

# TEST I VERKLIGA BYGGPROJEKT

*Guide för att underlätta skarpa digitala tester  
på bygget*



**Soon Hammarström, Petra Jennings, Per Danielsson,  
Eleonore Gustafsson, Lovisa Bengtsson m fl.**

**2020-03-09**

# FÖRORD

Projektet *Test i verkliga byggprojekt* är ett strategiskt projekt inom Smart Built Environment (Smart Built Environment, 2020). Målet med projektet är att samla och sprida de erfarenheter och den kunskap som byggs upp kring *hur* tester av ny digital teknik och digitala arbetssätt kan genomföras på byggplatser på ett effektivt sätt, med syftet att sänka tröskeln för att testa och implementera ny teknik och nya innovationer på byggplatser.

Smart Built Environment är ett strategiskt innovationsprogram för hur samhällsbyggnadssektorn kan bidra till Sveriges resa mot att bli ett globalt föregångsland som realiserar de nya möjligheter som digitaliseringen för med sig. Smart Built Environment är ett av 17 strategiska innovationsprogram som har fått stöd inom ramen för Strategiska innovationsområden, en gemensam satsning mellan Vinnova, Energimyndigheten och Formas. Syftet med satsningen är att skapa förutsättningar för Sveriges internationella konkurrenskraft och bidra till hållbara lösningar på globala samhällsutmaningar.

Projektet är en del i Smart Built Environments strategiska satsning på att sprida och dela kunskap. Projektet har genomförts under november 2019 till mars 2020 med finansiering från Smart Built Environment och Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF, 2019).

Arbetet har bedrivits med medverkan från akademien, entreprenad-, konsult-, juridik- och affärsutvecklingskompetens. Valet av arbetsområden har styrt urvalet av projektgruppsdeltagare. Tillsammans bildar de en tvärdisciplinär kompetens inom IT, förvaltning, entreprenad testledning, entreprenadjuridik, affärsutveckling och digital arkitekturframställning. Projektgruppen har bestått av projektledare Soon Hammarström (SOON.NU Urban Development AB), samt projektdeltagare Lovisa Bengtsson (Sustainable Innovation), Per Danielsson (Skanska), Eleonore Gustafsson (Different Advokat AB) samt Petra Jenning och Rebecka Peterson (FOJAB).

Projektet har haft stöd av en styrgrupp med representanter från Skanska, Bo Klok, NCC, Byggmaterialindustrierna, Installatörsföretagen, Sustainable innovation, Urban ICT Arena, Byggherrarna och White arkitekter AB.

Resultatet av projektet är guiden Skarpa Tester ([www.skarpatester.com](http://www.skarpatester.com)). Guiden vänder sig till företag och individer som vill testa ny digital teknik och digitala arbetssätt inom bygg och förmedlar vad man bör tänka på när man ska testa nya processer och metoder på en byggplats.

Denna rapport beskriver arbetets process, medan projektets resultat förmedlas i guiden.

Slutligen vill vi tacka alla som medverkat, finansierat och stöttat projektet. Ett särskilt tack till Skanska, Joakim Jeppsson och Lotta Wibeck för att de möjliggjort detta utvecklingsprojekt genom samfinansiering. Tack till SBUF, Formas, Energimyndigheten och Vinnova för ekonomisk finansiering. Ett varmt tack till alla värdföretagen och akademien inom Uppkopplad Byggplats.

Stockholm, 9 mars 2020

# SAMMANFATTNING

Projektet har undersökt hur det fungerar att testa ny digital teknik och digitala arbetssätt inom ramen för pågående byggprojekt, med målet att beskriva metodik för att genomföra tester på ett framgångsrikt sätt.

Projektet har följt fyra tester som har genomförts på byggplatser i Sverige under 2019. Alla testerna är genomförda inom programmet Uppkopplad Byggplats. De är:

- Wifi of site, Skanska och TPO, Nya Vårdbyggnaden i Malmö
- Smarta containrar, NCC och Qlocx, NCCs nya huvudkontor Solna
- Digital framdrift, Lindbäcks bygg och LTU, Kv Tallen Piteå
- Sensorer i betong, PEAB och Cementa, Olskroken Göteborg

Projektet har studerat *hur* testerna genomförs, och vilka utmaningar, risker och framgångsfaktorer som finns associerade till att testa ny teknik inom verkliga och pågående byggprojekt.

Resultatet av projektet är guiden Skarpa Tester som har tillgängliggjorts i form av en webbsida, och kan nås via [www.skarpa-tester.com](http://www.skarpa-tester.com). Skarpa Tester beskriver hur de fyra olika testerna har genomförts, och vilka risker och framgångsfaktorer som de har haft. Utöver det så innehåller guiden fördjupande texter kring hur man kan tänka kring juridik och avtal, organisation samt tekniskt utförande. Slutligen finns det ett stycke med reflektion och slutsatser.

Den här rapporten beskriver inte projektets resultat, utan fokuserar på arbetsprocessen. För resultat, se guiden.

# INNEHÅLL

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>BAKGRUND</b> .....                        | <b>4</b>  |
| 1.1      | DIGITAL UPPKOPPLING ÄR EN FÖRUTSÄTTNING..... | 4         |
| 1.2      | UPPKOPPLAD BYGGPLATS .....                   | 5         |
| <b>2</b> | <b>SYFTE</b> .....                           | <b>5</b>  |
| <b>3</b> | <b>METODIK</b> .....                         | <b>6</b>  |
| 3.1      | DATAINSAMLING .....                          | 6         |
| 3.2      | ANALYS OCH SAMMANSTÄLLNING.....              | 6         |
| 3.3      | AGIL OCH ITERATIV ARBETSPROCESS.....         | 7         |
| 3.4      | KOMMUNICERING OCH SPRIDNING .....            | 8         |
| <b>4</b> | <b>GENOMFÖRANDE</b> .....                    | <b>8</b>  |
| 4.1      | VAL AV TESTPAKET .....                       | 9         |
| 4.2      | INSAMLING AV DATA .....                      | 9         |
|          | <b>Wifi på byggplats</b> .....               | 9         |
|          | <b>Smarta Containrar</b> .....               | 10        |
|          | <b>Digital Framdrift</b> .....               | 10        |
|          | <b>Sensorer i Betong</b> .....               | 10        |
| 4.3      | SAMMANSTÄLLNING AV TESTPAKET.....            | 10        |
|          | 4.3.1 <i>Introduktion</i> .....              | 10        |
|          | 4.3.2 <i>Om testet</i> .....                 | 10        |
|          | 4.3.3 <i>Inför test</i> .....                | 11        |
|          | 4.3.4 <i>Under test</i> .....                | 11        |
|          | 4.3.5 <i>Efter test</i> .....                | 11        |
| 4.4      | FÖRDJUPNINGAR .....                          | 12        |
| 4.5      | REFLEKTION OCH SLUTSATSER.....               | 12        |
| 4.6      | GUIDEN SKARPA TESTER.....                    | 13        |
| <b>5</b> | <b>VÄGVAL OCH AVSTEG</b> .....               | <b>14</b> |
| <b>6</b> | <b>SLUTSATSER</b> .....                      | <b>15</b> |
| <b>7</b> | <b>REFERENSER</b> .....                      | <b>17</b> |

# 1 BAKGRUND

Smart Built Environment är ett av 17 strategiska innovationsprogram som har fått medel inom ramen för Strategiska innovationsområden, en gemensam satsning mellan Vinnova, Energimyndigheten och Formas. Syftet med testbäddar och innovationslabb inom Smart Built Environment är att skapa och erbjuda miljöer för både idéskapande och innovativ verksamhet, med målet att till 2030 uppnå:

- 40 % minskad miljöpåverkan i ett livscykelperspektiv för nybyggnad och renovering
- 33 % minskning av total tid från planering till färdigställande för nybyggnad och renovering
- 33 % minskning av de totala byggkostnaderna
- flera nya värdekedjor och affärsmodeller baserade på livscykelperspektiv, plattformar samt nya konstellationer av aktörer

För att uppnå de uppsatta effektmålen behöver fler tester med digitala arbetssätt utföras på bygg- och anläggningsplatser. Testerna måste verifieras på byggplatser för att man sedan ska kunna justera idéer och prototyplösningar innan de tas i drift eller förkastas.

Det strategiska projektet, *Test i verkliga byggprojekt* kom till för att bidra med vägledning i hur skarpa tester kan utföras på byggen. Det är av strategisk vikt att sammanställa erfarenheter från tester i bygg- och anläggningsprojekt med olika teknikutvecklingar och inblandade aktörer som techföretag, akademien, bygg-, material- och installationspersonal. Det saknas beskrivning av arbetsmetodik för hur man etablerar digitala uppkopplade testbäddsmiljöer och börjar utföra tester. Detta projekt bidrar till en kunskapsstruktur som kan nyttjas och byggas vidare på av många.

Detta projekt har föregåtts av en förstudie vid namn *Test i Byggprojekt - Förstudie* avrapporterad 2017-07-31 (Berner, o.a., 2017). Dess övergripande syfte var att kartlägga förutsättningarna för testning i verkliga byggprojekt övergripande och beskriva omvärldsspaning, byggprojektets faser och identifiera hinder. Förstudien omfattade inga observationer på verkliga byggprojekt.

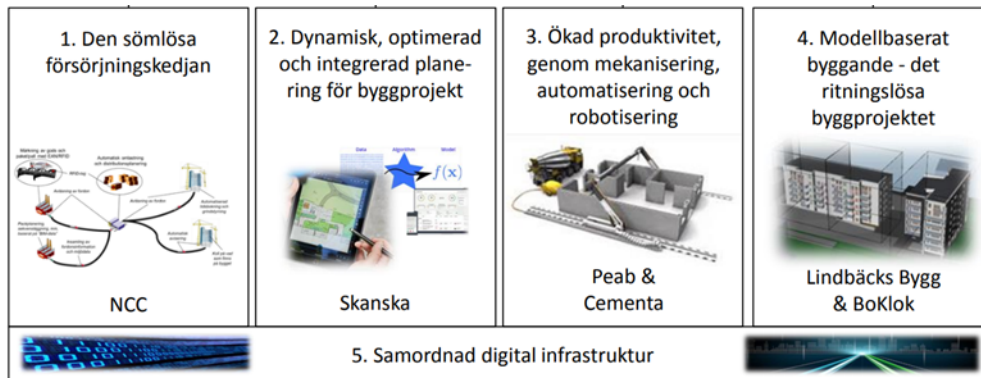
## 1.1 Digital uppkoppling är en förutsättning

Användningen av digital teknik ställer stora krav på infrastrukturen ute på byggarbetsplatsen, stora mängder data behöver kunna hanteras i realtid. För att kunna genomföra tester av digital teknik av olika slag är oftast en stabil uppkoppling en grundförutsättning. Testpersonal måste enkelt kunna etablera en för ändamålet lämplig mobil infrastruktur. Hur infrastrukturen kan och bör utformas styrs bland annat av byggplatsens fysiska förutsättningar, men även vilka parter som är involverade och hur avtalen ser ut. I dagsläget saknas standardiserade beskrivningar för hur digitala testmiljöer kan etableras och sedan även följa byggets livscykel, d v s hantera förändring enkelt med minsta störning på framdriften av bygget och inte störa personalen.

För att kunna genomföra fler tester på byggplatser runt om i landet behövs det effektiva, robusta, snabba sätt att koppla upp driftsäkra och kostnadseffektiva miljöer. Det krävs dessutom flera olika generella beskrivningar för att utföra olika typer av tester beroende på till exempel byggarbetsplatsens storlek och varierande förutsättningar kopplade till vilka nya digitala arbetssätt och tekniker som avses att testas. Dessa förutsättningar för att både koppla upp IT-miljön samt att anpassa denna till önskade typ av tester medför att det inte finns ”one size fits all”. Flera specifika beskrivningar efterfrågas beroende på byggplatsens geografiska läge, ifall det är byggnader, broar, tunnlar eller vägar som ska byggas, ifall det är robotik, sömlösa kedjor, digital fabrikation som ska testas.

## 1.2 Uppkopplad Byggplats

Inom Smart Built Environment pågår ett testbäddsprojekt kallat Uppkopplad Byggplats (Smart Built Environment, 2018). Inom projektet har fyra olika konstellationer av värdföretag utformats som testar av digital teknik på olika sätt inom pågående byggprojekt, Figur 1.



Figur 1: De fyra testbäddarna inom Uppkopplad Byggplats, med respektive värdföretag. Källa: (Rudberg, 2018)

Erfarenheter från *Uppkopplad Byggplats* är intressanta att följa eftersom det återger en bredd av i dagsläget pågående tester i Sverige som utförs med hjälp av digital teknik. Testerna innebär nyvunnen kunskap om till exempel hur en digital testmiljö/ infrastruktur kan etableras och hur olika tekniklösningar kan testas men saknar beskrivningar av hur kunskapen kan struktureras för att återanvändas i fler projekt i Sverige och uppmuntra till fler skarpa tester. Mer information om hur de olika företagen beskriver sina testområden kan fås i de pressmeddelanden och artiklar de själva har publicerat, däribland "Här testas framtidens smarta byggteknik" (Cementa, 2018), "Skanska bygger morgondagens digitaliserade byggarbetsplats" (Skanska, 2018) och "Framtidens byggen formas" (Byggindustrin, 2018).

Projektet *Test i Verkliga Byggprojekt* har följt *Uppkopplad Byggplats* och studerat den metodik som har använts för att genomföra testerna.

## 2 SYFTE

Projektets övergripande syfte är att sprida lärdomar och kunskap kring *hur* digital teknik kan testas inom ramen för verkliga byggprojekt på ett effektivt sätt, och därmed sänka tröskeln för implementering av innovation och ny teknik.

**Ett syfte är att underlätta för byggföretag att utföra fler digitala tester på byggplatser för att långsiktigt bidra till ett digitaliserat byggskede för ökad effektivitet och hållbarhet**

- beskriva hur digitala testmiljöer kan etableras på byggplatsen "koppla upp byggplatser" som kan följa byggprojektets livscykel med minimerad störning på framdriften av bygget.
- beskriva hur man kan testa, verifiera och stämma av nya tekniklösningar i produktionen – genom att skapa strukturerad vägledning och arbetsmetodik för hur man testar olika nya digitala lösningar, s.k. "testpaket" steg-för-steg.

**Ett annat syfte är att inspirera alla aktörer som arbetar med olika tester av tekniklösningar att utföra fler tester på byggplatser**

Techbolag, leverantörer, materialtillverkare och installatörsföretag och konsulter ska bli inspirerade till att öka innovation i byggprojekt.

### Ett tredje syfte är att underlätta uppdatering och kunskapsspridning

Detta projekt syftar till att bidra till spridningen av kunskap om nya möjligheter och arbetssätt för digitala testmiljöer på byggplatser:

- målsättningen är att paketera resultatet i strukturerade beskrivningar som kan uppdateras succesivt och vara allmänt tillgängliga.
- målsättningen är även att kunskapsdela projektresultatet inom byggbranschen för att på så vis skapa intresse och engagemang kring frågor som rör digitala testmiljöer på byggplatsen.

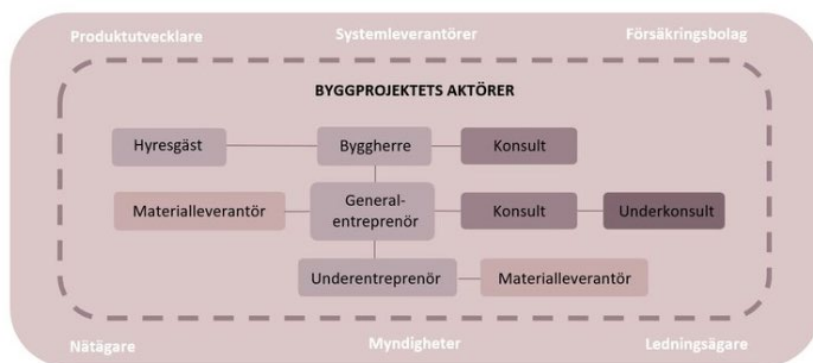
## 3 METODIK

Projektet har studerat hur tester av ny digital teknik och nya arbetssätt kan genomföras under ett pågående bygge. Studien har gjorts genom att projektgruppen har intervjuat personer involverade i faktiska tester som har genomförts under projektets gång. Utifrån intervjuerna har en beskrivning av testet tagits fram, samt iakttagelser kring testets förutsättningar och utmaningar. Utifrån de olika testernas utmaningar och framgångsfaktorer har tre huvudsakliga fokusområden identifierats; organisation, juridik och teknik. Inom dessa områden har fördjupande studier genomförts.

### 3.1 Datainsamling

Datainsamling har skett kvalitativt genom följande aktiviteter:

- Möten med projektledare från Uppkopplad Byggplats för förståelse om pågående arbete inom testbäddarna
- Intervjuer av personer involverade i testerna:
  - Ansvariga personer inom entreprenad-/byggföretag
  - Ansvariga personer inom tech-och materialföretag
  - Platschef på bygget
  - Personer som är aktiva genomförare av testet på bygget
- Observationer på byggplatsen när testerna genomförs



Figur 2: Schematisk illustration av involverade aktörer för ett hypotetiskt test.

Källa: Guiden Skarpa Tester (Hammarström, Bengtsson, Jennings, Danielsson, & Gustavsson, 2020)

### 3.2 Analys och sammanställning

Den insamlade informationen från de olika testerna har analyserats inom projektgruppen och sammanställs utifrån en linjär läsning av testet. Frågeställningar, utmaningar och förutsättningar har kategoriserats under inför test, under test och efter test. Inom varje kategori har ett antal

iakttagelser lyfts fram med tillhörande risker och framgångsfaktorer. Iakttagelserna pekar på testets specifika förutsättningar och utmaningar utifrån olika perspektiv så som juridik, organisation, kultur, teknik etc.

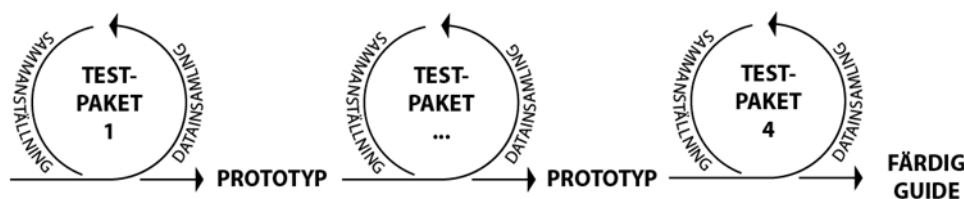
### 3.3 Agil och iterativ arbetsprocess

Arbetet har skett i en agil och iterativ process där metodiken så väl som det tänkta resultatet har värderats om efter hand som mer data och fler sammanställningar har genomförts. Denna arbetsmetodik har valts eftersom:

- vi antog att förutsättningarna för projektet sannolikt kommer att ändras under arbete gång. Projektet är beroende av tidplan och arbetet med testerna inom testbäddarna.
- indata från varje test påverkar vilka generella och skalbara parametrar som är relevanta för guiden.

Det krävs därmed ett utforskande tillvägagångssätt med att fram prototyper och utvärdera dem för att succesivt vidareutveckla testpaketen. Detta arbetssätt syftar även till att minska riskerna för att välja fel spår. Tidpunkter för styrgrupps- och referensgruppsmöten har planerats in med samma syfte att få löpande synpunkter på projektarbetet för kontinuerliga förbättringar under projektets fortskridande.

Arbetsprocessen kan beskrivas enligt Figur 3 nedan:



Figur 3: Schematisk illustration av det iterativa arbetsflödet. I verkligheten har arbetet varit mer överlappande i tid, men efter varje sammanställt arbetspaket har prototypen reviderats och lärdomar från prototypen har format datainsamling och sammanställning av nästa testpaket.

Arbetsprocessen har karaktäriserats av att testpaketen har utarbetats i följd, och delvis överlappande. Ordningen har styrts av testbäddarnas tidplaner men är även ett medvetet val i ett prototypande arbetsflöde. Sammanställningen av varje testpaket och lärdomar från ett arbetspaket har testats av i en prototypversion av guiden. Prototyper för guiden arbetades fram kontinuerligt allt eftersom testerna fortskred och på så sätt kunde projektgruppen lära sig under arbetets gång och utveckla struktur och innehåll för att beskriva testerna kontinuerligt.

Prototyp för guiden visades för referens- och expertgrupp, och utifrån den nyvunna kunskapen från avstämningarna färdigställdes guiden till nuvarande format.

Nedan sammanfattas det agila arbetssättet med kontinuerliga avstämningar:

- Arbetet startade med platsbesök hos NCC vilket efter bearbetning i projektgruppen resulterade i en första prototyp för en grundstruktur för testpaket i kronologisk ordning. Avstämning i styrgruppen.
- Ny indata från tester av Lindbäcks Bygg och Skanska resulterade i en uppdaterad prototyp för testpaketen och även specificering av fördjupningsområden. Avstämning i styrgruppen.
- En första prototyp för en guide med tre färdiga testpaket presenterades för styrgruppen.
- Presentation för en "Öppen referensgrupp- workshop" resulterade i användarfeedback från bygg-, installatörs-, material- och It-företag samt med värdefulla synpunkter.
- Presentation för en referensgrupp bestående av Uppkopplad Byggplats bl a projektledare.
- Prototypen slutfördes med alla testpaket och omarbetades från power point till ett hemsidformat.



Nedan sammanfattas projektgruppens arbete:

- Projektgruppen har träffats löpande fysiskt och via Skype för planering, genomförande och dokumentation. Genomförandet består av datainsamling, analys, sammanställning och syn-tes av genomförd kunskapshämtning.
- I varje testpaket har datainhämtning skett genom platsbesök under pågående tester och intervjuer med nyckelpersoner från byggföretagen och andra aktörer inom pågående testprojekt. I de fall det funnits avtal och annan dokumentation som vi kunnat ta del av har detta belyst fördelning av kostnader och ansvarsfördelning. Intervjuerna har dokumenterats vartefter och vid varje platsbesök har bilder och i tre fall en film spelats in.
- Alla intervjuer har analyserats genom diskussion och workshops med projektmedlemmarna och deras olika kompetenser. Arbetet har genomförts med delleveranser till styrgruppen under arbetets gång.

### 3.4 Kommunikering och spridning

Projektet har kontinuerligt kommunicerat och spridit information om arbetet och den resulterande guiden under hela projektiden. Syftet har varit att dels dela kunskap och resultat inom branschen, och dels utvärdera det pågående arbetet för att skapa en så användbar och lättillgänglig produkt som möjligt. Kommunikationen kring arbetet har skett vid följande tillfällen:

- Uppkopplad Byggplats seminariemaj 2019
- Workshop Smart Built environment maj 2019
- Referensgrupp öppen inbjudan via LinkedIn
- Smart Built Environments nyhetsbrev
- Pressmeddelande Smart Built Environment 7 jan 2020, nyhet hemsidan
- Projektdeltagarna delade nyheten via LinkedIn, sociala flöden mm
- Branschorganisationernas flöden
- SBUF spridning 2020
- FOJAB webbsida (FOJAB, 2020)
- Sustainable Innovation webbsida (SUST, 2020)
- Kommunikering för att utvärdera projektet under arbetets gång har skett genom referensgruppsmöten, se ovan.

Projektresultatet är guiden Skarpa Tester (Hammarström, Bengtsson, Jennings, Danielsson, & Gustavsson, 2020), där resultatet finns samlat. Guiden är en hemsida konstruerad så att den går att bygga på, ifall det finns intresse att ta arbetet vidare och fortsätta spridningen av den kunskap som etableras vid tester i verkliga byggprojekt.

## 4 GENOMFÖRANDE

Projektet har genomförts genom att samla in information kring hur tester av ny digital teknik och digitala arbetssätt har genomförts på fyra olika byggplatser i Sverige under 2019. Informationen har sedan analyserats och sammanställts i en beskrivning av varje test, så kallat testpaket. I varje testpaket finns en objektiv beskrivning av vad som har gjorts, och en mer subjektiv analys där projektgruppen har lyft fram de specifika iakttagelser som projektgruppen anser vara av intresse att dela. Utöver beskrivningen av testpaketen så har även fördjupningar inom vissa ämnen, samt reflektioner och slutsatser tagits fram. Resultatet för projektet är guiden Skarpa Tester (Hammarström, Bengtsson, Jennings, Danielsson, & Gustavsson, 2020) där allt material finns att tillgå.

Nedan följer en kort beskrivning av de tester som har studerats inom projektet, samt en lista på de iakttagelser som projektgruppen har gjort kring testets genomförande. För den fulla beskrivningen

av testet, samt de identifierade risker och framgångsfaktorer som är kopplade till iakttagelserna se guiden Skarpa Tester ([www.skarpatester.com](http://www.skarpatester.com)).

## 4.1 Val av testpaket

En målsättning har varit att upprätta testpaket från alla fyra testbäddarna inom Uppkopplad Byggplats. Så blev inte fallet, se Kap. Vägval och avsteg.

Nedan sammanfattas de fyra tester som projektet valt att följa, se Tabell 1. Med *Övriga aktörer* menas de aktörer t ex akademien, tech- och teknikleverantörer som ingått i testteamen tillsammans med värdföretagen.

### Testpaket

| Värdföretag för testbädd/övriga i testteamet                                       | Kort beskrivning av testerna som valts ut att följa och skapa testpaket för  |
|--|--|
| Skanska<br>TPO   | <b>WIFI på byggplats</b><br>Hur får bygget på Nya Vårdbyggnaden i Malmö en robust uppkoppling baserat på WIFI under hela byggets genomförande?   |
| NCC<br>Linköpings Tekniska Universitet<br>Qlocx<br>Ramirent<br>Ahlsell<br>Schenker | <b>Smarta containrar</b><br>Hur kan störningar och svinn minska, samtidigt som säkerheten ökar - genom införandet av smart containrar på byggplatsen av NCC's nya huvudkontor i Solna? |
| PEAB<br>Cementa<br>Celsicom AB   | <b>Sensorer i betong</b><br>Hur kan man använda sensorer vid gjutning av betong, för att få mer information om betongens utveckling vid trafikknutpunkten Olskroken i Göteborg?        |
| Lindbäcks Bygg<br>Luleå Tekniska Universitet<br>SiteDrive                          | <b>Digital framdrift</b><br>Hur kan man få ut fabriken taktbaserade arbetsprocess på byggplatsen genom digitala byggbeskrivningar i flerbostadshuset Tallen i Piteå?                   |

Tabell 1: Sammanställning av de tester som projektet har följt.

Testerna har genomförts under olika tidpunkter under 2019. Det har inneburit en spridning där NCC och Lindbäck Bygg var först ut under våren 2019 med korta testperioder. Skanskas genomförde sin test med start augusti 2019 och testmiljö kommer att finnas kvar. Cementa/PEABs test pågår och löper fram till våren 2020.

## 4.2 Insamling av data

Insamling av data skedde genom intervjuer av personer involverade i de genomförda testerna.

### Wifi på byggplats

Intervjuade personer:

- Per Danielsson, Skanska
- Lotta Wibeck, Skanska
- Karin Werner, TPO

Platsbesök på byggplatsen Nya Vårdbyggnaden i Malmö

## Smarta Containerar

Intervjuade personer:

- Kajsa Simu, NCC
- Claes Henschel, NCC
- Ida Martelleur, NCC

Platsbesök på byggplatsen NCC:s nya huvudkontor i Solna

## Digital Framdrift

Intervjuade personer:

- Gustav Jansson, LTU, Universitetslektor, Byggproduktion och teknik, Industriellt och hållbart byggande
- Raafat Hussamadin, LTU, Doktorand
- Helena Lidelöw, Lindbäcks Bygg, Konstruktionschef
- Ida Jonsson, Lindbäcks Bygg, Praktikant
- Patrik Andersson, Lindbäcks bygg, Platschef Kv. Tallen Piteå

Platsbesök Lindbäcks Bygg, och byggplatsen för flerbostadshuset Kv Tallen i februari 2019.

## Sensorer i Betong

Intervjuade personer:

- Robert Larsson, Cementa, Projektledare för testbädden inom Uppkopplad Byggplats
- Martin Laninge, PEAB, Produktionsstöd

Platsbesök Olskroken Göteborg november 2019.

## 4.3 Sammanställning av testpaket

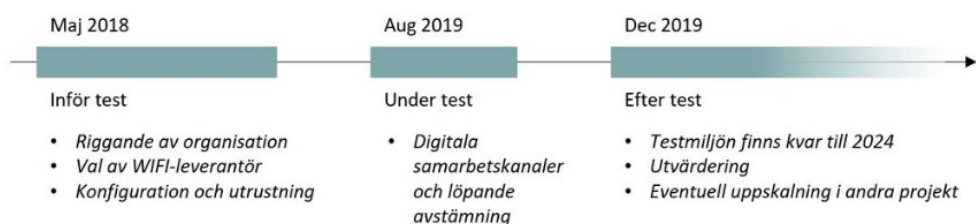
Varje test har beskrivits utifrån en introduktion med formulering och identifiering av testets frågeställning och kontext, samt beskrivningar utifrån testets olika skeden; inför, under och efter. I varje skede har en rad iakttagelser gjorts kring förutsättningar och utmaningar med testet. Till varje iakttagelse finns en kort beskrivning av associerade risker och framgångsfaktorer. En del av iakttagelserna har visat sig vara av mer generell karaktär och dyker upp i flera skeden och i flera av testerna, medan andra mer är giltiga för en specifik situation. Överlag har projektgruppen valt att lyfta iakttagelser som berör utmaningar som har identifierats i fler tester, även om de beskrivs lite olika eller har olika specifika vinklingar.

### 4.3.1 Introduktion

Testet introduceras med en kort beskrivning av dess frågeställningar, aktörer och byggplats. En personlig introduktion görs även av en av intervjupersonerna i form av en kort video.

### 4.3.2 Om testet

En övergripande beskrivning av testets syfte, utmaningar och genomförande. En enkel tidslinje beskriver testets övergripande hållpunkter och vägval.



**Figur 4: Illustration av tidslinje och kritiska moment för testets genomförande. (Wifi on Site, Guiden Skarpa Tester)**

### 4.3.3 Inför test

Hur har man jobbat inför att starta testet? Hur kom man fram till vad man ska göra, vilka avgränsningar och vilka ska vara involverade? Här beskrivs de frågeställningar och utredningar som har behövts göras inför att sätta igång testet. I den här fasen hanteras frågor relaterade till organisation, avtal, val av programvara, avgränsning av frågeställningar o. dyl.

De specifika iakttagelser som gjordes av projektet i fasen sammanställs i en tabell, och till varje iakttagelse beskrivs associerade risker och framgångsfaktorer.

| 3. Internt förtroendekapital är en av de viktigaste valutorna i projektet.   |  |
|--|--|
| <b>Risker:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Misslyckande kan leda till motstånd mot nya tester och mot de långsiktiga målen, som ibland kan vara diffusa och svåra att förklara</li></ul> | <b>Framgångsfaktorer:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Jobba löpande med att bygga förtroendekapitalet. Lyssna och ge tillbaka.</li><li>- Alla direkt eller indirekt inblandade behöver känna ansvar, delaktighet och stolthet och känna sig involverade och informerade.</li></ul> |

**Figur 5: Exempel på iakttagelse inför test. (Wifi on Site, Guiden Skarpa Tester)**

### 4.3.4 Under test

De olika testerna som har studerats har haft väldigt olika utsträckning i tid, från några veckor till flera år. Alla beskriver de dock utmaningen som uppstår i skärningspunkten mellan en aktiv byggplats med en strikt tidplan och tydliga leveranskrav, och testets oförutsägbarhet. Här har vikten av att bygga förtroendekapital och tillit, samt att beskriva testets funktion för alla inblandade framkommit som framgångsfaktorer. Att byggplatsen löser problem på daglig basis allt eftersom nya situationer uppstår är inget nytt, det som är nytt med just de digitala testerna är att det är nya typer av aktörer involverade, och att resultatet och nyttan av testet kanske inte främst gynnar den aktuella byggplatsen. Här lyfter flera av företagen vikten av att testa i små portioner och att tillskapa mesta möjliga nytta för personalen som ska utföra testet.

### 4.3.5 Efter test

Hur har man jobbat vidare med testresultaten efter att själva testet har avslutats? Hur kan lärdomar från ett test påverka utformningen av ett nytt test, och slutligen få ett så pass framgångsrikt resultat som kan implementeras i större skala och på andra byggarbetsplatser?

När testet på byggplatsen är avslutat tar arbetet vid med att undersöka hur resultaten ska leva vidare vid. Flera av testerna löper under en längre tidsperiod än det här projektet, så det har varit svårt att färdigställa det här momentet och dra slutsatser kring framgångsfaktorer. I intervjuerna har diskussioner förts om tillvägagångssätt inom olika organisationer och kulturer kring hur testresultat kan få spridning och uppskalning. Det har blivit tydligt att företagets förmåga att sprida nya arbetsmetoder beror på hur det är organiserat.

De olika testerna visar på olika inställning till att utvärdera under pågående test och därmed nå en högre verkshöjd inom ramen för det enskilda testet. I det fall testet har setts som ett litet steg på vägen i en längre resa, tenderar utvärderingen att ske i större utsträckning mellan tester.

## 1. Viktigt att kontinuerligt utvärdera.

### Risker:

- Att lämna utvärdering av omfattning av täckning, placeringar och praktiska lösningar till efter projektet gör att parterna inte är på tårna och tillräckligt agila.

### Framgångsfaktorer:

- Ronderingar och löpande kontakt med byggprojektet gör att eventuella problem och dåliga lösningar kan fångas upp och arbetas om.

Figur 6: Exempel på iakttagelse efter test. (Wifi on Site, Guiden Skarpa Tester)

## 4.4 Fördjupningar

Efter hand som sammanställningen av testpaketen har fortskridit framkom det allt tydligare att flera av testerna hade liknande erfarenheter och utmaningar och att dessa föll inom områdena juridik och avtal, organisation och kultur, samt tekniskt utförande.

Av den anledningen har ett fördjupande avsnitt kring varje av dessa tre kategorier tagits fram:

1. Juridik och avtal
2. Organisation
3. Tekniskt utförande

### FÖRDJUPNINGAR

För dig som vill veta lite mer.

## 2. Organisation.

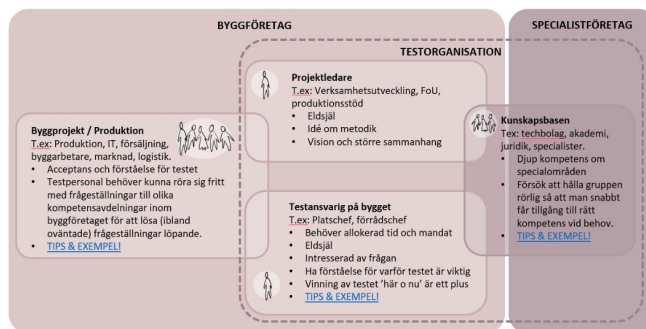
Testande i verkliga byggprojekt skiljer sig i grunden från den vanliga byggverksamheten. Testresultat är till sin natur oförutsägbara: testet kan bevisa att testen var korrekt eller felaktig. Till skillnad från byggets kärnverksamhet som är strikt leveransfokuserat och inte har den möjligheten. För att göra effektiva och framgångsrika tester med hög lärandefaktor så krävs det en tydlig metodik och organisation, med uttalat ansvar för de specifika testupplåtterna.

### PROJEKTGRUPP

Består av projektledare, testansvarig och en kunskapsbas. Testansvarig ansvarar för att testet genomförs, och behöver dedikerad tid och tydligt mandat.

### FÖRTÄGEN I STORT

Genom att odla en nyfiken och en tillståndande kultur där utvärdering inte endast sker på det specifika bygget utan även på mer långsiktiga effekter så bäddar man för utveckling och lärande. Alla direkt eller indirekt inblandade behöver känna ansvar, delaktighet och stöttning och känna sig involverade och informerade. Det är viktigt att få acceptans när man planerar projektet att få göra korta små tester och lära sig av dem, och att de ibland till och med kan misslyckas.



Figur 7: Illustration av fördjupning kring organisation i guiden Skarpa Tester.

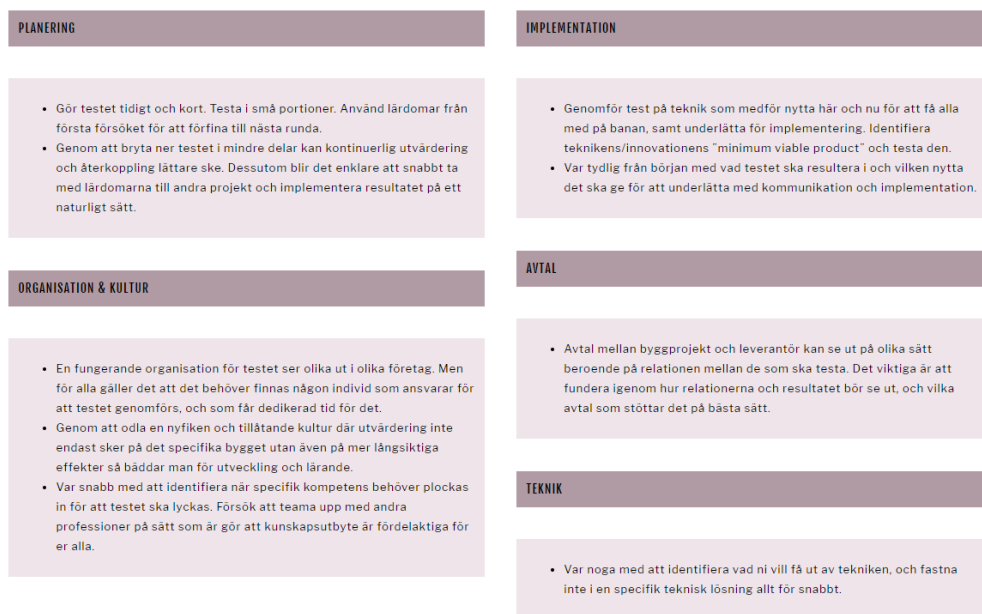
## 4.5 Reflektion och slutsatser

Introduktionen av ny teknik på byggplatserna har tydligt visa sig handla mindre om tekniken, och mer om människorna, kulturerna och organisationerna. Självklart uppstår det tekniska utmaningar men framgångsfaktorn ligger i hur man tacklar och löser dem när de uppstår.

”Grundförutsättningen för att testa nya innovationer inom ramen av riktiga byggprojekt är motsäggelsefull. Bygget är målfokuserat; det har en tydlig leverans, tidplan, tillvägagångsätt och är strikt målstyrt. Ett test är oförutsägbart och osäkert; det är från start oklart om testet kommer lyckas eller misslyckas, och ofta upptäcker man komplikationer på vägen. Hur får man ihop dessa två världar? Får byggets framdrift vara allt för styrande riskerar testet att hamna vid sidan om, risken är då att det avbryts prematurt vid första motgång. Man har investerat i planering och igångsättning, men får inte tillbaka tillräckligt i kunskap om vad som faktiskt gjorde att det inte fungerade. Blir testet

allt för styrande så riskerar det ju å andra sidan att stjälpa hela bygget när det tillstöter komplikationer. För att lyckas med balansgången krävs det en tydlig organisation, vilja och styrning. Det behövs personer 'på marken' som ser till att testet förs in i bygget vid rätt tidpunkter, men det krävs även personer högre upp i organisationen som ger tydligt mandat, och ser till att det prioriteras resurser till testet." (Skarpa Tester)

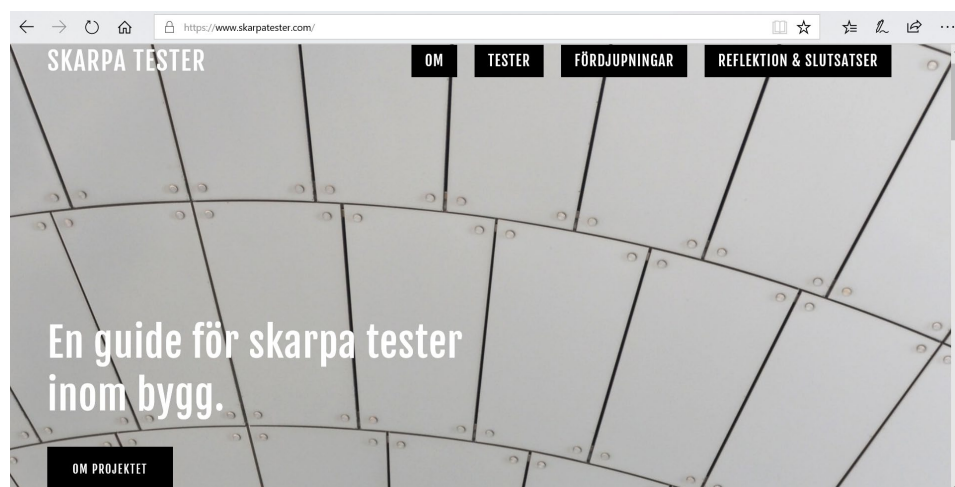
De övergripande slutsatser kring de faktorer som bidrar till lyckade tester har sammanställts i guiden, enligt Figur 8 nedan.



Figur 8: Sammanställning av slutsatser kring gemensamma utmaningar inom de fyre testerna. (Källa: Guiden Skarpa Tester)

## 4.6 Guiden Skarpa Tester

Resultatet av detta projekt är guiden Skarpa Tester. Guiden är uppbyggd av olika delar som innehåller olika typer av information, från de mer direkta beskrivningarna av vare studerat test, till fördjupningar och reflektioner för de som vill få en utökad förståelse för utmaningarna. Den har byggts så för att kunna vara ett stöd till många av de olika aktörer och roller som ingår i ett test.



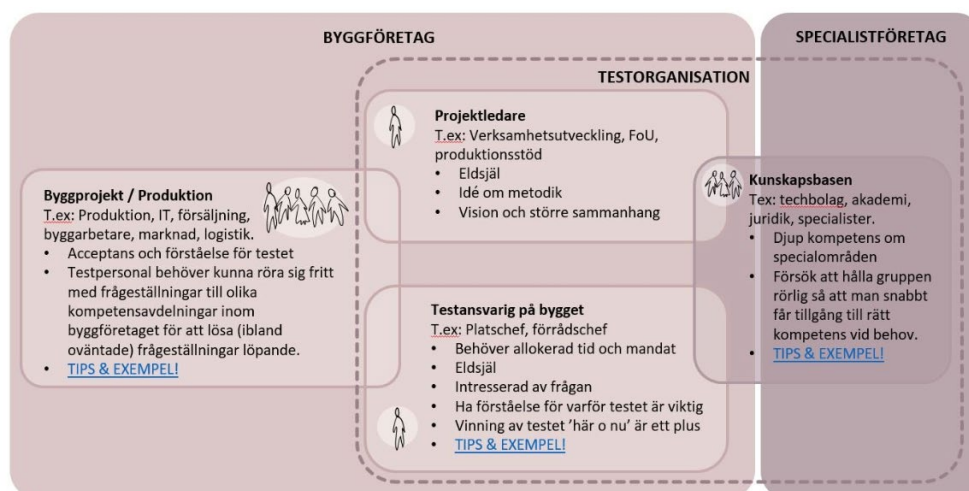
Figur 9: Detta projekts resultat blev en guide kallad Skarpa Tester ([www.skarpatester.com](http://www.skarpatester.com))

Guiden är publicerad i form av en webbsida på adressen [www.skarpatester.se](http://www.skarpatester.se), sedan februari 2020. Webbsidan innehåller fyra huvudsakliga delar; om, tester, fördjupningar samt reflektioner & slutsatser. I *tester* kan man djupdyka i de olika test som studerats. Där beskrivs testen, organisation, utmaningar och framgångsfaktorer i närmare detalj. Testpaketen beskrivs i en kronologisk process från planering till utvärdering.



Figur 10: Navigation till de olika testbeskrivningarna på Skarpa Tester.

I *Reflektion & Slutsatser* beskrivs generella slutsatser från de studerade testerna. I *Fördjupningar* finns mer djupgående information om några generellt återkommande viktiga delar i test-ekosystemet. Här har kunskap från de olika testpaketen sammanstrålat med expertkunskap inom områdena juridik, organisation och teknik.



Figur 11: Illustration inom fördjupningsområde Organisation. Källa: guiden Skarpa Tester.

## 5 VÄGVAL OCH AVSTEG

Initialt planerades att följa 10 tester. Detta visade sig inte var möjligt eftersom inte alla testbäddar i Uppkopplad Byggplats under dec 2018-dec 2019 var tillgängliga. Det begränsade vårt projekt till att följa fyra tester. Istället har vi beskrivit dem mer ingående och kompletterat med tre fördjupningsområden. Det fanns dessutom tid och medel över att leverera resultatet i ett hemsidesformat som byggdes upp anpassat för att kunna sprida resultatet till alla och hitta ett sätt

att kunna vidareutveckla guiden framgent och komplettera med fler tester. Detta överensstämde med projektets syfte.

Inga standardbeskrivningar med checklistor för steg-för-steg beskrivningar är möjliga att sammanställa utifrån de tester som följts. Istället gjordes ett medvetet val att dela in varje test i tre faser och att beskriva i kronologisk ordning vad som utfördes i planeringen av en test, under testet och utvärdering efter testet.

Varje test har haft sina egna utmaningar och framgångar och det är dessa vi har fokuserat på att beskriva. Det innebär att varje test bör ses som en pusselbit, men som tillsammans skapar en relativt heltäckande bild.

Syftet var att beskrivningarna ska underlätta för alla som jobbar i byggprojekt att testa nya digitala innovationer på sitt bygge. Vi såg en utmaning i att välja en layout och en struktur för att beskriva de fyra testpaketen som kan inspirera olika aktörer och vara lätt att ta till sig på olika plattformar, t.ex. mobiltelefon och läsplatta. Det fanns också en önskan i projektet att resultatet skulle kunna leva vidare, revideras och fortsatt byggas på efterhand som fler tester genomförs.

Därför togs beslutet att sammanställa guiden i form av en webbsida, som kan nås via [www.skarpatester.com](http://www.skarpatester.com). Webbsidan är byggd på plattformen Squarespace (Squarespace, 2020).

Guiden har i olika prototypskeden presenterats för styrgrupp, expertgrupp och referensgrupper. Den feedback som har getts i dessa möten har arbetats in i nästa version av prototypen. I ett sista skede arbetades prototypen om från PowerPoint-format till det slutliga webbaserade formatet.

## 6 SLUTSATSER

Den resulterande guiden ger en strukturerad vägledning i syfte att bättre förstå förutsättningar utifrån både utmaningar och möjligheter – med att driva innovation och utveckling i pågående byggproduktion. I guiden sammanställs iakttagelser och slutsatser från testerna utifrån utmaningar och framgångsfaktorer, se [www.skarpatester.com](http://www.skarpatester.com).

Det saknas beskrivning av arbetsmetodik för hur man etablerar digitala uppkopplade testbäddsmiljöer och börjar utföra tester inom bygg idag. Detta projekt bidrar till en kunskapsstruktur som kan nyttjas och byggas vidare på av många i sektorn. Projektet har studerat arbetsmetodiken i genomförda tester på byggarbetsplatser, men inte tagit hänsyn till själva testresultaten.

Testpaketen representerar en bredd av tester som i dagsläget pågår på byggplatser inom övergripande teknikområden; data, digitala gränssnitt, uppkoppling, sensorsystem och automatisering. Varje test har haft sina egna utmaningar och framgångar och på dessa ligger fokus i guiden Skarpa Tester. Det innebär att varje test bör ses som en pusselbit, men som tillsammans skapar en relativt heltäckande bild. För att komplettera och fördjupa bilden vore det önskvärt om Guiden kan byggas på med fler tester.

Guidens struktur lämpar sig väl med att uppdatera succesivt med ny kunskap inom området och vara allmänt tillgänglig. Resultatet är presenterat i ett format som är lättillgängligt för användarna på bygget, samverkanspartners underentreprenörer, byggherrar, kunder, besiktningsmän och besökare.

Guiden och testpaketen ger inspiration och kan underlätta för testpersonal, projektledare med flera som ska tillämpa ny teknik på byggplatser. Resultatet medför därmed en spinn-off för merparten av



dem som på olika sätt är inblandade i testerna, t.ex. material- och installationsföretag, teknikentreprenörer, underentreprenörer och kunder.

Förhoppningen är att resultatet ska bli en första ansats till metodik kring hur man testar ny teknik i skarp miljö, baserad på både unika och generaliserbara råd och lärdomar hämtade från olika skarpa tester som har genomförts på byggplatser i Sverige under 2018-2019. Även då testandet av digital teknik är en relativt ny företeelse, och metodik saknas, så är byggsektorn en lösningsorienterad bransch som har lång erfarenhet av att testa och implementera olika lösningar. Inneboende i kulturen finns alltså goda förutsättningar för att genomföra lyckade digitala tester.

Slutligen konstateras att hur mycket struktur och digitala verktyg man än tar fram så är det personliga engagemanget avgörande för framgång.

## MÖJLIGT FORTSATT ARBETE

Projektet har identifierat flera möjliga utvecklingspotentialer för ett fortsatt arbete i framtida projekt. Strukturen och layouten kan skalas upp och appliceras på många fler tester som genomförs på byggplatser. Guiden *Skarpatester.com* kan samla och sprida de erfarenheter och den kunskap som byggs upp i framtiden kring hur tester av ny digital teknik och digitala arbetssätt kan genomföras på byggplatser på ett effektivt sätt, med syftet att sänka tröskeln för att testa och implementera ny teknik och nya innovationer på byggplatser. Guiden kan även utvecklas och användas i utbildningssyfte.

Det möjliggör sammantaget för en större spridning av pågående tester till hela branschen och kan på så sätt uppdateras och vara aktuell även framgent.

## 7 REFERENSER

- Berner, Y., Jonasson, T., Lundgren, J., Persson, R., Söderström, H., & Östman, A. (2017). *Test i byggprojekt - Förstudie*. Stockholm: Smart Built environment.
- Byggindustrin. (den 21 februari 2018). *Framtidens byggen formas*. Hämtat från <https://byggindustrin.se/artikel/nyhet/framtidens-byggen-formas-26359>
- Cementa. (2018). *Här testas framtidens smarta byggteknik*. Hämtat från <https://www.cementa.se/sv/har-testas-framtidens-smarta-byggteknik>
- FOJAB. (2020). *FOJABcode*. Hämtat från <https://fojab.se/fojabcode/skarpa-tester/>
- Hammarström, S., Bengtsson, L., Jenning, P., Danielsson, P., & Gustavsson, E. (2020). *Skarpa Tester*. Hämtat från [www.skarpatester.com](http://www.skarpatester.com)
- Lidelöw, H. (2019). *Smart Built Environment*. Hämtat från [https://smartbuilt.se/library/4849/8-helena-lideloew\\_20190521.pdf](https://smartbuilt.se/library/4849/8-helena-lideloew_20190521.pdf)
- Rudberg, M. (den 17 04 2018). *Bim Alliance*. Hämtat från <https://www.bimalliance.se/library/3920/03-uppkopplad-byggplats-m-rudberg-bim-alliance-2018-04-17.pdf>
- SBUF. (2019). *Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond*. Hämtat från [www.sbuf.se](http://www.sbuf.se)
- Skanska. (2018). *Skanska bygger morgondagens digitaliserade byggarbetsplats*. Hämtat från <https://www.skanska.se/om-skanska/press/nyheter/skanska-bygger-morgondagens-digitaliserade-byggarbetsplats/>
- Smart Built Environment. (2018). *Uppkopplad Byggplats*. Hämtat från Smart Built Environment: <https://www.smartbuilt.se/projekt/innovationer-och-nya-tillaempningar/uppkopplad-byggplats/>
- Smart Built Environment*. (2020). Hämtat från [www.smartbuilt.se](http://www.smartbuilt.se)
- Squarespace*. (2020). Hämtat från [www.squarespace.com](http://www.squarespace.com)
- SUST. (2020) Hämtat från <https://sustainableinnovation.se/projekt/test-i-verkliga-byggprojekt/>
- Wikipedia*. (den 27 02 2020). Hämtat från Minimum Viable Product: [https://en.wikipedia.org/wiki/Minimum\\_viable\\_product](https://en.wikipedia.org/wiki/Minimum_viable_product)