

# **DIGITALISERING AV BYGGSEKTORN**

## **– BYGGNADSPRODUKTION**

Högskoleingenjörsutbildning i samhällsbyggnad  
Produktion

Sarmad Alsadi  
Dylan Hododi

(2018.01.12)

**Program:** Byggingenjörprogrammet  
**Svensk titel:** Digitalisering av byggsektorn  
**Engelsk titel:** Digitalization of the constructional section  
**Utgivningsår:** 2018  
**Författare:** Sarmad Alsadi & Dylan Hododi  
**Handledare:** Kimmo Kurkinen  
**Examinator:** Lennart Jagemar  
**Nyckelord:** Digitalisering, automatisering, big data, 3D-skrivare

---

## **Abstract**

**Purpose:** The digital progress is slow within the constructional sector in comparison to other type of businesses and it has the reputation of being relatively conservative. To say that the progress is standing still would be a mistake since the majority of constructional companies are working actively for a more digital construction site. Even though these companies are working hard towards a more digital sector the construction site is dominated by paper documents, non-autonomic systems and the labor is done the same way as it has been done for decades. Even though multiple digital tools and implementation models are available the construction sector is facing a lot of resistance. This report examines those digital innovations that are on the rampaging and can do a significant good within the construction sector.

**Method:** Through search engines at the university's database, as well as the internet, collection of raw data was collected, which would then be analyzed and underlie for qualitative collection methods. The literature study was the foundation of the semistructured interviews, which in turn enabled a comparison between the theoretical framework and interview results.

**Findings:** A vast majority of the interviewed participants believe that the 3D-printer sometime in the future may be used within the construction sector. An implementation of the 3D-printer would induce shorter production times, reduced production costs, elimination of waste and reduced costs for labor. Autonomic systems will probably not be implemented on construction sites within a short future since different construction projects are too diverse. If the construction would become more monotonous it would ease considerably, but today one project is rarely analogous to the other.

Big data is an innovation that could revolutionize the construction sector in a lot of different ways. The respondents did not understand the meaning of the term, which they interpret that it is not an innovation in focus for the time being. The possibilities of Big data are substantial and it could be used for more effective communication, more efficiency within the construction site, more detailed checkups of machinery and more controlled building material checkups.

**Implications:** For a generally successful implementation of 3D-printers they need to be affordable for the smaller companies. Otherwise the larger firms risk to put the smaller firms out of business. Since concrete is a material with a relatively large impact on the environment this may cause consequences for the environment in the future since it's already in an exposed situation. Since it's globally working actively with improving the environment the focus should be in producing more environmentally acceptable concrete for the 3D-printers.

**Limitations:** The study was limited to a handful of Swedish constructional companies within the Gothenburg region. In the report, only the opinions of a few respondents are taken into consideration.

**Keywords:** Digitization, automation, big data, 3D-printer.

## Sammanfattning

**Syfte:** Den digitala utvecklingen inom byggproduktionssektorn ligger efter jämfört med många andra branscher och har fått ryktet om att vara rent av konservativ. Att säga att utvecklingen står stilla stämmer inte då majoriteten av företagen arbetar aktivt för en mer digitaliserad sektor. Trots detta dominerar produktionsplatserna av pappersdokument, icke autonoma system och själva arbetet utförs mer eller mindre på samma sätt som det gjort i flera decennier. Trots att flertalet digitala verktyg och implementeringsmodeller finns tillgängliga möter dem inom byggproduktionssektorn en hel del motstånd. Denna rapport granskar de digitala innovationer som är på uppgång och som kan göra betydande nytta inom byggproduktion.

**Metod:** Via sökmotorer på högskolans databas, samt internet gjordes insamling av rådata som sedan skulle analyseras och ligga till grund för kvalitativ insamlingsmetod. Litteraturstudien var grundpelaren som betingade de semistrukturerade intervjuerna, som i sin tur möjliggjorde en jämförelse mellan det teoretiska ramverket och intervjuresultat.

**Resultat:** En klar majoriteten av de intervjuade aktörerna ansåg att 3D-skrivaren någon gång i framtiden kommer att inta byggsektorn. En implementering av 3D-skrivaren skulle medföra kortare produktionstider, reducerade produktionskostnader, eliminering av spill och mindre arbetskostnader. Autonoma systems inträde i byggproduktionssektorn kommer förmodligen inte ske inom en snar framtid då olika byggprojekt skiljer sig åt väldigt mycket. Hade byggandet blivit mer monotont skulle det underlätta väldigt mycket, men i dagsläget är sällan ett projekt det andra likt.

Big data är en innovation som skulle kunna revolutionera byggbranschen på flera håll. Respondenterna förstod dock inte begreppets innebörd vilket tyder på att det inte satsas någonting på Big data inom produktionssektorn. Möjligheterna för Big data är många och det kan bland annat användas för effektivare kommunikation, effektivisering av produktionsplatsen, mer detaljerad koll på olika maskiner och mer kontrollerade material leveranser.

**Konsekvenser:** För en allmänt lyckad implementering av 3D-skrivaren krävs det att även de mindre företagen kan införskaffa apparaten. De större företagen riskerar annars att konkurrera ut de mindre företagen. Då betong i allmänhet är ett material med förhållandevis hög miljöpåverkan medför detta konsekvenser för miljön som redan befinner sig i en utsatt position. Då det arbetas väldigt aktivt med att förbättra omvärldens miljöpåverkan är det därför viktigt att lägga fokus på att försöka producera mer miljövänlig betong.

**Begränsningar:** Studien begränsades till ett fåtal svenska byggföretag i göteborgsregionen. I rapporten tas därför endast de fåtal respondenters åsikter med.

**Nyckelord:** Digitalisering, automatisering, big data, 3D-skrivare.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Abstract .....	II
Sammanfattning .....	III
<b>1 INLEDNING .....</b>	<b>1</b>
1.1 Bakgrund .....	1
1.2. Historisk tillbakablick 1978–2018 .....	2
1.3 Problembeskrivning.....	3
1.4 Mål och Frågeställningar .....	4
1.5 Avgränsningar .....	4
1.6 Disposition .....	4
<b>2 METOD.....</b>	<b>6</b>
2.1 Undersökningsstrategi.....	6
2.2 Valda metoder för datainsamling .....	6
2.3 Arbetsgång .....	7
2.4 Trovärdighet .....	8
<b>3 TEORI.....</b>	<b>9</b>
3.1 Autonoma system.....	9
3.2 Big data .....	10
3.3 3D-skrivare .....	11
3.3.1 Apis Cor .....	11
3.3.2 Montering och installering .....	12
3.3.3 Start av bygget.....	13
3.3.4 Väggar och partier .....	14
3.3.5 Värmebeständighet .....	15
3.3.6 Fördelar .....	15
3.4 Branschens inställning till förändring .....	16
3.5 Sammanfattning av teori .....	16
<b>4 RESULTAT/ANALYS.....</b>	<b>18</b>
4.1 Intervjuer.....	18
4.1.1 3D Skrivarens framtid ur miljö, sociala- och ekonomiska synvinklar .....	18
4.1.2 Autonoma system .....	22
4.1.3 Big Data .....	25

<b>4.2 Kalkyler</b> .....	<b>26</b>
<b>4.3 Återkoppling till frågeställningar</b> .....	<b>28</b>
4.3.1 Vilka innovationer är på uppgång inom byggsektorn och kan dessa revolutionera branschen inom en 20 års period?.....	28
4.3.2 Hur förhåller sig större, samt mindre företag till nya innovationer och hur ser dem på framtiden? .....	28
4.3.3 Vilka konsekvenser, respektive fördelar kan en revolutionerande digitalisering inom byggsektorn skapa ur miljö-, ekonomiska-, och sociala perspektiv? .....	29
<b>5 DISKUSSION OCH SLUTSATSER</b> .....	<b>30</b>
<b>5.1 Resultatdiskussion</b> .....	<b>30</b>
<b>5.2 Metoddiskussion</b> .....	<b>30</b>
<b>5.3 Begränsningar</b> .....	<b>31</b>
<b>5.4 Slutsatser och rekommendationer</b> .....	<b>31</b>
<b>5.5 Förslag till vidare forskning</b> .....	<b>32</b>
<b>REFERENSER</b> .....	<b>- 1 -</b>
<b>BILAGOR</b> .....	<b>- 4 -</b>
<b>BILAGA 1 - Intervjufrågor</b> .....	<b>- 4 -</b>
<b>BILAGA 2 – Svarsmail av Apis Cor</b> .....	<b>- 5 -</b>

# 1 INLEDNING

*Detta är det inledande kapitlet som ger en bakgrund till studien och redovisar dess mål och frågeställningar, kapitlet avslutas med avgränsningar och disposition. Genom att läsa detta kapitel får läsaren en övergripande bild av vad rapporten tar upp samt en god överblick av de olika kapitlens innehåll.*

Byggbranschen är liksom de flesta branscher i ständig utveckling, vilket är tack vare nya innovationer och tekniker. Majoriteten av dem som är kunniga inom bygg är eniga om att produktionskedjet förblir tämligen traditionellt i förhållande till exempelvis projekteringsskedet. (Lidelöw, 2015)

Det finns idag massvis med industrier som opereras helt och hållet av robotar som endast övervakas av människan, detta då ett företag alltid letar efter lösningar som främjar dess vinstmarginal. Med en stigande population och en allt mer tätbefolkad planet ställs vi inför nya utmaningar när det kommer till byggnation av bostäder. I takt med en allt högre efterfrågan på bostäder både i Sverige och internationellt, samt en ökande utveckling resulterar i en växande konkurrens bland de verksamma företagen. Trots detta ställer sig byggproduktionssektorn i Sverige relativt konservativt vad gäller nya innovationer och tekniker i jämförelse med länder som Japan, Kina, Sydkorea och Tyskland. I dessa länder används autonoma system i avsevärt större omfattning i jämförelse med Sverige. (Weber, 2017)

Wallenberg Autonomous Systems and Software Programs (WASP) är Sveriges stora satsning kring mekatronik och automation där en finansiell satsning på 1,8 miljarder kronor med hjälp av Sveriges ledande tekniska universitet och diverse forskargrupper bland annat skall finna tekniska lösningar för hur autonoma system kan bli en del av byggbranschens vardag.

## 1.1 Bakgrund

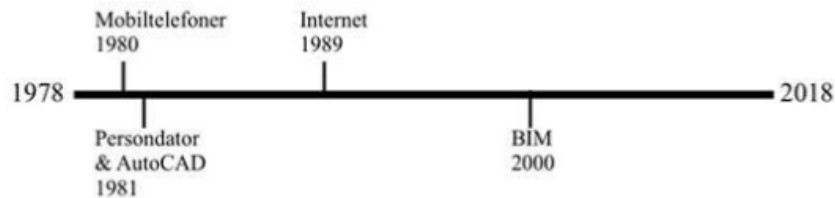
Produktionssektorn inom bygg tillhör ett av de farligaste jobben när det kommer till arbetsrelaterade kroppsskador. Det har kommit väldigt många nya tekniker och redskap genom årens lopp vilket har reducerat arbetsskadorna avsevärt, men själva arbetet är dock i större sammanhang relativt oförändrat. Automatisering och digitalisering har revolutionerat många olika branscher men produktionssektorn förblir förhållandevis konservativt. (Zavala, 2012)

Under flera år har byggbranschen genom flertaliga försök arbetat för att förbättra såväl produktivitet som kvalitet inom produktionssektorn, dock utan vidare resultat. Följande misslyckanden kan ha lett till en bromsning i utvecklingen på grund av rädsla för ytterligare misslyckanden, men dem har även lett till en förståelse som grundat en vilja till förändring. (Davies & Harty, 2013a)

Teknologin för flera digitala verktyg finns ute men används knappt inom dagens produktion. De digitala verktyg som undersöks i denna rapport är Big Data och Autonoma system med fokus kring 3D-printers.

## 1.2. Historisk tillbakablick 1978–2018

Konsten att bygga hus har funnits i flera millennier och med tiden har byggnadsverken blivit allt mer komplicerade och glamorösa. Det var dock under 1900-talet utvecklingen av byggandet verkligen tog fart. De senaste 40 åren kom en hel del tekniska innovationer i bruk som skulle komma att modernisera branschen drastiskt.



Figur 1. Tidtabell för tekniska innovationer.

Under 80-talet kom de första mobiltelefonerna i bruk och de blev med åren allt mer populära. I en bransch där kommunikationen otroligt viktig skulle mobiltelefonerna spela en stor roll. Dessa medförde snabb långdistanskommunikation vilket förenklade byggprocessen avsevärt. Platschefer kunde nu ringa konstruktörer och beställare vid frågor om bygget utan att behöva invänta svar som hade kunnat pausa produktionen i flera timmar och dagar. Mobilen har med åren utvecklats drastiskt. Idag finns det applikationer till mobiltelefonerna där man kan mäta, mängda, skapa offerter, registrera körjournaler, se väderprognoser och mycket mer. (Myrdahl, 2016)

1981 presenterades den första persondatorn av det amerikanska It-företaget IBM. Dessa persondatorer blev genast populära och allt fler företag började bygga sina egna versioner av denna tekniska innovation. (Neiderud, 1998)

I samband med den ökande populariteten både bland privatpersoner och företag introducerades under samma decennium Automated computer-aided design (AutoCAD). AutoCAD utformades initialt för att efterlikna redan handgjorda ritningar. Programmet utvecklades i rask takt och inom kort var det möjligt att rita 3D-visualiseringar för en bättre inblick i hur det färdiga bygget kommer att se ut. Idag utgör CAD-program en stor del av byggprocessen och används på samtliga konstruktionskontor. (Cadenas, 2017)

1989 skapades world wide web (WWW) i det schweiziska forskningscentret CERN. Programmet skapades med syfte att forskare och olika universitet skulle kunna dela information mellan varandra men efter fyra år (1993) släpptes det även för allmänheten. Denna innovation kom att bli en av grundpelarna för dagens internet. Internet har revolutionerat byggbranschen då all slags data idag kan delas mellan hela världens befolkning. Lagar, regler, ritningar, information och mycket mer kan numera hämtas eller delas på ett smidigt och tidseffektivt sätt. (Cern, 2013)

I början av 2000-talet uppkom BIM (Buildning Information Modelling). Begreppet BIM tolkas på olika sätt av olika personer, men det innebär sammanfattat att en 3D-modell av en byggnadsdel eller hel byggnad skapas som är knuten till en databas. BIM medför en ökad förståelse för den färdiga byggnationen, vilket leder till effektivare tidsplanering, mindre spill och bättre samordning mellan projekteringsledet och produktionen. BIM anses dock utvecklingsmässigt ligga ett par år efter jämfört med exempelvis industrier. Det är dock ett program som fortfarande utvecklas och implementeras hos olika byggföretag. (Goubau, 2017)



### 1.3 Problembeskrivning

Byggbranschen har sedan industrialiseringen början ansetts vara en av de farligaste och skadligaste branscherna med otaliga skador och dödsfall. Trots reformer och ständigt utvecklade och förbättrade verktyg och maskiner är ändå arbetet högt belastande på människan. Hela 58% av arbetssjukdomar inom byggproduktionssektorn orsakas av belastningsfaktorer.

**Arbetsolyckor och arbetssjukdomar 1995 - 2016**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Arbetsolyckor antal	2.860	2.814	2.923	3.265	3.582	3.440	3.345	3.634	3.351	2.974	2.951	3.140	3.114	2.890	2.774	3.018	3.189	3.280	3.437	3.245	3.505	3.656
Arbetsolyckor /1000 personer	15,1	15,1	14,0	15,2	16,5	15,0	14,9	15,2	14,3	12,7	12,2	12,5	11,5	10,1	9,3	9,9	10,0	10,3	10,8	10,0	10,8	10,9
Arbetssjukdomar antal	1.000	885	1.020	1.273	1.468	1.788	2.035	1.770	2.028	1.585	1.287	1.028	890	883	722	698	718	659	779	696	783	764
Arbetssjukdomar /1000 personer	5,3	4,7	4,9	5,9	6,8	7,8	8,9	7,4	8,6	6,8	5,3	4,1	3,3	3,1	2,4	2,3	2,3	2,1	2,4	2,2	2,4	2,3

Figur 2. Arbetsolyckor och arbetssjukdomar 1995 - 2016

(Samuelsson, 2017)



Figur 3. Arbetssjukdomar, hela byggverksamheten

(Samuelsson, 2017)

Med hänsyn till hur högt utvecklade de flesta logistik- och maskinutvecklingsföretag är när det kommer till autonoma system är det förundransvärt hur långt efter byggbranschen ligger när det kommer till digitala system på arbetsplatsen. I Sverige har det sedan 30 år tillbaka satsats stora ekonomiska medel för att främja den digitala utvecklingen inom byggsektorn. I takt med att Building Information Modeling (BIM) utvecklades tog den svenska staten i tron om en effektivisering inom byggsektorn, beslutet att förse ekonomiska resurser för en digitalisering av branschen (Linderoth, 2015). För ett par år sedan startades det första stora projektet för digitalisering i form av projektet Smart Built Environment, där staten försåg projektet med en budget på närmare 200 miljoner kronor för att för en digital utveckling inom samhällsbyggnad i strävan om att utnyttja digitaliseringens alla möjligheter (Nohrstedt, 2015).

Byggbranschen är en omfattande sektor med flera olika aktörer som måste uppfylla sina krav. Denna komplexa samverkan medför implementerings-svårigheter vilket leder till en långsam utveckling av byggsektorn som helhet (Davies & Harty, 2013b).

Enligt (Davies & Harty, 2013a) är fördomar bland yrkesarbetarna en bidragande faktor till varför vissa nya tekniker som finns tillgängliga för allmänheten inte implementeras i större grad inom branschen. Då ny teknik kräver kompetens för att kunna nyttjas på ett bra sätt är det viktigt att satsa på att utbilda yrkesarbetarna inom just dessa områden, då det kan vara allt från att arbeta med ett visst program på en surfplatta för att styra specifika autonoma system. Denna tankegång visar en hel sektor som via förutfattade meningar menar att den nya tekniken inte är något för dem, då det blir för svårt för vanliga "byggare" att ta åt sig den nya tekniken och nyttja den på ett effektivt sätt. Det faktum att byggnader i dagsläget har såpass lång livslängd och håller hög kvalitet medför en risk i att byta till nya tekniker då det kräver en stor tidsram för att praktiskt veta om den nya tekniken är bättre och mer hållbart än den "gamla".

## 1.4 Mål och Frågeställningar

Målet var att via litteraturstudier och intervjuer av ledande aktörer inom både byggsektorn och forskning kring digitala verktyg få en bild av hur autonoma system kan tillämpas inom byggbranschen och hur lång tid det skulle kunna ta. För att uppnå målen ställdes följande tre frågeställningar:

1. Vilka innovationer är på uppgång inom byggsektorn och kan dessa revolutionera branschen inom en 20 års period?
2. Hur förhåller sig större, samt mindre företag till nya innovationer och hur ser dem på framtiden?
3. Vilka konsekvenser, respektive fördelar kan en revolutionerande digitalisering inom byggsektorn skapa ur miljö-, ekonomiska-, och sociala perspektiv?

Frågeställningarna formar arbetet och utgör den röda tråden för arbetet, då metod, litteraturstudie, intervjufrågor med mera utformades kring frågeställningarna.

## 1.5 Avgränsningar

Detta examensarbete begränsas på följande sätt:

- Examensarbetet är geografiskt begränsat till Sveriges byggindustri.
- Intervjuerna görs endast hos ett fåtal svenska företag för att begränsa storleken på arbetet.
- Examensarbetet kommer endast föra en undersökning kring funktioner och ekonomiska möjligheter för 3D-printers, då detta autonoma system ligger i fokus.

## 1.6 Disposition

Det första kapitlet ger en överblickande beskrivning kring vad rapporten kommer att ta upp samt en inblick i hur gruppmedlemmarna tänkte vid valet av ämnet. Bakgrund och problembeskrivning ger en djupare inblick kring hur det valda ämnet är aktuellt för byggbranschen samt vad gruppen hoppas åstadkomma med arbetet. Även frågeställningar, mål och avgränsningar tas upp i det inledande kapitlet.

Kapitlet som följer beskriver olika typer av metoder som användes vid författningen av rapporten. Då de initiala frågeställningarna inte har några klara krav gjordes en kvantitativ innehållsanalys. För att besvara frågeställningarna gjordes en intervjubaserad datainsamling vilket även det anges i kapitel två. Arbetsgångens tre grundpelare är förberedelse, undersökning och analys, vilka samtliga varit avgörande för arbetets framgång.

Kapitel tre utgör den undersökande och teoretiska delen. De tre kärnämnen som arbetet baseras på förklaras. Kapitlet ger en detaljerad upplysning kring autonoma system, Big data och 3D-printers. En detaljrik och väl genomförd teoretisk del lade grunden för intervjufrågorna som kunde preciseras tack vare en djup förståelse kring ämnet. Den enskilda tekniska innovationen som ligger i fokus i rapporten är 3D-printers då gruppen anser detta vara det autonoma system som förmodligen kommer att inta och kanske till och med revolutionera produktionssektorn i framtiden. Delkapitel 3.3 beskriver hur dagens 3D-printers används samt vilka funktioner den innehar.

Kapitel fyra består av diverse diagram kring hur de frågade aktörerna svarat på intervjufrågorna. Under varje diagram återfinns även en mer fördjupande text kring intervjufrågornas genmäle. Personerna som intervjuades var arbetsledare, platschefer, projektingenjörer och projektchefer vid olika svenska byggföretag. Detta kapitel innehåller även kalkyler som jämför tid och ekonomiska aspekter gällande traditionellt byggande av småhus jämfört med ett 3D-utskrivet hus.

I det sista kapitlet dras slutsatser av arbetet. De fakta som presenterats i tidigare kapitel diskuteras och förslag till vidare forskning görs.

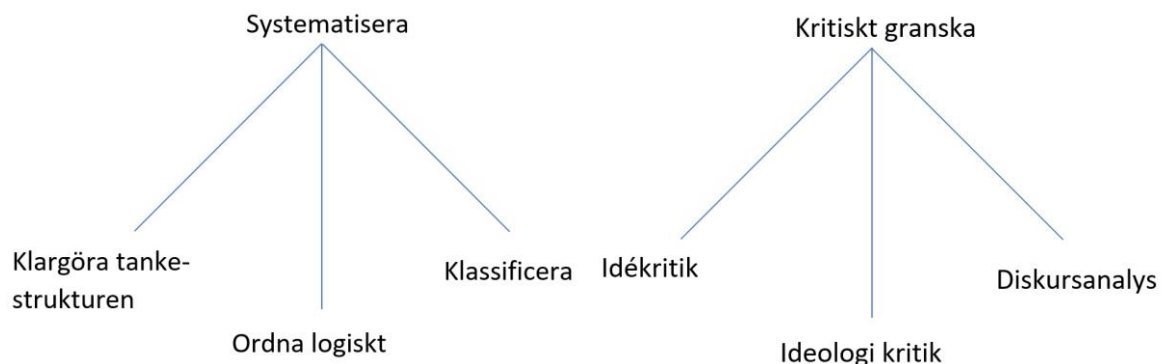
## 2 METOD

I kapitlet ges en översiktlig beskrivning av arbetets genomförande och vilka insamlingsmetoder för data som använts. Det beskriver ingående hur varje frågeställning besvarats med hjälp av vedertagna metoder. En diskussion angående resultatens trovärdighet med utgång i metodvalen avslutar kapitlet.

### 2.1 Undersökningsstrategi

En kvalitativ innehållsanalys ansågs vara bäst passande med hänsyn till att frågeställningarna inte hade några klara svar. Kvantitativ innehållsanalys kan karakteriseras som en demokratisk forskningsmetod. Metodens bärande idé syftar på att ett stort antal analysenheter skall behandlas likvärdigt och tillskrivas samma vikt. Demokrati är emellertid ett underordnat värde i forskningssammanhang. Ganska ofta har forskaren anledning att avvika från de demokratiska principerna om inklusivet (att alla ska vara med), likabehandling och jämlikhet vid beslut. Kvalitativ undersöknings systematik går ut på att ta fram det väsentliga innehållet genom en noggrann läsning av textens delar, helhet och kontext vari den ingår. (Peter Esaiasson 2006)

För att belysa metodens användningsområden kan man separera två huvudtyper (Figur 4) av textanalytiska frågeställningar: Sådana som handlar om att systematisera innehållet i de aktuella texterna, och sådana som handlar om att kritiskt granska innehållet i texterna. (Peter Esaiasson 2006)



Figur 4. Jämförelse av textanalytiska frågeställningar.

### 2.2 Valda metoder för datainsamling

Datainsamlingen bestod huvudsakligen av samtalsintervjuer. Samtalsintervju undersökningar ger goda möjligheter att registrera svar som är oväntade. En av de stora poängerna är också möjligheten till uppföljningar. En av de stora skillnaderna mellan frågeundersökningar och samtalsintervjuer är att den sistnämnda ger möjlighet till samspel och interaktion mellan forskare och respondent som samtalssituationen innebär. (Peter Esaiasson 2006)

En fullt ut strukturerad intervju innebär att man inte frångår manus någon gång under intervjun. Om respondenten säger sig inte förstå frågan, eller ber om förtydliganden, så ställs frågan ordagrant en gång till. Nackdelen med denna metod är att respondenten kan uppleva intervjun som alldeles för stelbent och att det inte skapas någon kontakt med intervjuaren under intervjun. (Ledarna, 2018a)

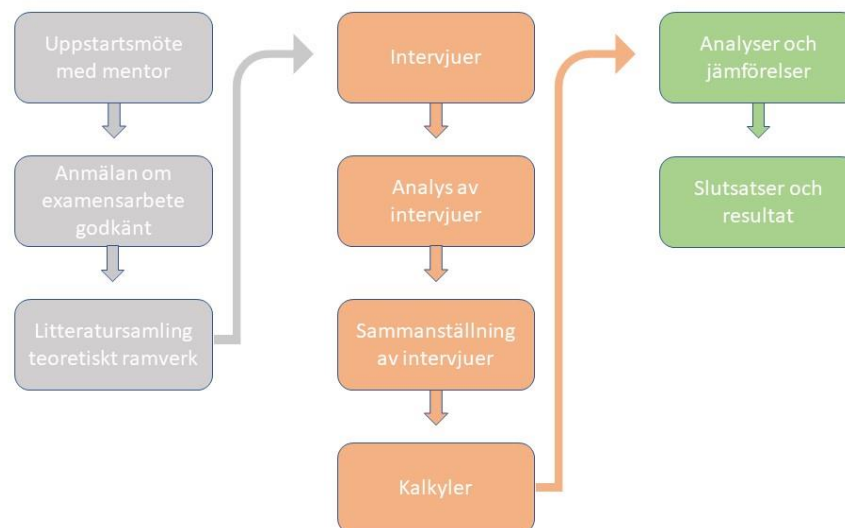
Att använda sig av en fullt ut strukturerad intervju är väldigt ovanligt i Sverige. Det är då vanligare att använda sig av semistrukturerade intervjuer. En semistrukturerad intervju bygger också på förberedda frågor som har en utgångspunkt från kravprofilen. Skillnaden är här att man tillåter sig att ställa följdfrågor utifrån vad respondenten svarar. (Ledarna, 2018b)

Eftersom följdfrågor ansågs vara en grundpelare i en intervju valdes den semistrukturerade metoden.

En litteraturstudie genomfördes för att fördjupas inom ämnet, och låg till grund för arbetets intervjufrågor. Intervjufrågorna presenteras i bilaga 1

## 2.3 Arbetsgång

Arbetet delades in i tre faser, en förberedande fas, en undersökande fas och en fas för analys och slutsats, presenterat med olika färger i figur 5. Rapportskrivning och handledarmöten skedde kontinuerligt på Högskolan i Borås.



Figur 5. Arbetsgångens tre faser.

Arbetsgången delades upp i olika moment där påläsning för djupare förståelse kring ämnet lade grunden för fortsatt arbete. Litteraturläsning möjliggjorde anteckningar från flertalet olika källor som därefter kunde sammanfattas till en flytande och relevant teoretisk text. Den djupa förståelsen kring ämnet gjorde det genomförbart att skriva relevanta frågeställningar.

Förutom köpt litteratur från Bokia, hittades vetenskapliga artiklar genom sökningar på sökmotorn Google. De sökord som användes är *digitalisering*, *digitalisering av husbygge*, *robots*, *autonoma system*, *big data*, *3D utskrift*, *Apis Cor*.

Vid den undersökande fasen gjordes semistrukturerade intervjuer med olika byggföretag. Intervjuerna var väl förberedda, men gav även utrymme till egna tolkningar och fördjupningar. Intervjuerna hade sin grund i de vetenskapliga artiklar som tidigare studerats.

Våra intervjuer skedde en i taget och inte i grupp, då vi ansåg att respondenten skulle känna sig mer fri och frispråkig utan någon kollega i närheten. Respondenterna var tjänstemän från olika företag och med olika titlar. I tabell 1 redovisas antalet respondenter, samt dess arbetstitel.

*Tabell 1. Redovisning av respondenter.*

<b>Yrkesroll</b>	<b>Antal</b>
Projektchef	2
Platschef	4
Projektingenjör	2
Arbetsledare	2
<b>Totalt</b>	<b>10</b>

Väl insatta i ämnet möjliggjordes en kalkyl-jämförelse som gjordes via Microsoft Excel där kostnads- och tidsskillnaden räknades ut för jämförelse av 3D-printers kontra traditionellt arbete vid bygge av stomme.

## **2.4 Trovärdighet**

Det finns olika kriterier som forskare använder sig utav vid bedömning av kvaliteten i kvalitativa undersökningar. Ett av dessa är trovärdighet, som kan påvisas genom att visa att val av teoretiskt perspektiv och begrepp är relevanta för studiens syfte, att en tydlig beskrivning av hur studien genomförts finns och att syfte och frågeställningar besvarats och diskuterats. (Specialpedagogiska institutionen 2016)

Fyra klassiska källkritiska regler har följts med vars hjälp man kan bedöma sanningshalten i olika påståenden. De kan användas närhelst någon påstår något som vi vill kunna bedöma trovärdigheten i. En bra minnesregel att komma ihåg är Ädel-OST (Ä=äkthet, O=oberoende, S=samtidighet, T=tendens) (Esaiasson 2006). För att nå en trovärdig studie har dessa regler tagits i hänsyn noggrant genom hela rapporten.

Under intervjuerna deltog båda författarna för att tolkningen av svaren skulle bli så objektiv som möjligt. Intervjuerna spelades in vilket möjliggjorde behandling av intervjuerna för djupare analys. Reliabiliteten i resultatet anses vara god då alla intervjuer utfördes på detta sätt.

## 3 TEORI

*I det här kapitlet ges en vetenskaplig grund och förklaringsansats till ämnet. Här presenteras de teorier och källor som är tillämpliga, baserat på problembeskrivningen och den redovisade forskningsfronten.*

### 3.1 Autonoma system

En robotisering inom produktionen av ett bygge skulle innebära en drastisk minskning (optimalt en eliminering) av den mänskliga faktorn vilket hade inneburit en reduktion avseende störningar av produktionsprocessen. Det hade gynnat i förstudien då inte lika mycket tid och planering hade lagts på arbetsmiljöplanen. Detta utan att påverka varken estetik eller kvalitet av bygget.

“Beställarens ständigt återkommande krav på kortare byggtid, sänkta byggkostnader och högre standard på slutproduktionen möter entreprenören med att utveckla nya metoder, öka mekaniseringen och om möjligt öka industrialiseringen. Dessa förändringar av metoder ställer krav på ökat fokus på arbetsmiljöfrågorna. Krav på god arbetsmiljö kan ge nya förutsättningar för byggandet och valet av material, utrustning och metoder.” (*Byggledning, Produktion. (s.76)*).

”Det ställs ständigt nya krav på byggare, då beställare kräver kortare produktionstider, lägre kostnader och samtidigt höga krav kring kvalitet och miljö. Enligt Marcus Rosengren på Cowi är det hög tid för branschen att genomgå en teknisk utveckling, då även allmänheten begär mer förmånliga priser på bostäder. ”Vad är vitsen med att bygga massa bostäder om det inte finns någon som köper dem”. (-Marcus Rosengren, Cowi).

“Vid stora byggprojekt blir alltid förekomsten av personal med varierande kulturell och språklig bakgrund en faktor som inte kan försummas och som kräver särskild hantering av projektledningen. En väsentlig fråga för projektledningen vid stora projekt blir därför att organisera arbetet och det systematiska arbetsmiljöarbetet så att denna olycksfalls påverkande faktor beaktas.”

Autonoma system som beskrivs i denna rapport är enheter eller maskiner som självständigt kan klara av specifika uppgifter. Detta är en självklarhet för majoriteten av dagens industrier, men byggsektorn har stått relativt stilla på den fronten. Ingenjörer och forskare på Sveriges fem mest framstående tekniska universitet har tack vare WASP-stiftelsen en budget på 1,8 miljarder kronor som är till för forskning inom just autonoma system. Utvecklingen av autonoma system sker i en rask takt och enligt de flesta experter är det endast en tidsfråga innan Autonoma system revolutionerar produktionssektorn. (Klackenberg 2015)

Globalt anses byggindustrin med avseende på produktionen vara ett av de farligaste jobben när det kommer till skada på arbetsplats och även dödsfall. I Sverige och andra industrialiserade länder anses säkerheten och även standarden vara högre jämfört med fattigare länder. Trots ökad säkerhet på arbetsplatsen och nya effektiva maskiner är det inte lätt att vara yrkesarbetare ens i Sverige då kroppen ständigt utsätts för slitage och den mänskliga faktorn när som helst kan utgöra fara både för en själv men även för ens medarbetare. Autonoma system har presenterats på produktionsplatser i länder som Japan, Korea och Tyskland vilket lett till ökad säkerhet och en kraftig reduktion av arbetsbelastning för arbetarna. (Linner 2012)

Shimizu är namnet på det japanska företaget som i början av 90-talet införde ett automatiserat produktionssystem vilket kostade företaget närmare 16 miljarder US-dollar. Målet med denna innovation var att minska behovet av dyr arbetskraft, förkorta byggtiden och bygga med högre kvalitet. Kapitalstarka byggherrar är i dagsläget beredda att acceptera högre byggkostnader förutsatt att bygget sker med autonoma system, då de anser att detta förbättrar deras image. (Andersson, 2010)

Enligt forskare finns det fyra huvudinriktningar inom byggnadsproduktion som anses komma i bruk inom en nära framtid. Dessa är 3D-printers, robotar, geometrisäkring och Big Data. Fyra företag (NCC, Skanska BoKlok, Lindbäck's bygg och PEAB) har tillsammans med fyra forskargrupper arbetat för en utveckling inom de fyra huvudriktningarna för en utveckling inom Sveriges byggbransch.

För tillfället finns det i Sverige 3D-printers inom byggsektorn. Dessa anses dock inte vara effektiva då de tidsmässigt tar längre tid på sig jämfört med annan tillverkning. Dessa 3D-printers har testats för byggnation av betonghus genom Contour crafting (betong pumpas ut genom ett skrivarhuvud med rörlig kranarm). Byggnadstiden för denna metoden varierar med hänsyn till det specifika materialets härdningstid och den färdiga produktens bör arbetas med manuellt då ytan blir randig. 3D-printers används i dagsläget av vissa företag vid exempelvis golvbeläggningar men det krävs en del justeringar för byggnation av hela hus. Något som har blivit alltmer vanligt är 3D-utskrivna prefabricerade byggnadsdelar som därefter transporteras till en byggarbetsplats där de monteras.

En robot kan vara allt från en industrirobot till en dammsugarrobot, men definieras i stora drag som en autonom apparat som via elektriska impulser eller liknande utför vissa arbetsuppgifter. Dessa spås en ljus framtid inom produktionssektorn. En stor arbetsplats är en väldigt rörig plats där flera arbeten utförs samtidigt och med dagens teknologi är det svårt för robotar att autonomt ta över en hel arbetsplats. Då detta är fallet kommer robotar inom en snar framtid först och främst användas som hjälpredor till yrkesarbetare.

Exempel på robotar som förmodligen kommer att komma i användning inom en kortare tidsram är drönare som kan scanna större byggarbetsplatser för insamling av data. Ett annat exempel är exoskelett som yrkesarbetare tar på sig som en slags dräkt som underlättar tunga arbeten så dräkten sköter exempelvis lyftande med mera. (Lidelöw 2015)

Det finns delade meningar mellan olika aktörer inom byggsektorn kring en allt mer digitaliserad byggbransch. I en undersökning som utfördes av svensk byggtjänst frågades aktörerna vilka påföljder en digitalisering av branschen hade haft. Ungefär hälften av de frågade ansåg att en ökad digitalisering hade bidragit till underlättande av kollaboration både internt och externt, vilket hade kunnat effektivisera samverkan och dialog i själva byggprocessen. (Industrifakta AB 2017)

### **3.2 Big data**

Användning av Big Data sker genom insamling och analysering av stora mängder data som genom diverse processer bidrar till slutsatstagning av helheten. Användning av Big Data i Sverige i dagsläget är väldigt ovanligt då de flesta inte riktigt vet vad det egentligen är. I USA används Big Data dock exempelvis för riskanalyser och inom finansvärlden. I teorin skall Big Data kunna användas vid sammankoppling av olika byggnader i ett område för exempelvis



effektivare energiförsörjning eller inom produktion för att alltid veta vilka maskiner som används och vart de används. (Gaitho 2017)

Ett par faktorer som är av stor betydelse inom produktionssektorn är produktionens budget och tidshållning. Enligt en rapport av ConstrucTech kan big data främja produktionssektorn när det kommer till tidshållning och budget. En stor utmaning när det kommer till att hantera ett projekt är att finna korrekt och aktuell information vid rätt tillfällen. Big data skulle kunna vara lösningen på detta problem då det skulle kunna samla in rätt information från diverse olika byggarbetsplatser och fördela informationen till andra relevanta aktörer. Enligt ConstrucTech är anledningen till dessa svårigheter att projektingenjörerna inte arbetar med datasystem som är kompatibla med varandra, samt ineffektiv arbetsgång. Det faktum att datavolymer och filstorlekarna är svåra att hantera är ett annat problem som en effektiv applicering av Big data skulle kunna eliminera. (Constructech 2014)

Big data skall enligt rapporten skriven av ConstrucTech att förse en ekonomisk insikt kring hur projektet förhåller sig till budgeten baserat på data som genereras av flertalet olika källor som exempelvis tillgänglighet och priser på material, leverantörer, arbetsmiljöplaner och kommunikation. Denna slags arbetsplatsinformationen skall i teorin kunna precisera materialleveranser, skapa effektivare rutter för leverans och i samma veva spara pengar på bränsle. En fördel med Big data är att informationen som hanteras kan uppdateras i realtid vilket kan ge de relevanta aktörerna den senaste och mest aktuella informationen, vilket kan underlätta dessa aktörer när det kommer till att ta precisa, snabba och viktiga beslut. (Constructech 2014)

Att använda sig av sensorer i bilar, maskiner och godsvagnar kan med hjälp av Big data optimera effektiviteten när det kommer till användning av dessa redskap. Genom att kombinera tidsplaner med trafikinformation och alternativa rutter kan en algoritm bestämma den bästa ruten för maskinerna, beräkna tider för genomförande och berätta vart en viss maskin skall användas efter en viss utförd syssla. Dessa sensorer innebär även bättre koll på själva maskinerna då man alltid vet vilken eller vilka maskiner och redskap som används vart och vart de skall närmast. Sensorerna i maskinerna kan även via nulägesanalyser berätta när det är dags för byte av vissa delar eller service. (Constructech 2014)

### **3.3 3D-skrivare**

#### **3.3.1 Apis Cor**

Apis cor är ett företag beläget i San Fransico, USA som arbetar med utvecklingen av 3D-skrivare. Apis cor har tillsammans med ryska fastighetsutvecklaren PIK lyckats bygga ett helt hus på 24 timmar i Stupino, Ryssland. Apis cor hävdar att dem med hjälp av nya byggnadsmaterial och en portabel 3D-skrivare bygger prisvärda, eko-vänliga hus på endast en dag som dessutom kan brukas i upp till 175 år. Deras huvudmål är att hela tiden justera och förbättra deras affärsmodell tills alla världens människor har råd med en bostad. Nikita Chen-yun-tai är skaparen av företagets 3D-printers och även grundare av Apis cor. Hennes ambition är att automatisera "allt". (Apis cor, 2017a)

En printer skall enligt företaget kunna ersätta en hel grupp av yrkesarbetare utan förlust av kvalitet som även gör projektet mer prisvärt. Printern har en kompaktdimension på

4x1,6x1,5m, den väger 2 ton och företaget menar att dess storlek och tyngd gör den lätt att transportera. 3D-printern minimerar den mänskliga faktorn för byggnationen av huset och själva maskinen skall enligt företaget förbruka så lite energi som krävs som när fem stycken tekannor är på samtidigt. 3D-printern har ett stabilisationssystem som medför att printern kan fästas på alla ytor utan att behöva sätta upp stöd, speciella fästbara underlag med mera. 3D printern är idag inte till salu, men har köpts till olika projekt av bland annat Samsung Electronic, Bitex, Siemens. (Apis cor, 2017b)

### 3.3.2 Montering och installering

Byggnationen börjar med förberedelse av byggarbetsplatsen med standard maskiner för schaktning och fyllning, exempelvis frontlastare, grävmaskin och bulldozer. Den maximala elevationen för den förberedda 3D-skrivarens marknivå får inte överstiga 10 cm. (Apis core, 2017c)

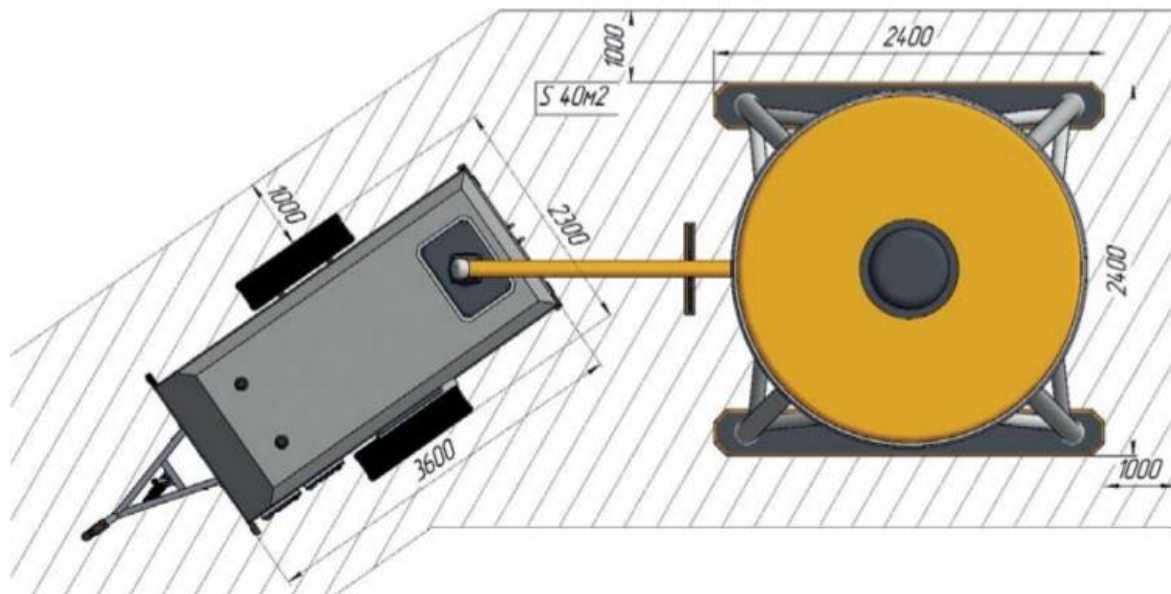
På byggarbetsplatsen bör en preliminär markering för orientering av framtida byggnad utföras. För detta ändamål är det nödvändigt att markera installationspunkten för 3D-skrivaren och en av byggnadens hörn. Torr betongblandning går in i den så kallade "Mobile Mix And Supply Unit" (nedan kallad MAU) som har till uppgift att beräkna och skapa ett stabilt förhållande mellan vatten och cementblandning för att möjliggöra ett högkvalitativt material som består av fin graderat fiberbetong och speciella tillsatser. Blandningen levereras i sin tur till skrivaren. (Apis cor, 2017c)

3D-skrivaren är antingen installerad inuti (bilaga 2) eller utsidan (bilaga 3) på objektet som det skrivs ut enligt förberedd digital kod som laddas i operativsystemet.



#### *Bilaga 1. 3D skrivarens positionering*

Genom att använda en lastbil (upp till 5 ton) med lyftkran (upp till 3 ton) levereras 3D-skrivare och MAU till byggarbetsplatsen. Torr betongblandning och betongsilo levereras till byggarbetsplatsen med samma fordon. Lyftkranen hjälper till att placera blandningen i silon. 3D-skrivaren placeras sedan på den markerade ytan med silo och MAU som exempel nedan (Bilaga 2).



## Bilaga 2. Placering av silo och MAU

Efter installationen av 3D-skrivaren, MAU och silot på byggarbetsplatsen, börjar anslutningen av utrustning till ledningarna att utföras.

MAU ansluts till silo med hjälp av en automatiserad navare som går in i utrustningen i fixerat läge. Navarens siloanslutningsflänsar är standardiserade och ger därför inga problem vid anslutning till silo.

Därefter ansluts MAU till ett nätaggregat från centralledning eller generator, samtidigt som vattenförsörjning tillhandahålls från den autonoma tanken med pumpen (ansluten till elnät via tryckbrytaren) eller centralt vattenrör. Sedan ansluts 3D-skrivaren till MAU:s matningsledning och speciella elektronikkabel som ingår i utrustningen.

När anslutningen av utrustningen skett, aktiveras 3D-skrivaren via kontrollpanelen (ligger på MAU). Skrivaren justerar sig automatiskt till horisonten, så det finns inget behov av en perfekt slät yta. Markens lutning i förhållande till horisonten kan vara upp till 5 grader. 3D-skrivaren kräver ingen hård fastsättning på marken - den har automatisk stabilisering i systemet och oavsett förlängnings avstånd på armen ligger tyngdpunkten alltid kvar på rotationsaxeln, vilket säkerställer stabiliteten hos utrustningen.

Sista steget är att ladda upp ritningen genom en USB-port på kontrollpanelen och orientera 3D-skrivaren i rumslig ordning till det förinställda hörnet. För detta ändamål är det nödvändigt att orientera extrudern (mekanism som formar material genom att pressa det genom en öppning eller munstycke) till hörnmärket med fjärrkontrollen eller med hjälp av kontrollpanelen. Styrning och ytterligare stöd av utrustningen hanteras av ett team på 2 personer - en operatör och en utskrivningsprocess assistent.

### 3.3.3 Start av bygget

Operatören monterar en bilaga med en ultraljudssensor på extrudern. Det här kommer att låta skrivaren göra en analys av ytan. Kontrollpanelens operatör startar processen med att

skanna utskriftsytan. 3D-skrivaren gör inaktiv passage och med ultraljudsgivare görs en bump-karta på ytan som tar hänsyn till alla grovheter på "utskriftsbanan".

Därefter sker utjämning av tryckytan. Baserat på bump-kartor erhållna efter skanning, fyller 3D-skrivaren automatiskt hål och grovheter på utskriftsytan och tar upp dem till horisonten. På så sätt förbereds ytan för utskrift av grundkonstruktion för den framtida byggnaden.

Därefter börjar 3D-skrivaren skriva ut grundkonstruktion, det är inte nödvändigt att göra en provisorisk markering - strikt vidhängande av byggnadsmodell ger den idealiska geometrin. Skrivaren följer den angivna banan och lägger materiallager för lager, och det går att se konturen av den framtida byggnaden omedelbart. När utskriftsprocessen pågår, lägger operatörerna in glasfiber inlägg och armeringsstänger enligt projektet. Det automatiserade systemet informerar operatören om behovet av inlägg, armering etc. och därför stannar utskriften när behovet inte är uppfyllt. Efter utskrift är formningen förstärkt, kontakterna monterade i klämmorna och formen fylld med tung betong.

Byggprocessen kan återupptas efter 12 timmar - vid denna punkt har betongen haft tillräckligt med tid för att få tillräcklig styrka för att kunna fortsätta skriva ut. Fundamentet täcks med vattentätning, och operatören installerar extrudern för att skriva ut väggar med en utjämnings anordning. Detta skapar möjlighet för att kunna måla på väggarnas utsida, samt efterbehandla insidan.

### **3.3.4 Väggar och partier**

Utskriftsprocessen för att bygga väggar liknar formsättningsutskrift. Den enda skillnaden är att dessa väggar har en intern kopplings form. Samtidigt med väggar görs utskrift av en formpress för armerad betongram för efterföljande förstärkning och tung betongfyllning - plastmallar installeras med ett intervall på 60 cm (för installation av armeringsstänger). Även horisontella förstärkningar ställs in för vidare länkning med kolumner. Under utskriften installeras också horisontella insatser, vilket förstärker fasadskiktet och bildar en kammare för värmeisolering. På platser där det kommer att finnas fönster och dörröppningar sätts inlägg enligt projektet.

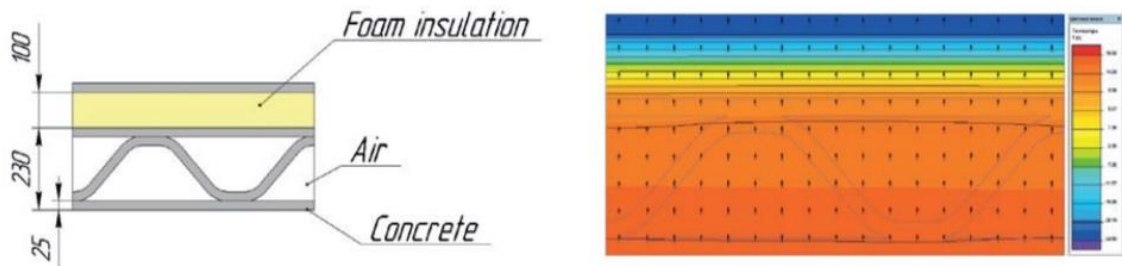
Väggens inre profil väljs under byggprojektets projekteringsskede, där även kanaler för att lägga teknikkommunikation och kamrar för värmeisoleringsmaterial bestäms. Vid projekteringen kan man bestämma att använda sig utav av balkar. Balkarna som skrivs ut är förstärkt och fyllda av tung betong. Golvbeläggningar görs med ihåliga betongplattor med installation direkt på de tryckta väggarna. Vägghållrum fylls med isoleringsmaterial som ger god värme och ljudisolerings egenskaper hos inneslutande strukturer.

Betong klass som används för 3D-utskrift av Apis Cor-bolaget, baserat på test resultat, motsvarar B20-graden.

Om ett projekt kräver utskrift av en andra våning, bör betong eller kompositgolv durk användas. Vid val av golvdurk, bör skrivarens belastning övervägas - ungefär 1,2 ton per kvm. Andra våningens väggar är liknande bottenvåningens i utskriftsprocessen. Vid användning av två eller fler synkroniserade skrivare kan man skriva ut 3D byggnader och strukturer som sträcker sig från flera hundra till tusentals kvadratmeter.

### 3.3.5 Värmebeständighet

Apis Cor har gjort ett test på värmebeständighet (Bilaga 3) där man utgått från en 330 mm tjock vägg med isoleringsskikt på 100 mm. Man har använt sig utav skumisolering och andra isoleringsmaterial. Värmebeständighet för följande väggkonstruktion i figur ”nummer” är  $3,38 \text{ m}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{W}$ .



Bilaga 3. Värmebeständighet

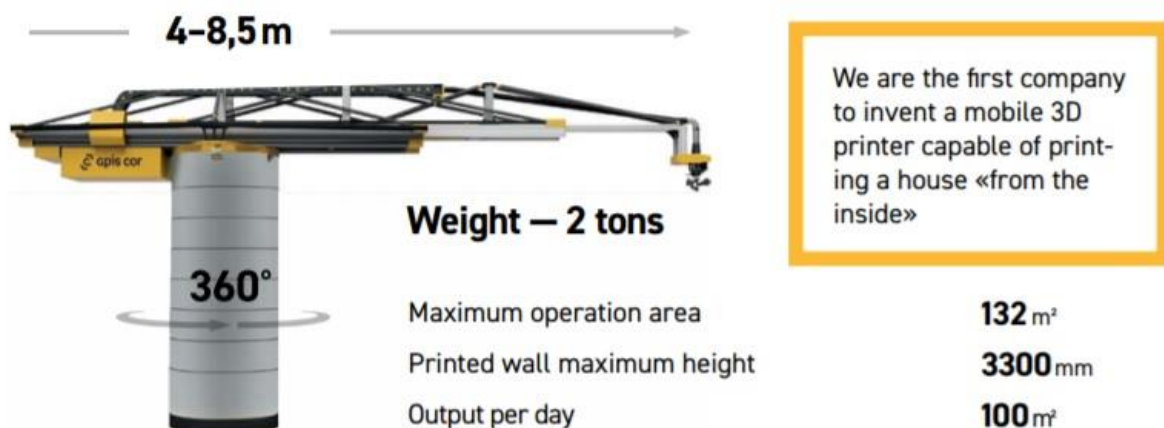
### 3.3.6 Fördelar

"Konstruktionen kan vara snabb, miljövänlig och prisvärd om vi överlåter hela komplexet arbeta på smarta maskiner."

Apis Cor mobil 3D-skrivare kan bygga ett 100 kvadratmeter hus på 24 timmar, som överensstämmer med allmänna byggnadsstandarder och med en livstid på 175 år.

Enligt Apic Cor finns mycket fördelar med 3D-printern:

- Högkvalitativ byggnadskonstruktion utan fel eller brister som orsakas av mänsklig faktor.
- Det resulterande huset har släta väggytor som kan färdigställas och målas direkt.
- Inga byggavfall på byggarbetsplatsen.
- Fria val av konfiguration och vägg tjocklek.
- Husets totala kostnad är betydligt lägre än den för sin vanliga konkreta motsvarighet.
- Väggar kan isoleras med lämpligt isolerande material.



Bilaga 4. 3D skrivarens räckvidd och kapacitet

### 3.4 Branschens inställning till förändring

Byggbranschen är i allmänhet en konservativ bransch när det kommer till digitalisering. Tankarna kring en allt mer digitaliserad produktionssektor varierar kraftigt mellan olika företag. I en undersökning gjord av Industrifakta AB, på uppdrag av svensk byggtjänst visade det sig att dryga 19% av svenska byggföretag anser att byggbranschen har en låg mognadsgrad när det kommer till digitalisering. Hela 73% ställer sig relativt neutrala i frågan medan 8% menar att den svenska byggbranschen har hög mognadsgrad när det kommer till digitalisering. (Industrifakta AB, 2017)

Enligt ovan nämnd undersökning anser hälften av de intervjuade företagen inte att digitalisering är en möjlig ny inkomstkälla. Enligt Stefan Engeseth (strategisk rådgivare och författare) är byggbranschen väldigt konservativt lagd. Han menar dock att denna konservatismen som präglar sektorn under lång tid kommer upphöra så småningom när IT-jättar som bland annat IBM och Google kommer in i bilden. Dessa IT-företag kommer enligt Engeseth revolutionera byggsektorn med omfattande digitalisering inom fem till tio år. Engeseth som har studerat byggbranschen under flera månader menar att branschens ovilja till förändring kommer att bli dess fall i kampen om framtida byggprojekt. Han indikerar även att byggföretagen med åren endast kommer att leverera byggtjänster i form av underentreprenörer och att globala upphandlingar av IT-bolagen kommer att bli allt mer förekommande. (Söderlind, 2016)

Engeseths uppfattning kring en konservativ byggbransch stryks svensk byggtjänsts data som menar att endast 35% av dagens byggföretag arbetar aktivt för en digitalisering av sin verksamhet. Kunskapen och arbetet mot en mer digitalisering av branschen skall vara större bland de största byggföretagen, jämfört med de medelstora och små företagen. Urban Månsson på svensk byggtjänst menar att byggtjänsten har en lång resa framför sig när det kommer till en digitalisering av byggsektorn jämfört med andra branscher. Majoriteten av byggföretagen skall dock vara väl införstådda avseende en digitalisering av branschen och att det är en nödvändighet för att göra sig konkurrenskraftiga i framtiden. Branschens ledande aktörer medger att den bristande interna och externa kommunikationen är en hämning i det vardagliga arbetet som behöver effektiviseras för avsevärt effektivare byggande. (Steen, 2017)

### 3.5 Sammanfattning av teori

Den valda teoretiska fakta som beskrivs ger sammanfattningsvis en övergripande bild kring innebörden av Autonoma system, Big Data och 3D-printers. Teorin beskriver även hur byggbranschen ser ut på den digitala fronten i dagsläget. Teorin ger en överblickande bild över de aktuella ämnena vilket underlättar vidare läsning i rapporten.

I kapitel 3.1 – Autonoma system, ges en beskrivning kring vilka möjligheter autonoma system tillhandahåller om de hade använts på ett effektivt sätt. Dagens beställare kräver reducerade byggtider, sänkta kostnader och högre standarder på slutproduktionen vilket gör att entreprenörerna ställs inför stora utmaningar. Experter menar att det är hög tid för byggbranschen att genomgå en teknisk revolution vilket utöver smidigare produktionsprocess även hade gynnat allmänheten som får mer förmånliga priser på bostäder. Tekniska innovationer som skulle kunna inta byggbranschen är många. Därför lades fokus kring 3D-printers och Big Data vilket enligt ledande aktörer inom branschen tillsammans med forskare utsetts till att vara dem huvudriktningar inom byggnadsproduktion som anses komma i bruk inom en snar framtid.

Kapitel 3.2 – Big Data, beskriver begreppets innebörd samtidigt som det redovisar Big Datas implementeringsmöjligheter inom produktionssektorn. Fokus inom produktionskedet läggs på budget och tidshållning. Big Data erbjuder en möjlighet till att reformera dessa fokusområden.

Vidare i kapitel 3.3 – 3D-skrivare, beskriver grundligt hur dagens aktivt använda 3D-skrivare används inom byggnation av bostäder. Företaget som utvecklat den föreliggande skrivare heter Apis Cor och företaget menar att deras printer skall kunna ersätta en hel grupp av yrkesarbetare, utan förlust av kvalitet samtidigt som det gör projektet mer prisvärt. Kapitlet beskriver hur produktionsprocess ser ut, samt vilka fördelar en 3D-skrivare innehar jämfört med traditionellt husbyggande.

## 4 RESULTAT/ANALYS

I detta kapitel analyseras rapportens insamlade teori från den kvalitativa undersökningen, för att sedan besvara rapportens frågeställningar och mål. Resultatet redovisas med ett urval av relevanta intervjufrågor och svar, samt en kostnads kalkyl.

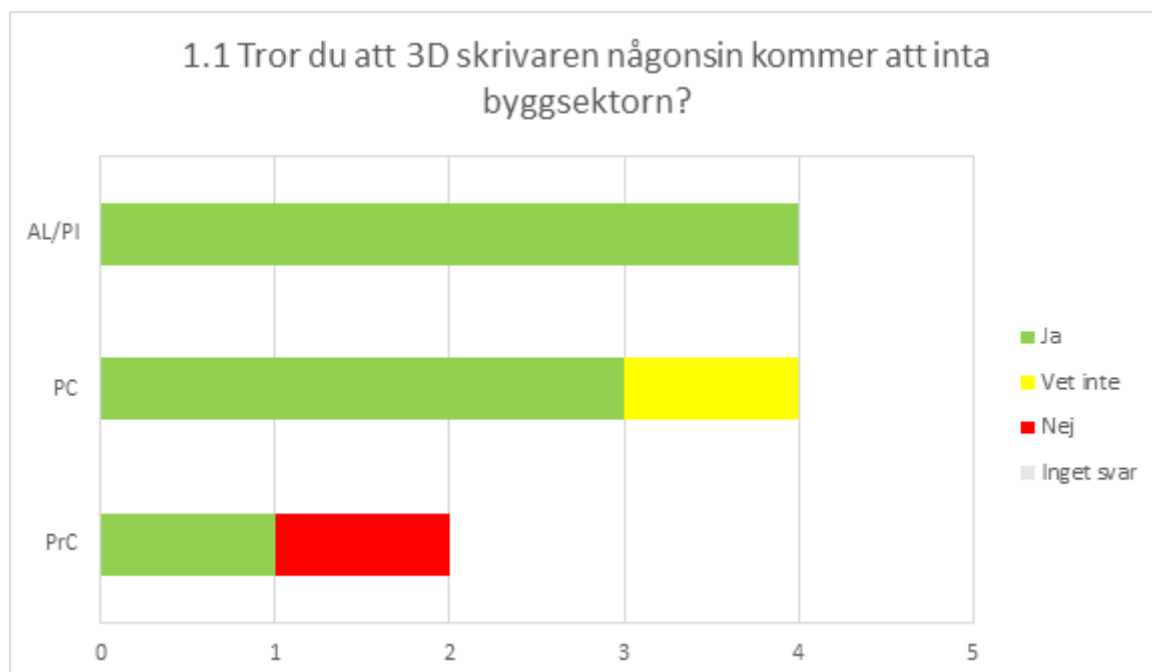
### 4.1 Intervjuer

Tabell 2. Definitionsförklaringar.

Definitionsförklaringar		Antal
AL	Arbetsledare	2
PC	Platschef	4
PI	Projektingenjör	2
PrC	Projektchef	2

#### 4.1.1 3D Skrivarens framtid ur miljö, sociala- och ekonomiska synvinklar

Efter en lång förklaring och teknisk beskrivning av 3D skrivarens funktioner ställdes frågan som skulle ge svar på hur positiva respondenterna var till en sådan utveckling. Figur 6 visar att 8 av 10 var säkra på att 3D utskrift skulle inta byggsektorn i framtiden. De som var osäkra till 3D tekniken ansåg att skrivaren inte klarar av att genomföra större byggnationer och hade svårt att se en utveckling i dess kapacitet i framtiden.



Figur 6. 3D skrivarens framtid – intervjufråga 1.1

Till denna fråga ställdes en följdfråga om hur snart de trodde att en implementering av detta skulle ske och där var samtliga respondenter eniga om ett minimum 20 år. Detta ansåg man av olika skäl, men det mest observerade skälet som nämndes i intervjuerna var det ekonomiska

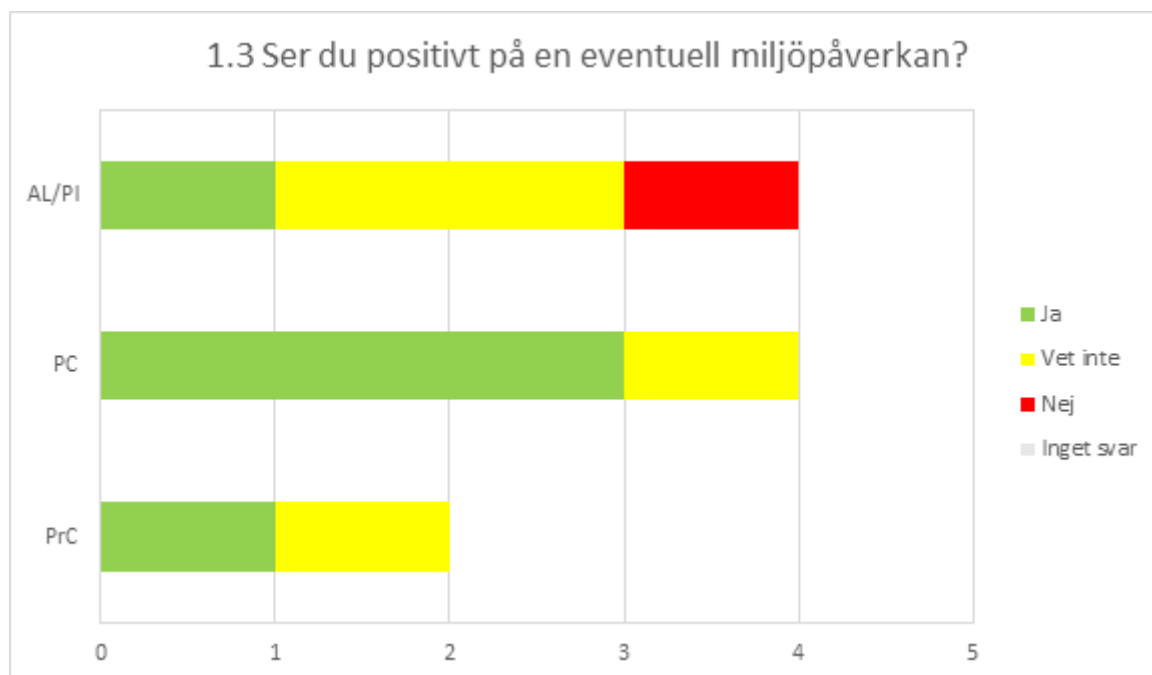


hindret. Man tror inte att de små företagen kommer att ha råd att investera i 3D skrivare, utan att det eventuellt kommer att bli de större företagen. Samtidigt är inte de stora företagen redo att investera i något som ännu inte använts ute på en byggarbetsplats.

*“Det blir ju svårt för små företag att köpa in maskinerna. För finns det möjlighet att hyra dom till exempel så kan ju givetvis ett mindre företag ha samma förmåga att använda den som ett större företag. Vi vet inte hur mycket den maskinen kostar. Eftersom vi inte vet detta så blir det lite svårt. Men skulle man veta det och det visar sig att man tjänar tillbaka pengarna man lagt på det då kan det absolut vara värt det.”*

(Projektchef)

Dagens kanske mest aktuella samtalsämne i byggsammanhang är miljön. Hur förbättrar vi oss i framtiden, vilka material ska vi sluta använda och vad gör vi med resterande material som inte använts? 3D skrivaren är både bra och dålig i miljöfrågan och detta kan vi se klart i figur 7. Svaren är väldigt varierande och ingen av respondenterna hade egentligen något självklart svar då frågan ställdes.



Figur 7. Miljöpåverkan 3D skrivare – Intervjufråga 1.3

Respondenterna såg väldigt positivt på att 3D skrivaren använder sig av hela betongblandningen så att det inte blir något spill som måste återvinnas. Spill är ett stort problem som finns i alla byggarbetsplatser. Inte nog med att mängder av material måste skickas till deponi, så måste vi använda oss utav lastbilar som ska köra “skräpet” dit. Lastbilar har givetvis dålig inverkan på miljön och de vill man undvika så mycket som möjligt när man pratar miljö.

*“Idag är betong inte det miljövänligaste materialet att bygga i, men det kanske går att eventuellt fundera på att producera någon sorts miljövänligare betong.”*

(Platschef)

Samtliga respondenter var eniga om att betong inte är ett miljövänligt material. Däremot var inte många av respondenterna redo att avskaffa betongen, då den har så bra egenskaper som hållfasthet och beständighet. Förbränningen av betong är för sig är en miljöpåverkan som i dagsläget blir svår att undvika. Många av respondenterna var inne på att istället försöka utveckla betongen, genom att hitta ett annat material att blanda med cementpastan, istället för ballast. I dagsläget spränger vi mycket berg och gräver i grusåsar för att producera krossmaterial och detta skadar både naturen och de levande arterna i naturen. Ett ersättningsmaterial skulle vara ett stort steg i miljöprocessen.

Meningen med implementering av 3D skrivare och andra autonoma system är att ersätta människan. Samtidigt är det stora steg i utvecklingen som tas när dessa system förs in i arbetsplatsen. I figur 8 ser vi klart och tydligt vad respondenterna tycker om utvecklingen, då de anser att det är en självklarhet att utvecklingen alltid måste fortsätta oavsett konsekvenserna.



Figur 8. Social aspekt kring digitalisering – Intervjufråga 1.4

*Det kommer att behövas folk i fabriken som tillverkar dessa och folk som har översyn över skrivaren. Det kommer att skapas jobb åt programerare för denna produkten, samt även programutvecklare, kundkontakter, projekterare mm...*

(Projektingenjör)

Just i det här sammanhanget när vi pratade om 3D utskrift, tyckte respondenterna att det inte kommer påverka arbetslösheten något märkvärdigt. Respondenterna ansåg att det skapas nya jobb vid implementering av ny teknik. Respondenterna påstår att snickarna är de som

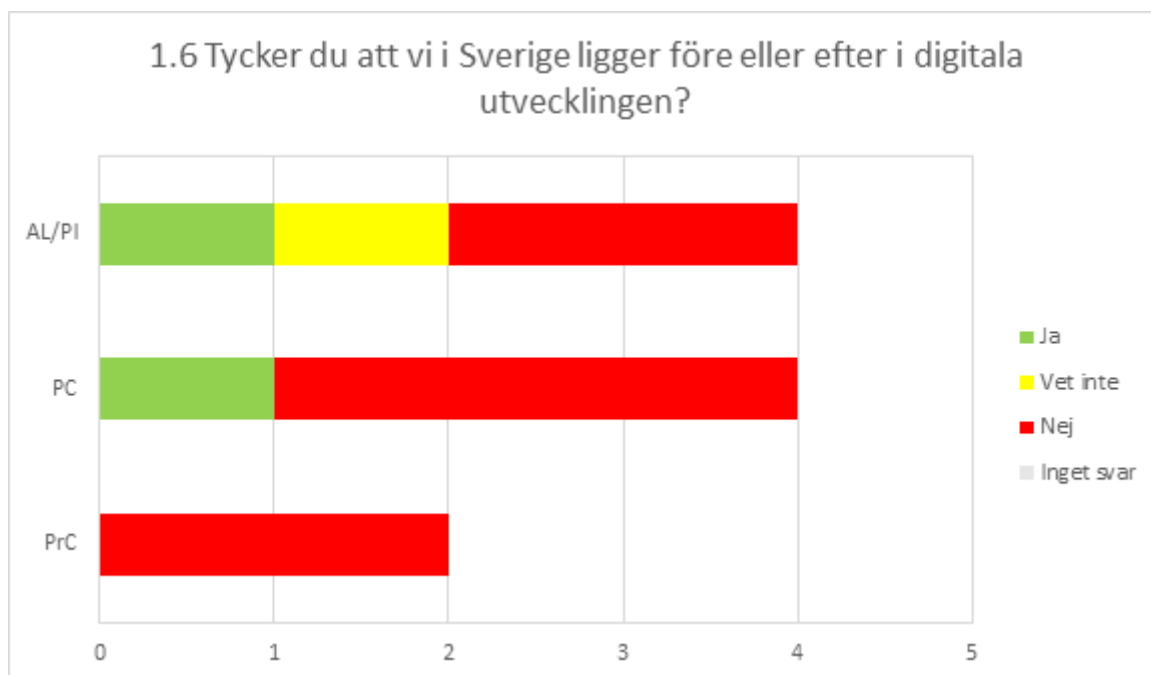
möjligtvis kan påverkas med mindre sysslor, eftersom de inte kommer vara delaktiga i att bygga stommen, men så fort det är klart kommer snickarna dit för att färdigställa bygget.

*Idag är det så att väldigt många av snickarna vi har i Sverige idag kommer från andra länder. Så det är inte negativt mot de svenska byggarbetarna för de är redan så få som de är idag, så det tror jag inte blir någon jätteskillnad.*

(Projektchef)

En av respondenterna hävdade även att majoriteten av våra byggare i Sverige kommit från utlandet och på så sätt kommer det inte påverka arbetslösheten för svenskarna.

Vid frågan om hur vi i Sverige ligger till i den digitala utvecklingen i jämförelse med andra nationer, var svaren väldigt talande. Enbart 2 av 10 respondenter ansåg att vi i Sverige är före i utvecklingen, medan 7 av 10 tyckte att vi låg efter.



Figur 9. Sveriges digitala utveckling – Intervjufråga 1.6

*Man vågar inte lika mycket i Sverige. Man väljer oftast att utvärdera saker utomlands innan man tar in det till Sverige.*

(Projektingenjör)

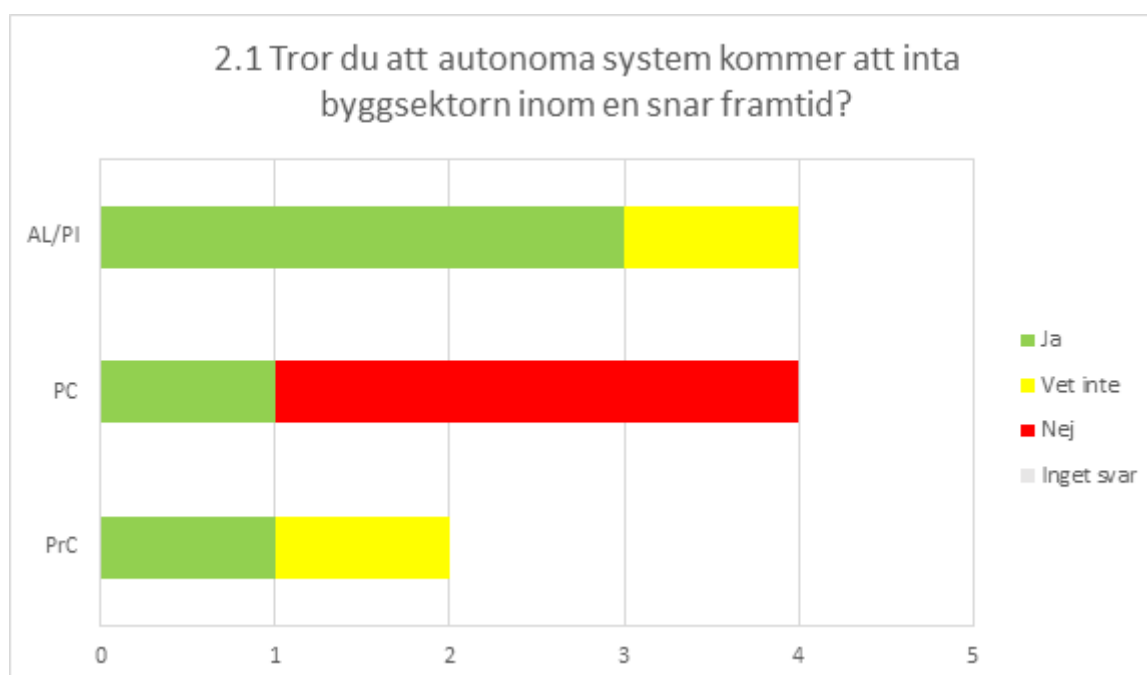
*Vi har ju inte samma uppfinningar som förr. Det kan bero på att ingenjörerna här är för dyra jämfört med exempelvis ingenjörerna i Kina, där man kan få många fler ingenjörer för samma kostnad. Här i Sverige går man nog inte in och chansar friskt innan man vet att resultatet lönar sig.*

(Platschef)

Vissa av respondenterna ansåg att vi i Sverige har en tendens att vänta tills en produkt testats och analyserats i större nationer som USA och Kina, för att eventuellt (vid positiva resultat) implementera produkten i Sverige. Respondenterna menar att företagen i Sverige inte har samma ekonomiska kapacitet att satsa på ny utveckling med risken att det inte gynnar ekonomiskt. Därför väljer man att låta företagen utomlands testa ny utveckling och se hur gynnsamma resultaten blir innan man för in det i Sverige.

#### 4.1.2 Autonoma system

De intervjuade personerna stod inte eniga i frågan kring en automatiserad byggsektor. Majoriteten av de intervjuade arbetsledarna och projektingenjörerna menar att autonoma system förmodligen kommer inta byggsektorn inom en snar framtid, medan majoriteten av platscheferna inte tror det.



Figur 10. Autonoma systems framtid inom byggsektorn – Intervjufråga 2.1

*“Inom exempelvis bilindustrin ser nästan allt likadant ut då det är samma moment som upprepas. När det kommer till byggindustrin ser nästan ingenting likadant ut och det har tidigare inte fungerat så bra med exempelvis maskiner som försökt mura fasader och dylikt.”*  
(Biträdande platschef)

Respondenten menar att produktionssektorns komplexitet och varierande arbetsuppgifter gör det svårt för autonoma system att inta branschen. Från teorin framkom att byggbranschen är en komplicerad process där ett projekt sällan är ett annat likt. På grund av dessa skiljaktigheter blir det svårt för autonoma system i dagens befattning att anpassa sig efter varje specifikt projekts förhållanden och arbetsuppgifter.

*“Vi har välutbildad arbetskraft och allt som hade kunnat driva sådana här saker och det forskas kring det hela tiden så jag tror definitivt att kompetensen finns, men jag tror att det är en fråga om pengar initialt.”*

*(Biträdande platschef)*

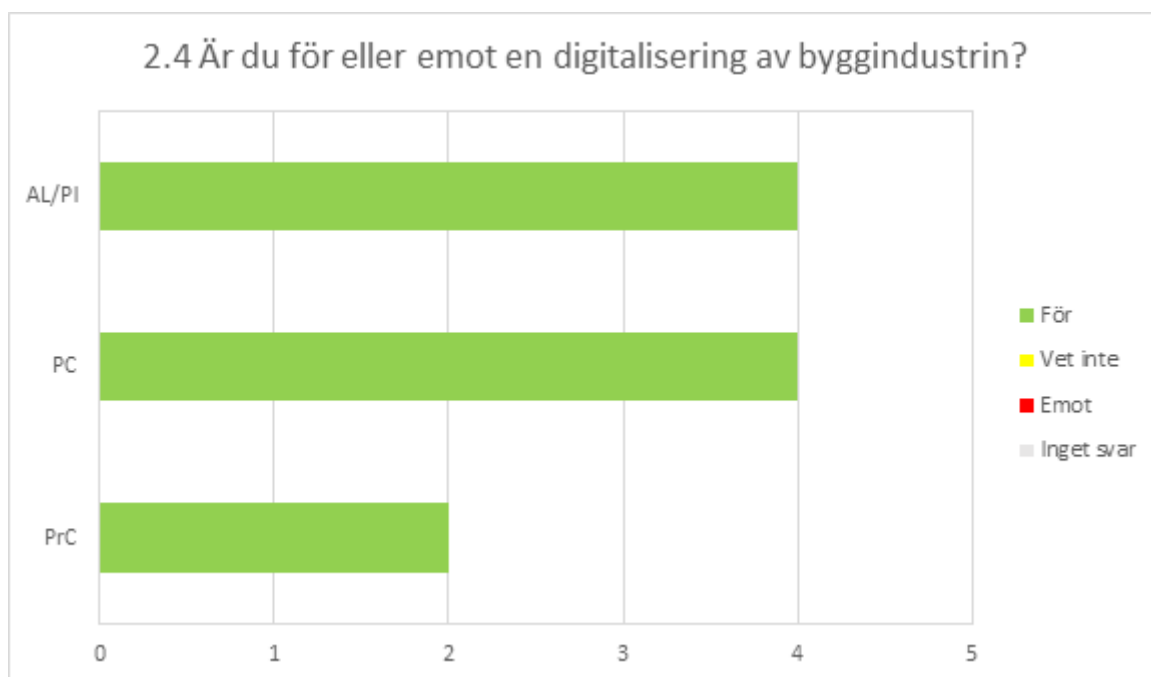
Enligt respondenten är det initialt den ekonomiska aspekten som hindrar autonoma system från att inta byggbranschen i Sverige, då kompetensen definitivt finns.

*“Ja det tror jag väl. Jag misstänker att på flera håll så används det väldigt mycket inom tillverkningen av våra olika byggnadsmaterial. Det används kanske inte lika mycket på arbetsplatserna dock. Man har robotar som bygger prefab-element så i svetsindustrin är det ju mycket.”*

*(Projektledning)*

Respondenten spår autonoma system inom byggsektorn en ljus framtid. Han menar att det i dagsläget används autonoma system inom prefabricerade element och det endast är en tidsfråga innan byggarbetsplatsen

Samtliga aktörer var eniga om att vara för en digitalisering av byggindustrin.



Figur 11. Inställning mot digitalisering – Intervjufråga 2.4

*“Jag är för en digitalisering. Det finns ingen nackdel med just det enligt mig så länge det är enkelt att använda.”*

*(Platschef)*

Respondenten menar att en digitalisering av produktionssektorn är varmt välkommet, så länge den nya tekniken är enkel för yrkesarbetarna att operera. Han menar att man bör förenkla tekniken istället för att utbilda yrkesarbetarna. Argumentet är att det på så sätt blir mindre misstag på grund av den mänskliga faktorn samt att det blir mer ekonomiskt gynnsamt. Detta

då utbildning av personal kräver ekonomiska resurser, vilket i vissa fall kan innebära att denna utbildning inte kommer till användning.

Från teorin framkom det att byggbranschens konservatism när det kommer till digitalisering och autonoma system är ökänt. Det framkom även att de flesta experter menar att byggbranschen och då främst produktionssektorn ligger efter i den digitala utvecklingen. Örjans uppfattning är att det förmodligen kommer dröja 50–100 år innan en revolutionerande digitalisering av byggbranschen inträffar.

*“Jag är för det skulle jag väl ändå vilja säga. Vi jobbar ju mycket nu med 3D-ritningar och modeller som vi bygger efter och det är ju en otrolig fördel att kunna gå in och titta på hur huset kommer att se ut innan vi ens bygger det om man säger så.”*

*(Biträdande platschef)*

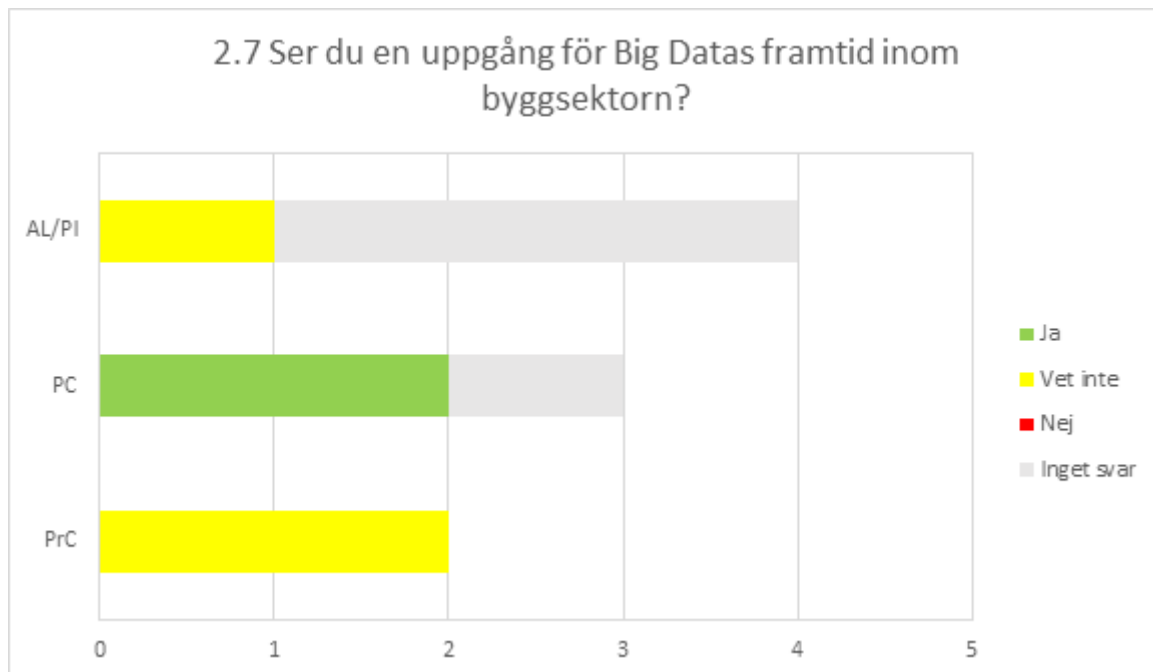
Respondenten anser att byggbranschen har utvecklats en hel del på den digitala fronten det senaste decenniet. Innovationer som exempelvis 3D-modeller har enligt honom haft en positiv inverkan på produktionssektorn då framtida problem och hinder kan bearbetas och tas itu med innan själva genomförandet av produktionen har börjat.

*“Jag är för digitalisering. Har man jobbat i 20 år på ett sätt så vill man gärna jobba på det sättet, då man kan det så bra. Vi tillhör den yngre generationen är inte lika vana vid att jobba på detta sätt och kan därför tänka oss förändring.”*

*(Projektledning)*

Det respondenten menar är att den konservatism som kan uppfattas inom byggbranschen förmodligen beror på ovilja till förändring bland äldre generationer på arbetsplatsen. Denna ovilja till förändring hänvisar respondenten till att de mer erfarna aktörerna har en inställning att det är överflödigt att ändra på ett koncept som redan fungerar hyfsat bra. De yngre på arbetsplatserna skall dock vara mer tillmötesgående till nya innovationer och tekniker då de inte är lika inarbetade på de gamla tillvägagångssätten.

### 4.1.3 Big Data



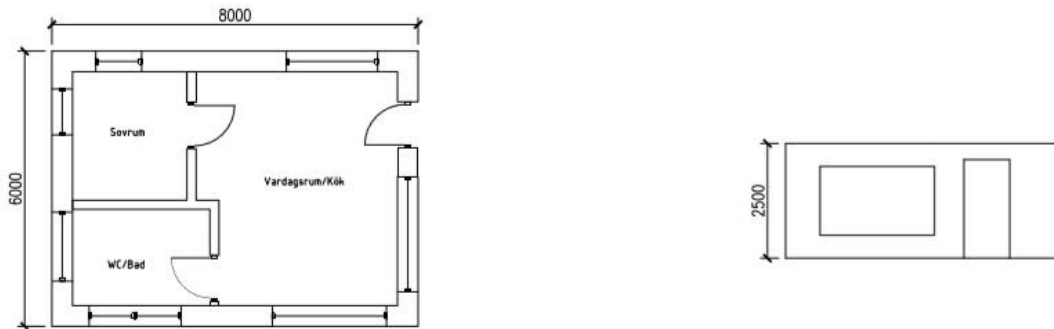
Figur 12. Big Data inom byggbranschen – Intervjufråga 2.7

Ingen av de intervjuade personerna förstod inte riktigt innebörden av begreppet Big data, vilket gjorde det svårt för dem att komma med ett genomtänkt svar till om Big data har en framtid inom byggsektorn eller inte. De intervjuade personerna fick en generell beskrivning kring vad begreppet innebär. Majoriteten kunde dock inte ge ett konkret svar på frågan vilket kan bero på begreppets diffusa innebörd. Personer som är väl insatta kring ämnet vet knappt själva hur Big datas framtid ser ut då det är ett relativt nytt område. Det var dock inte någon av de intervjuade som gav ett definitivt nej som svar på frågan. Denna allmänna okunnighet bland de verksamma aktörer i fråga tyder på att Big data inte är något som byggbranschen lägger fokus på, åtminstone inte inom produktionssektorn.

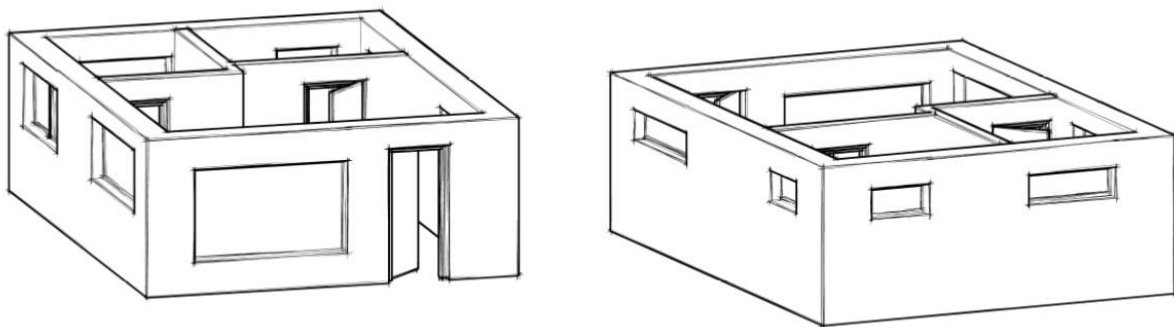
## 4.2 Kalkyler

I dessa kalkyler har man utgått ifrån en studentlägenhet som dimensionerades och ritades på egen hand. I bilaga 5 ser man att lägenheten består av vardagsrum/kök, sovrum, samt Wc/Bad och att lägenheten har en dimension på 8x6 m, samt en totalarea på 48 m<sup>2</sup>.

Skisserna ritades om med hjälp av Autocad och i bilaga 6 kan man se 3D-illustrationer av studentlägenheten.



*Bilaga 5. Plan- och sektionsritningar av studentlägenhet*



*Bilaga 6. 3D illustration av studentlägenhet*



I tabell 3 ser man att den totala kostnaden på trästomme för ett 48 m<sup>2</sup> hus blev ca 82 000 kr med svensk standardmetod att bygga med trä.

I tabell 4 ser man att den totala kostnaden på betongstomme för ett 48 m<sup>2</sup> hus blev ca 43 000 kr med hjälp av en 3D skrivare. Detta gav en prisskillnad på 39 000 kr som motsvarar ca 50 %.

39 000 kr är inte någon häpnadsväckande siffra, men däremot är en prisskillnad på 50 % väldigt fascinerande och intressant. Den procentuella skillnaden kan vid större byggnationer motsvara flera miljoner kronor.

3D skrivaren gjorde sitt jobb på 28 timmar, alltså strax mer än ett dygn. Det är ett stort framsteg i effektiviseringsprocessen av husbyggen. Med vanlig byggmetod tog det 166 timmar. Detta är dock beräknat med en yrkesarbetare. Med fler arbetare hade man säkerligen kunnat nå en närmare siffra till 28 timmar.

Bortsett från att 3D skrivaren är ekonomisk och snabb, så är den väldigt bra när det kommer till avfall. Som man ser i tabell 4 har 3D skrivaren ett åtgångstal på 1, alltså förbrukas all betong som blandas och man slipper bli av med resterande spill på arbetsplatsen.

Tabell 3. Kalkyl för kostnad av hus, traditionellt trähus

Hus 48 m <sup>2</sup>	Räknat:DH & SA			Kollat:DH & SA			Datum: 2018-02-20		Sida 1/1	
	Mängd	Enhet		Material			Arbete		UE	
Byggedel/material/aktivitet			Åtgång	Brutto	Kost/enhet	S:a kost	Enhetstid	S:a tid	Enh-pris	S:a kr
<b>Stomme</b>										
Syll & hammarband 45x95	28	Lpm	1,1	30,8	13,00 kr	400,40 kr	0,1	2,80	350,00 kr	980,00 kr
Regelvägg korsade regler 45x120	28	Lpm	1,1	30,8	28,50 kr	877,80 kr	0,12	3,36	350,00 kr	1 176,00 kr
Isolering vägg UNS 37, 95	98,5	m <sup>2</sup>	1,1	108,35	37,00 kr	4 008,95 kr	0,05	4,93	350,00 kr	1 723,75 kr
Isolering bjälklag UNS 37, 120	98,5	m <sup>2</sup>	1,1	108,35	44,00 kr	4 767,40 kr	0,05	4,93	350,00 kr	1 723,75 kr
GNU extra X9, 9x1200x2500	98,5	m <sup>2</sup>	1,1	108,35	30,40 kr	3 293,84 kr	0,13	12,81	350,00 kr	4 481,75 kr
Spikreglar 45x45	394	Lpm	1,05	413,7	6,00 kr	2 482,20 kr	0,12	47,28	350,00 kr	16 548,00 kr
Lockpanel 22x45	98,5	m <sup>2</sup>	1,1	108,35	5,00 kr	541,75 kr	0,59	58,12	350,00 kr	20 340,25 kr
OSB-skiva 11x900x2500	98,5	m <sup>2</sup>	1,1	108,35	31,50 kr	3 413,03 kr	0,13	12,81	350,00 kr	4 481,75 kr
Gipsskiva normal 13x1200x2400	98,5	m <sup>2</sup>	1,1	108,35	26,50 kr	2 871,28 kr	0,13	12,81	350,00 kr	4 481,75 kr
<b>Väggar inomhus</b>										
Gipsskiva normal 13mm	17,8	m <sup>2</sup>	1,1	19,58	26,50 kr	518,87 kr	0,13	2,31	350,00 kr	809,90 kr
Stomljudsisoleringslist	9	m	1,1	9,9	18,20 kr	180,18 kr	0,15	1,35	350,00 kr	472,50 kr
Mineralull 45mm	17,8	m <sup>2</sup>	1,1	19,58	20,70 kr	405,31 kr	0,05	0,89	350,00 kr	311,50 kr
Väggregel	9	Lpm	1,1	9,9	7,30 kr	72,27 kr	0,12	1,08	350,00 kr	378,00 kr
<b>Delsummor</b>						<b>23 833,27 kr</b>		<b>166 tim</b>		<b>57 908,90 kr</b>
<b>Totalsumma</b>										<b>81 742,17 kr</b>

Tabell 4. Kalkyl för kostnad av hus, 3D skrivare

Hus 48 m <sup>2</sup>	Räknat:DH & SA		Kollat:DH & SA		Datum: 2018-02-20		Sida 2/2			
	Mängd	Enhet		Material			Arbete		YA	
Byggdel/material/aktivitet			Åtgång	Brutto	Kost/enhet	S:a kost	Enhetstid	S:a tid	Enh-pris	S:a kr
<b>Stomme</b>										
Väggar (tjocklek 450 mm)	116,3	m <sup>2</sup>	1	116,3	200,00 kr	23 260,00 kr	0,24	27,91	700,00 kr	19 538,40 kr
<b>Delsummor</b>						23 260,00 kr		28 tim		19 538,40 kr
<b>Totalsumma</b>										42 798,40 kr

\* I denna kalkyl har det förutsatts att man har en 3D skrivare och dess tillbehör till ägo.

\*\* Priser och tid för betongblandningen med en 3D skrivare är inklusive gips, skumisolering, lim, isolering och annat material, samt även murverk och efterbehandling.

De ungefärliga siffrorna är beräknade med hänsyn till att väggarna har en tjocklek på 325-525 mm och är jämna i utseende, termiska egenskaper och bärande kapacitet. (Apis cor, 2017c)

## 4.3 Återkoppling till frågeställningar

### 4.3.1 Vilka innovationer är på uppgång inom byggsektorn och kan dessa revolutionera branschen inom en 20 års period?

I denna studie studerade vi det som idag anses vara på uppgång inom den digitala sidan av byggsektorn. Fokuset låg mestadels på 3D-skrivaren, Big Data och generella Autonoma system (med innovationer som drönare). Vi fick väldigt positiva resultat angående 3D-skrivaren både i intervjufrågorna, samt i kalkylen (tabell nummer sida 24). Majoriteten av våra respondenter till intervjuerna trodde att den kommer att revolutionera byggsektorn i framtiden. Däremot trodde ingen att detta skulle ske inom en 20 års tidsperiod.

Trots att många av respondenterna var okunniga angående Big Data och inte gav oss de svaren vi ville ha, så kan vi genom litteraturstudier och teoriinsamling konstatera att Big Data kan bli en innovation som kan utveckla effektiviseringen av bygget. Detta skulle mycket väl kunna ske inom de närmsta åren. Efter att ha gjort klart intervjuerna, kändes det däremot som att intresset var väldigt lågt.

När vi pratade om Autonoma system så lyftes en specifik innovation upp väldigt mycket bland respondenterna. Det som de flesta kände till och tyckte var väldigt användbart var drönaren. Drönaren är idag väldigt aktuell bland olika byggföretag och uppskattas speciellt vid större byggarbetsplatser där det blir mer effektivt att scanna arbetsplatsen för insamling av data.

### 4.3.2 Hur förhåller sig större, samt mindre företag till nya innovationer och hur ser dem på framtiden?

Samtligt intervjuade respondenter menade att deras egna företag ställer sig positivt kring frågan om digitalisering och försöker främja den snarare än att hämma den. Endast ett av företagen

som intervjuades arbetar dock aktivt med att finna nya tekniker och innovationer. Företaget i fråga var NCC. NCC arbetar hela tiden med att hålla sig uppdaterade när det kommer till ny teknik vilket är lite av ett krav då NCC är en av ”branschjättarna”.

Slutsatsen kring hur större, samt mindre företag förhåller sig kring nya innovationer är att de absolut största företagen i branschen arbetar med att själva utveckla ny teknik då de har de ekonomiska medel som krävs för att själva arbeta med experimentella tekniker medan de medelstora, samt små företagen istället väntar på att se ifall dessa nya innovationer i fråga är brukbara innan de appliceras inom företaget.

Samtliga respondenter menar att deras företag välkomnar nya innovationer som bevisar sig vara brukbara och ekonomiskt gynnande med öppna armar. Det var inte något av företagen som hade en negativ inställning kring framtida tekniker.

#### **4.3.3 Vilka konsekvenser, respektive fördelar kan en revolutionerande digitalisering inom byggsektorn skapa ur miljö-, ekonomiska-, och sociala perspektiv?**

Den mest utmärkta revolutionerande innovationen i våran rapport är 3D-skrivaren. Där har vi studerat och ställt frågor om miljö-, ekonomiska-, och sociala fördelar, samt nackdelar. Ur miljöperspektiv finns både för- och nackdelar med 3D-skrivaren. Fördelen är att man inte får något spillmaterial som måste återvinnas eller skickas på deponi. Nackdelen är att materialet som används är betong och det är inte något miljövänligt material. Trä är betydligt mer miljövänligt än betong.

Ur ekonomisk synvinkel är det svårt att avgöra vad 3D-skrivaren har för initialkostnad. I bilaga 2 skriver Apis Cor till oss att 3D-skrivaren ännu inte är till salu och därför har de inte något pris på vad den skulle kosta. Eftersom man inte vet kostnaden, är det givetvis svårt att veta om skrivaren skulle vara ekonomiskt gynnande i längden. Det vi däremot vet genom våra kalkyler (tabell 3 och 4) är att en stomme är betydligt billigare att bygga med 3D-skrivare i jämförelse med att bygga traditionellt. Sedan är frågan om hur komplexa uppgifter den skulle klara av att göra, då den ännu idag inte har testats vid större byggnationer.

I figur 8 ser vi klart och tydligt vad respondenterna tyckte om utvecklingen, då de ansåg att det är en självklarhet att utvecklingen alltid måste fortsätta oavsett konsekvenserna. Ur ett socialt perspektiv trodde man däremot inte att det hade skett några större arbetsbrister vid införandet av 3D-utskrift. Eftersom 3D-skrivaren ”enbart” gör stommen och innerväggarna, så kommer snickarna fortfarande ha mycket arbetssysslor att göra både före och efter 3D-skrivarens arbete. Nackdelen är väl att det blir mindre sysslor för snickarna. Fördelarna är däremot att det skapas nya arbeten inom projektering, programmering och programutveckling med mera.

## 5 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

*I detta kapitel diskuteras studiens resultat och metodval. Slutligen redovisar kapitlet slutsatser, rekommendationer och förslag på vidare forskning.*

### 5.1 Resultatdiskussion

Studiens trovärdighet anses vara relativt hög då intervjuernas utfall är väldigt lika den teoretiska textens kontext. Intervjuernas exakthet beror på att varje intervju spelades in och kunde avlyssnas vid senare tillfälle flera gånger om. Båda författarna medverkade vid samtliga intervjutillfällen för att få en objektiv tolkning på respondenternas svar. Intervjufrågorna riktades till byggkunniga individer inom Sveriges ledande företag inom branschen.

Grunden till de frågor som ställdes under intervjuerna låg i en väl underbyggd teori, där flera källor bekräftar dagens forskning. Det faktum att intervjufrågorna främst riktade sig till personer ute på produktionsfältet medför en viss brist gällande vissa specifika ämnen som kunde dyka upp bland intervjufrågorna. En okunskap bland respondenterna kunde medföra en del ofullständiga svar, som tydligt kan ses i intervjufråga nr.2.7 om Big Data. I detta fall vore det bättre att hitta respondenter med större kunskap kring IT och datorvetenskap.

Studien har genomförts på Högskolan i Borås, men respondenterna till intervjufrågorna kommer från företag som Tuve bygg, NCC, COWI, Tommy byggare AB och Westbygg. Variationen på företag ökade trovärdigheten i studien, då olika företag har olika värderingar och erfarenheter gällande digitaliseringsfrågor. Trovärdigheten hade dock kunnat förbättrats om fler personer med varierande arbetsuppgifter på varje företag hade intervjuats.

Vissa oklarheter har funnits angående Apis cors 3D skrivare. Vid ett mail skickat till företagets huvudkontor ställdes följande frågor:

1. Vad kostar produkten?
2. Vilken kvalitet har torrbetongen?
3. Vilket/vilka program används i projekteringsskedet?
4. Hur omvandlas ritningarna till koder?

Bilaga 2 visar att endast den första frågan besvarades gällande pris. Övriga frågor svarades ej på, vilket förmodligen beror på någon sorts sekretess som företaget har.

### 5.2 Metoddiskussion

Kvalitativ undersökning var det bästa alternativet för studien då en kvantitativ undersökning inte gett de djupa svar som krävs för en fullgod analys. Kvalitativ undersöknings systematik går ut på att ta fram det väsentliga innehållet genom en noggrann läsning av textens delar, helhet och kontext vari den ingår. Detta passade oss bäst då vi inte ville missa avgörande faktorer som kunde ligga dolt i ytan.

Arbetet hade en väldigt bra teoretisk grund att utgå i från när intervjufrågor skrevs. Det hjälpte i skapandet av relevanta frågor. Användandet av semistrukturerade öppna frågor gav rum för följdfrågor och egna tolkningar där respondenterna kunnat komma med nya aspekter. Eftersom intervjuerna skedde en i taget och inte i grupp, blev det mer fritt och frispråkigt, vilket bidrog till mer oförväntade och vågade åsikter. Respondenterna var tjänstemän från olika företag och

hade olika titlar, vilket var en bidragande faktor till att många av svaren var svart i vitt, från den ena respondenten till den andra.

Före intervjuerna gjordes en jämförelsekalkyl om tid och kostnad med/utan 3D-skrivare. Kalkylen gav en grund inför intervjuerna, då respondenten fick en liten inblick på den ekonomiska faktorn.

### 5.3 Begränsningar

Då detta är en teoretisk rapport är det svårt att veta med säkerhet vilka tekniska innovationer som faktiskt kommer att inta byggbranschen inom en överskådlig framtid. Arbetet begränsades till produktionsfasen då denna till skillnad från projekteringsfasen har förblivit relativt konservativt. Inom projektering arbetas det flitigt hos flera företag med att digitalisera projekteringsfasen. Verktyg som VR (virtual reality) är redan i dagsläget en innovation i fokus hos företag som Strängbetong och Cowi.

Arbetet begränsades till ett fåtal svenska byggföretag för att skära av arbetets omfattning. Detta innebär att våra intervjuer inte täcker hela Sveriges byggindustris värderingar och åsikter. Exempel på frågor som trots begränsningarna inte hade varierande svar är intervjufråga nr. 1.6 där respondenterna fick frågan om de tycker att vi i Sverige ligger före/efter i den digitala utvecklingen. Där hade 2 av 10 respondenter svarat att de tycker att vi ligger före, alltså 20 % av respondenterna. Enligt svensk byggtjänst visade utfallet att 19% av svenska byggföretag anser att Sverige har en hög mognadsgrad avseende den digitala utvecklingen vilket är näst intill identiskt med vårt utfall på frågan. Däremot är det med stor sannolikhet möjligt att andra intervjufrågor hade haft större kontraster om arbetet hade täckt samtliga av Sveriges byggföretag.

### 5.4 Slutsatser och rekommendationer

Studien bekräftade våra misstankar om att byggbranschen och i synnerlighet produktionssektorn är långsamt utvecklande och konservativt ställd kring en digitalisering. Vid arbetets slutetapp kom vi fram till följande slutsatser:

- Byggbranschen vill i allmänhet utvecklas digitalt, men hämmas av ekonomiska förluster som en chansning av en oprövad produkt skulle kunna medföra.
- Produktionssektorn präglas av en viss okunskap gällande allmänna digitala verktyg.
- Byggbranschens största företag arbetar aktivt med att internt implementera obeprövade tekniker och digitala koncept då detta är en resursslukande process.
  - De medelstora och mindre företagen saknar finanser för att utveckla sina egna tekniker och strävar istället efter att implementera tekniker som är bevisat att fungera och är ekonomiskt gynnsamma.
- En attitydförändring gällande risktagande krävs bland beslutstagare i företagen för att utvecklingen skall fortskrida.

Vidare redovisas även rekommendationer grundade på arbetets resultat:

- Intern praktisk utbildning vid företagen kring digitala verktyg.
- Företag med stora ekonomiska resurser bör satsa på forskning kring utveckling som har förutsättningar till att ge en initial vinst.

## **5.5 Förslag till vidare forskning**

Som vidare forskning på området digitalisering inom produktionssektorn föreslås följande undersökningsområden:

- Vad krävs för en implementering av digitala verktyg inom produktionssektorn?
- Vilka digitala implementeringar i projekteringsskedet kan effektivisera produktionen?

## REFERENSER

(Andersson, 2010)

Andersson, R (2010), Branshutveckling - Inspiration och innovationer i Japan. Hämtat från: [http://www.caad.lth.se/fileadmin/\\_migrated/content\\_uploads/Inspiration\\_och\\_innovationer\\_i\\_Japan\\_Samhaellsbyggaren\\_3-10\\_01.pdf](http://www.caad.lth.se/fileadmin/_migrated/content_uploads/Inspiration_och_innovationer_i_Japan_Samhaellsbyggaren_3-10_01.pdf)

(Apis cor, 2017a)

Apis core – About who we are (2017)  
<http://apis-cor.com/en/about/who-we-are>

(Apis cor, 2017b)

Apis core – 3D-printer (2017)  
<http://apis-cor.com/en/3d-printer>

(Apis cor, 2017c)

Apis core – Technology description (2017)  
[http://apis-cor.com/files/ApisCor\\_TechnologyDescription\\_en.pdf](http://apis-cor.com/files/ApisCor_TechnologyDescription_en.pdf)

(Cadenas, 2017)

Cadenas - 60 Years of CAD Infographic: The History of CAD since 1957. Hämtat från: <https://www.cadenas.de/news/en/reader/items/the-history-of-cad-since-1957>

(Cern, 2013)

Cern document server – The birth of the web. Hämtat från: <https://home.cern/topics/birth-web>

(Constructech 2014)

Constructech staff (2014), Construction employing big data. Constructech. Hämtat från: <https://constructech.com/construction-employing-big-data/>

(Davies & Harty, 2013a)

Davies, R & Harty, C (2013a) Implementing ”Site BIM”: A case study of ICT innovation on a large hospital project. Automation in construction, 2013, vol.30.s.15-24.

(Davies & Harty, 2013b).

Davies, R & Harty, C (2013b). Measurement and exploration of individual beliefs about the consequences of building information modelling use. Construction Management and Economics, Vol.31,s.1110-1127.

(Gaitho, 2017)

Gaitho, M (2017). How applications of big data drive industries. Simplilearn. Hämtad från: <https://www.simplilearn.com/big-data-applications-in-industries-article>

(Goubau, 2017)

Goubau, T (2017). Aproplan – A history of BIM. Hämtat från: <https://www.aproplan.com/blog/construction-collaboration/a-history-of-bim>

(Hansson, Olander, Landin, Aulin, Persson, Persson, 2017)

Hansson, B., Olander, S., Landin, A., Aulin, R., Persson, M., Persson, U. (2017). Byggledning, Produktion. (s.76)

(Industrifakta AB, 2017)

Industrifakta AB (2017), Svensk byggtjänst – byggbranschen och digitalisering. Hämtat från: [http://info.byggtjanst.se/rs/626-CSV-637/images/d5\\_digitaliseringsundersokning.pdf](http://info.byggtjanst.se/rs/626-CSV-637/images/d5_digitaliseringsundersokning.pdf)

(Klackenberg, 2015)

Klackenberg, J (2015). KTH del i storsatsning på autonoma system och mjukvaruutveckling. KTH nyheter. Hämtat från:

<https://www.kth.se/aktuellt/nyheter/kth-del-i-storsatsning-pa-autonoma-system-och-mjukvaruutveckling-1.569457>

(Ledarna, 2018a)

Ledarna- Sveriges chefsorganisation (2018). Jämföra arbetsintervju. Hämtat från:

<https://www.ledarna.se/stod-i-chefsrollen/rekrytera-medarbetare/genomfora-anstallningsintervju/>

(Ledarna, 2018b)

Ledarna – Sveriges chefsorganisation (2018). Genomföra anställningsintervju. Hämtat från:

<https://www.ledarna.se/stod-i-chefsrollen/rekrytera-medarbetare/genomfora-anstallningsintervju/>

Lidelöw, H. 3D-utskrifter, robotar och Big Data – framtida byggproduktionsmetoder?

ProduktionBygg. Hämtat från:

<http://vpp.sbuf.se/Public/Documents/InfoSheets/PublishedInfoSheet/e8bf7532-ee39-425c-aa61-6c7d826fc2e6/16-32%203D-utskrifter,%20robotar%20och%20Big%20Data-%20framtida%20byggproduktionsmetoder.pdf>

(Esaiasson, 2006)

Metodpraktikan - Konsten att studera samhälle, individ och marknad. Peter Esaiasson (2006)

(Myrdahl, 2016)

Myrdahl, A (2016). Byggindustrin – Appar hjälper dig att jobba smidigare. Hämtat från:

<http://byggindustrin.se/artikel/nyhet/appar-hjalper-dig-att-jobba-smidigare-22980>

(Neiderud, 1998)

Neiderud, F (1998). KTH – Datorhistoria och datorutveckling. Hämtat från:

[https://people.kth.se/~e97\\_fne/datorhistoria/](https://people.kth.se/~e97_fne/datorhistoria/)

(Nohrstedt, 2015).

Nohrstedt, L (2015). Satsning på digitalisering av byggbranschen. Ny teknik. Hämtad från:

<https://www.nyteknik.se/bygg/satsning-pa-digitalisering-av-byggbranschen-6336034>

(Samuelsson, 2017)

Samuelsson, B (2017), Byggindustrins centrala arbetsmiljöråd. Hämtat från:

<https://www.byggnads.se/siteassets/rapporter/arbetsmiljo/arbetskadorna-i-byggverksamhet-2016.pdf>



(Specialpedagogiska institutionen, 2016)

Specialpedagogiska institutionen (2016). Trovärdighet/Validitet & Reliabilitet. Hämtat från: <https://www.specped.su.se/sj%C3%A4lvst%C3%A4ndigt-arbete/ uppsatsens-olika-delar/trov%C3%A4rdighet-validitet-reliabilitet>

(Steen, 2017)

Steen, C (2017). Svensk byggtjänst – Lång resa till digitalisering i byggsektorn. Hämtat från: <https://omvarldsbevakning.byggtjanst.se/artiklar/2017/mars/lag-digital-niva-i-byggsektorn/>

(Söderlind, 2016)

Söderlind, O (2016). Nyteknik – ”It-jättarna tar över byggbranschen”. Hämtat från: <https://www.nyteknik.se/bygg/it-jattarna-tar-over-byggbranschen-6577317>

(Linner, Bock, 2012)

Thomas Linner, Thomas Bock, (2012) "Evolution of large-scale industrialization and service innovation in Japanese prefabrication industry", Construction Innovation: Information, Process, Management, Vol. 12 Iss: 2, pp.156 – 178.

(Weber, 2017)

Weber, V (2017). How automation and technology will change the buildings we live in. World economic forum. Hämtad från: <https://www.weforum.org/agenda/2017/08/how-automation-and-connected-technology-will-change-the-buildings-we-live-in/>

(Zavala, 2012)

Zavala, M (2012). Feasibility of new technologies in construction applied in new developed countries. International council for research and innovation in building and construction. Hämtat från: <http://www.iaarc-academy.com/Proceedings%20CIBW119%202012.pdf>

# BILAGOR

## BILAGA 1 - Intervjufrågor

### 1. Intervjufrågor 3D skrivare

1. Tror du att 3D skrivaren någonsin kommer att inta byggsektorn?
2. Antagligen kommer 3D skrivaren vara väldigt dyr att införa, men i våra kalkyler visar det sig vara ofantligt mycket billigare att bygga med 3D utskrift.
  - a. Tror du att 3D skrivaren kommer att ge ekonomisk vinst i sikt?
  - b. Kommer det skilja sig mellan små och stora företag när det kommer till införandet av 3D teknik?
3. Ser du positivt på en eventuell miljöpåverkan? Motivera
4. Vid fasad bygge av ett vanligt 2-plans hus med 3D skrivare, krävs två arbetare - en operatör och en utskrivningsprocess assistent. Då kan man tänka sig hur många snickare och andra arbetare får mindre arbetssysslor.
  - a. Ska man alltid fortsätta med utvecklingen trots att det kan leda till att vissa förlorar sina arbeten?
  - b. Tror du att din arbetsposition kan påverkas?
5. Idag är det många som ser positivt, men även negativt på digitaliseringen inom byggsektorn. Man är bekväm vid sina arbetsmetoder och sin livsstil och man blir oftast rädd när man hör ordet förändring.
  - a. Tror du ditt företag kommer att investera i 3D skrivare?
  - b. Om nej, varför?
6. Tycker du att vi i Sverige ligger före eller efter i digitala utvecklingen?

### 2. Intervjufrågor Autonoma system & Big Data.

1. Tror du att Autonoma system kommer att inta byggsektorn inom en snar framtid?
  - a. Om ja, i vilken form och varför?
  - b. Om nej, varför inte?
2. Vilken typ av robotar tror du hade varit mest effektivt både tidsmässigt och ekonomiskt inom produktion?
3. Kring vilka områden brister det mest effektivitetsmässigt inom produktionssektorn?
4. Är du för eller emot digitalisering av byggindustrin? (Motivera svaret)
5. Hur kommer det sig att vi i Sverige är så långt efter exempelvis Japan, Sydkorea och Tyskland när det kommer till utveckla byggbranschen? (Med hänvisning till AS)

6. Hur förhåller sig ditt företag kring nya innovationer och ny teknik inom byggsektorn?
  - a. Sympatiserar du med ditt företags ställning i frågan?
  
7. Big Data innebär som namnet antyder stora mängder data som genom diverse processer bidrar till slutsatstagning av helheten. Det har i USA använts till bland annat riskanalyser. Ser du en uppgång för Big Datas framtid inom byggsektorn?
  
8. Vilka nackdelar ser du kring en allt mer automatiserad byggbransch sett ur miljö-, ekonomi- och sociala perspektiv?
  
9. Vilka fördelar ser du kring en allt mer automatiserad byggbransch sett ur miljö-, ekonomi- och sociala perspektiv?
  
10. På vilket sätt hade autonoma system underlättat ditt jobb och dina arbetsuppgifter?

## BILAGA 2 – Svarsmail av Apis Cor

Re: Questions about product



3D House Apis-Cor <3dhouse@apis-cor.com>  
fr 02-23, 00:01  
Du ↕

Svara | v

Du svarade den 2018-02-23 00:47.

Hello.

Thank you for your email and excitement about Apis Cor 3D printing technology.

We at Apis Cor – an engineering team which developed world's first mobile construction 3D printer are really happy to receive your inquiry for 3D printing.

Unfortunately, we are not able to come to each corner of our planet today to 3D print Your home. Also, we don't sell our printers.

Despite this, our team is working hard to bring this Technology of Tomorrow close to You through the Partner's chain who would execute Your orders.

However, we still must to adapt our solution according to local regulations facing bureaucracy.

Also, our production capacity is limited today. This means we had to set up the priority markets to enter, so if you live there please reply to this message indicating your region in the subject field as follows:

- North America
- Central America
- South America
- Middle East
- South-East Asia
- Europe

In your email please indicate details such as:

Country, City (State, if applicable), contact number or/and email address.

If you already have a project in mind feel free to include it in the email.

We will sort all the emails into dedicated folders and will come back to you as soon as we set up an operational partner there.

Sincerely yours,

Apis Cor | We Print Buildings team.

Follow us on Facebook



# HÖGSKOLAN I BORÅS

Besöksadress: Allégatan 1 · Postadress: 501 90 Borås · Tfn: 033-435 40 00 · E-post: [registrator@hb.se](mailto:registrator@hb.se) · Webb: [www.hb.se](http://www.hb.se)