detta-ar-lean.html>

7.2 Tryckta källor

Jongeling, Rogier: BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt: En jämförelse mellan dagens byggprocesser baserade på 2D-CAD och tillämpningar av BIM, Forskningsrapport, Luleå Tekniska Högskola, Luleå, 2008.

Tulenheimo, Risto (2015) Challenges of Implementing New Technologies in the World of BIM – Case Study from Construction Engineering Industry in Finland

Granroth, Mark (2011): BIM – Byggnadsinformationsmodellering: Orientering i en modern arbetsmetod. 1. Uppl. Stockholm: Arkitektur och samhällsbyggnad, Kungliga Tekniska Högskolan

Nordstrand, Uno (2008): Byggprocessen: 4. uppl. Stockholm: Liber AB

Jensen, Peter (2010): Lean i byggbranschen – Inställning, tillämpning och implementering

7.3 Intervjuer

Rogier Jongeling 2017, Plan B

Johan Backman 2017, NCC

Andreas Zeylon 2017, PEAB
Torbjörn Kjellström 2017, Graphisoft
Daniel Wiberg 2017, BOX Bygg
Anders Roos 2017, BOX Bygg
Linda Carlsson 2017, Skanska
Mikael Hammar 2017, BOX Bygg
Håkan Tegesjö 2017, BOX Bygg
Adam Goczkowski 2017, BOX Bygg
Stina Möller 2017, BOX Bygg
Olle Larsson 2017, Nordiska Kvalitetshus
Nima Assadi 2017, Veidekke Entreprenad

7.4 Figurförteckning

Figur 1: Överblick metod	22
Figur 2: Tillvägagångsätt för pilotprojektet	23
Figur 3: Faser och tillämpningsområden	29
Figur 4: Byggnadsprisindex i förhållande till KPI. Källa: SCB	30
Figur 5: Detaljerad beskrivning av VisiLeans arbetsprocess (VisiLean 2017).	33
Figur 6: BIM-vy	35
Figur 7: Schemavy	36
Figur 8: Ärendehantering	38
Figur 9: Inloggningsvy och huvudsida.	39
Figur 10: Göra startklar menyn	40
Figur 11 :Aktivitetsmenyn	40

Bilaga 1: Empiri

Avsnittet redovisar en sammanställning av resultatet från intervjuer med BIM-specialister inom produktion som gjorts under studiens gång.

7.5 Intervjuer – branschledarnas upplevelse av BIM i produktionen

Intervjuerna har genomförts med ett semistrukturerat upplägg som innebär att de innehar samma struktur. Dock förekommer följdfrågor i de olika intervjuerna av varierande natur. Denna metod gör att respondenternas svar kan vara uttömmande och av olika karaktär. I studien intervjuades personer med olika yrkesroller från olika företag. Deras namn, företagstillhörighet och huvudsakliga arbetsuppgifter presenteras nedan.

Respondenter:

Rogier Jongeling, Plan B

Johan Backman, NCC

Andreas Zeylon, PEAB

Torbjörn Kjellström, Graphisoft

Daniel Wiberg, BOX Bygg

Anders Roos, BOX Bygg

Linda Carlsson, Skanska

Mikael Hammar, BOX Bygg

Håkan Tegesjö, BOX Bygg

Adam Goczkowski, BOX Bygg

Stina Möller, BOX Bygg

Olle Larsson, Nordiska Kvalitetshus

Nima Assadi, Veidekke Entreprenad

Definitioner av yrkesroller:

Projektchef: Ansvarar för att leda projektet mot ställda projektmål genom ekonomistyrning, resursplanering, kvalitet- och arbetsmiljöarbete.

Produktionschef: Ansvarar för att föra produktionsverksamheten framåt med god lönsamhet och kvalitet samt hantera tidsplanering och säkerhetsarbete.

Arbetsledare: Planerar och styr det dagliga arbetet i projektet genom att samordna yrkesarbetare och underentreprenörer.

Projekteringsledare: Ansvarar för styrning av projektering. Säkerställer rätt kvalitet i utformningen av produktionsunderlag.

Projektingenjör: Ingår i projektorganisationen och arbetar till stöd för, projektchef och projektledare. Ansvarar även för olika BIM-tillämpningar och implementering av olika processverktyg.

VDC-ingenjör: Rollen handlar i första hand om modellsamordning i projekteringen och arbetsledning i produktionen. Med ansvar för kärnvärdena produkt, organisation, process och mätal.

Utbildningsansvarig: Ansvarar för utbildning och BIM-samordning.

7.5.1 Intervjusammanställning

Vad är BIM för dig?

BIM beskrivs som ett verktyg för att göra information tillgänglig. ”Om man ser det som en cirkel så är kärnan i det hela BIM och resterande 50% är hur man samarbetar och har dialoger kring det man har skapat. Det är informationen i modellen som innehåller minsta lilla detalj som gör att du inte behöver några ritningar eller rumsbeskrivningar eftersom allt redan ligger i modellen och genereras därifrån. Därmed slipper man ha dokument som inte har någon koppling” (Adam Goczkowski, Box Bygg 2017).

Den gemensamma uppfattningen av BIM är en 3D-modell som innehåller information och är i centrum av allt arbete. Vidare beskriver respondenterna att de även ser på BIM som en arbetsprocess.

”En arbetsmetod där man skapar information som man kan dela med sig så att andra kan ta del av och använda sig av för det ändamål som de behöver” (Torbjörn Kjellström, Graphisoft 2017).

Använder ni BIM i produktionsskedet?

Flertalet respondenter anser att de använder sig av BIM i produktion främst för visualisering. Dock är användningsgraden olika beroende på vilken typ av projekt det pratas om.

Hur använder ni BIM i produktionsskedet?

Hur tillämpningen av BIM sker i produktionsskedet varierar mycket beroende på vilken respondent man ställer frågan. Det finns idag ett antal olika processer där man kan använda sig av BIM i produktionsskedet. Några av dessa processer är montageprocesser, planeringsprocesser, ekonomiska processer, grafiska processer, riskbedömningar, arbetsberedningar, visualisering av arbetsmoment samt logistiska processer (Rogier Jongeling, Plan B 2017).

Vissa använder BIM för rondering och dokumentering (Linda Carlsson, Skanska 2017).

Andra använder BIM-kiosker på byggarbetsplatsen där modellen används för navigering i 2D och 3D. Det program som ofta används är Solibri för dess enkla gränssnitt.

Andreas Zeylon (2017) menar att man även kan utgå från en bas-nivå som krav. Projekteringen (rita, litterera, detaljer) ska ske i en virtuell miljö och alla ska ha tillgång till modellen genom ett visualiseringsprogram.

Många installatörer som har en hög IT-mognad och ett eget driv använder sig av BIM-modellen i produktion (Stina Möller, Box Bygg AB 2017).

Vilka åtgärder ska vidtas för att öka BIM användningen inom produktionskedet?

Viktigaste åtgärden som kan vidtas är att ge BIM-modellen en högre status eller minst samma status som vanliga handlingar. Är det totalentreprenad finns alla möjligheter till kravställning av BIM. I projektet förbifart Stockholm där Trafikverket är beställare har användning av BIM-modellen med högre status kravställts.

Generellt menar respondenterna att det krävs introduktion och implementering i små steg. Detta kan ske genom utbildning av personal samt användarvänligare programvaror.

Vad säger din erfarenhet av mottagligheten för BIM hos produktionspersonalen?

Den gemensamma uppfattningen av mottagligheten är väldigt positiv. Johan Backman (2017) poängterar att tekniken mottas väl om behovet tydliggörs. Respondenterna anser att branschen är väldigt konservativ och många är negativa till förändring. ”De uppskattar det vi visar men det finns en uppgivenhet att de inte kan lära sig det. De har inte kunskapen och tiden att lära sig”. Lyckas man tydliggöra vinsterna så är de flesta positiva. Enkla metoder som mängdning från en 2D-ritning i Bluebeam kan vara revolutionerande för en del yrkesarbetare (Adam Goczkowski, Box Bygg 2017).

Hur sker informationsutbytet mellan projekteringsskedet och produktionskedet?

Alla respondenter använder sig av någon form av internt eller externt molnbaserat databassystem. Men det sker även mail-kommunikation i stor utsträckning. Detta sker både på projektering samt produktionsnivå. Torbjörn Kjellström (2017) menar dock att pappersritningar fortfarande dominerar ute på byggarbetsplatsen.

Vilka IT verktyg använder ni som hjälpmedel för att implementera BIM i produktionsskedet?

Det finns en stor variation av IT-verktyg som används bland respondenterna. Solibri är det vanligaste verktyget men även andra programvaror som Sermat (föregångare till BIMx), Bluebeam, BIM 360 Field, Vico och Sketchup används.

På vilken sätt effektiviserar IT verktygen arbetet i produktionsskedet?

IT-verktygen effektiviserar säkerhet, APD-planer, planering och logistik. Med hjälp av en fullvärdig modell tas överflödiga pappersritningar bort. (Stina Möller, Box Bygg AB 2017). Det effektiviserar informationsutbyte mellan entreprenör och underentreprenör (Linda Carlsson, Skanska 2017). Underlättar mängdning och visualisering i 2D och 3D (Johan Backman, NCC 2017).

Saknas det några egenskaper i dessa IT verktyg som skulle underlätta eller effektivisera era arbeten i produktionsskedet?

Bland respondenterna talas det mycket om kommunikation och tillgänglighet som mobilapplikationer och plattor. ”Det ska finnas enkla lösningar som är lätta att implementera” (Johan Backman, NCC 2017). Kommunikationen ska vara från båda hållen, underentreprenörerna ska också kunna skapa ärenden och ställa frågor när problem uppstår (Linda Carlsson, Skanska 2017). Det ska finnas informationsåterkoppling och en referensdatabas som möjliggör hämtning av information som krävs för kommande projekt (Adam Goczkowski, Box Bygg 2017).

7.6 Intervjuer – Nya Nykvarn Centrum

Ett antal intervjuer hölls med personal som använt VisiLean i det produktionsprocessen av Nykvarn Centrum. Jämfört med de tidigare nämnda intervjuerna så varierade dessa i större grad vad gäller ställda frågor samt följdfrågor. Anledningen till detta är de färre antalet intervjuade samt att de har mer varierande roll i projektet Nykvarn. Denna metod gör att respondenternas svar kan vara uttömmande och av olika karaktär. I studien intervjuades personer med olika yrkesroller från olika företag. Deras namn, företagstillhörighet och huvudsakliga arbetsuppgifter presenteras nedan.

Personerna som intervjuades var

Eigil Neisvik – Byggledare - BOXBygg

Tomas Grankvist - Arbetsledare

Erik Tabbers – Platschef/Produktionschef för Nykvarn kvarter 2

7.6.1 Sammanställning av intervjuer angående användningen av VisiLean i produktion

1. Hur upplevde du svårigheten av att lära dig arbeta med planeringsverktyget?

Erik förmedlade att det i början var svårt att ta till sig det stora antalet knapptryckningar i programmet för att göra tillägg. Vid intervjutillfället ansåg han att applikationen förbättrats allteftersom baserat på den feedback de gav till utvecklarna, men att användargränssnittet fortfarande behövde förbättras. Eigil lyfte också att det svåra inte var programmet i stort, utan att lära sig hantera de buggar som fortfarande fanns under projektets gång.

Tomas, i rollen som ledande montör på elentreprenad, upplevde inga större problem alls med att lära sig arbeta med verktyget.

2. Upplever du att du fått tillräckligt med information om hur VisiLean fungerar?

Alla tre upplevde att de fått tillräckligt med information om hur VisiLean fungerar, men alla tre lyfte också vikten av att introducera programvara som VisiLean mycket tidigare i ett projekt då det finns mer tid för att ta till sig programvaran. Då appliceringen av VisiLean infördes i ett skede då byggprocessen redan hade startat

blev användandet och tillämpningen av tekniken sekundär och mycket av teknikens potential kunde inte realiseras.

3. Vilka fördelar ser du med att arbeta i VisiLean jämfört med traditionella planeringsverktyg?

De upplevde att i detta projekt var det i de flesta fall lika enkelt, eller enklare att ta kommunikationen via telefon eller i person. Detta menade de främst berodde på att projektet Nya Nykvarn tog plats på förhållandevis rätt litet område. I alla de tre separata intervjuerna lyftes dock flera gånger att det potentiellt sett finns stora fördelar att jobba med VisiLean i större projekt med fler deltagare och större geografiska avstånd. Erik upplevde vidare att den allmänna kommunikationen i detta projekt fungerat ovanligt bra, vilket minskat behovet av verktyg som VisiLean.

Eigil lyfte ifall verktyget används fullt ut i ett projekt så finns det stora fördelar med att få en historik på exempelvis stopp och dessa orsaker.

4. Hur upplevde du att mobilapplikationen och TV:n med schemat bidrog till projektet?

Ingen av dem upplevde att TV:n bidragit nämnvärt till projektet. Eigil och orsak till detta Tomas spekulerade att detta främst berodde på att TV:n inte fanns tillgänglig ute i bodarna.

Vad gäller mobilapplikationen upplevde Tomas att det var mycket praktiskt att ha en överskådlig tidplan i mobilen där man kan se när olika aktiviteter ska utföras. I sin roll som arbetsledare rapporterade Eigil att mobilapplikationen användes i mycket lägre utsträckning än vad som var tänkt, men att han upplevde att den tänkta funktionen var mycket bra.

5. Vad upplevde du fungerade dåligt i arbetet med VisiLean?

Det problem som de intervjuade lägger störst vikt på är buggar och ej ännu fullt utvecklade funktioner i VisiLean. De upplevde att mjukvaran fungerade bättre med tiden, men att den ännu vid projektets avslutande inte fungerade fullt tillräckligt bra för att det skulle upplevas som ett positivt moment i arbetet. I både Erik och Tomas intervjuer poängteras dock att mjukvaran fungerade bättre med tiden och att den kan komma att bli väldigt tilltalande att använda när den väl finjusterats.

6. Hur mycket tid och arbete upplever du att ni kunde spara med hjälp av planeringsverktyget i detta projekt?

På denna fråga svarar Erik att i rollen som platschef uppskattade han mycket att kunna arbeta med planeringsverktyget även när han inte är direkt på arbetsplatsen. I och med att informationen är molnbaserad kunde han hålla uppsikt över projektet även när han var på resande fot eller inte hade just sin egen dator tillgänglig. Vidare upplever han att ifall planering görs via mer traditionell metod, så som via Excell, uppstår problematik med versionshantering, redigeringshistorik samt att det kräver att schema-filen efter redigering faktiskt sparas på korrekt plattform där den är tillgänglig.

Egil upplevde det var svårt att avgöra förbättringar jämfört med traditionell projektering då detta var det första projektet han arbetat i med sin nuvarande roll som bygglédare.

7. Vad hade behövts göras annorlunda för att spara mer tid och arbete?

Liksom på flera andra punkter lyftes här upplevelsen av att mjukvara som VisiLean kan komma att spela en stor roll i produktionen, så länge förutsättningarna är rätt. Under intervjuerna lyfter flera av dem vikten av att introducera verktyget så tidigt som möjligt i projektet. Erik upplever att VisiLean kom in i projektet i ett för sent skede vilket gjorde att andra ärenden hade högre prioritet och verktyget användes därmed inte i den utsträckning som var tänkt, eller möjlig.

På frågan ifall det hade hjälpt att kravställa användandet av VisiLean redan i upphandlingen av underentreprenörer, svarar Erik att det är viktigt men att det är av större vikt att de tänkta användarna är införstådda i programmets funktion och syfte så att de faktiskt känner att de får mervärde av produkten. Ifall mjukvaran inte är tillräckligt användarvänlig eller inte upplevs ge någonting tillbaka till användaren så kommer personalen i slutändan ändå ta saker muntligt eller trycka ut pappersritningar varpå syftet med programmet faller. För att detta ska vara möjligt krävs kontinuerlig tillgång till omedelbar support av verktyget.

8. Vad upplever du är det största hindret för att digitala planeringsverktyg ska användas i större utsträckning inom produktionen?

De intervjuade ser flera hinder för större implementering av program som VisiLean inom produktionen. Ett stort hinder är att en stor andel av personalen inte talar svenska – i vissa fall inte ens bra engelska. Där mycket av textbaserad och verbal kommunikation mellan svensktalande kan ske utan problem så kräver kommunikation med utländsk arbetskraft inte sällan mer utförliga och pedagogiska beskrivningar och inte sällan sker kommunikationen visuellt genom gestikulering. När detta ska ske på en digital plattform uppstår därmed stor risk för misstolkningar. Det finns också ett problem att många i produktionen har svårt att ta till sig tekniken. Det är inte helt ovanligt att träffa på äldre hantverkare som inte kan installera relevanta applikationer på deras mobiltelefoner då telefonerna helt enkelt är för gamla. Detta talar för vikten

att redan i upphandlingen konstatera kompetensen och förutsättningarna hos den personal som ska arbeta med programvaran.

Erik lyfter att detta är lättare att styra över när projektet drivs av företag som har egna anställda inom alla discipliner, exempelvis så som Skanska ofta arbetar. I de företagen finns det mycket större möjligheter att utbilda personalen i rätt mjukvara, att utrusta dem med rätt teknik och även kräva att de ska använda den. I projekt med många underentreprenörer blir det betydligt svårare att få samtliga yrkesarbetare att implementera verktyg som VisiLean.

En annan utmaning som lyfts är vikten av att göra mjukvaran intuitiv och användarvänlig. Erik poängterar att om programvaran är tillräckligt bra och personalen själva upplever att arbets sättet sparar tid så kommer de att frivilligt ta till sig den. Upplever inte användarna detta så kommer det vara oerhört svårt att tvinga personalen att använda mjukvaran och även om tvång införs så lär de förväntade resultaten inte uppnås i samma utsträckning som ifall den används på frivillig basis.

En tredje utmaning är att ta fram hårdvara som är lämplig för bruk i produktionen. Hårdvaran måste klara såväl väta, kyla, värme, fint damm, hårda fall och helst även att manövreras med endast ena handen och med handskar. Vidare är det avgörande att hårdvaran har internetuppkoppling överallt på arbetsplatsen. Utförs arbete i utrymmen med dålig eller frånvarande uppkoppling så kan inte tekniken användas konsekvent vilket även skadar rutinen att använda tekniken i övriga situationer.

9. Hade du uppskattat ifall framtida projekt du arbetar i hade använt sig av ett digitalt planeringsverktyg i stil med VisiLean?

Alla tre svarade att de gärna arbetat med verktyget igen, speciellt nu när de är införstådda i hur mjukvaran fungerar, dess syfte och dess potential. De upplever att teknik som denna är framtiden även inom produktionen men lyfter också att det är under förutsättningen att deras rapporterade problem först åtgärdas. Tekniken upplevs speciellt användbar i större projekt.

Erik poängterar att i utvecklingen av dessa verktyg är det avgörande att personer som faktiskt arbetat i produktion deltar så att förståelsen för den praktiska tillämpningen finns med.

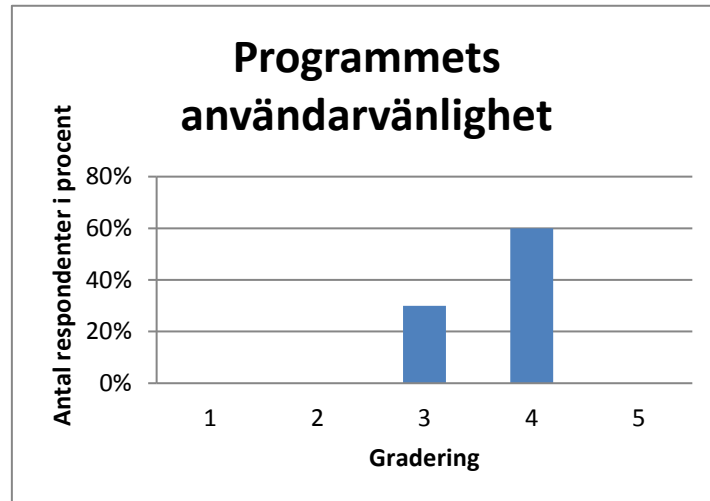
10. Hur var det att få utomstående, underleverantörer med i projektet?

Att få underentreprenörer att engagera sig i användningen av VisiLean upplevdes som svårt. Detta då de intervjuade själva inte från början var fullt införstådda med funktionerna och fördelarna med metoden. Detta gjorde det svårt för dem att motivera och övertyga underentreprenörer om varför dessa skulle ändra på sina tidigare arbetsrutiner och använda sig av det nya verktyget.

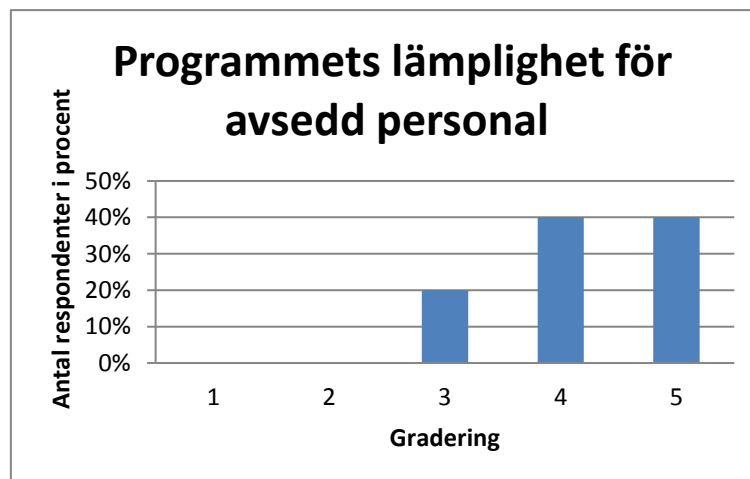
7.7 Sammanställning av enkätundersökning

De personer som fick ta del av och testa VisiLean fick delta i en enkätundersökning där några enkla frågor skulle besvaras anonymt med poängsättning från ett till fem. Möjlighet fanns även att lämna ytterligare synpunkter på varje fråga.

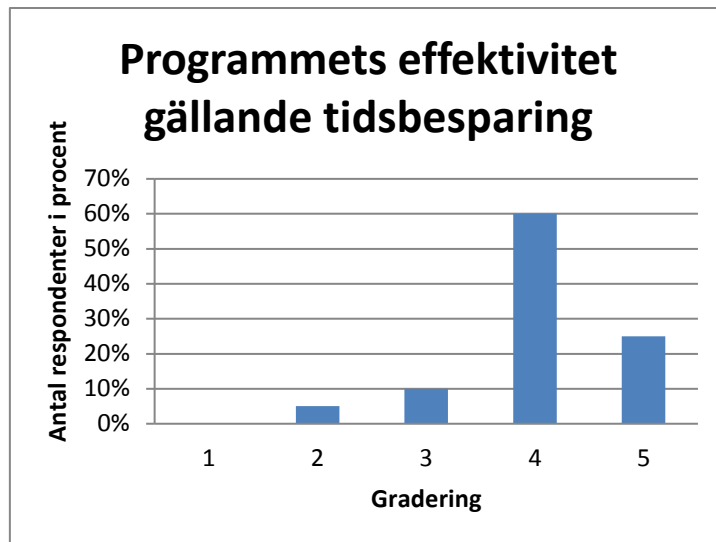
Svaret från respondenterna på frågorna i enkäten fördelades enligt diagrammen nedan:



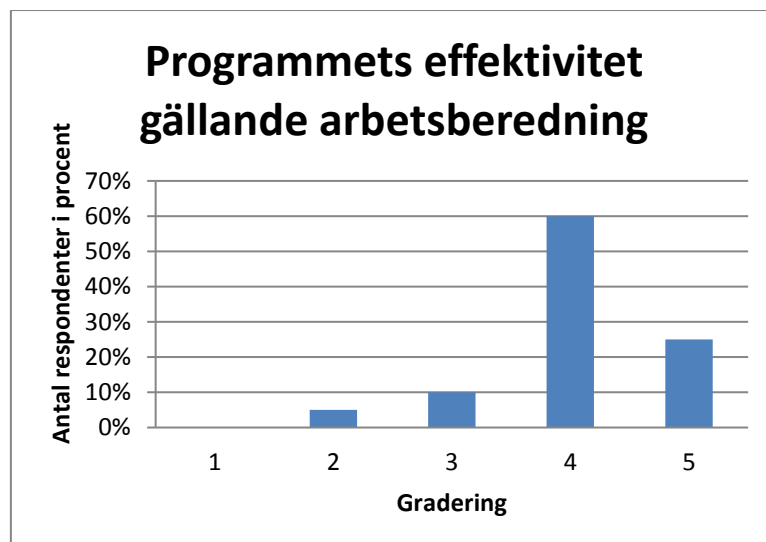
- ”Väldigt simpelt när det funkar som det ska, saknas några funktioner”.
- ”Har inte hunnit kolla så mycket på det men det som jag sett verkar det bra. Finns alltid förbättringspotential”.



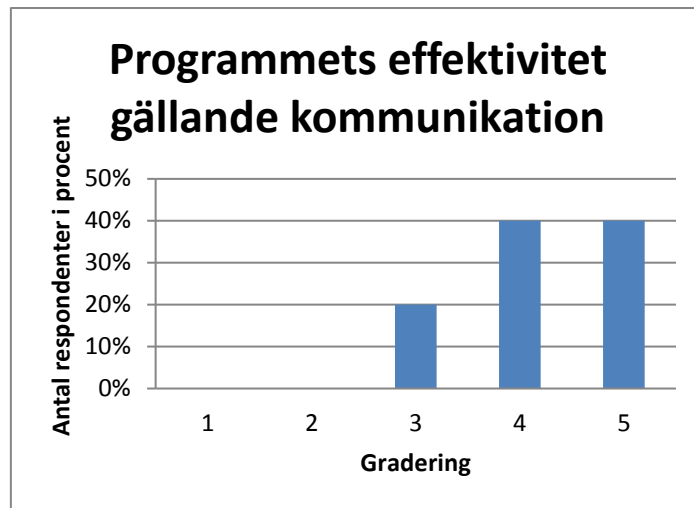
- ”Bra fördelning av det man har tillgång till på de olika nivåerna”.
- ”Det hela handlar om att ändra ett beteende. Får man alla att använda programmet så tror jag att gränssnittet kommer att fungera”.



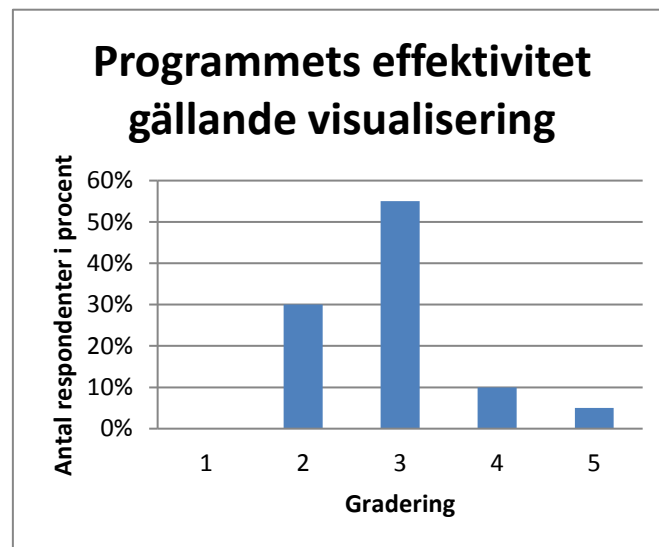
- ”Får man till arbetssättet så tror jag att man kan spara tid. Men får man inte till det så tror jag bara det blir en till sak att göra på sin, att göra-lista”.



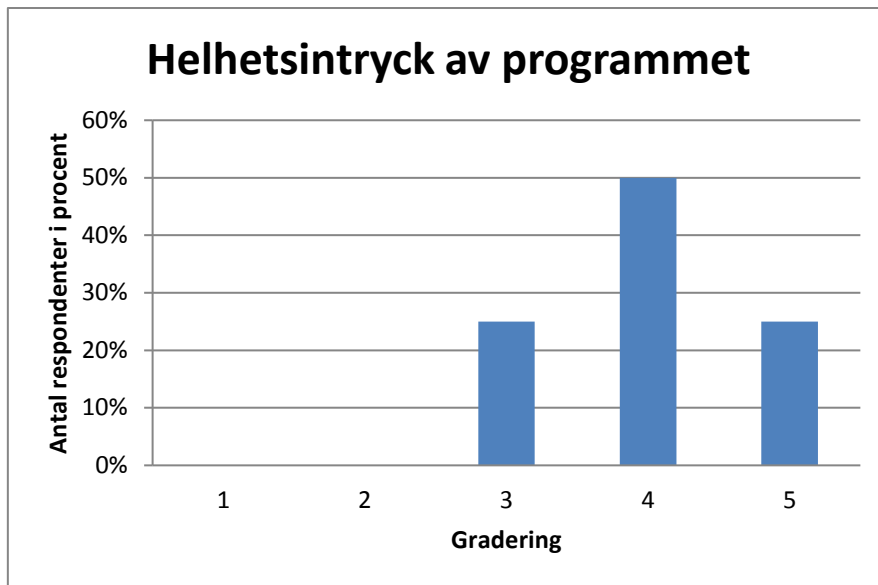
- ”Skulle vi göra våra egna arbetsberedningar med egna yrkesarbetare så skulle det fungera väldigt bra! Men i och med att allt ligger på våra underentreprenörer så måste vi få dem att använda verktyget för att det ska ge någon effekt”.



- ”Återigen, får man alla att använda appen och webbsidan så tror jag att det skulle vara väldigt bra. Att kunna skicka direkta beskrivningar och arbetsscheman direkt till rätt person är guld. Men då måste den som fördelar arbetet vara påläst och kunnig. I ”vanliga” företag med egna yrkesmän så är det ”basarna” som brukar fördela arbetet och inte platschefen”.



- ”Få till Dalux visualiseringen så blir den perfekt”.



- ”Fortfarande saker som behöver förbättras men ett mycket intressant program”.

Bilaga 2: Intervjufrågor

Allmänna frågor:

- Namn?
- Vad jobbar du med?
- Hur länge har du jobbat inom branschen?
- Vad har du för arbetsuppgifter i din tjänst?

BIM som Arbetsprocess

- Vad är BIM för dig?
- Anser du att ni använder BIM i produktionsskedet och i så fall hur?
- Vilka åtgärder ska vidtas för att öka BIM användningen inom produktionsskedet?
- Vad säger din erfarenhet av mottagligheten för BIM hos produktionspersonalen?

IT verktygen

- Hur sker informationsutbytet mellan projekteringsskedet och produktionsskedet?
- *(Exempel kan vara mail, intranät, molnbaserade plattformar.)*
- Vilka IT verktyg använder ni som hjälpmedel för att implementera BIM i produktionsskedet?
- På vilken sätt effektiviserar IT verktygen arbetet i produktionsskedet? Ge exempel
- Saknas det några egenskaper i dessa IT verktyg som skulle underlätta eller effektivisera era arbeten i produktionsskedet?

(Exempel på egenskaper är Tidsplanering, kostnadskalkylering, logistik, APD plan, Visualisering med hjälp av 3D-modell, revideringsrapportering, Arbetsberedning, projektstyrning, tillgänglighet av senaste beslutsunderlag.)

Bilaga 3: Frågeformulär

FRÅGEFORMULÄR

Frågeformuläret är uppdelat i två delar. En generell del och en specifik del om nyttor i produktion. Vänligen besvara alla frågor med gradering på en skala från 1 – 5. (Obs. Klicka i rutan) Förklara gärna mer utförligt under varje fråga.

Generella Frågor:

1) Hur användarvänlig är programmet?

1 2 3 4 5

Egna synpunkter: _____

2) Hur lämplig är Programmets gränssnitt för den personal den är avsedd för?

1 2 3 4 5

Egna synpunkter: _____

Nyttor i Produktion:

Hur effektiv anser du att programmet är gällande:

3) Tidsbesparing?

1 2 3 4 5

Egna synpunkter: _____

4) Arbetsberedning?

1 2 3 4 5

Egna synpunkter: _____

5) Kommunikation?

1 2 3 4 5

Egna synpunkter: _____

6) Visualisering?

1 2 3 4 5

Egna synpunkter: _____

7) Vad är ditt helhetsintryck av programmet Visilean?

1 2 3 4 5

Egna synpunkter: _____

Bilaga 4: Enkätundersökning

Följande frågor ställdes i enkätform till inblandade nyckelpersoner efter pilotprojektens genomförande. Vad gäller pilotprojektet på Irland ställdes motsvarande frågor på engelska.

1. Vilken är din tidigare erfarenhet av att arbeta med effektivisering av processer inom produktion?
2. Vad är din tidigare erfarenhet av att arbeta med ett digitalt verktyg ute i produktionen?
3. Hur upplevde du svårheten av att lära dig arbeta med planeringsverktyget?
4. Upplever du att du fått tillräckligt med information om hur VisiLean fungerar?
5. Vilka fördelar ser du med att arbeta i VisiLean jämfört med traditionella planeringsverktyg?
6. Hur upplever du att mobilapplikationen och TV:n med schemat bidrog till arbetet?
7. Vad upplevde du fungerade dåligt i arbetet med VisiLean?
8. Hur mycket tid och arbete upplever du att ni kunde spara med hjälp av planeringsverktyget i detta projekt?
9. Vad hade behövts göras annorlunda för att spara mer tid och arbete?
10. Vad upplever du är det största hinder för att digitala planeringsverktyg ska användas i större utsträckning inom produktionen?
11. Hur upplever du att dina kollegor upplevt arbetet med det digitala planeringsverktyget?
12. Hade du uppskattat ifall framtida projekt du arbetar hade använt sig av ett digitalt planeringsverktyg i stil med VisiLean?
13. Hur var det att få utomstående, underentreprenörer med på att använda VisiLean?