

SYSTEMATISK KRAVHANTERING INOM BYGGINDUSTRIN

Förstudie



Charlotte Svensson Tengberg, Hanna Strand

2019-09-12

SKANSKA

NCC

L
LULEÅ
TEKNISKA
UNIVERSITET



PEAB

SBUF stödjer
forskning & utveckling

som leder till
praktisk handling

FÖRORD

Skanska Sverige har drivit denna förstudie som syftar till att undersöka förutsättningarna i byggindustrin för en mer systematisk kravhantering inspirerad av andra branscher.

Efter att ha slutfört denna förstudie kan vi konstatera att kravhantering i byggbranschen är komplext. Många olika aktörer och discipliner är inblandade beroende på vilket skede i byggprocessen, både kraven och kravställarna är många och ibland motsägelsefulla samtidigt som kraven avser funktioner som ska upprätthållas under mycket lång tid. Detta har bidragit till många intressanta diskussioner och nya perspektiv. Projektet fick tyvärr en liten långsam start och projektorganisationen förändrades under tiden, men sammanfattningsvis kan vi konstatera att vi är än mer övertygade om att byggbranschen skulle vinna på att, utefter sina unika förutsättningar, förbättra arbetssätten avseende kravhantering.

Projektet har finansierats av Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond, SBUF (SBUF-projekt 13361). Projektledare och författare är Charlotte Svensson Tengberg och Hanna Strand, Skanska Sverige AB. Projektets referensgrupp har bestått av: Stephen Burke (NCC Building Sweden), Thomas Olofsson (Luleå Tekniska Universitet), Max Bergström (Peab), Maria Rentsch-Jonas (ÅF) Mikael Kelfve, Urban Brodd och Karin Sjöbris (Skanska Sverige).

Ett stort tack till SBUF och referensgrupp för finansiering och inte minst det engagemang som möjliggjort genomförandet av detta branschgemensamma projekt. Ett tack även till de personer inom och utanför byggbranschen vilka bidragit med sin tid och erfarenhet via intervjuer och andra samtal.

Göteborg september 2019

SAMMANFATTNING

Ofta jämförs byggbranschen med andra branscher som till exempel bilindustrin i syfte att visa olika skillnader (och tillkortakommanden). Det kan röra sig om kvalitet, produktivitet eller arbets sätt. Ett arbets sätt som har lyfts upp är kravhanteringen inom byggbranschen och möjligheterna till att föra in systematisk kravhantering med inspiration från ex. läkemedelsindustrin. Det har diskuterats med syfte att stärka kvalitetsarbetet och sänka kostnaderna för branschen. Idag finns begränsad kunskap och erfarenhet om systematisk kravhantering i byggbranschen och med detta som bakgrund initierades *Systematisk kravhantering i byggindustrin*, en SBUF finansierad förstudie med syfte att utforska om det genom att etablera en systematisk kravhantering i byggbranschen erhålls ett verktyg och en metod för att undvika kvalitetsbrister, och därmed sänka garantikostnader och leverera en bättre produkt jämfört med idag. Förstudien avser att svara på tre frågeställningar:

- Vilka hinder/möjligheter finns det i dagens byggprojekt (hus) för att använda systematisk kravhantering?
- Vilka befintliga mjukvaror och arbetsmetoder finns för systematisk kravhantering idag?
- Hur hanteras systematisk kravhantering i andra branscher?

Arbetet har genomförts genom intervjuer med nyckelaktörer från både byggbranschen och från branscher med mer utvecklad systematisk kravhantering, genom litteraturstudier samt genom samtal i referensgruppen.

Övergripande slutsatser från förstudien är att en ökad systematisk kravhantering i byggbranschen är nödvändigt då kravbilderna och projekten blir alltmer komplexa. Detta måste göras tillsammans då en enskild aktör i branschen har svårt att införa systematisk kravhantering. Troligen går det inte att kopiera andra branscher, dock finns gott om inspiration att hämta. I en systematisk kravhantering anpassad till byggbranschen bedöms BIM-modellen ha en central plats.

- Vilka hinder/möjligheter finns det i dagens byggprojekt (hus) för att använda systematisk kravhantering?
 - Vad gäller möjligheterna anses systematisk kravhantering kunna bidra till bättre kvalitet, högre effektivitet och större kundnöjdhet genom bättre erfarenhetsåterföring och spårbarhet i färdig produkt, genom att krav inte ”tappas”, genom att kopplingar mellan krav förtydligas, genom bättre ändringshantering och sökbarhet. En mer aktiv kravhantering förväntas också ge ökat engagemang från byggherrar och därmed större kundnöjdhet. Genom ”standardkravpaket” förväntas kravhanteringen kunna effektiviseras.
 - Vad gäller hinder finns det en rädsla för att en systematisk kravhantering riskerar bli ”för tung” och därmed kostsam och bidra till ökade byggtider. Att bilden av vad som avses vara systematisk kravhantering är splittrad är också ett hinder för implementering. är att den komplexa kravbilderna och organisationen förväntas innebära omfattande förändringar och kostnader för byggbranschen. Slutligen kommer en systematisk kravhantering att ställa högre krav på samarbete och på kraven och därmed kravställaren.
- Hur arbetar branschen idag? /Vilka befintliga mjukvaror och arbetsmetoder finns för systematisk kravhantering idag?
 - Det finns ingen branschgemensam implementerad systematisk arbetsprocess för kravhantering genom hela byggprocessen. Det finns företagsspecifika processer, men implementeringen varierar. Endast i enstaka projekt används systemstöd för hela

processen. Sökbarhet och kopplingar mellan krav saknas ofta. Dock finns exempel på applikationer för delar av processen, ex.: Rumsfunktionsapplikationer, Fråga-svar applikationer, Besiktningsapplikationer. Egenkontroller och besiktning utgör oftast uppföljningen, speciellt om krav är mindre tydliga/mätbara.

- Hur hanteras systematisk kravhantering i andra branscher?
 - I många andra branscher finns systematiska arbetsätt och mer uttalade resurser för systematisk kravhantering. Tydlig spårbarhet, kopplade krav och fokus på hur krav ska verifieras.

Från förstudien framgår att ett fortsatt arbete är av intresse för byggbranschen och som nästa steg föreslås att jobba vidare på:

- En metod för att hantera kravnedbrytning inom byggbranschen. Hur ska branschen jobba med kravnedbrytning? Vad är rimlig och funktionell nivå? I ett första steg handlar detta om ett arbetsätt, som sedan bör knytas till någon typ av mjukvara.
- Att i ett mindre pilotprojekt implementera systemstöd i form av kravhanteringsprogram för att utforska möjligheterna. I detta pilotprojekt kan funktionaliteten studeras och kompatibiliteten med byggbranschens vanliga arbetsätt.

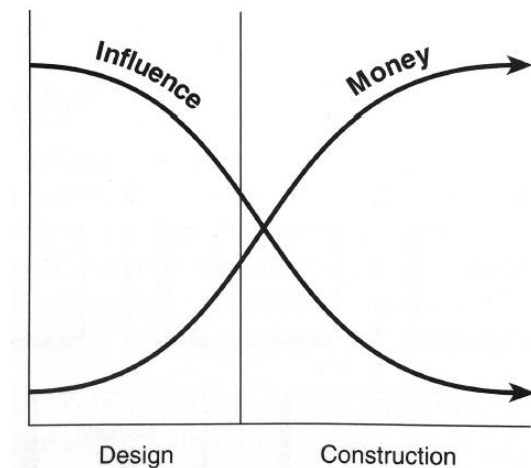
INNEHÅLL

Innehåll

1	INLEDNING	5
1.1	SYFTE OCH AVGRÄNSNINGAR	6
2	METOD	6
2.1	LITTERATURSTUDIE OCH MARKNADSÖVERSIKT	6
2.2	INTERVJUER	6
2.3	UTVÄRDERING OCH RAPPORTERING	7
3	RESULTAT	7
3.1	SYSTEMATISK KRAVHANTERING	7
3.2	KRAV I BYGGBRANSCHEN	8
3.2.1	<i>Olika typer av krav i byggbranschen</i>	8
3.2.2	<i>Projektering, utförande och verifiering enligt BBR</i>	9
3.2.3	<i>Entreprenadavtal</i>	10
3.2.4	<i>Funktionsperspektiv och platsperspektiv</i>	11
3.2.5	<i>Systematisk kravhantering i byggbranschen</i>	12
3.3	MJUKVAROR	13
3.3.1	<i>Marknadsundersökning</i>	13
3.3.2	<i>Sammanställning av intervjuer</i>	14
3.4	KRAVHANTERING I BYGGBRANSCHEN	14
3.4.1	<i>Ansvar för krav genom byggprocessen</i>	14
3.4.2	<i>Befintliga arbetssätt för kravhantering genom byggprocessen</i>	15
3.4.3	<i>Vad fel (ej uppfyllda krav) kostar</i>	17
3.5	MÖJLIGHETER FÖR BYGGBRANSCHEN (HUS) AVSEENDE SYSTEMATISK KRAVHANTERING	17
3.6	HINDER FÖR BYGGBRANSCHEN AVSEENDE SYSTEMATISK KRAVHANTERING	18
3.7	KRAVHANTERING I ANDRA BRANSCHER	18
3.7.1	<i>Läkemedelsindustri och medicinteknisk industri</i>	18
3.7.2	<i>IT- branschen</i>	19
3.7.3	<i>Kravhantering Trafikverket</i>	20
3.7.4	<i>Jämförelse mellan olika branscher</i>	21
4	SLUTSATSER OCH FÖRSLAG TILL FORTSATT STUDIE	21
4.1	HUR ARBETAR ANDRA BRANSCHER MED SYSTEMATISK KRAVHANTERING?	22
4.2	HUR ARBETAR BYGGBRANSCHEN (HUS) MED SYSTEMATISK KRAVHANTERING?	22
4.3	VILKA MÖJLIGHETER FINNS FÖR BYGGBRANSCHEN (HUS) AVSEENDE SYSTEMATISK KRAVHANTERING?	22
4.4	VILKA HINDER FINNS FÖR BYGGBRANSCHEN (HUS) AVSEENDE SYSTEMATISK KRAVHANTERING?	23
4.5	FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE	24
5	LITTERATURFÖRTECKNING	24
A.	BILAGA LAGKRAV I BYGGBRANSCHEN	0

1 INLEDNING

Studier som genomförts på Chalmers sedan mitten av 1980-talet indikerar att slöseriet inom ny- och ombyggnadsprojekt står för 1/3 av produktionskostnaden [1] [2]. I en rapport från 2018 om fel, brister och skador i byggbranschen från Boverket [3] ges en liknande bild. Där konstateras att byggbranschen dras med stora kostnader för fel, brister och skador och rapporten bedömer interna åtgärder (före överlämning), externa åtgärder (efter överlämning) tillsammans med ineffektiv resursanvändning kostar samhället 59–73 miljarder kr/år. En jämförelse är att detta skulle motsvara nyproduktion av cirka 30 000 lägenheter per år. Dessutom tillkommer indirekta kostnader, ex. kostnader för tidsförluster, ökad ohälsa och försämrad innemiljö. Klimatpåverkan för fel, brister och skador anges vara svår att uppskatta, men med hänsyn till de stora kostnaderna är den troligen betydande. Boverkets rapport pekar också på vissa kostnader i förvaltningsskedet. Det kan vidare uppkomma en del andra kostnader för exempelvis sjuka hus, försvårad städning, oflexibla byggnader eller t.o.m. förluster för att fel produkt har byggts. Sammantaget finns en stor potential om dessa kostnader kan minskas. Boverket anger dock inte i sin rapport vad som skulle kunna vara rimliga mål för minskning av dessa kostnader, eller hur branschen bör arbeta. Generellt är dock kostnaden för att förebygga misstag alltid mycket lägre än kostnaden att rätta till dem i efterhand, se *Figur 1*.



Figur 1: Schematisk bild av möjligheter att ändra och kostnad för ändring under ett projekt. [4]

Ofta jämförs byggbranschen med andra branscher när man vill visa på möjligheter, exempelvis avseende produktivitet utveckling. Det diskuteras också kring arbetssätt gällande kvalitetsarbete och kravhantering som finns i byggbranschen kontra andra branscher. Arbetssätt och mjukvara för systematisk kravhantering är idag välutvecklade i exempelvis inom läkemedelsindustrin och IT-branschen. För att hålla ordning på krav används där stöd för systematisk kravhantering. Där identifieras krav och förutsättningar från projektets kravställare. Kraven utvecklas i flera nivåer från övergripande till detaljerade beroende på produktens komplexitet. De verifieras och valideras löpande under projektets gång och inför avslut/leverans valideras att produkten och utförandet uppfyller målen. Kraven, och beroenden mellan dessa, samt eventuella ändringar, går att spåra genom projektets alla faser via systemstödet vilket bland annat kan stödja beslut om ändringar i projektet.

Med detta som bakgrund har möjligheterna till att föra in systematisk kravhantering i byggbranschen diskuterats med syfte att stärka kvalitetsarbetet och sänka kostnaderna för branschen. Det finns begränsad kunskap och erfarenhet om systemstött systematisk kravhantering i byggbranschen. En studie i SBUF:s regi har genomförts på systematisk kravhantering i industriella byggkoncept [5]. SBUF har även stöttat ett större antal projekt som återfinns vid

sökning på "industriell". Dessa behandlar främst frågeställningar kring organisation och tekniska plattformar. Studier kring systematisk kravhantering i traditionella husbyggnadsprojekt saknas.

1.1 Syfte och avgränsningar

Projektet *Systematisk kravhantering i byggindustrin* är en förstudie. Förstudiens syfte är att utforska möjligheterna att införa en systemstött systematisk kravhantering för att undvika kvalitetsbrister och därmed sänka kostnader och leverera en bättre produkt. Denna SBUF förstudie avser att svara på följande frågeställningar:

- Vilka hinder/möjligheter finns det i dagens byggprojekt (hus) för att använda systematisk kravhantering?
- Vilka befintliga mjukvaror och arbetsmetoder finns för systematisk kravhantering idag?
- Hur hanteras systematisk kravhantering i andra branscher?

Studien har avgränsats till husbyggnadsbranschen i Sverige. Kraven som avses är kontraktuella krav. Primärt bör det vara funktionskrav, men kontrakt innehåller inte sällan även krav som inte är funktionskrav ex. krav på specifika produkter eller specifika tekniska lösningar. Fokus för arbetet har legat på traditionell husbyggnation, dvs. inte på industrialiserade koncept.

2 METOD

Insamlingen av information baseras på två delar, en litteraturstudie och marknadsöversikt samt intervjuer. Informationen har analyserats och sammanställts i denna rapport.

2.1 Litteraturstudie och marknadsöversikt

Projektet inleddes med inläsning av litteratur kring krav i byggbranschen och systematisk kravhantering samt en marknadsöversikt för att kartlägga befintliga arbetssätt och mjukvaror.

En litteraturstudie utfördes i form av sökning i databaser. Både en svensk sökning och en engelsk sökning genomfördes. Den svenska sökningen gjordes i Google Scholar med Kravhantering + Byggbranschen. Den engelska sökningen gjordes i Google Scholar men även i Scopus med "Requirement management" + "Construction Industry". Sökningen gjordes före intervjuerna och analyserades översiktligt och relevant material studerades. Efter intervjuerna gjordes en uppföljning.

Parallellt med sökningen efter mer litteratur kring systematisk kravhantering i byggbranschen, sammanställdes en översikt av de krav och kravställare som ett husbyggnadsprojekt vanligen har.

Marknadsöversikten utfördes både i form av sökning på internet efter RM programvaror (requirement management tools, RM tools), samt genom personliga kontakter med initierade personer och intervjupersoner. Sökningen gjordes dels före intervjuerna, dels efter intervjuerna för att följa upp intervjusvar.

2.2 Intervjuer

Semistrukturerade intervjuer genomfördes med syfte att undersöka frågeställningarna:

- 1) Hur arbetar andra branscher med systematisk kravhantering?
- 2) Hur arbetar byggbranschen (hus) med systematisk kravhantering?
- 3) Vilka hinder/möjligheter finns för byggbranschen (hus) när det gäller systematisk kravhantering?

Två huvudkategorier av intervjupersoner valdes, dels de med erfarenhet från byggbranschen och som bedömdes ha god kunskap om byggprojektering och byggprojektledning, dels de som hade insikt i systematisk kravhantering i andra branscher, se *Tabell 1*. För den senare kategorin låg fokus av naturliga skäl på den första intervjufrågan. Med hänsyn till denna förstudies storlek intervjuades endast ett fåtal människor, totalt 19 personer.

Intervjuerna genomfördes under vintern och våren 2018/2019. Ungefär hälften av intervjuerna genomfördes ansikte mot ansikte, resten per telefon eller via Skype. Intervjutiden var cirka en timme. Intervjuerna dokumenterades med anteckningar, som senare analyserades. I rapporten har resultatet från intervjuerna sammanställts i löpande text där slutsatser har dragits genom analys av de intervjuades svar på frågorna som har ställts.

Tabell 1: Intervjupersoner, kategorier och erfarenheter

Bransch	Roll	Antal	Tidigare erfarenhet av kravhantering
Byggbranschen	Byggherre	1	Den tillfrågade har tidigare erfarenhet från kravhantering inom telekombranschen och sitter nu som kvalitets- och kravingenjör som representant för Byggherren.
Byggbranschen	Projekteringsledning	8	De tillfrågade har generellt mångårig erfarenhet inom branschen och arbetar med/ har arbetat med projektering/ projekteringsledning/ projektledning/ byggledning där kravhantering är en viktig del av arbetet.
Byggbranschen	Installationsledning	2	De tillfrågade har generellt mångårig erfarenhet inom branschen och arbetar med/ har arbetat med projektering/ projekteringsledning/ projektledning/ byggledning där kravhantering är en viktig del av arbetet.
Byggbranschen	Projektchef	1	Den tillfrågade har mångårig erfarenhet inom branschen inom flera roller.
Övriga branscher	Kravspecialist	7	De tillfrågade arbetar eller har arbetat med systematisk kravhantering inom branscherna IT, telekom, läkemedel, fordonsindustri, högskola samt medicinteknisk industri.

2.3 Utvärdering och rapportering

Baserat på litteraturstudie, marknadsundersökning och intervjuer analyserades materialet och de frågor som ställts upp besvarades. Material presenterades för referensgruppen vid tre tillfällen som diskussionsunderlag om behov av fortsatt arbete och inspel till analysen. Diskussionerna i referensgruppen stärkte också de förslag om fortsatt arbete utifrån de behov som identifierats. Arbetet presenteras i denna rapport samt vid två frukostseminarium i oktober 2019.

3 RESULTAT

I detta kapitel beskrivs resultaten från litteraturstudier, marknadsöversikt och intervjuer.

3.1 Systematisk kravhantering

Systematisk kravhantering i detta sammanhang definierar vi som:

En metodik för att hantera krav under hela byggprocessen, från tidigt skede till drift, på ett systematiskt sätt. Kraven bryts ner från övergripande funktionskrav till underliggande krav och alla krav åtföljs av en metod för verifiering. I detta sammanhang är kopplingar mellan krav och

kravnivåer viktigt och så även spårbarhet. Med hänsyn till en komplex kravbild bör systemstöd användas för att säkerställa spårbarhet och kopplingar.

3.2 Krav i byggbranschen

Krav i husbyggnadsprojekt kan se olika ut t.ex. beroende på projektets komplexitet och organisation. Kraven ska beskriva den produkt (byggnad) som ska skapas, vilka behov som ska uppfyllas och på vilken nivå.

3.2.1 Olika typer av krav i byggbranschen

Kraven på ett byggprojekt kan delas in i åtminstone tre kategorier, se **Figur 2**. Inom respektive kategori kan det finnas flera olika kravställare och ännu fler dokument som beskriver kraven.

- **Lagkrav:** Samhället ställer krav på flera nivåer. PBL, Plan och bygglagen är utgångspunkten, med föreskrifter i form av BBR och EKS. På byggnadsnivå handlar det företrädesvis om funktionskrav för byggnaden. Även andra lagkrav påverkar byggprojekt, framförallt miljölagstiftning, arbetsmiljö och krav rörande produkter dvs. CE-märkning, se även Bilaga A,
- **Beställarkrav:** Beställarkraven kan, förutom de som även omfattas av lagkrav, vara gestaltningskrav, krav på olika rumsfunktioner eller högre prestandanivå än lagkrav. De kan också hänvisa till krav via fördefinierade system ex. miljöcertifieringar. Byggherren kan förutom krav, även ha ett antal önskemål eller riktlinjer; dessa kan ha olika prioritering och behöver ställas i relation till andra krav och önskemål. Beställarkraven kan vara funktionskrav, men även specifika detaljkrav eller krav på produkter. Brukarkrav inkluderas i beställarkrav. Beställarkraven uttrycks i kontrakt.
- **Interna företagskrav:** Många byggföretag har även egna interna företagskrav. Det kan vara krav på vilka material som får användas i olika tillämpningar, det kan vara standardiserade tekniska lösningar som ska användas i företagets produktion eller föredragna produktionsmetoder. Det kan också handla om mer övergripande krav i form av värderingar. De interna företagskraven kan vara mer eller mindre strikta, från föreslagna lösningar till skallkrav. I denna förstudie har vi avgränsat oss till att endast studera kontraktuella krav.

Ofta kan kraven inte tydligt separeras från varandra. Många krav överlappar varandra, berör samma område men kan vara uttryckta på olika sätt. Det kan skapa otydligheter och extraarbete.



Figur 2: Krav i ett byggprojekt kan ha olika ursprung.

Olika krav kan också påverka olika skeden i processen, se **Figur 3**. Förutom krav som endast berör den färdiga produkten, finns krav som endast gäller under produktionstiden (ex. vissa arbetsmiljökrav). Beroende på i vilket skede i byggprocessen som kontraktet tecknas är kravbilderna mer eller mindre genomarbetade vid kontraktsskrivning. Efter kontraktsskrivning kan krav tillkomma eller ändras genom överenskommelser mellan parterna.



Figur 3: Krav behöver följa ett byggprojekt, krav kan beröra olika delar av processen

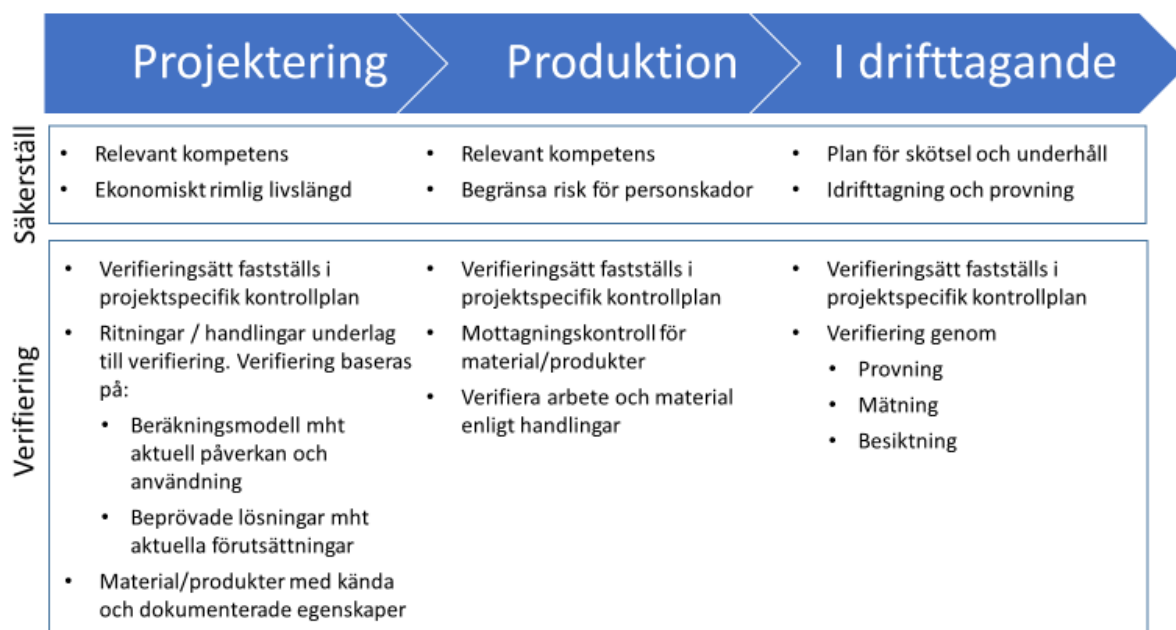
3.2.2 Projektering, utförande och verifiering enligt BBR

Boverkets byggregler, BBR [6], innehåller, förutom de funktions specifika kapitlen (kapitel 3–9), även allmänna regler (kapitel 2). Där finns allmänna råd kring hur det generellt bör säkerställas att byggnader blir projekterade och utförda enligt gällande regler. Där finns också allmänna råd kring hur verifieringen av att byggnaden uppfyller alla krav bör utföras, samt kring idrifttagning och provning samt drift- och skötselinstruktioner, se **Figur 4**. Värt att notera är att större delen av kapitel 2 är utformat som allmänt råd.

För att säkerställa att funktionskraven i BBR uppfylls i projekteringen finns två parallella spår:

1. Beräkningar kan användas vid projekteringen. BBR påpekar i detta fall vikten av att ta hänsyn till att modellen rimligt kan beskriva aktuell situation (påverkan och användning) under brukstiden, att ingångsparametrar för påverkan och materialegenskaper gäller under brukstiden, och att normala utförandetoleranser beaktas. Även hänsyn till tillgängliga mätmetoder bör tas hänsyn till. Material och produkter ska ha kända egenskaper och dessa bör vara dokumenterade.
2. Beprövade lösningar kan användas vid projekteringen. BBR påpekar då att det bör säkerställas att förutsättningarna i det aktuella fallet stämmer överens med förutsättningarna för den beprövade lösningen. Alternativt bör konsekvenserna av avvikelserna vara försumbara. Material och produkter ska ha kända egenskaper och dessa bör vara dokumenterade.

Resultatet av projekteringen redovisas på ritningar och andra handlingar så att det går att verifiera att kraven uppfylls. Det som inte kan verifieras i projekteringen bör enligt BBR verifieras i utförandeskedet, då även eventuella avvikelser från projekteringen bör hanteras, eller vid idrifttagandet.



Figur 4: Sammanställning av hur funktionskrav i BBR bör säkerställas och verifieras enligt BBR, Kapitel 2: Allmänna regler.

I BBR finns alltså ingen text kring hur själva kravhanteringen bör gå till, t.ex. hur kravnedbrytning ska göras eller krav på spårbarhet av krav genom processen.

3.2.3 Entreprenadavtal

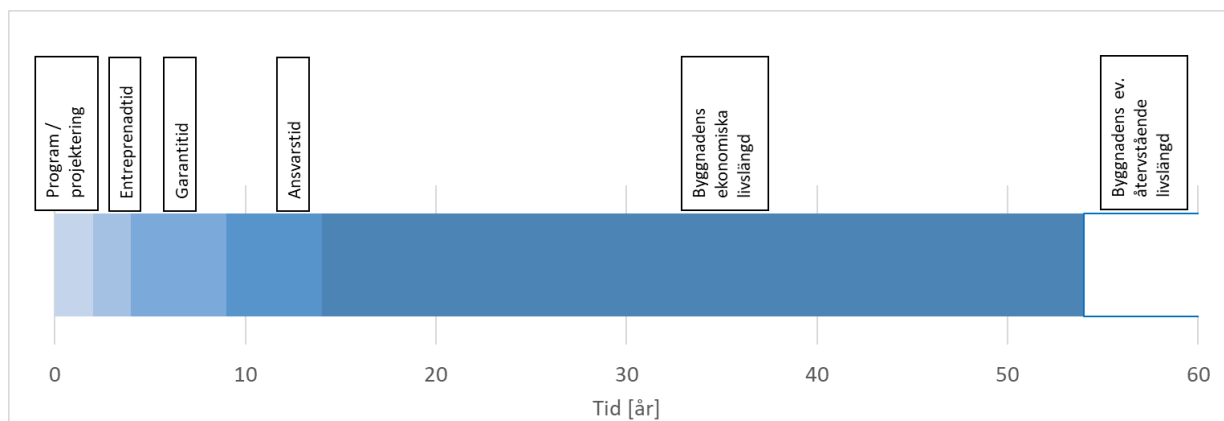
Ur ett entreprenörsperspektiv återfinns kraven i entreprenadavtalet. Beroende på när i processen entreprenören engageras kan kraven vara olika långt processade. Svenska entreprenadavtal bygger normalt på en uppsättning standardavtal i "AB-familjen" [7]:

- AB: Allmänna Bestämmelser
- ABK: Allmänna Bestämmelser Konsult
- ABT: Allmänna Bestämmelser Totalentreprenad
- ABU: Allmänna Bestämmelser UE
- ABT-U: Allmänna Bestämmelser Totalentreprenad UE
- ABM; Allmänna Bestämmelser (bygg-)Material

Dessa standardavtal för olika kontraktsförhållanden inom byggbranschen tillhandahålls av Föreningen Byggandets Kontraktskommitté¹ som är en ideell förening bestående av representanter från byggbranschens olika parter. Standardavtalen har funnits i branschen sedan 1950-talet och successivt uppdaterats. Då det rör sig om entreprenadavtal, upprättas de inför entreprenadtiden och omfattar entreprenadtid, garantitid och ansvarstid.

Byggnaden som produkt har en lång livslängd. Vanligen används 50 år som byggnadens ekonomiska livslängd. Ansvarstiden för byggnaden begränsas vanligen till 10 år efter överlämning. Produkter (komponenter) har i regel kortare garantitid.

¹ www.foreningenbkk.se



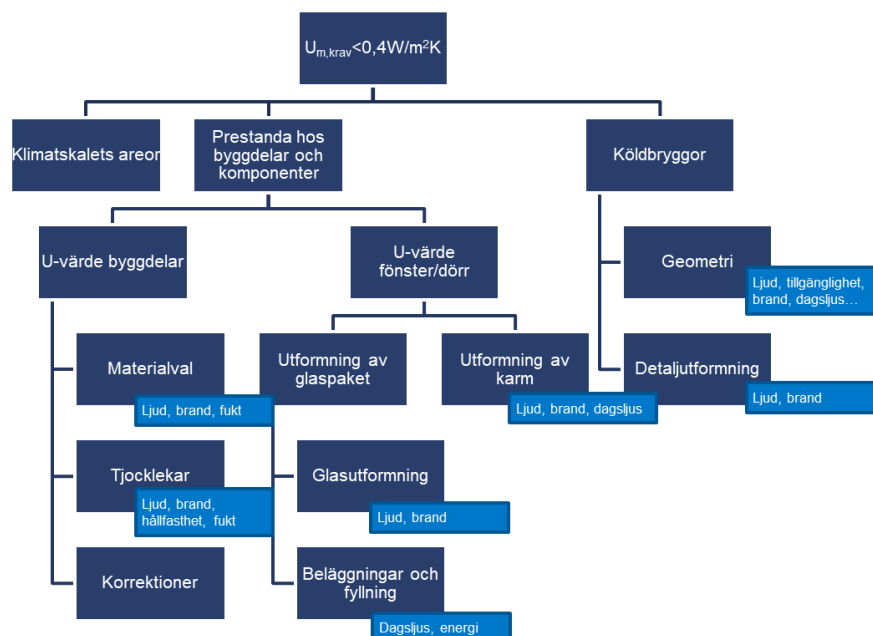
Figur 5: Projektet spänner över lång tid, ovan ett exempel på tider. Programskede/projektering, Entreprenadtid, garantitid, ansvarstid och byggnadens ekonomiska livslängd och därefter eventuell återstående livslängd. Beroende på projektets upplägg, kan entreprenadkontraktet också upprättas någon gång under program/projektering. Detta innebär olika "mognad" för kraven i kontraktet.

3.2.4 Funktionsperspektiv och platsperspektiv

Kraven kan konkretiseras ur funktionsperspektiv, dvs. vad behöver respektive system leverera. Krav kan också konkretiseras utifrån lokalisering, exempel på detta är Rumsfunktionsprogrammen. Dessa två sätt att beskriva krav kompletterar varandra, och behöver kopplas.

3.2.4.1 Funktionsperspektiv

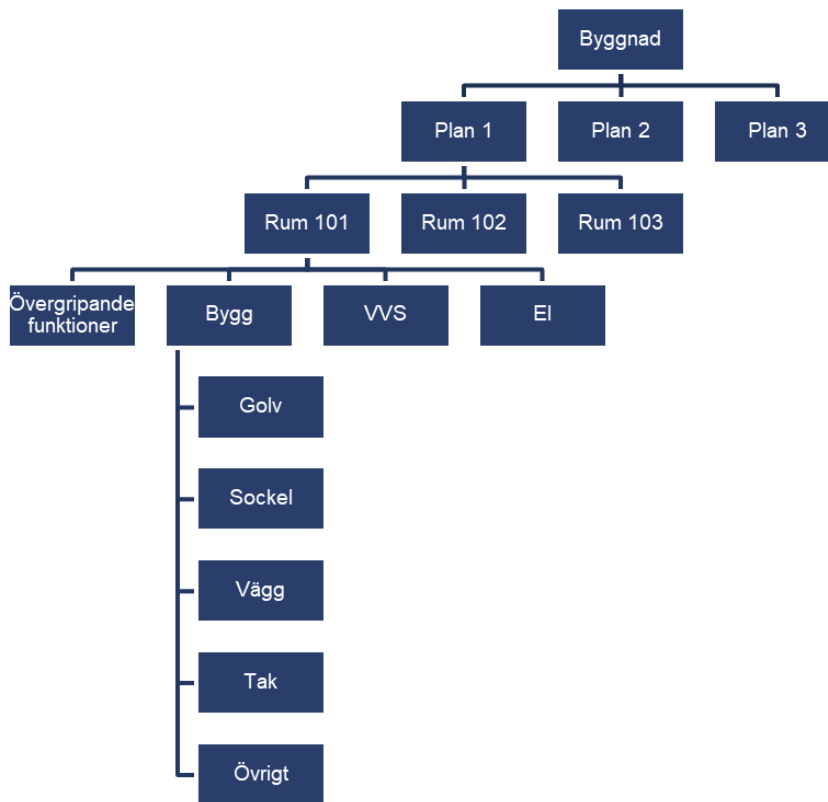
Med utgångspunkt i funktionskraven i BBR kan enskilda krav brytas ner. Många av de parametrar som påverkar funktionskravet, påverkar även andra funktionskrav. I **Figur 6** ges ett exempel på hur ett funktionskrav kan brytas ner i tre nivåer. Notera att i figuren indikeras även olika kopplingar till andra funktionskrav. De flesta parametrar har också en påverkan på kostnadseffektiviteten.



Figur 6: Exempel på nedbrytning i tre nivåer av ett funktionskrav i BBR.

3.2.4.2 Kravuppfyllnad ur platsperspektiv

Förutom att bryta ner kraven med avseende på funktion, kan krav uttryckas i förhållande till ett platsperspektiv. Kravet bryts ner till komponenter i byggnaden, t.ex. rumsfunktioner eller andra delsystem.



Figur 7: Exempel på nedbrytning till rumsfunktioner.

3.2.5 Systematisk kravhantering i byggbranschen

Den svenska sökningen på kravhantering och byggbranschen, gav ganska många träffar (56) men få var relevanta för projektets syfte. De träffar som kan relateras till **systematisk** kravhantering (12) och som har relevans för byggbranschen (3) berör större infraprojekt för Trafikverket. Någon litteratur om fallstudier kring systematisk kravhantering i husbyggnadsbranschen som rörde traditionella projekt (dvs. inte industrialiserat byggande) kunde inte hittas i denna sökning. Detta indikerar att husbyggnadssidan inte har tagit till sig begreppet Systematisk kravhantering och att de försök med systematisk kravhantering som ändå finns i företag inte har dokumenterats publikt. En utblick i en motsvarande engelsk sökning på *Requirement management* och *Construction Industry* ger väsentligen fler träffar (627). Då arbetet avgränsats till den svenska byggbranschen har endast några få stickprov studerats. Flera av dessa beskriver dock nuvarande arbetssätt/case studies för hur krav kan hanteras i byggprojekt. Det finns litteratur som tittar på modeller för kravhantering. I en litteraturstudie fokuserad på tidiga skeden och projektering [8], konstateras att det på senare år utvecklats flera initiativ för IT-baserad kravhantering. Det konstateras också att en IT-baserad kravhantering skulle möjliggöra mer strukturerad kravhantering men att en förutsättning för detta är att terminologin kring området blir mindre spretig. Ett examensarbete som studerade Trafikverkets arbete med systematisk kravhantering [9] konstaterar att hinder kan vara integrering av olika aktörer, komplexiteten i kravnedbrytningen och andra organisationsmässiga hinder.

Det kan också finnas annan relevant litteratur som handlar om BIM, Building Information Modelling (alt. Building Information Management). Jansson med flera [10] utgick från en BIM modell när man systematiskt bröt ned funktionskrav på en byggnads energieffektivitet till tekniska lösningar avseende val av klimatskal och ventilationssystem.

Enligt BIM Alliance² ska fyra kriterier vara uppfyllda för begreppet BIM: Informationshantering sker med en eller flera objektsorienterade modeller, egenskaper är kopplade till objekten i modellerna (och används), objekten i modellerna har relationer till varandra, olika informationsvyer kan skapas ur en och samma modell. Enligt BIM Alliance möjliggör BIM obrutna informationsflöden genom processen, vilket skapar effektivitet. Det obrutna informationsflödet är också en huvudpoäng i systematisk kravhantering. Än så länge ger BIM inget kravhanteringssystem men väl ett stöd för hantering och verifiering av krav.

Sammanfattningsvis finns det en hel del litteratur som tangerar systematisk kravhantering. Det finns underlag för behoven av en fungerande kravhantering, och det finns beskrivningar av modeller men färre relevanta exempel på hur systemstöd har använts inom husbyggnad för att bryta ner krav till delkrav och motsvarande sedan följa upp dessa delkraven genom hela projektet.

3.3 Mjukvaror

Mjukvaror identifierades både genom en marknadsgenomgång och genom intervjuer.

3.3.1 Marknadsundersökning

Det finns ett stort antal mjukvaror för *Requirement management* på marknaden. Sökningar ger ett hundratal olika varianter. Nästan alla riktar sig direkt till applikationsutvecklare. Exempel på stora produkter i mjukvarubranschen är [11]:

- **ALM Enterprise / Quality Center Enterprise**, Micro Focus (RM, Testing, Project Management, Issue Management)
- **CA Agile Central**, CA Technologies (RM, Agile)
- **codeBeamer Requirements Management**, Intland Software GmbH (RM)
- **Dimensions RM**, Micro Focus (RM)
- **HelixRM**, Perforce (RM)
- **IBM Rational DOORS Next Generation**, IBM (RM)
- **Integrity Lifecycle Manager**, PTC Integrity (RM, Testing)
- **Jama Connect**, Jama Software (RM, Testing)
- **JIRA Software**, Atlassian, (Issue Management, Agile, Project Management, RM)
- **Kovair ALM Studio**, Kovair Software, Inc. (RM, Testing)
- **objectiF RPM**, microTool GmbH (Visual Modeling, RM, Project Management, Agile)
- **Polarion Requirements**, Siemens (RM)
- **VersionOne**, CollabNet VersionOne (RM, Agile, Product Management)

Det finns andra typer av program som används i byggsektorn för att hantera information som kan vara intressanta i sammanhanget. Exempel på hjälpmedel för rumsfunktionsprogram eller liknande:

- RUDA – en webbaserad rumsfunktionsdatabas med möjlighet till kopplingar till Revit (www.rudawebb.se),
- dROfus – ett IT-verktyg för informationshantering med en rumsfunktionsmodul och med möjlighet till kopplingar till ex. ArchiCAD och Revit (www.drofus.no)

² www.bimalliance.se En sektordriven ideell förening som skapades 2014 och som arbetar för bättre samhällsbyggande med hjälp av BIM.

- Program för teknisk standard (PTS) – ett IT-baserat verksamhetssystem för vårdbyggnader, med bl.a. en rumsfunktionsmodul (www.ptsforum.se).
- SHS-plan – en rumsfunktionsdatabas med möjlighet till koppling till CAD-program. Utvecklat för sjukhusprojekt (www.shsab.com)
- BIMeye – en webbaserad databas för att beskriva objekt (ex. dörrsystem) i BIM-modellen (www.symetri.com)
- Solibri (www.solibri.com)

Vidare finns ett stort utbud av dokumenthanteringssystem för byggbranschen. I dessa finns moduler som används som stödfunktion i kravhantering t.ex. ärendehantering (fråga-svar och avvikelshantering). BIM programvaror, t.ex. Revit, används också i stor utsträckning för att hantera information kopplad till ställda krav.

3.3.2 Sammanställning av intervjuer

Intervjupersonerna från byggbranschen har generellt liten erfarenhet av mer kvalificerade kravhanteringssystem. Excel verkar vara den absolut mest använda mjukvaran för kravhantering än så länge. De kravhanteringssystem som omnämndes av intervjupersoner i byggbranschen fanns endast Doors och Jira. Dock nämndes rumsdatabaser som dRofus, BIMEye och SHS-plan, samt BIM 360 för avvikelshantering och eventuellt uppföljning av krav i produktionen.

Marknadsgenomgången indikerar att det finns mjukvara att tillgå men många av de intervjuade påpekar att mjukvarorna inte är hela lösningen på systematisk kravhantering. Det är arbetssätten. Med hänsyn till komplexiteten i byggprojekt är dock ett stödande systemstöd en förutsättning.

Det finns några få mjukvaror som i diskussioner har kommit fram som intressanta för byggbranschen, framförallt IBM:s Rational DOORS/ Rational DOORS Next Generation som används av bl.a. Trafikverket. Huvudkunder för programvaran finns annars i tillverkande branscher, ex. flyg, medicinteknik, fordon, telekom. Byggbranschen är mer utforskad för dem.

Olika anpassningar av BIM, Building Information Management, används i byggbranschen. Arbetssätten är ofta projektanpassade, där det enskilda projektet gör sin anpassning av de arbetssätt och verktyg som företaget tillhandahåller. Anpassningen kan utgå från att projektet gör ett val av i vilken utsträckning olika applikationer som stöds företaget ska användas. Jämfört med den fasta industrins användning av PLM, är användningen av BIM inte bara företagsberoende utan också väsentligen projektberoende.

3.4 Kravhantering i byggbranschen

Detta avsnitt beskriver intervjupersonernas uppfattning av hur byggbranschen jobbar med kravhantering idag. Svaren avser, där inget annat anges, traditionellt byggande, dvs. inte industrialiserat byggande.

3.4.1 Ansvar för krav genom byggprocessen

Enligt intervjupersonerna har beställaren/byggherren ansvar för att definiera och formulera sina krav inklusive krav från brukare/hyresgäster. Byggherren är också ansvarig för att huset byggs enligt gällande lagstiftning.

Kravformuleringen kan ofta ses som en iterativ process där kraven från byggherren arbetas in i entreprenörens anbud och till slut sammanfattas i kontraktet. När kontraktet är undertecknat är det entreprenörens ansvar att inarbeta kraven i projektet och byggherrens ansvar övergår till att följa upp att kraven som finns formulerade i kontraktet efterlevs. Beroende på entreprenadform och kontraktspunkt kan detta se lite olika ut. Ändringshantering är en viktig del i kravhanteringen under projektets genomförande.

Hur organisation/ansvar för kravhantering ser ut varierar beroende på projektets storlek och komplexitet. Vanligtvis är projektchefen i entreprenörens organisation ansvarig för att kraven som finns formulerade i kontraktet uppfylls. Projekteringsledaren och installationsledaren är projektchefens förlängda arm och ansvarar för att kraven uppfylls i projekteringsskedet och formuleras på ett tydligt sätt till produktionen. Under produktionsskedet är platschefen/produktionschefen ansvarig för verifiering och uppföljning av de formulerade kraven.

Ett påpekande är att varje person som har en roll i projektet är ansvarig för att följa de anvisningar som finns på t.ex. ritningar samt genomförande av egenkontroller etc.

3.4.2 Befintliga arbetssätt för kravhantering genom byggprocessen

Resultatet från intervjuerna visar att hanteringen av krav genom byggprocessen varierar mycket beroende på projektets storlek och komplexitet. För mer omfattande och komplexa projekt är behovet av en systematisk process för kravhantering större och det är också i dessa projekt som en mer systematisk arbetsmetodik återfunnits.

3.4.2.1 Kravhantering under projektering

För de mindre komplexa byggprojekten (stora massan) har resultatet av intervjuerna visat att det generellt inte finns en implementerad systematisk arbetsprocess för kravhantering. Utgångspunkten för kravhantering är kontraktet och ett generellt arbetssätt är att deltagarna i projektet förväntas läsa in sig på innehållet i kontraktshandlingarna och själva ansvara för att de aktuella kraven per disciplin/delområde inarbetas i projekteringen. Det finns framtagna hjälpmedel i form av t.ex. checklistor där kraven kan formuleras och vald metod och ansvar för verifiering av kraven dokumenteras. Det verkar dock vara högst varierande hur frekvent dessa listor används.

Generellt kan sägas att kravhanteringen under projekteringsfasen utgår från kontraktshandlingarna och hanteras och följs upp på projekteringsmöten. Beslut dokumenteras i projektens beslutslogg och mötesprotokoll och i en del fall så används mer sofistikerade ”fråga-svar applikationer” som hjälp till att hantera olösta och öppna frågor under projekteringen.

För komplexa projekt visar resultatet från intervjuerna att projektet har ett större behov av en systematisk kravhantering och tydligare ser vinsterna med ett mer systematiskt arbetssätt, inklusive systemstöd, för kravhantering. Valet av metodik för kravhanteringen skiljer sig åt och det verkar inte finnas en metodik som är implementerad i branschen utan lokala arbetsprocesser utvecklas i det specifika projektet. Det som skiljer mellan projekten kan t.ex. vara metodiken för hur kraven formuleras och bryts ned samt vilket eventuellt systemstöd för kravhantering som används. Även organisationen för kravhanteringen skiljer sig åt. Ett tydligt resultat från intervjuerna är att god resurstillgång i byggherrens och brukarnas organisation samt en iterativ process mellan byggherren och entreprenören är av yttersta vikt för att kraven ska tydliggöras i de tidiga faserna i byggprocessen.

En tredje kategori av projekt är de som bygger på en mer industrialiserad produktionsprocess. Här finns goda exempel på systematiserade arbetsmetoder som stöds av digitala hjälpmedel.

3.4.2.2 Hur formuleras krav

Den stora utmaningen vid mer systematiska arbetssätt förefaller vara att hitta rätt nivå på vilka krav som kräver extra uppmärksamhet och ska hanteras i någon form av systemstöd samt på vilken nivå som de i så fall ska brytas ner. Resultatet visar att det generellt är enklare att formulera kraven i samband med t.ex. Miljöcertifiering av byggnader. Då tillsätts en person med specialistkompetens som formulerar kraven. Det är svårare med krav som avviker från ordinarie arbetssätt som t.ex. specifika krav från byggherren.

En kompetent byggherre som har formulerat krav i egna tekniska dokument underlättar arbetsgången för formuleringen av krav. Enklast att formulera är kraven med ett entydigt måttal att följa upp. Svårare är de som har ett större tolkningsutrymme och där uppfyllanden av kraven bygger på bedömningar. Svårigheter uppkommer med att formulera kraven när många lösningar svarar mot ett krav.

Finns det mätbarhet kan simuleringar användas och nedbrytningen göras iterativt.

3.4.2.3 Prioritering av krav

Resultatet från intervjuerna visar att lagkraven har högst prioritering. Då särskilt de krav som tydligt följs upp av besiktningsman, kontrollansvarig etc. Krav för att kunna miljöcertifiera en byggnad ligger också högt upp på agendan. Prioriteringen blir inte lika tydlig när uppföljning av kravuppfyllnad saknas.

Andra synpunkter gällande prioritering av krav är att prioriteringen ibland är personberoende beroende av kunskap och tidig erfarenhet. Många lyfter också energikrav som extra viktiga. Avvikelse (särskilt som påverkar termisk komfort) har stor påverkan på kundnöjdhet och kan även bli kostsamma.

En annan synpunkt är att samtliga krav i kontraktshandlingen är likvärdiga, men att de som är kostnadsdrivande eller är viktigt för byggherren får extra fokus.

En positiv synpunkt är att branschen generellt har blivit bättre och bättre på att följa upp lagkraven och tar med sig fler experter tidigt i processen för att se till att vi uppfyller lagkraven.

3.4.2.4 Hur verifieras att kraven är uppfyllda?

Under projekteringskedet inarbetas kraven i handlingar och beskrivningar och kravuppfyllnad säkerställs under granskningsprocessen. Den baseras till stor del på egenkontroll. Projektörerna ansvarar för att utföra och dokumentera egenkontroll inom respektive disciplin. Granskningen av bygghandlingar är en viktig milstolpe i projektet och några av intervjupersonerna lyfter vikten av att besiktningsmän ska granska handlingarna. Det är också viktigt att få med sig experter som granskar sina egna intressen, t.ex. miljösamordnare, akustik, produktion. Byggherrens granskning är också mycket viktig.

Synpunkter som har kommit fram är att det är fördelaktigt om granskningen kommer mer löpande i stället för att bara granska i slutet av varje skede. Kravavstämning med byggherren ska också göras regelbundet. Eventuell bristfällig granskning kan bli kostsamt för projekten eftersom felen ofta inte upptäcks förrän i ett sent skede i projektprocessen. När alla granskningssynpunkter hanterats godkänns granskningen och handlingar fastställs genom att de märks med t.ex. "Bygghandling".

Under produktionsfasen dokumenteras verifiering av krav i kontrollplanen. I en del projekt skrivs mer detaljerade beskrivningar för hur respektive krav som ställs i bygghandlingar ska följas upp under produktionsskedet. T.ex. anges metoder som samordnad provning, besiktning eller mätningar. En del företag har också en kvalitetsfunktion där man får rapportera av och visa att man har byggt enligt bygghandling och arbetsbeskrivning. Generellt verkar det som att branschen är bra på att göra arbetsbeskrivningar men att uppföljningen kan bli bättre. Basen för uppföljning av krav under produktionsskedet är entreprenörernas egenkontroller.

Uppföljning av energikrav belyses som viktigt. Där är installationen av mätutrustning en viktig faktor för att kunna följa upp ställda energikrav på ett korrekt sätt.

3.4.3 Vad fel (ej uppfyllda krav) kostar

Detta projekt har initierats mycket på grund av att det har identifierats stor potential att minska kostnaderna i projekt varav en mer systematisk kravhantering är en del. Framförallt lyfts energi och inomhusklimatkrav som kostnadsdrivande. Avvikelser kan leda till omfattande utredningar och ombyggnationer.

Krav som inte uppfylls kostar både i tid och pengar och även negativ påverkan på varumärket, en stor affärsrisk med andra ord. De intervjuade hade dock svårt att generellt kvantifiera konsekvenserna av bristande kravuppfyllnad utöver exempel på enskilda projekt där ej uppfyllda krav har lett till stora kostnader för åtgärder.

3.5 Möjligheter för byggbranschen (hus) avseende systematisk kravhantering

Det finns enligt intervjupersonerna stora möjligheter med en mer systematisk kravhantering. Med god kontroll på kraven och systematiska arbetssätt så tror många att projekten kommer att genomföras med ökad kvalitetssäkring och bättre NKI³. Förändringsledning underlättas avsevärt och risken för fel minimeras.

Många av intervjupersonerna tryckte särskilt på vikten av att byggherren har god kompetens för att vara just byggherre och att det är av stor betydelse för hur kravhanteringen fungerar genom hela projektet. En mer aktiv/iterativ hantering av krav mellan byggherre och entreprenör förväntas ge ökat byggherreengagemang och därmed ökad kvalitet.

Viktiga framgångsfaktorer för systematisk kravhantering är också att arbeta med programvara avsedd för kravhantering. Framförallt i komplexa projekt (funktion/storlek/organisation) är ett ökat systemstöd önskat, då kravmassan är för komplex att hantera manuellt. Kravmassan känns överblickbar för individen och det är många personer inblandade. Genom en systemstött kravhantering kan också bättre sökbarhet genom processen uppnås. Genom den pågående digitaliseringen av branschen förväntas det finnas stor potential till nya lösningar för en förbättrad systemstött kravhantering. Valet av programvara anses viktigt för att undvika en alltför administrativ tung process. En systemstött systematisk hantering tros medge en bättre erfarenhetsåterföring, vilket upplevs behövas i byggbranschen. Uppfyllelse av krav och använda lösningar skulle kunna gå att följa.

En annan viktig framgångsfaktor som lyfts vid intervjuerna är att arbeta efter en fastställd metodik för definition av krav samt nedbrytning av krav. Det anses viktigt att hålla kraven på en högre nivå och inte vara för ambitiös i sin kravnedbrytning. Kopplingar mellan krav ger bättre möjligheter att hantera konsekvenser av ändringar genom processen.

Det finns också idéer om att skapa ”standardkravpaket”, dvs. att ha färdiga lösningar för uppfyllnad och verifiering av vanliga kravbilder. Det finns potential för en ökad spårbarhet av använda material, produkter, lösningar som skulle ge nya möjligheter i eftermarknad och erfarenhetsåterföring. Genom att se det som är lika i alla projekt finns både pengar och tid att tjäna. Kravhanteringen blir då att göra samma hela tiden. Se kravet, hitta lösning, repetera.

En fördel för byggbranschen är att den inte har byggt upp ett stort produktionskapital med mycket fasta investeringar jämfört med t.ex. mer industrialiserade processer som bilbranschen.

³ Nöjd-kund-index

3.6 Hinder för byggbranschen avseende systematisk kravhantering

Intervjupersonerna ser också ett antal hinder för införande av mer systematiska arbetsätt för kravhantering. Ett hinder är att systematisk kravhantering betyder olika saker för olika personer. Skillnader gäller både arbetsätt/nivå och vilken del av byggprocessen som avses/anses viktigast. Vissa känner inte till begreppet alls.

Många tycker också att det är en utmaning att införa ny programprogramvara i projekten. Det blir ytterligare ett system att lära och det är väldigt viktigt att få personal att förstå vinsten med ett nytt arbetsätt. Vinsterna måste övervinna kostnaderna.

Komplex kravbild och organisation innebär att arbetet med systematisk kravhantering skulle bli omfattande i byggbranschen. Avgränsningar behövs avseende vilka krav som ska hanteras, och till vilken nivå de ska brytas ner. Det finns en rädsla för att en systematisk kravhantering blir ”för tung”.

Branschen är inte så förändringsbenägen. Alla vill göra som man alltid har gjort. Många hävdar att alla projekt är unika och att det inte går att få till en systematik. Utmaningen blir att hitta ett sätt som är så pass enkelt att alla vill använda det.

Kunskapsnivån, ambitionsnivån och arbetssätten skiljer sig åt mellan olika byggherrar. Öppenhet för att anamma nya arbetsätt kan också skilja sig åt. Införsäljning och omställning till ett nytt arbetsätt kommer att kräva resurser. Det måste vara tydligt när kraven ska formuleras och formaliseras t.ex. mellan system och bygghandling. Det är särskilt en stor utmaning i partneringsprojekt.

Det finns en ovilja att röra kravmassan, bättre att bara passa vidare kontraktshandlingar med hänsyn till ansvar. När krav bryts ut från ett kontrakt och hanteras separat övertar personen som formulerar kraven ett ansvar att alla krav är hanterade.

3.7 Kravhantering i andra branscher

3.7.1 Läkemedelsindustri och medicinteknisk industri

Läkemedelsindustrin och medicintekniskindustri kontrolleras i USA av FDA, Food and Drug Administration⁴. Eftersom den amerikanska marknaden är avgörande för företagen innebär detta i praktiken att verksamheterna globalt följer FDA:s regelverk.

Läkemedelsindustrin måste uppfylla Current Good Manufacturing Practice (CGMP)⁵. Dessa ger ett system som ska säkerställa projektering, övervakning och kontroll av processer och anläggningar för att tillverka läkemedel. Systemen ska säkerställa spårbarhet, styrka, kvalitet och renhet för läkemedelsprodukter genom att ställa krav på tillverkare. Arbetsättet innebär att man mäter sig mot andra och skapar på så sätt en ständig förbättring (därför ”Current”).

Medicintekniska industrin måste uppfylla Medical Device Directive (MDD), men en övergång till Medical Device Regulations⁶ (MDR) är på gång.

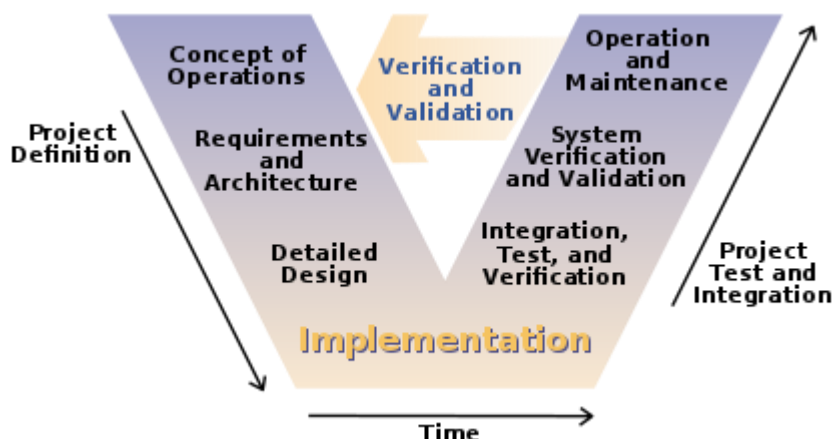
Det finns olika nivåer för kvalitetssäkring beroende på hur kritisk respektive punkt är.

⁴ www.fda.gov

⁵ <https://www.fda.gov/Drugs/DevelopmentApprovalProcess/Manufacturing/default.htm> (2018-11-08)

⁶ <https://www.fda.gov/medicaldevices/deviceregulationandguidance/overview/default.htm> (2018-11-08)

Arbetsätten bygger på en v-modell där vänstra benet är kravställan (specifikation) och högra benet är uppföljning (verifikation), se *Figur 8*.



Figur 8: v-modellen kommer från mjukvarubranschen (bild från wikipedia)

Överst på vänstra sidan finns kraven från myndigheter och kund (motsvarande i byggbranschen). Dessa bryts ner i två steg till krav först på systemnivå (jämför med Systemhandling) och sedan av respektive delfunktion till specifika krav på just den funktionen eller komponenten.

För alla de tre nivåerna på krav finns korresponderande verifieringsspecifikation. Denna upprättas när kraven upprättas och varje krav på alla tre nivåerna har en verifieringsspecifikation. Det ska inte finnas några krav som inte är mätbara.

Upphandlingen av underfunktioner kan göras som en blackbox, där kraven och motsvarande verifieringsspecifikation motsvarar förfrågningsunderlaget.

Kraven är också spårbara uppåt och nedåt. Varje underkrav har angivit vilket överliggande krav som det svarar mot.

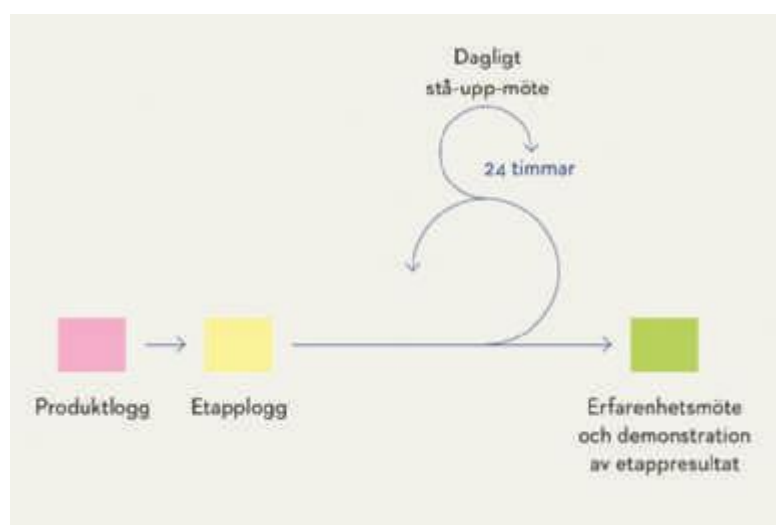
3.7.2 IT- branschen

Beroende på vilken typ av produkt IT-branschen arbetar med, används olika kravhanteringsmodeller. Utveckling av mjukvara för stora serier använder ofta en typ av v-modell, medan utveckling av applikationer för en enskild kund och som sedan överlämnas till kund, ofta använder agila metoder, Scrum.

Scrum är ett empiriskt framtaget processramverk som har använts sedan 1990-talet i mjukvarubranschen. Ramverket består av ett scrumteam, roller, aktiviteter, artefakter och regler. Ett scrumteam består av produktägare, ett utvecklingsteam och en Scrummaster. Produktägaren ansvarar för produkten och utvecklingsteamets arbete och styr detta genom en produktbacklogg. Utvecklingsteamet tar fram lösningar som svarar mot denna och bör bestå av tre till nio personer. Scrummastern säkerställer och stöttar inom Scrum. Arbetet delas in i "sprintar" om max en månad. Sprintlängden ändras inte under arbetets gång och arbetet inom en sprint följer en tydlig struktur. Inför en sprint definieras ett sprintmål. I slutet av sprinten genomförs en granskning, efter sprinten görs en uppföljning. Det ska alltid finnas en definition av vad som är "klart" för respektive del. Centralt i arbetet är produktbackloggen, som är dynamisk och växer fram allt eftersom. Produktbackloggen utgör också dokumentation av arbetet. Positiva sidor med metoden är att den är flexibel, vilket gör att man kan hantera en från början osäker målbild. Metoden bygger på förtroende, kunden måste känna förtroende för att våga. [12] [13]

Det agila manifestet syftar till att ”Vi finner bättre sätt att utveckla programvara genom att utveckla själva och hjälpa andra utveckla.”⁷ Fokus ligger på individer och interaktioner, fungerande programvara, kundsamarbete och anpassning till förändring.

Under senare år har intresset för agila metoder ökat även utanför mjukvaruindustrin. CMB Chalmers⁸ har med anledning av detta initierat en grupp kring agila projektledningsmetoder (2019). Gruppen ska undersöka förutsättningar att utveckla ett agilt manifest för samhällsbyggnadsbranschen, med fokus på just projekteringsprocessen. Det finns också ett antal examensarbeten som utforskar möjligheterna till att använda agila metoder i byggbranschen [14] [15] och [16], varav de två första framförallt tittar på projekteringen ställer sig alla tre positiva till möjligheterna med en agil approach till projektledning. I [14] poängteras framförallt fördelar med kundens/byggherrens ökade engagemang och involvering, men också fördelar med minskad osäkerhet och förbättrad riskhantering. Vidare förväntas besluten i mindre utsträckning än i traditionell projektledning i byggindustrin, tas av projektchef/projekteringsledare utan istället tas av kunden/byggherren eller gemensamt av projektgruppen.



Figur 9: Agil projektledning, princip [17]

3.7.3 Kravhantering Trafikverket

Inom byggbranschen är Trafikverket den aktör som under en tid har arbetat med systematisk kravhantering i projekt. Även Trafikverket hänvisar till v-modellen för sitt arbete och definierade sju grundelement i systematisk kravhantering:

1. Identifiera krav – identifiera intressenter och deras krav
2. Formulera krav – kraven ska vara tydliga och ha en kravägare
3. Acceptera krav – kraven ska accepteras
4. Systematisera krav – beroenden mellan krav ska identifieras, och attribut ska ges.
5. Verifiera krav – kraven ska verifieras, ex. med referensbevis från leverantör.
6. Validera krav – kravuppfyllelse utvärderas
7. Håll spårbarhet

Processen är iterativ och punkt 2 till 5 repeteras med ökande detaljeringsnivå. Ändringar i kraven hanteras i ändringsbegäran, som godkännes och registreras.

⁷ <https://agilemanifesto.org/iso/sv/manifesto.html>

⁸ <https://www.cmb-chalmers.se/>

Trafikverket arbetar själva i kravhanteringssystemet Rational Doors som en databas för kraven. Övriga aktörer arbetar utanför, dvs. med exporterade listor från kravhanteringssystemet.

De största fördelarna upplevs som spårbarheten. Det ger också en minskad risk för att krav tappas bort, och en ökad effektivitet (jämfört med Excel). Det är viktigt att länka krav till varandra. Hinder på vägen är att få med alla i processen och det nya arbetssättet. En erfarenhet är att de enskilda projektledarna inte kan ansvara för arbetssätt och själva systemet. Det måste finnas en central funktion som har ansvar för att strukturen fungerar.

3.7.4 Jämförelse mellan olika branscher

De olika branscherna har jämförts ur några aspekter i en tabell, se *Tabell 2*.

Tabell 2: Jämförelse mellan olika branscher

Aspekt	Bygg (hus)	Bygg (anläggning/ Trafikverket)	IT - apputveckling	Medicinteknik – produkt-utveckling
Krav-ställare	Varierande kompetens hos byggherre. Många mindre aktörer.	Relativt hög kompetens hos byggherre. En stor aktör.	Varierande kompetens hos beställare	Relativt hög kompetens hos beställare
Krav	Fragmenterad kravbild med krav både i skrift och i ritning	Fragmenterad kravbild med krav både i skrift och i ritning	Ofta otydlig kravbild i början av projektet	Lagkrav tydligt definierade.
Upp-följning	Alla krav följs inte upp. Viss uppföljning definieras när kraven sätts.	Uppföljning ska definieras när kraven sätts.	Successiv uppföljning vid varje sprint.	Alla krav följs upp. Uppföljning tydligt definierad när respektive krav sätts.
Ansvarig för krav	Byggherre.	Byggherre.	Tillverkande företag/ Produktägare	Tillverkande företag/ Produktägare
Aktörer	Fragmenterad projekt-organisation med aktörer från olika organisationer.	Fragmenterad projekt-organisation med aktörer från olika organisationer.	Produktägare, scrummaster och utvecklings-team.	Tillverkare och dellerantörer
Krav-organ	Ingen uttalad kravorganisation utan hanteras av respektive byggprojekt-organisation	Byggprojekt-organisation med stöd från krav-ingenjörer	Produktägare och scrummaster	Stor och väletablerad kravorganisation med specifik kompetens inom kravhantering.
Livslängd produkt	>50 år	>50 år	1–5 år	1–10 år

4 SLUTSATSER OCH FÖRSLAG TILL FORTSATT STUDIE

Slutsatser har dragits utifrån genomfört arbete och dessutom har behov identifierats som förslag till fortsatt studie.

Övergripande slutsatser från arbetet är:

- En ökad systematisk kravhantering i byggbranschen är nödvändigt då kravbilderna och projekten blir alltmer komplexa.
- En enskild aktör i branschen har svårt att införa systematisk kravhantering.
- Det går troligen inte att kopiera andra branscher, dock finns gott om inspiration att hämta.

- I en systematisk kravhantering anpassad till byggbranschen bedöms BIM-modellen ha en central plats.

4.1 Hur arbetar andra branscher med systematisk kravhantering?

Den första frågan handlade om hur andra branscher arbetar med systematisk kravhantering.

- I många andra branscher är kravhantering, RM, väsentligen mer utvecklat. Kvalitetsorganisationerna är här väsentligen mer utvecklade, med mer uttalade resurser inom företagen och mer systemstöd. Även uppföljning av krav är mer utvecklat. Tydliga arbetssätt finns för kravnedbrytning och kravuppföljning och innebär spårbarhet och kopplingar mellan krav.
- V-modell eller agila modeller anges vanligt i mjukvarubranschen, V-modell eller vattenfallsmodell i intervjuade tillverkande branscher.
- Till skillnad från byggbranschen finns det gott om olika varianter av systemstöd/mjukvara för kravhantering inom mjukvaruutveckling.

4.2 Hur arbetar byggbranschen (hus) med systematisk kravhantering?

Viktiga aspekter för hur husbyggnadsbranschen idag arbetar med kravhantering är:

- Det finns ingen branschgemensam implementerad systematisk arbetsprocess för kravhantering genom hela byggprocessen.
- Byggherrens kompetens/engagemang anses vara viktigt för en lyckad kravhantering.
- Krav finns i kontraktshandlingar. Kontraktshandlingarna används genom processen för att kommunicera krav till olika aktörer. Kopplingar mellan krav, olika krav och krav på olika nivåer, saknas ofta. Ofta finns företagsinternt stöd för kravhantering, ex. checklistor i Excel. Tillämpning av arbetssätt och omfattning av kravhantering beror på projektledning.
- Projekteringsmöten/Byggmöten och Fråga-svar är centrala delar i kravhantering. Dokumentation ofta i olika Word/Excel dokument. Sök/spårbarheten är låg.
- Endast i enstaka, komplexa, projekt (och i industrialiserade koncept) förekommer systemstöd/ databasapplikationer för kravhantering. Arbetssätt är projektspecifika för dessa projekt (företagsspecifikt för koncept). Dock finns exempel på applikationer för delar av processen, ex.: Rumsfunktionsapplikationer, Fråga-svar applikationer, Besiktningsapplikationer.
- Mätbara krav, tydligt definierade krav, krav som följs upp och gamla kända krav får ofta mer fokus. Egenkontroller och besiktning utgör oftast uppföljningen. Enstaka mätningar görs för verifiering (betongtorkning, energianvändning mm.). Även krav relaterade till personsäkerhet prioriteras.
- Värt att notera är också att det just nu finns ett intresse i byggbranschen för hur man gör i andra branscher, ex. kring CMB:s grupp kring Agila tekniker.

4.3 Vilka möjligheter finns för byggbranschen (hus) avseende systematisk kravhantering?

Den tredje frågan var tudelad, och handlar om både möjligheter och hinder för byggbranschen med systematisk kravhantering. Vad gäller möjligheterna anses systematisk kravhantering kunna bidra

till bättre kvalitet, högre effektivitet och större kundnöjdhet. Behoven ses som störst i komplexa projekt (avseende funktion/storlek/organisation). Där är ett ökat systemstöd önskat, då kravmassan är för komplex att hantera i checklistor eller ex. Excel, kravmassan blir överblickbar för individen och det är många aktörer inblandade i arbetet.

- En systematisk hantering och databas skulle medge bättre erfarenhetsåterföring och i förlängningen bättre kvalitet i produkten. Uppfyllelse av krav och använda lösningar skulle gå att utvärdera. Det finns potential för en ökad spårbarhet av använda material, produkter, lösningar skulle även ge nya möjligheter i eftermarknad. Det skulle skapa bättre stöd för underlag till kontrollplanen.
- Tydligare uppföljning av alla krav skulle innebära en tydligare prioritering av det som är viktigast, inte det som ex. är lättast att mäta och ge en minskad risk att ”tappa” krav. Kopplingar mellan krav ger bättre möjligheter att hantera konsekvenser av ändringar genom processen och en bättre sökbarhet genom processen. En mer aktiv och iterativ hantering av krav förväntas ge ökat byggherreengagemang i kravhanteringen och därmed nöjdare kunder/ökad kvalitet.
- Både möjligheterna att skapa metodik för att definiera krav och bryta ner dem, samt möjlighet att skapa ”standardkravpaket”, dvs. färdiga lösningar för uppfyllnad och verifiering av vanliga kravbilder skulle innebära effektivisering i kravhanteringen. Potentiellt skulle också kvaliteten kunna öka, genom att ha fördefinierad metodik och krav.

Pågående digitalisering av branschen och BIM förväntas också vara en stor möjlighet för möjligheterna till förbättrad systemstödd kravhantering.

4.4 Vilka hinder finns för byggbranschen (hus) avseende systematisk kravhantering?

Den tredje frågan var tudelad, och handlar om både möjligheter och hinder för byggbranschen att ta till sig en systematisk kravhantering. Vad gäller hinder noteras:

- Splittrad bild vad som avses med systematisk kravhantering, vad är det och vilka skeden påverkar det? Utan en entydigare bild av vad systematisk kravhantering är, är det svårt att få acceptans för arbetssättet.
- Komplex kravbild och organisation innebär att arbetet med systematisk kravhantering skulle bli omfattande i byggbranschen. Avgränsningar behövs avseende vilka krav som ska hanteras, och till vilken nivå de ska brytas ner. Det finns en rädsla för att en systematisk kravhantering blir ”för tung” och därmed både för kostsam och bidra till ökade byggtider. Det finns nya kostnader i form av ex. nya funktioner som behövs, ex. kravingenjörer i respektive projekt samt ansvarig för systemstödet drift och förvaltning. Initialt också finns kostnader för utarbetande och implementering av nya arbetssätt.
- Kvaliteten på kraven måste generellt öka. Byggherren måste ge tydligare formulerade krav och skilja på krav och önskemål. Om alla krav börjar följas upp, måste kravhanteringen förbättras genom hela kedjan.
- Kravhantering genom hela processen kräver ett samarbete mellan aktörerna, och t.ex. byggherren måste leda införandet av systematisk kravhantering. Idag kan också finnas en ovilja från enskilda aktörer att röra kravmassan, och ofta passas kraven vidare utan att brytas ner. Att krav formuleras både som skrivna krav och som krav på ritning kan vara en utmaning.

4.5 Förslag till fortsatt arbete

En framtida vision för systematisk kravhantering i byggbranschen är ett systemstöd som följer genom hela processen och hanterar krav från kravidentifiering till validering. Genom hela processen är krav är kopplade och spårbara. Referensgruppen diskuterade huruvida branschen tar ett stort kliv och går all-in eller om det är effektivare att utforska området i mindre etapper, och ta små steg mot en mer systematisk kravhantering. Kopplingen till BIM anses som nödvändig med hänsyn till den digitala utvecklingen och möjligheten till systematisk kravhantering från kravställning genom hela byggprocessen.

Två projektförslag utkristalliserades som viktiga för branschen:

- Projektförslag 1: Metod för att hantera kravnedbrytning inom byggbranschen. Hur ska branschen jobba med kravnedbrytning? Vad är rimlig och funktionell nivå? Finns möjlighet att skapa "standardkravpaket", dvs. färdiga lösningar för uppfyllnad och verifiering av vanliga kravbilder bör ses över. Förslagsvis utforskas möjligheten till att generellt bryta ner krav i BBR till uppföljningsbara mål.
- Projektförslag 2: Implementera systemstöd i form av kommersiellt tillgänglig programvara avsedd för kravhantering. Förslagsvis väljs ett mindre komplext byggprojekt för att utforska:
 - o Funktionalitet hos verktyget med hänsyn till byggbranschens vanliga arbetssätt.
 - o Effekt av verktyget på kravhantering och kvalitet, ex. kostnader, avvikelser, kundnöjdhet etc.
 - o Inblandade aktörers upplevelse av verktyget.

"Most people wouldn't ask a construction contractor to build a custom \$300,000 house without extensively discussing their needs and desires and refining the details progressively. Homebuyers also understand that making changes carries a price tag. However, people blithely gloss over the corresponding issues when it comes to software development."

Reklamblad från Dimensions RM från Micro Focus



Figur 10: Grönare gräs? Samtidigt som byggbranschen sneglar på andra branscher och tycker gräset är grönare där, används byggbranschen som ett gott exempel i en annons för ett requirement management tool till mjukvarubranschen.

5 LITTERATURFÖRTECKNING

- [1] P.-E. Josephson och L. Saukkoriipi, "Slöseri i byggprojekt," FoU-Väst, Göteborg, 2005.
- [2] J. L. P-E Josephson och J. Lindström, "Följ upp kostnader för kvalitetsbrister," CMB, Göteborg, 2011.
- [3] Boverket, "Kartläggning av fel, brister och skador inom byggsektorn. Rapport 2018:36 (Survey on faults, defects and damage in the building sector)," The Swedish National Board of Housing, Building and Planning, ISBN: 978-91-7563-612-2, 2018.

- [4] F. E. Gould och N. E. Joyce, "Construction Project Management," Prentice Hall, Pearson Education, New Jersey, USA, 2009.
- [5] T. Olofsson, A. Rönneblad, B. Berggren, L.-O. Nilsson, L. Malmgren, C. Jonsson och R. Andersson, "Kravhantering, produkt- och projektutveckling av industriella byggkoncept," SBUF, Stockholm, 2012.
- [6] Boverket, *Boverkets byggregler - föreskrifter och allmänna råd, BBR. BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2018:4*, www.boverket.se: Boverket, 2018.
- [7] "ABT06, Kapitel 5," i *ABT06*, Stockholm, Föreningen Byggandets Kontraktskommitté, 2006, p. Kapitel 5 paragraf 5.
- [8] P. Parsanezhad, V. Tarandi och R. Lund, "Formalized requirements management in the briefing and design phase, a pivotal review of literature," *Journal of Information Technology in Construction (IT-con)*, vol. Vol 21, pp. 272-291, 2016.
- [9] E. N. Uludag, "Implementation of systematic requirements engineering in infrastructure projects: Case study at the Swedish Transportation Administration," KTH INDEK 20017:83, Stockholm, 2017.
- [10] G. Jansson, J. Schade och T. Olofsson, "Requirements management for the design of energy efficient buildings.," *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, vol. 18, p. 321–337., 2013.
- [11] A. Birk och G. Heller, "The making of software: List of Requirements Management Tools," 03 2019. [Online]. Available: <http://makingofsoftware.com/resources/list-of-rm-tools>. [Använd 12 04 2019].
- [12] J. Sutherland och K. Schwaber, "Scrumguides," [Online]. Available: www.scrumguides.org. [Använd 23 11 2018].
- [13] J. Sutherland och K. Schwaber, "The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game," www.scrumguides.org, 2017.
- [14] A. Ekström och E. Pettersson, "AGILE PROJECT MANAGEMENT IN THE DESIGN STAGE," Bygg och Fastighetsteknik, Arkitektur och Samhällsbyggnad, KTH (Master Thesis 2016:15), Stockholm, 2016.
- [15] J. Adut, "Applying agile approaches in public construction and civil engineering projects," Industriell teknik och management, KTH, Stockholm, 2016.
- [16] M. Yllén Johansson, "Agile project management in the construction industry - An inquiry of the opportunities in construction projects," Department of Real Estate and Construction Management, Architecture and the Built Environment, KTH, Master Thesis 148, 2012.
- [17] T. Gustavsson, "Agil projektledning," Sanoma Utbildning, 2011.

A. BILAGA LAGKRAV I BYGGBRANSCHEN

Det finns olika nivåer av krav från samhället. PBL Plan och Bygglagen⁹, är utgångspunkten för bestämmelser om planläggning av mark och vatten och om byggande. Denna beslutas av Riksdagen. PBF, Plan- och Byggförordningen¹⁰, är en förordning kopplad till PBL. Ytterligare förtydligande och detaljeringsgrad återfinns i föreskrifter och allmänna råd i BBR¹¹. Även i EKS återfinns föreskrifter kopplat till bärförmåga, stadga och beständighet. Byggregler används ofta svepande för hänvisning till PBL, PBF, BBR, EKS etc. Regelhierarkin beskrivs översiktligt i Figur 1. Tillsynsmyndighet för plan- och bygglagstiftningen varierar och kan vara byggnadsnämnden/kommunen, regeringen, länsstyrelsen, Boverket eller Arbetsmiljöverket. Tillsyn av byggprojekt hanteras av byggnadsnämnden. Vidare finns det direktiv från EU som påverkar byggandet. Krav på prestandadeklaration och CE-märkning finns för alla byggprodukter som omfattas av en harmoniserad standard.

I PBL återfinns dels tre krav på byggnadsverks utformning¹², dels tio tekniska egenskapskrav för byggnadsverk¹³. Utformningskraven avser att en byggnad ska:

1. Vara lämplig för sitt ändamål,
2. Ha en god form-färg och materialverkan, och
3. Vara tillgänglig och användbar för personer med nedsatt rörelse- eller orienteringsförmåga.

Ett byggnadsverk ska ha de tekniska egenskaper som är väsentliga i fråga om:

1. Bärförmåga, stadga och beständighet,
2. Säkerhet i händelse av brand,
3. Skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljön,
4. Säkerhet vid användning,
5. Skydd mot buller,
6. Energihushållning och värmeisolering,
7. Lämplighet för det avsedda ändamålet,
8. Tillgänglighet och användbarhet för personer med nedsatt rörelse- eller orienteringsförmåga,
9. Hushållning med vatten och avfall, och
10. Bredbandsanslutning.

Framförallt de tekniska egenskapskraven förtydligas i föreskrifter och allmänna råd i Boverkets byggregler (BBR), med undantag för bredbandsanslutning.

⁹ PBL (2010:900) med ändringar t.o.m. SFS 2018:1732

¹⁰ PBF (2011:338) med ändringar t.o.m. 2018:1872

¹¹ BFS 2011:6 med ändringar t.o.m. BFS 2018:4

¹² Kapitel 8, paragraf 1

¹³ Kapitel 8, paragraf 4

Regelhierarki



Figur 1: Regel hierarki (från Boverket)

Förutom de lagkrav, förordningar, föreskrifter och allmänna råd som kommer av bygglagstiftningen kan det också finnas andra lagar som påverkar byggnaden. Exempel är lagstiftning kring arbetsmiljö, miljölager etc. Dessa kan som kan beröra både byggproduktionen och den färdigställda byggnaden.