

Den obrutna informations- kedjan för brandskydd

Den obrutna informationskedjan för brandskydd

Michael Strömgren, Briab Brand & Riskingenjörerna AB

Johan Norén, Briab Brand & Riskingenjörerna AB

Johan Svensson, Briab Brand & Riskingenjörerna AB

Andreas Furenberg, Peab Sverige AB

Tomas Shisha, Peab Sverige AB

Med stöd från



Strategiska
innovations-
program

Förord

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.

Samhällsbyggnadssektorn är Sveriges enskilt största sektor som påverkar hela vår byggda miljö, men den är fragmenterad med många aktörer och processer. Att förändra samhällsbyggandet med digitaliseringen som drivkraft kräver därför samverkan mellan många olika aktörer. Smart Built Environment tar ett samlat grepp över de möjligheter som digitaliseringen innebär och blir en katalysator för spridningen av nya möjligheter och affärsmodeller.

Programmets mål är 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

I programmet samverkar programparter från näringsliv, kommuner, myndigheter, bransch- och intresseorganisationer, institut och akademi. Tillsammans nyttiggör vi den kunskap som tas fram i programmet.

Den obrutna informationskedjan för brandskydd är ett av projekten som har genomförts i programmet. Det har letts av Michael Strömgren och har genomförts i samverkan med Briab Brand & Riskingenjörerna AB och Peab Sverige AB.

Projektet prövat konceptet med en obruten informationskedja för brandskydd mot nationella byggregler och mot en BIM-plattform. Modellen för den obrutna informationskedjan består av koncept, systematik och metoder för regelefterlevnad och kvalitetssäkring samt tillhörande informationsprocess. I förlängningen möjliggör detta ett bättre brandskydd genom tydligare kommunikation, bättre spårbarhet, högre kvalitet och ökad produktivitet.

Malmö, 31 augusti 2021

Sammanfattning

Informationshantering i dagens bygg- och fastighetsprocess är ineffektiv vilket leder till att kvalitet kan bli lidande och att kravställning inte uppfylls. En orsak till detta är att informationskedjan är bruten då affärsmodeller, arbetsprocesser och bristande teknisk mognad idag skapar stuprör som försvårar för tydlig och transparent kommunikation och informationshantering. Det finns tydliga behov av en obruten informationskedja med systematiserad kravställning, kvalitetssäkring och en modell för regelefterlevnad.

Projektet har syftat till att skapa förutsättningar för en obruten informationskedja för brandskydd samt att pröva detta koncept i praktiken. Modellen för den obrutna informationskedjan består av koncept, systematik och metoder för regelefterlevnad och kvalitetssäkring samt tillhörande informationsprocess. I förlängningen möjliggör detta för en tydligare kommunikation, bättre spårbarhet, högre kvalitet och ökad produktivitet.

Målet har varit att visa på möjligheterna med en obruten informationskedja, utvärdera teknisk infrastruktur och att identifiera potentiella hinder för implementering. Vidare har målet varit att identifiera hinder och möjligheter för andra discipliner att applicera ett liknande koncept samt att skapa interoperabilitet mellan olika digitala plattformar.

Projektet har genomförts genom att inledningsvis utveckla en modell för en obruten informationskedja för brandskydd. Denna har sedan appliceras i olika koncepttest, i form av proof-of-concepts, för att utvärdera hur väl modell och infrastruktur fungerar i praktiken.

I projektet presenteras modellen för en obruten informationskedja som en "OV-modell" som exemplifierar en effektiv informationshantering, systematisk kravhantering och kvalitetssäkring. Modellen illustrerar hur lösningar och produkter kontinuerligt kan valideras mot satta krav genom att all information finns tillgänglig i informationskedjan. Detta behöver ske utifrån ett livscykelperspektiv för att säkerställa en obruten informationskedja. På så sätt säkras kravefterlevnad med spårbarhet, oberoende av projektfaser eller aktörer.

I projektet har två olika *proof-of-concepts* genomförts för att pröva modell och infrastruktur för att utbyta strukturerade data samt att visa att konceptet för en obruten informationskedja fungerar. För koncepttesterna användes verktyget Bimfire som är en plattform för digital brandskyddsinformation.

I första testet kopplades en annan BIM-plattform (Bimeye) mot Bimfire. Genom kopplingen möjliggjordes en automatiserad kravställning av brandskydds krav på en modells byggnadsinformation. Detta exemplifierade den eftersträlvade spårbarheten, tydligheten och ökade datakvaliteten.

I andra koncepttestet kopplades en myndighets digitaliserade byggregler mot Bimfire. Det påvisades därigenom att digitala byggregler direkt kan användas för att definiera kravmassan i ett projekt, samt att det finns en naturlig plats för maskintolkningsbara byggregler i en obruten informationskedja.

Resultaten av koncepttesterna återfinns som filmer på följande länkar:

https://bimfire.app/media/POC1-Integration_mot_BIM-plattform.mp4

https://bimfire.app/media/POC2-Integration_mot_internationella_byggregler.mp4

Utifrån modellen för en obruten informationskedja och genomförda koncepttest har följande huvudsakliga slutsatser dragits:

- Principerna för en obruten informationskedja (oberoende av disciplin) är; korrekt information, tillförlitliga data, single source of truth, modularitet, transparens, spårbarhet och automatisering.
- Det finns ett visst motstånd mot införandet av digitala arbetssätt vilket troligtvis beror på nivån av digital, teknisk och kompetensmässig mognad inom byggsektorn. Dock finns goda exempel där organisationer ligger långt fram i sin ambition.
- Vidare är dagens arbetsprocesser, starka personberoenden och gängse affärsmodeller begränsande faktorer för att implementera nya digitala arbetssätt. Beställare kan dock påverka förändringstakten genom att tydligare ställa krav som främjar en obruten informationskedja.
- Det saknas standardiserade processer för hur brandskyddsfrågan ska hanteras i byggprojekt och vidare in till förvaltning. En viktig möjliggörare för en obruten informationskedja är standardiserade sätt för att strukturera och referera till data. Genom unika identifierare till varje krav, system eller produktgenskap kan information utbytas effektivt mellan olika system och datalager.

Som nästa steg bör modellen testas mot fler aktörer i informationskedjan för att utvärdera konceptet och för att identifiera vad som krävs för en lyckad implementering. Vidare bör erfarenheterna från den proof-of-concept som har genomförts mot regelskrivande myndighet (DiBK) bör spridas till andra regelskrivande aktörer så som Boverket. En naturlig utveckling är att definiera vad som krävs för att möjliggöra maskintolkningsbara krav samt vilka aktörer som bör involveras för att förverkliga detta.

Det föreslås vidare att modellen för den obrutna informationskedjan testas även på andra teknikområden så som akustik, energi och tillgänglighet då det bedöms finnas förutsättningar för goda resultat även inom dessa områden. För att göra detta rekommenderas att egenskaper struktureras systematiskt samt att maskintolkningsbara regelböcker prövas i likhet med vad som har visats för brandskydd i detta projekt.

Summary

Information management in today's construction and property processes are inefficient which leads to a lack of quality and requirements that are not met. This is partly caused by a broken chain of information where current business models, traditional workflows and lack of technical maturity creates silos that inhibits direct and transparent communication and information management. There is an obvious need for an unbroken chain of information with systematic requirement management, quality assurance and a model for regulatory compliance.

The project has strived to create possibilities for an unbroken chain of information for fire safety and has tried this concept in practice. The model for the unbroken chain of information consists of the concept, systematisation and methods for regulatory compliance and quality assurance as well as defining the associated information process. The potential effect is clear communication, increased transparency, audit trails, increased quality, and improved productivity.

The goal of the project was to prove the potential of an unbroken chain of information, evaluate technical infrastructure and identify potential barriers to implementation. Further, the goal has been to identify hinders and opportunities for other disciplines to apply a similar concept and to create interoperability between different digital platforms.

The project has been implemented by developing a model for an unbroken chain of information for fire safety. The model has in turn been applied in proof-of-concepts to evaluate how well the model and the infrastructure works in practice.

In the project a model for an unbroken chain of information is presented in the form of an "OV-model" which exemplifies efficient information management, systematic requirement management and quality assurance. The model illustrates how solutions and products continuously may be validated towards requirements by making all the information accessible in the chain of information. This needs to be accomplished from a life cycle perspective to achieve an unbroken chain of information and regulatory compliance, including audit trails, independent of phases and parties.

Two proof-of-concepts has been carried out to test the model and infrastructure for exchanging structured data and to prove that the concept of an unbroken chain of information works in practice. For the proof-of-concepts the platform for digital fire safety information, Bimfire, was used.

In the first study a BIM-platform (Bimeye) was connected to Bimfire. Through this connection automatic evaluation of requirements was enabled based on available building information. The results proved that the desired audit trail, increased accuracy, and increased data quality was achieved in practice.

In the second proof-of-concept; governmental digitalized fire safety regulations were tested in connection with Bimfire. Through this, it was demonstrated that digital building regulations can be used to define the requirements in a project and that there is a natural place for machine-readable building regulations in an unbroken chain of information.

The results of the proof-of-concepts may be found in the following recordings (narrated in Swedish):

https://bimfire.app/media/POC1-Integration_mot_BIM-plattform.mp4

https://bimfire.app/media/POC2-Integration_mot_internationella_bygggregler.mp4

Based on the model for an unbroken chain of information and the conducted proof-of-concept, the main conclusions are:

- The principles for an unbroken chain of information are (though all disciplines): correct information, accurate and reliable data, single-source-of-truth, modularity, transparency, traceability (e.g., audit trails) and automatization.
- There is some resistance towards implementation of digital workflows which probably adheres to the level of digital, technical, and skill-based maturity within the construction sector. However, there are good examples of organizations who are far ahead.
- Further, today's workflows, strong interpersonal dependencies and associated business models are limiting factors towards the implementation of digital workflows. Clients may change the speed of implementation by more clearly setting requirements that facilitates an unbroken chain of information.
- There is a lack of standardized processes for how fire safety may be managed in construction projects and into facility management. An important enabler for an unbroken chain of information is standardized ways of structuring and referencing data. By utilizing unique identifiers for every requirement or system- and product properties, information may be exchanged efficiently between different systems and data layers.

As a next step, the model should be verified by other parties in the chain of information to try the concept and to identify what is needed for successful implementation. The conclusions from the proof-of-concepts study with the Norwegian Building Authority (Direktoratet for Byggkvalitet, DiBK), should be communicated to other regulatory bodies such as the National Board of Housing, Building and Planning (Boverket). A natural development is to define what is required to enable machine interpretable requirements and what parties that should be involved to develop and implement this.

Further, it is suggested that the model for the unbroken chain of information is tested also on other technical areas such as acoustics, energy, and accessibility as there are good chances for successful results also in these areas. To do this, it is recommended that building properties are structured in a systematic way and that machine interpretable rulebooks are used, as has been demonstrated for fire safety in this project.

Innehållsförteckning

1	INTRODUKTION	10
1.1	BAKGRUND	10
1.2	SYFTE OCH MÅL	12
1.3	MÅLGRUPP	12
1.4	GENOMFÖRANDE	12
2	BRANDSKYDD – NULÄGE, KRAV OCH BEHOV	14
2.1	REGLERING AV BRANDSÄKERHET	14
2.2	DAGENS BRANDSKYDDSPROCESS	16
2.3	BRISTANDE INFORMATIONSHANTERING	19
2.4	BEHOV AV SYSTEMATISERAD KRAVSTÄLLNING OCH KVALITETSSÄKRING	20
2.5	DIGITALISERING SOM MÖJLIGGÖRARE	22
3	EN OBRUTEN INFORMATIONSKEDJA FÖR BRANDSKYDD	25
3.1	INFORMATIONSHANTERING	25
3.2	SYSTEMATISK KRAVHANTERING	27
3.3	KVALITETSSÄKRINGS- OCH EFTERLEVNADSMODELL	27
4	BRANDSKYDD I ETT DIGITALT FORMAT	30
4.1	VAL AV PLATTFORM	30
4.2	DATASTRUKTUR FÖR DIGITAL BRANDSKYDDSinFORMATION	32
4.3	DIGITALA REGELBÖCKER OCH UNDANTAG	37
4.4	APPLIKATIONSSTRUKTUR FÖR HANTERING AV BRANDSKYDDSinFORMATION	39
5	PROOF-OF-CONCEPTS	41
5.1	POC 1 - INTEGRATION MOT BIM-PLATTFORM	43
5.2	POC 2 – INTEGRATION MOT NATIONELLA MASKINTOLKNINGSBARA BYGGREGLER	47
6	SLUTSATSER	56
6.1	MODELLEN FÖR EN OBRUTEN INFORMATIONSKEDJA	56

6.2	UTMANINGAR MOT FÖRÄNDRING	57
6.3	BEHOV AV STANDARDISERING	58
7	FORTSATT ARBETE	59
7.1	IMPLEMENTERING AV MODELLEN FÖR EN OBRUTEN INFORMATIONSKEDJAN	59
7.2	MASKINTOLKNINGSBARA EGENSKAPER	59
7.3	TEST INOM ANDRA TEKNIKOMRÅDEN	60
7.4	KONTROLL OCH TILLSYN	60
8	REFERENSER	61
BILAGA A	MASKINTOLKNINGSBARA EGENSKAPSSET	65
A.1	STANDARDISERING	65
A.2	SYSTEMATIK I DIGITAL BRANDSKYDDSinFORMATION	66
BILAGA B	EXEMPEL PÅ IDENTIFIERARE	69

1 Introduktion

Brandsäkerhet är en viktig aspekt för att säkerställa samhällets krav för att skydda liv, hälsa och egendom. Området är reglerat, ofta på detaljnivå, och det finns även viss kravställning gällande brandskyddsinformation. Informationshanteringen är dock ineffektiv och har inte i samma grad som till exempel arkitektur och konstruktion systematiserats. Parallellt med att byggsektorn ökar digitaliseringstakten innebär detta nya utmaning för att säkerställa att brandskyddskrav efterlevs så att de mål som eftersträvas kan uppnås. Denna rapport beskriver hur förutsättningar för en obruten informationskedja kan skapas och med *proof-of-concept*-studier prövas detta i praktiken.

1.1 Bakgrund

Brandskydd i har aktualiserats genom signifikanta händelser senare år i Europa; branden i 24-våningshuset Grenfell Tower i London 2017 och branden i Notre Dame i Paris april 2019. Branden i Grenfell Tower ledde till en översyn av det engelska regel- och kontrollsystemet och där konstaterat man att systemet inte fungerar, och att ett delproblem är den fallerade informationskedjan (Ministry of Housing Communities & Local Government, 2017, 2018). Det saknas en obruten informationskedja som är en förutsättning för kontroll och ansvarstagande. Därför har the Building Regulations Advisory Committee (BRAC) utvecklat definierat principerna för *the Golden thread of information* med fokus på byggnaders säkerhet och brandskydd. Principerna pekar ut krav för en obruten informationskedja och att informationen ska tillhandahållas digitalt med en ny systematik och struktur (Ministry of Housing Communities & Local Government, 2021).

Det havererade flygplatsprojektet BER, i Berlin, är ett annat exempel på hur brandskyddskrav och misslyckad projekthantering leder till nationella krav på digitalisering. Experter menar att det tio år försenade flygplatsbygget blev startskottet på en nationell satsning på digitalisering av den tyska byggsektorn (Kammenholz, 2014).

Parallellt med införandet av informationskrav och nationella färdplaner för digitalisering i Europa så har Sverige och Norge tagit tydliga steg mot maskintolkningsbara regelverk vilket ökar digitaliseringstakten. Norge har en tydlig strategi att skapa förutsättningar för automatisk regelkontroll (Det Kongelige Kommunal- og Moderniseringsdepartementet, 2020). Sverige har en plan för maskinläsbara regler och i nästa steg även maskintolkningsbara regler (Boverket, 2018b, 2020b).

Brandskydd är en omfattande kravställare på projekt och för projektering då alla aktörer mer eller mindre påverkas. Brandskydd som disciplin är i sig relativt avgränsad och anses i byggbranschen vara en av de sista att påbörja digitalisera sina processer. Utmaningarna med bristande informationsprocesser för brandskydd har konstaterats i utvärderingar av det svenska byggregelssystemet och kontroll- och tillsynssystemet som syftar till att säkra efterlevnad och kvalitetssäkring (B. J. Meacham & Strömgren, 2019; van Hees, Strömgren, & Meacham, 2020, 2019).

Initiativ till att förbättra kvalitetssäkring har tagits på nordiska nivå av byggsektorn genom en nordisk standard (Mindykowski & Strömgren, 2017; Svenska institutet för standarder (SIS), 2019). Implementering av denna har dock varit begränsad och endast en liten del handlar om digitalisering. En studie från 2020 av kvalitets- och tillsynsprocesser för brandsäkerhet i Europa konstaterades att alla länder använder kontrollprocesser, företrädesvis genom myndigheter. Inga länder i Europa ställer krav på digitala processer eller på leverans i byggnadsinformationsmodell (BIM) (Strömgren, 2020)

I ett utvecklingsprojekt finansierat av bland annat SBUF – Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond har Briab Brand & Riskingenjörerna AB, NCC Buildings Sverige AB och DeBrand Sverige AB kartlagt kunskapsläget kring brandskydd i en BIM-miljö och undersökt, utvecklat och testat arbetsprocesser för att implementera brandrelaterade krav och funktioner för olika mognadsgrader av BIM och för framtida datadrivna designprocesser (Norén, Nystedt, Strömgren, Möllard, & Delin, 2018a, 2018b). Utgångspunkten för projektet var att undersöka hur brandskydd som disciplin kan utvecklas och anpassas för att möta byggbranschens önskemål och förväntningar på hur brandskyddsinformation bör integreras på ett bättre sätt i en byggnads hela livscykel. Företrädare för olika delar av byggbranschen så som projektörer, entreprenörer och fastighetsägare bidrog med sina erfarenheter och idéer om framtida tillämpningar. Projektet var unikt i sig då det vid den inledande litteraturstudien 2017 inte fanns något material publicerat kring ämnet, vare sig i akademiska tidskrifter, fackpress eller presenterat vid någon vetenskaplig konferens.

En av slutsatserna från projektet var att samtliga involverade representanter från både bygg- och fastighetsbranschen vill se att brandskyddsinformation blir mer tydligare och bättre kommunicerat för att öka tillgängligheten och minska den upplevda komplexiteten kring brandskydd. Att integrera olika krav tidigt i ett projekt och att kommunicera informationen i ett strukturerat och väldefinierat databasformat kommer öka transparensen och åtkomligheten för alla berörda parter för att på så sätt öka kvaliteten, säkerställa rätt säkerhetsnivå och få bättre kostnadskontroll i en byggnads olika faser

Resultatet och uppmärksamheten av arbetet med BIM och Brandskydd visar att det finns en stor efterfrågan från hela byggsektorn att bättre inkludera brandskydd i de digitala processerna och framför allt i ett mer datadrivet arbetssätt. Utvecklingen av arbetssätt hindras dock av att ansvaret i byggprocessen är fragmentiserat. Fördelningen av nytta respektive kostnader är ojämnt fördelade vilket delvis beror på att de traditionella affärsmodellerna och värdekedjorna inte har anpassats till den möjlighet som finns med dagens och morgondagens digitala hjälpmedel och ändrade processer. Den praktiska nyttan och behovet av förändrade arbetssätt stärktes under 2021 genom att två entreprenörer och två brandkonsultföretag publicerade ett förslag på hur brandprojektering bör göras i BIM-miljö (Briab, Bengt Dahlgren, Skanska, & Veidekke, 2021).

Inom digitaliseringen har man kommit långt med visualisering av utrymnings- och brandsimuleringar, vilket bidragit till ett ökat intresse för brandskydd och digitaliseringens möjligheter. Resultatet av dessa mer avancerade verifieringsmetoder utgör dock enbart en liten del av brandskyddsinformation som krävs för att ställa krav på en byggnads säkerhetsnivå. Det är även svårt att arbeta med simuleringar i

traditionella projekt, t.ex. bostadshus där projektering av brandskydd primärt sker via så kallad förenklad dimensionering. Förenklad dimensionering utgår från lösningar som samhället definierat som acceptabla och i Sverige utförs majoriteten av alla byggnader med förenklad dimensionering. För de flesta byggnader behövs brandskyddsinformation hanteras effektivare så att informationen följer en byggnads hela livscykel i ett obrutet informationsflöde och i ett standardiserat dataformat. Även för mer avancerade byggnader behöver samma typ av information följa med under byggnadens livscykel och göras tillgänglig för olika intressenter. En viktig del för brandskyddet är att säkra och kunna visa på efterlevnad av samhällets och övriga intressenters ställda krav på byggnaden.

1.2 Syfte och mål

Projektets syfte är att skapa förutsättningar för en obruten informationskedja för brandskydd, genom att utveckla koncept, systematik och metoder för regelefterlevnad och kvalitetssäkring med tillhörande informationsprocess. Detta för att säkerställa kvalitetssäkring (assurance) och regelefterlevnad (compliance) av kritisk information och att i förlängningen möjliggöra för en tydligare kommunikation, bättre spårbarhet, högre kvalitet och ökad produktivitet.

Vidare har projektet syftat till att testa och utvärdera konceptet med en obruten informationskedja, med hjälp av befintlig infrastruktur, via olika koncepttest, så kallade proof-of-concepts.

Målet med projektet har varit att visa på möjligheterna med en obruten informationskedja, att utvärdera hur den tekniska infrastrukturen fungerar i praktiken, och att identifiera eventuella hinder för en framtida implementering. Vidare har målet varit att identifiera hinder och möjligheter för andra discipliner att applicera ett liknande koncept och skapa interoperabilitet mellan olika digitala plattformar.

1.3 Målgrupp

Målgruppen för projektet är hela byggsektorn då brandskydd som disciplin är en central del av en byggnads hela livscykel.

De aktörer som kommer få nytta av projektet är byggherrar, projektörer och fastighetsägare som alla är berörda av att planera, utföra och förvalta brandskydd i en byggnad under dess olika faser. Inledningsvis kommer störst nytta skapa för byggherrar och dess projektörer som får tydligare och bättre struktur, information och högre kvalitet rörande brandskydd under projekteringsfaserna.

1.4 Genomförande

Projektet har genomföras via sex olika arbetspaket. Inledningsvis har projektet fokuserat på att kartlägga av kunskapsläge och att utveckla en teoretisk informationskedja samt att vidareutveckla teknisk infrastruktur för att möjliggöra för att arbeta med brandskydd i nytt digitalt format.

Därefter har detta prövats i olika användningsområden för att utvärdera koncept, systematik och infrastruktur. Dessa har lett fram till två olika *proof-of-concepts* som har varit utgångspunkten i projektets sista del, där utvärdering gjorts av hur väl den utvecklade informationskedjan och den tekniska infrastrukturen fungerar i praktiken.

Eventuella hinder och barriärer för implementering har identifierats och förslag har tagits fram hur andra discipliner kan applicera modellen för en obruten informationskedja och liknande digitala plattformar.

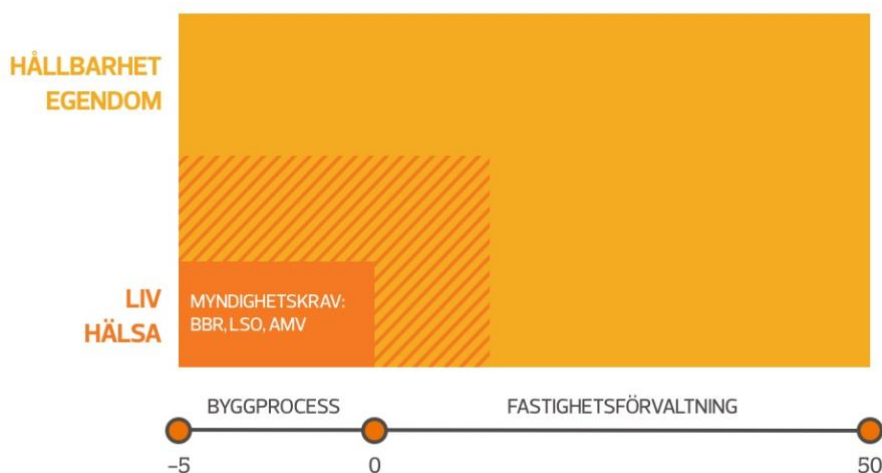
2 Brandskydd – nuläge, krav och behov

Brandskydd är en kravställare över en byggnads hela livscykel; från idé och projektering till utförande och drift och förvaltning. Brandskydd är till stor del styrt av myndigheters regler och standarder framtagna i byggsektorn. För svenska fastighetsägare är brandskydd en angelägen fråga för att ge trygghet, skydda egendom och för att säkerställa att myndigheters regler och krav uppfylls. Kostnader för förebyggande brandskydd har ökat och ett glapp har identifierats mellan krav som gäller för byggnaden under uppförande och de som gäller under förvaltningsskede. Detta glapp handlar delvis om avsaknaden av en obruten informationskedja.

2.1 Reglering av brandsäkerhet

Plan- och bygglag, PBL (2010:900) med underliggande regler innehåller krav på brandskydd för nya och ändrade byggnader men endast för de delar av brandskyddet som tillhör själva byggnaden. Organisatoriskt brandskydd (t.ex. räddningstjänstens resurs och förmåga eller verksamhetens organisation) ingår inte i dessa regler. Regelsystemet fokuserar framför allt på liv och hälsa. Egendomsskydd och miljöskydd ges ett indirekt skydd genom vissa krav men definieras inte i regelsystemet som ett mål i sig. Lagen (2003:778) om skydd mot olyckor, LSO fokuserar i stället på brandsäkerhet i det existerande beståndet istället för byggprocess, och inkluderar även det organisatoriska brandskyddet. Lagen har en större omfattning och pekar även ut ansvar för enskilda, ägare och nyttjanderättshavare. Lagstiftningens omfattning i förhållande till byggnadens livstid illustreras i Figur 1.

Figur 1. Lagstiftning över en byggnads livstid



Byggregelsystemet fokuserar främst på skydd av liv och hälsa och detaljerna i reglerna rör främst det som gäller nybyggnad snarare än hur skyddet ska upprätthållas över byggnadens livscykel.

Byggregelsystemet genomgår nu en omfattande revidering som syftar till att förenkla systemet. I de första remisserna föreslås vissa krav som kan innebära färre detaljer i myndigheternas regler och en större möjlighet för sektorn att utveckla detaljer i handböcker och standarder och andra branschdokument. Förändringen har i sig en bakgrund i en statlig utredning som föreslog ett modernare byggregelsystem (Kommittén för Modernare Byggregler, 2017, 2018, 2019). Den nuvarande regelsystemet för brandsäkerhet i byggnader (Boverket, 2018a) pekar ut byggherren som den huvudsakliga ansvariga för att säkerställa att brandsäkerhet uppfylls i byggnaden. På ett liknande sätt pekar lagstiftningen för befintliga byggnader ut byggnadsägare och nyttjanderättshavare som ansvariga för brandsäkerheten. Larsson, Grunnesjö, & Bergström, (2011) har problematiserat denna ansvarsprincip och den komplexitet som finns i systemet med otydliga förväntningar och hur olika kravställare förhåller sig till varandra. Det är tydligt att systemets komplexitet innebär utmaningar för hur informationen kan kommuniceras effektivt mot respektive målgrupp.

Brandskydd är ett starkt reglerat område där det finns krav både från samhällets sida men där också krav ur försäkringsperspektiv eller egenambitioner spelar roll. Genom plan- och bygglagstiftningen och tillhörande föreskrifter ställs krav på byggnaders brandskydd vid nybyggnad, ombyggnad ändring och underhåll (Boverket, 2011b; Plan- och byggförordning (PBF), SFS 2011:338, 2011; Plan- och bygglag (PBL), SFS 2010:900, 2010). Med plan- och bygglagstiftningen fastställs också grunden för tillsyn och kontroll.

Grunden för kontroll är byggherrens egenansvar och dennes egenkontroll. Kommunen har tillsynsansvaret över byggprocessen och bedömer bland annat byggherrens, och dennes organisations, kompetens och möjligheter att förväntas uppfylla byggreglerna. För brandskydd finns ett system med certifierade sakkunniga där mer än 80 personer i dag är certifierade. Dessa kan ha en roll i kontrollplanen. I ett nordiskt projekt konstaterades att kontroll- och kvalitetssäkringsprocesserna brister (Mindykowski & Strömgren, 2017) och en nordisk standard för kvalitetssäkring utvecklades och publicerades 2019 (Svenska institutet för standarder (SIS), 2019). En effektiv kvalitetssäkring, egenkontroll och tillsyn förutsätter åtkomst och tillräckligt detaljerad information för att kunna genomföras.

I Sverige finns det sedan 90-talet dokumentationskrav på den färdiga byggnadens brandskydd genom krav i Boverkets byggregler på brandskyddsdokumentation (Boverket, 2011a). Uppförda byggnader omfattas i sin tur av lagen om skydd mot olyckor och av krav på systematiskt brandskydd (Justitiedepartementet, 2003; Statens räddningsverk, 2004). Vissa byggnader omfattades fram till 2020 av krav på skriftlig redogörelse av brandskyddet till kommunen. Med reformen av lagen om skydd mot olyckor togs detta krav bort den 1 januari 2021. Även om det finns vissa myndighetskrav för brandskyddsinformation så saknas etablerade standarder för hur informationen ska förmedlas. I flera andra europeiska länder finns standarder som täcker dessa luckor, till exempel för brandritningar, symboler, hur brandskyddsstrategier och utformning av brandskydd bör beskrivas.

Samhällets informationskrav för brandskydd i byggnader är i huvudsak:

- Brandskyddsdocumentation (relationshandling)
- Drift- och underhållsplaner för brandskyddsinstallationer
- Dokumentation av systematiskt brandskyddsarbete över byggnadens livscykel

Därtill kan det finnas ett försäkringsperspektiv och behov utifrån ett ägar- eller förvaltarperspektiv.

2.2 Dagens brandskyddsprocess

Brandskydd hanteras i samtliga skeden av en byggnads livscykel – design, utförande och förvaltning. Traditionellt sett har fokus på brandskydd varit under själva projekteringen av en byggnad eller anläggning, medan det i andra skede, så som utförande och förvaltning oftast enbart varit punktinsatser från brandsakkunniga rörande utförandekontroller, stöd kring tekniska lösningar och upprättande av drift- och underhållsinstruktioner för tekniska system.

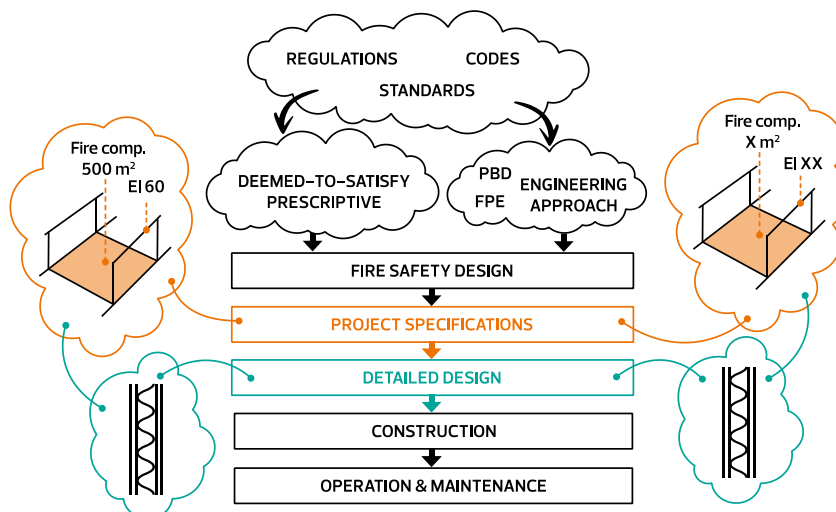
I rapporten *Brandprojektering i BIM-miljö* (Norén et al., 2018a) finns en utförlig presentation av brandprojektörens roll och lämpliga aktiviteter relaterat till byggprocessens olika skeenden, aktiviteter som är kritiska för framdriften av ett projekt och dess informationsflöde utifrån ett svenskt perspektiv. I vägledningen *Brandprojektering i BIM* (Briab et al., 2021) beskrivs ett praktiskt tillvägagångssätt för det modellbaserade arbetssättet.

Utifrån ett internationellt, och ett livscykelperspektiv, kan processen för brandskydd och informationshanteringen av kritisk brandskyddsinformation åskådliggöras enligt Figur 2. Processen innebär att samma typer av informationskomponenter behövs oavsett vilken brandskyddsstrategi och dimensioneringsmetod¹ som tillämpas.

Processen i Figur 2 utgår från olika kravställningar, t.ex. regler, standarder och branschnormer, som fastställer den kravmängd som är aktuellt för en byggnad. Det kan också innefatta specifika beställarkrav. Nationella byggregler såsom BBR (Boverket, 2011) är det tydligaste exemplet i Sverige men det skulle också kunna vara normer från försäkringsbolag eller frivilliga normer från en brandskyddsorganisation

¹ Brandskydd kan antingen utgå från ett preskriptiv eller ett funktionsbaserat regelverk. I det preskriptiva regelverket definieras en lösning som ska uppfyllas medan det funktionsbaserade regelverket beskriver den funktion som en lösning ska uppfylla, men inte själva lösningen i sig. (Inter-jurisdictional Regulatory Collaboration Committee (IRCC), 2010) Boverkets byggregler är ett funktionsbaserat regelverk men som också möjliggör för preskriptiv dimensionering (förenklad dimensionering).

Figur 2. Två typer av brandskyddsdimensionering



Brandskydd dimensioneras huvudsakligen i två olika spår, antingen med schablonmetoder, förenklad dimensionering (vänstra delen av figuren) eller med ingenjörsmetoder, analytisk dimensionering (högra delen av figuren)

Beroende på vilken dimensioneringsmetod som tillåts enligt de aktuella kravställningarna utförs brandskyddet antingen via (a) preskriptiv (förenklad) dimensionering eller (b) brandteknisk (analytisk) dimensionering. I praktiken innebär metoderna att man antingen (a) tillämpas schablonmetoder utifrån förutsättningarna eller att man tillämpar (b) ingenjörsprinciper och med antingen kvalitativa eller kvantitativa verifieringar säkerställer att brandskyddet utformas på ett sätt så att rätt skyddsnivå säkerställs.

Oavsett dimensioneringsmetod behövs samma typ av informationskomponenter för att specificera brandskyddet (projektkraven under projekteringen). Till exempel kan förenklad dimensionering och tabellvärden för gångavstånd ställa krav på utformningen av brandceller och tillhörande krav på brandteknisk klass på väggar och dörrar. Vid analytisk dimensionering beskrivs också brandceller med en viss brandteknisk klass. Skillnaden kan vara hur brandskyddet är utformat men det är samma fundamentala informationskomponenter.

Under projekteringen dokumenteras och sammanställs relevant brandskydds-information och förslag på lösningar i en så kallad brandskyddsbeskrivning. I handlingen presenteras detaljer som är nödvändiga för att utforma brandskyddet på ett tillfredsställande sätt. Konkret handlar det om brandtekniska klasser på avskiljande och bärande byggnadsdelar (väggar, dörrar, fönster, bjälklag m.m.), indelning av byggnaden i olika brandceller, tydliggörande av krav på ytskikt på väggar, specifikationer för släcksystem, utformning av brand- och utrymningslarm, kapacitet på brandgasventilation, etc.

I detaljprojekteringen så ska system och slutligen produkter väljas som matchar specificeringen (projektkraven). Brandskyddsegenskaperna beskrivs enligt gällande

standarder, t.ex. att brandklassen på en dörr är EI₂ 30-S₂₀₀C1. Klassificeringen följer av europeiska standarder.

I utförandefasen behöver det säkerställas att produkter och utförande matchar mot specificeringen i bygghandlingarna och dokumenteras i en relationshandling så att brandskyddet kan underhållas på rätt sätt under byggnadens förvaltning.

Som exempel på beskrivs nedan ett exempel för brandlarm där informationsbehoven varierar beroende på vilken fas man är i:

- 1 Byggreglerna fastställer att ett brand- och utrymningslarm ska finnas i hotellverksamhet.
- 2 Brandkonsulten fastställer under projekterings inledande fas vad för krav som gäller, hur projekteringen ska göras och vilken typ av brand- och utrymningslarm som krävs utifrån de förutsättningarna som gäller (t.ex. antal rum eller gäster). Det kan också finnas specifika tillhörande standarder till kravet eller försäkringskrav och andra aspekter att ta hänsyn till.
- 3 Brand- och utrymningslarmet specificeras och utbyte sker med andra aktörer i projektet. Till exempel behöver elprojektörer veta vilka system som ska finnas och det behöver också ske utbyte med andra discipliner för att upptäcka om det behövs integrationer samt om det finns potentiella konflikter som måste hanteras.
- 4 System specificeras och köps in. Beställares önskemål behöver vägas in då larmsystemet också ska underhållas och förvaltas över tid.
- 5 Utförande av larminstallationen behöver ske och i slutändan ska systemet funktionsprovas. I vissa fall ska systemet kunna aktivera andra brandfunktioner, t.ex. att brandgasventilation startar eller att branddörrar ska stänga. Detta behöver ingå i funktionsprovningen.
- 6 När byggnaden är i drift är det viktigt för fastighetsägaren att veta att lagar, regler och annan kravställning är uppfylld, dvs. att brandsäkerheten är rätt utifrån uppställda mål. Förvaltaren och dennes organisation behöver vidare veta hur larmsystemet ska underhållas, kontrolleras och hanteras. Verksamhetsutövaren behöver i sin tur rutiner och kunskap om hur man ska hantera en situation när brandlarmet går. Om systemet sänder vidare signal till räddningstjänst eller annan tredje part behöver det finnas information för detta, och även en larmtabla som man har tillgång till vid en eventuell räddningsinsats. Gäster på hotellet behöver få specifik information om vad de ska göra vid en brand.

Brandlarmsystemet är bara ett av många delsystem som utgör kritiska delar av en byggnads brandskydd. Det är flera olika mottagare som har olika behov av att ta del av brandskyddsinformationen. En sammanhängande informationskedja där informationen kan anpassas utifrån mottagaren har därför stora fördelar för att öka förståelsen och säkerställa brandskyddet över tid.

2.3 Bristande informationshantering

Trots att det finns tydliga krav på att dokumentera och säkerställa att rätt information kommuniceras till olika aktörer och mellan olika skeden i byggprocessen saknas oftast den precision som behövs för att uppnå önskad kvalitet oberoende om det är samhällets miniminivå eller byggherrens egenambition (Norén et al., 2018a). Krav och lösningar är oftast allmänt beskrivna, skrivna på fackspråk som för andra aktörer är svåra att förstå och det saknar tydlig koppling mellan krav, föreslagen lösning och det faktiska utförandet. Detta skapar ineffektiv hantering av brandskyddsfrågan med ökad risk för byggfel och försämrad möjlighet till kommunikation och samskapande mellan olika discipliner och aktörer för att säkerställa rätt nivå på brandskyddet i en byggnad.

I detta sammanhang är det även värt att notera att brandskydd var det första område att omfattas av formella informationskrav genom kravet på brandskydds-dokumentation. Trots att kravet har funnits sedan 1994 så saknas idag en standard för hur denna bör se ut, och hur tillhörande ritningar och skisser bör utformas. Detta bäddar för bristande kommunikation och hantering av information och kan ge upphov till olika tolkningar. Eftersom brandskydd är en horisontell disciplin där flera andra teknikområden har ansvar för att arbeta in brandskyddskrav i sina kravställningar så försvårar detta för ett effektivt kvalitetsarbete.

I Storbritannien konstaterade man efter branden i Grenfell Tower i London 2017 stora brister i hur sektorn och myndigheter hanterar brandskydd. Ett stort problem som identifierades var avsaknaden av en obruten informationskedja som i sig kan leda till allvarliga byggnadstekniska brister (Ministry of Housing Communities & Local Government, 2017, 2018). I utredningarna av regelsystemet föreslogs att en s.k. *golden thread of information* skapas för brandskydds för att säkerställa transparens, spårbarhet och efterlevnad av krav. Principerna för detta beskrivs utförligare i avsnitt **Error! Reference source not found.**

Ett svenskt forskningsprojekt, HOLIFAS (Meacham & Strömgren, 2019), visar att problemen med bristfällig brandskyddsinformation är aktuellt även i Sverige. Det svenska regel- och kontrollsystemet riskerar att missa målet genom att brandskydd inte är tillfredsställande. Ett ytterligare problem är att informationen för brandskyddet inte är särskilt transparent och tydlig, vilket försvårar för att kraven ska uppfyllas. I en enkätstudie genomförd under 2017 visades att Grenfell-liknande ytterväggs-konstruktioner finns i Sverige. Stickprov visade samtidigt att dokumentationen av ytterväggar i enskilda projekt inte håller den detaljeringsnivå som är nödvändig för att avgöra ytterväggarnas brandtekniska prestanda. Till exempel saknades beskrivningar av ingående material och hur brandskyddet är verifierat, t.ex. enligt provning (Strömgren, 2017). Fragmentisering av information framgår av Figur 3.

Figur 3. Fragmenterade datakällor som utgör byggnadsinformation

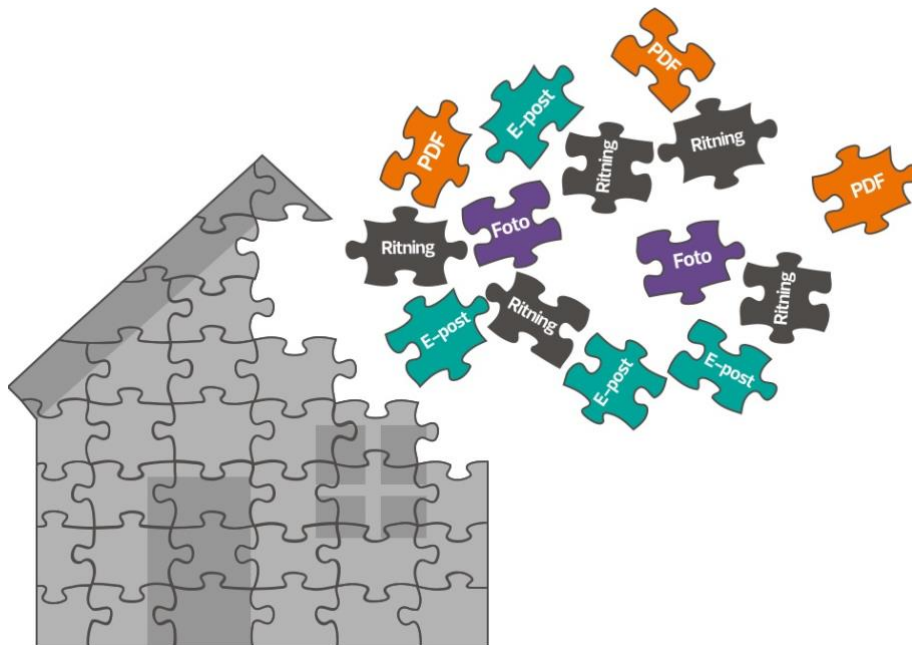


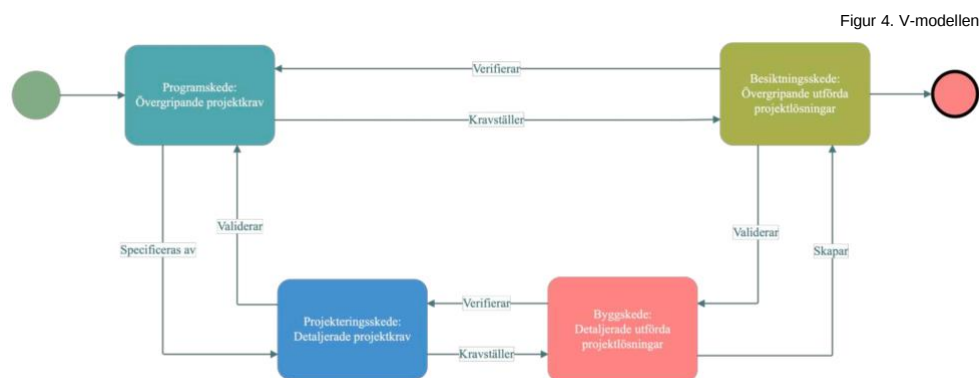
Illustration av den stora fragmentering i datakällor som tillsammans utgör underlag för hur en byggnad ska konstrueras och underhållas. PDFer, e-post, ritningar, fotografier, skisser, rapporter, intyg och diverse dokument är exempel på sådana datakällor.

Det finns flera utmaningar med den traditionella byggprocessen ur ett livscykel-perspektiv. Byggsektorn har konstaterat låg produktivitet utveckling och det finns en stor potential till förbättringar. Kostnaderna för byggfel och skador är dessutom stora i dagens traditionella processer. Bara i Sverige beräknas byggfel och skador kosta mellan 50 och 100 miljarder SEK (Boverket, 2018). Effektivare informationshantering, kommunikation och bättre samskapande har potentialen att möjliggöra ett effektivare byggare med högre produktivitet och färre fel.

2.4 Behov av systematiserad kravställning och kvalitetssäkring

I ett projekt finansierat av SBUF konstaterades att andra sektorer ligger långt före vad gäller systematisk kravhantering, kvalitetssäkring och produktivitet. I rapporten *Systematisk kravhantering inom byggindustrin* (Svensson Tengberg & Strand, 2019) är en av slutsatserna att andra sektorer kan inspirera. Till exempel pekas läkemedels-industrin och mjukvaruindustrin ut som goda exempel där den s.k. V-modellen² tillämpas för att systematisera kravställning genom *Requirement Management (RM)*. Modellen används för att bryta ner krav, för att möjliggöra uppföljning, spårbarhet och beskriva inneboende relationer mellan krav.

² V-modellen på Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/V-Model>



Boverkets föreslagna V-modell där den vänstra sidan beskriver kravställning och den högra lösningar. (Alvén et al., 2018)

I *Förstudie: Framtidssäkrad målbild digitala byggförfattning* föreslår Boverket (Alvén et al., 2018) att den s.k. V-modellen bör övervägas som modell för att säkra efterlevnad av krav. V-modellen har använts sedan 80-talet inom bl.a. flygindustrin för systemutveckling. Principiellt kan Figur 4 användas som utgångspunkt för att applicera V-modellen för byggande. En mer utförlig beskrivning av modellen återfinns i Boverkets rapport.

Svensson Tengberg & Strand (2019) fastslår vidare att byggbranschen idag saknar systematiska arbetsprocesser för kravhantering genom byggprocessen som helhet, även om det finns enskilda exempel inom olika organisationer. Oftast saknas sökbarhet, kopplingar och spårbarhet. Författarna konstaterar vidare att den ökade komplexiteten i projekt och kravställning innebär nya utmaningar för kravhantering inom byggbranschen. Genom att systematisera kravhanteringen på samma sätt som inom andra branscher kan förutsättningar skapas för uppföljning och att den önskvärda kvaliteten kan säkerställas.

Författarna beskriver även en vision för kravhantering inom byggbranschen som möjliggör att man genom hela processen har kravidentifiering till validering och som innehåller kopplingar och spårbarhet. Digitaliseringen och BIM pekas ut som nödvändigt för att möjliggöra till systemstött kravhantering. I rapporten föreslås en genomgång av Boverkets byggregler och hur dessa kan brytas ner till uppföljningsbara mål (Svensson Tengberg & Strand, 2019).

För att öka kvaliteten kring kontroll och granskning inom brandskyddsområdet så publicerade SIS en nordisk standard för granskning och kontroll av brandskydd i byggprocessen (INSTA 952) under 2019 (Svenska institutet för standarder (SIS), 2019; Svenska Institutet för Standarder (SIS), 2020). Standarden ger vägledning för granskningsförfaranden och hur kontroller av brandskydd bör göras vid olika skeden under en byggnads livscykel; från idé och projektering till utförande och förvaltning. Syftet med standarden är att underlätta verifieringen av nya typer byggnadslösningar för att möjliggöra ny innovation och hållbara lösningar och att harmonisera processen för kontroll av brandskydd inom de nordiska länderna. Standarden ger vägledning kring när, var, hur, varför och av vem olika kontroller behöver göras. Framtagna processer presenteras i huvudsak på en allmän nivå men med specifika kontrollpunkter och exempel för olika skeden under projektering och utförande. Standarden

har även fokuserat på att skapa förutsättningar att strömlinjeforma processerna för kontroll och granskning av brandskydd för att bättre följa de övergripande kontroll- och granskningsprocesserna för byggsektorn i stort och att definiera behörighets-kriterier för dem som utför olika kontroller.

Standarden innehåller dock inte stöd för systematisk kravhantering eller spårbarhet och berör endast informationshantering i begränsad omfattning. Liksom inom byggbranschen i stort, saknas det inom brandskydd standardiserade tillvägagångssätt som svarar mot de behov som syftar att säkerställa önskvärd kvalitet.

2.5 Digitalisering som möjliggörare

Byggsektorn i Sverige och internationellt ligger efter andra sektorer sett till produktivitetens utvecklingen. Digitaliseringen pekas ut som en nyckelfaktor i hur byggsektorn kan utvecklas, minska fel och förbättra produktiviteten (Ribeirinho et al., 2020; Veldhuizen, Habraken, Sanders, & Jong, 2019). Digitaliseringen av byggsektorn sker i en allt snabbare takt vilket påverkar och skapar nya möjligheter för sektorns aktörer och alla faser i hela värdekedjan för bygg- och fastighetsprocessen påverkas (Araszkiewicz, 2017).

BIM är framträdande i byggprocessen och kan ge en bas för informationshantering även för fastighetsförvaltningen även om det också finns vissa hinder (Parsanezhad, 2019). Exempelvis kan ett hinder vara att olika discipliner och aktörer inte deltar information i tillräcklig utsträckning (Holzer, 2016). Det är tydligt också att en stor del av forskningen och projekten inom digitalisering har fokuserat på BIM och digitaliseringen ur ett byggprocessperspektiv, snarare än ur förvaltningsperspektiv, eller livscykelperspektiv. Detta står i kontrast till att byggnaden och dess behov är som störst, och har sin största tidsrymd, under byggnadens användningsfas (Krämer & Besenyoi, 2018). Kravställning utifrån slutanvändarens behov pekas också ut som centralt av Uusitalo, Seppänen, Lappalainen, Peltokorpi, & Olivieri (2019). Risken är annars att behoven från fastighetssidan inte fångas upp.

Inom byggproduktområdet har fördelarna med digitaliserade egenskaper och produktinformation identifierats. Under 2021 föreslogs i en förstudie från branschen att förutsättningar för digitala leveranskedjor ska möjliggöras. Standardisering av produktdata och möjlighet till spårning av detta föreslås (Arva et al., 2021)

Digitalisering av brandskydd har gått relativt långsamt. Behovet konstaterades i början av 00-talet (Spearpoint, 2003) men det är först efter 2017 som utvecklingen har kommit i gång på allvar och brandskydd anses vara en av de sista aktörerna i byggbranschen att påbörja sin digitala transformation (Norén, Nystedt, Strömgren, Möllard, & Delin, 2018b). Dock finns det goda exempel på initiativ, så som SBUF-finansierade projektet *Kravställningsstöd för digitaliserad brandskyddsinformation i fastigheter* (Strömgren, Norén, Eriksson, Hiort, & Furenberg Ring, 2021), och på senare tid har standardisering av digitalt brandskydd kommit i gång i organisationer så som buildingSMART (buildingSMART International, 2021).

I efterspelet till branden i Grenfell Tower driver Storbritannien igenom nya informationskrav för brandskydd som syftar till att kraven ska efterlevas. Digitalisering av en s.k. *golden thread of information* för brandskyddsinformation i byggnader har pekats ut som en nyckelfaktor (Secretary of State for Housing Communities and Local Government, 2020). Den norska byggmyndigheten DiBK

arbetar med att tillgängliggöra nationella byggregler digitalt genom DigiTEK-projektet (Det Kongelige Kommunal- og Moderniseringsdepartementet, 2020). Genom att skapa förutsättningar för transparens, förbättrad kommunikation och bättre samverkan av brandskyddsinformation stärks kontroll och kvalitetssäkring. I Sverige arbetar man parallellt med att successivt digitalisera regler för att i första ledet göra de maskinläsbara för att senare göra de maskintolkningsbara (Boverket, 2020b). En undersökning 2020 visade att inga länder ställer krav på brandskyddsinformation i BIM-format (Strömgren, 2020), men initiativen visar att flera länder går mot ökad digitalisering.

I utvecklingsprojekt, Brandskyddsprojektering i en BIM-miljö (Norén et al., 2018a) så påbörjades en kartläggning av kunskapsläget kring brandskydd i en BIM-miljö och projektet fokuserade på att utveckla och testa olika arbetsprocesser för att implementera brandrelaterade krav och funktioner för olika mognadsgrader av BIM och för framtida datadrivna projekteringsprocesser. Utgångspunkten för projektet var att undersöka hur brandskydd som disciplin bör utvecklas och anpassas för att möta byggbranschens önskemål och förväntningar på hur brandskyddsinformation bör integreras på ett bättre sätt i en byggnads hela livscykel. Företrädare för olika delar av byggbranschen så som projektörer, entreprenörer och fastighetsägare bidrog med sina erfarenheter och idéer om framtida tillämpningar. En av projektets viktigaste slutsatser var att samtliga involverade representanter, från både bygg- och fastighetsbranschen önskade att brandskydd som disciplin skulle bli mer integrerad och att brandskyddsinformation blir tydligare och bättre kommunicerad för att öka tillgängligheten och minska den upplevda komplexiteten kring sakfrågan. Att integrera olika krav tidigt i ett projekt och att kommunicera informationen i ett strukturerat och väldefinierat databasformat ansågs öka transparensen och åtkomligheten för alla berörda parter för att på så sätt öka kvaliteten, säkerställa rätt säkerhetsnivå och få bättre kostnadskontroll i en byggnads samtliga faser.

Liknade resultat framkom via de intervjustudier som genomfördes i projektet *Kravställningsstöd för digitaliserad brandskyddsinformation i fastigheter* av Strömgren, Norén, Eriksson, Hiort, & Furenberg Ring (2021). Där belyste respondenterna att strukturerad information, samlad på ett ställe, i ett standardiserat format är till nytta både i byggprocessens olika skeden men ger dessutom ett mervärde för beställaren och under drift och förvaltning. Genom tvärdisciplinär information som är likformigt systematiserad kan traditionella silos brytas och kommunikationen och förståelsen förbättras. Detta kan göras genom att byggnadsinformationen samordnas i en databas eller modell för hela byggnaden, så att t.ex. inte brandskyddsinformation i sig isoleras. Detaljeringsnivån kan då vara på system, produkt och komponentnivå medan kraven fortfarande kan synliggöras inom respektive disciplin och utifrån behov. Standardisering av process, format och leverans har visat sig ha en stor betydelse för att främja digitaliseringen, både generellt (Koch & Beemsterboer, 2017; Poljanšek, 2017) och specifikt för brandskydd (Norén et al., 2018a).

Utifrån behoven som konstaterats inom brandskydd i synnerhet, och bygg- och fastighetsprocessen generellt så finns ett tydligt behov av en informationsstruktur som kan möjliggöra för smidiga utbyten inom och mellan olika skedena i byggprocessen, och mellan olika aktörer. Mottagarnas behov av information varierar också och kan behöva anpassas utifrån målgrupp. En del i att säkerställa rätt information över tid är vidare att ansvarsfrågan mellan olika aktörer behöver bli tydligare för att säkerställa

att information och framtida datahantering är kompatibel och möjlig över tid under olika skeden i en byggnads livscykel. Framtidssäkring av kritisk information om byggnaden är därför nödvändig, och dessutom behövs rutiner för att säkerställa datas beständighet och tillförlitlighet. Med rätt information i ett standardiserat format säkerställs nyttan i senare skeden för byggnaden vilket skapar möjligheter för ett bättre och mer effektivt underhållsarbete.

Behovet av en obruten informationskedja är tydligt i sektorn då en förändring behövs för att säkerställa att informationsförlusterna kan minimeras och att kvaliteten byggnader kan förbättras. Konceptuellt handlar det om att gå från traditionella arbetsprocesser och informationsflöden (enligt avsnitt 2.2) till digitala arbetsflöden där rätt information kan följa med i processen. I det digitala arbetsflödet kan rätt information säkerställas från byggprocessens tidiga skede, till produktion och till drift och förvaltning. Genom detta kan man skapa en digital tvilling av byggnaden, och dess brandskydd, och vars information hålls uppdaterad över tid.

Den största utmaningen med den traditionella processen är att informationskedjan är bruten på grund av mängden olika format (se Figur 3) och att affärsmodeller och otydlig ansvarsdragning skapar stuprör som försvårar horisontellt informationsutbyte. Därmed är kvalitetssäkring och regelefterlevnad inte transparent och spårbar i tillräcklig omfattning för att säkra måluppfyllnad. För att säkra en obruten informationskedja krävs därför principer och en modell för kvalitetssäkring och regelefterlevnad vilket beskrivs i nästa avsnitt.

3 En obruten informationskedja för brandskydd

För att kunna ta nästa steg i utvecklingen behöver en modell för en obruten informationskedja för brandskydd ha stöd för en effektiv informationshantering, systematisk kravhantering och kvalitetssäkring. Detta behöver ske utifrån ett livscykelperspektiv för att säkerställa en fungerande informationskedja och kravefterlevnad med spårbarhet. Internationellt, och framför allt i Storbritannien pågår det initiativ att skapa och ställa krav på processer för detta.

3.1 Informationshantering

I Storbritannien strävar man efter att skapa en *golden thread of information* som till stor del liknar systemet med en obruten informationskedja. Förslaget lades fram 2017 av Dame Judith Hackitt i en utredning efter branden i Grenfell Tower (Ministry of Housing Communities & Local Government, 2017). Därefter har förslaget vidareutvecklats och en definition av *golden thread of information* etablerades under sommaren 2021 och definieras till:

“The golden thread is both the information that allows you to understand a building and the steps needed to keep both the building and people safe, now and in the future.” Building Regulations Advisory Committee (2021)

Ansvarigt departement har fastställt att digitala verktyg är nödvändiga för kritisk information ska kunna lagras och användas för att effektivt skapa och underhålla säkra byggnader. Tyngdpunkten ligger på ansvarsfrågorna och att stödja de som är ansvariga så att den ursprungliga kravställningen kan uppfyllas och efterlevas under en byggnads hela livscykel.

Principerna för *golden thread of information* fastställdes av Building Regulations Advisory Committee till:

1. Accurate and trusted
2. Residents feeling secure in their homes
3. Culture change
4. Single source of truth
5. Secure
6. Accountable
7. Understandable/consistent
8. Simple to access (accessible)
9. Longevity/durability and shareability of information
10. Relevant/proportionate

I anslutning till myndighetskraven på *golden thread of information* har ett förslag på standard tagits fram av brittisk standardisering. Under sommaren 2021 har standarden *BS 8644-1: Digital management of fire safety information. Part 1: Design,*

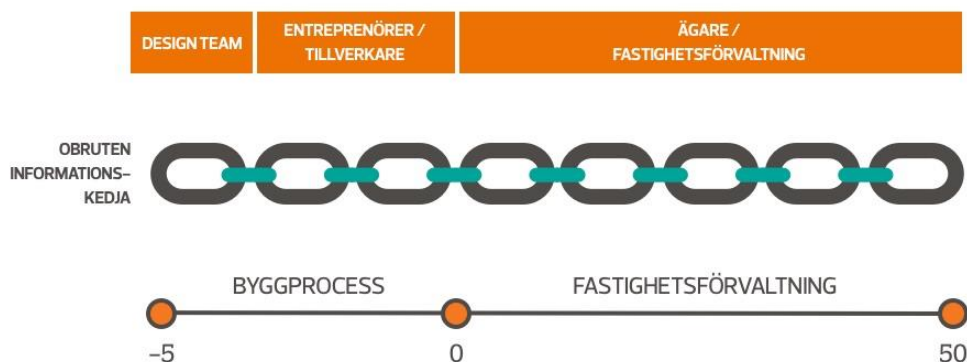
construction, handover, asset management and emergency response - Code of practice varit ute på remiss. Standarden är tänkt att utgöra den vägledning för hur man ska uppfylla kraven på *Golden Thread of Information*.

Potentialen med digitala sammanhängande informationsflöden och effektiv informationshantering pekades ut 2013 i rapporten BIM-Standardiseringsbehov (Ekholm, Blom, Eckerberg, Löwnertz, & Tarandi, 2013). I förslaget på svensk nationell standardiseringsstrategi för digital samhällsbyggnadsinformation lyfts vidare obrutna informationsflöden fram som en nyckel för att få full nytta av digitaliseringen i byggsektorn (Bengtson et al., 2021).

För att vidareutveckla byggsektorn är vår bedömning och analys, utifrån dagens reglering och brandskyddsprocess, brister i informationshantering, kravställning och kvalitetssäkring att en obruten informationskedja behöver innefatta mer än enbart själva informationshanteringen, som i huvudsak är i fokus i *golden thread of information*-konceptet. Det behövs även en systematisk kravhantering så att det är tydlig vad för krav och normer en byggnad ska uppfylla, eller har uppfyllt. Men även en effektiv kvalitetssäkringsprocess för att dels säkerställa att ställda krav uppfylls, dels att interna kontroller, inom exempelvis projektering eller under förvaltningen, genomförs på rätt sätt.

Med en effektiv informationshantering (i en obruten informationskedja) som är baserad på systematisk kravhantering och tydlig kvalitetssäkring finns förutsättningar för att skapa en bra helhet och att skapa värde under byggnadens hela livscykel, enligt Figur 5.

Figur 5. Obruten informationskedja över olika faser och aktörer



Schematisk skiss som visar en informationskedja som aldrig bryts, trots att den delas av flera olika aktörer. Informationskedjan innehåller både krav och valda lösningar/produkter, vilket illustreras med grå respektive gröna länkar.

3.2 Systematisk kravhantering

I en systematisk kravhantering, anpassad till byggbranschen kan en BIM-modell³ hantera en grundläggande kravhantering. Men för full systematik behövs digitala plattformar där olika aktörer kan arbeta tillsammans i realtid och där datahantering är i fokus. Utgångspunkten är att kunna säkerställa verifiering av ställda krav under processens gång för att:

- identifiera vilka krav som kommer att gälla för projektet

- säkerställ att kraven är formulerade på rätt sätt.

Systematisering av kravhantering kan möjliggöra automatisering men har även en styrka utan automatisering. Dock behövs det metod och standardiserad systematik för att bryta ner krav på en sådan detaljeringsnivå att krav kan specificeras på byggnadsobjektnivå och att det finns möjlighet att följa upp och kontrollera på ett effektivt sätt. Inbördes kopplingar mellan olika krav behöver vidare kunna beaktas för att kunna ha en transparens kring var kraven hänförs ifrån.

Systematiseringen av kravställningen för brandskydd kan liknas med en digital brandskyddsbeskrivning som inledningsvis specificerar kravställning, och som successivt får en ökad detaljnivå. Genom systematiseringen möjliggörs för nyttorna som V-modellen i Figur 4 har där kravställning i olika skeden kan jämföras med valt tänkt design eller produktval under senare skeden i byggnadens livscykel.

3.3 Kvalitetssäkrings- och efterlevnadsmodell

Med utgångspunkt i systematisk kravhantering behövs en modell för uppföljning för att säkerställa att önskad kvalitet uppnås och att det finns en regelefterlevnad. Den traditionella processen är fragmentiserad och innehåller många olika "öar" av information som skapar informationsförluster och stuprör mellan olika aktörer i byggbranschen. Digitaliseringen skapar däremot förutsättningar för effektivare horisontell kommunikation och plattformar med stöd för moduler är en styrka för att öppna upp för tillämpningar utifrån olika aktörers behov, kompetens och i viss mån digital mognadsgrad.

Baserat på principerna för *golden thread of information* och erfarenheter från områden bör kriterier enligt nedan beaktas för att säkerställa kvalitet och att relevanta krav efterlevs. Detta behöver ske utifrån ett livscykelperspektiv för att säkerställa en fungerande informationskedja och kravefterlevnad med spårbarhet.

En grundförutsättning för efterlevnad och kvalitetssäkring är att det finns *korrekt information*. Varken kvalitetssäkring, kontroll eller tillsyn kan utföras effektivt utan rätt information. Informationen i sig behöver således vara *tillförlitlig* och *principerna med en single-source of truth*, dvs. att man har en primär informationskälla som pålitlig och uppdaterad. Förutom att säkerställa att informationen är rätt, måste också rätt organisationer och personer ha åtkomst för att kunna ta del av informationen utifrån sina förutsättningar.

³ I detta avsnitt avses BIM-modellen en gemoetisk modell populerad med en begränsad mängd byggnadsinformationsdata.

I modellen behöver det finnas stöd för att hantera den komplexiteten som bygg- och fastighetsprocessen omfattar. Det är viktigt att kunna arbeta *modulärt* då behoven varierar stort mellan olika aktörer och under olika skeden i en byggnads livscykel. Med modulärt avses att informationskedjan i sig kan bestå av olika verktyg och plattformar som i sig fungerar med varandra och på så sätt bygger en helhet. *Roller*, *ansvar* och *kompetens* hos olika aktörer och personer är av stor vikt och detta behöver vara *transparent* både inom projektet för olika parter och för en möjlig extern uppföljning eller granskning. Genom att knyta systematiseringen av kravställningen till *ansvar* och *kompetensbehov* kan kvalitetssäkringen öka signifikant.

Informationskedjan med kravställningen behöver vidare vara *spårbar* och ge transparens för användaren. Transparens kan både handla om att synliggöra vad som skett och ge spårbarhet och kopplingar till relevanta krav och referenser. Det kan också handla om att ge mer information, t.ex. kontexten som förklarar bakgrunden eller motivet till ett krav. Spårbarhet skapar även möjlighet att kontrollera vem som gjort olika ändringar och på så sätt bär ansvar för ställda krav eller föreslagna lösningar.

Möjligheterna till *automatisering* finns genom systematiseringen av krav och data. Vid automatiseringen blir spårbarhet ännu viktigare för att kunna följa beslutsprocessen. Maskinläsbar- eller maskintolkningsbara kravställningar möjliggör dessutom för repeterbarhet och skalfördelar med mer adekvat och precis kvalitetssäkring. Där man i stället för att fokusera på produktionsresultatet också kan fokusera på kompetens, verktygen och att kvalitetssäkra själva kravställningen.

Systematisering och standardisering av data är vidare viktig både för kravställning och utförande. Informationen behöver kunna hanteras i format som är kompatibla med olika typer av applikationer. Informationskedjor över tid behöver därför kunna konsumeras i olika sammanhang och skapas med fördel med öppna API:er.

Utifrån systematiserad kravhantering och modeller för kvalitetssäkring och regel-efterlevnad skapas därmed förutsättningar för att säkerställa kvaliteten under hela informationskedjan under en byggnads livscykel.

I Figur 6 presenteras schematiskt den så kallade OV-modellen för kvalitetssäkring och regelefterlevnad som utgör en av hörnstenarna i den obrutna informationskedjan för brandskydd.

Figur 6. OV-modellen

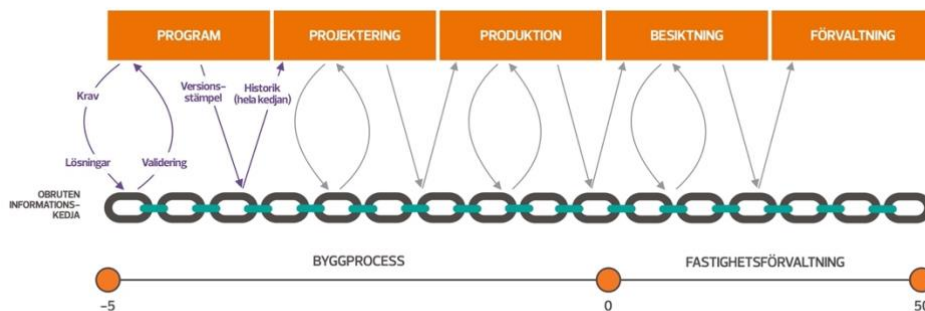


Illustration av OV-modellen, vilket är en modell för kvalitetssäkring och regelefterlevnad för en obruten informationskedja för brandskydd. OV-modellen är en anpassning/vidareutveckling av "V-modellen" och inkluderar även processer för kontinuerlig kvalitetssäkring och validering.

4 Brandskydd i ett digitalt format

För att hantera brandskyddsinformation på ett strukturerat sätt, i ett digitalt format och skapa förutsättningar för en obruten informationskedja behövs en digital plattform för att skapa, lagra och hantera informationen.

I detta kapitel beskrivs valet av plattform samt hur datastrukturen i denna är uppbyggd. Det beskrivs även hur automatiseringar är implementerad i plattformen samt plattformens arkitektur.

4.1 Val av plattform

För att genomföra fältstudierna har den digitala plattformen Bimfire valts. Bimfire är en specialiserad mjukvara för hantering av brandskyddsinformation och är baserad strukturer med stöd i forskning (Norén et al., 2018a, 2018b). Plattformen är samlad under namnet Bimfire Suite och består av olika digitala produkter⁴.

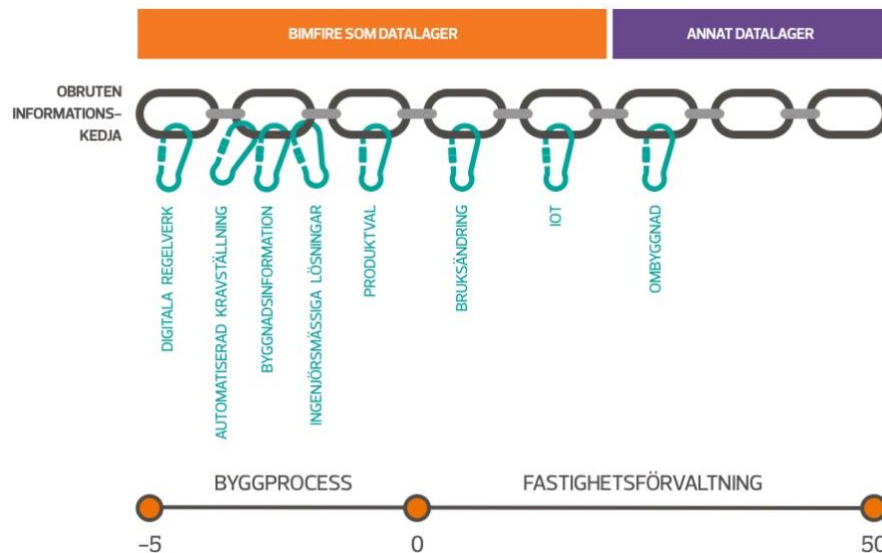
Bimfire har stöd för systematisk kravhantering, informationshantering över tid samt en modell för regelefterlevnad. Plattformen har en kommersiell produkt på marknaden, Bimfire Tools (som är ett Add-in till Autodesk Revit) men har delar som är under utveckling. Utifrån identifierade behov enligt föregående avsnitt har nya funktioner kunnat provas för att utvärdera plattformen samt för att genomföra olika koncepttest.

Bimfire erbjuder således funktionalitet för att kunna introducera brandskydd i en digital process som är i linje med hur andra discipliner inom byggsektorn arbetar. Exempelvis handlar detta om kravställning för brandskydd och själva designen och effektivisering av vissa arbetsprocesser.

Genom datahantering och lagring, som är oberoende av låsta system och format, kan kritisk brandskyddsinformation hållas uppdaterad och tillgänglig under byggnadens hela livscykel, samtidigt som den kan presenteras och kommuniceras på mottagarens villkor. En översikt av den obrutna informationskedjan och hur Bimfire som digital plattform framgår av Figur 7.

⁴ Bimfire Suite 2021-08-17: <https://bimfire.app/products/>

Figur 7. Obruten informationskedja med konsumenter, producenter och datalager



Länkarna i en obruten informationskedja är kritiska för helheten. Under projektet och byggnadens livscykel är det många olika system som konsumerar och producerar information från/till kedjan. Figuren illustrerar också att datalagret för informationen kan bytas ut vid behov, men att kedjan ändå kan hållas intakt.

Konceptuellt kan Bimfire beskrivas utifrån funktionerna kravställning, projekteringsstöd och kontroll av regelefterlevnad:

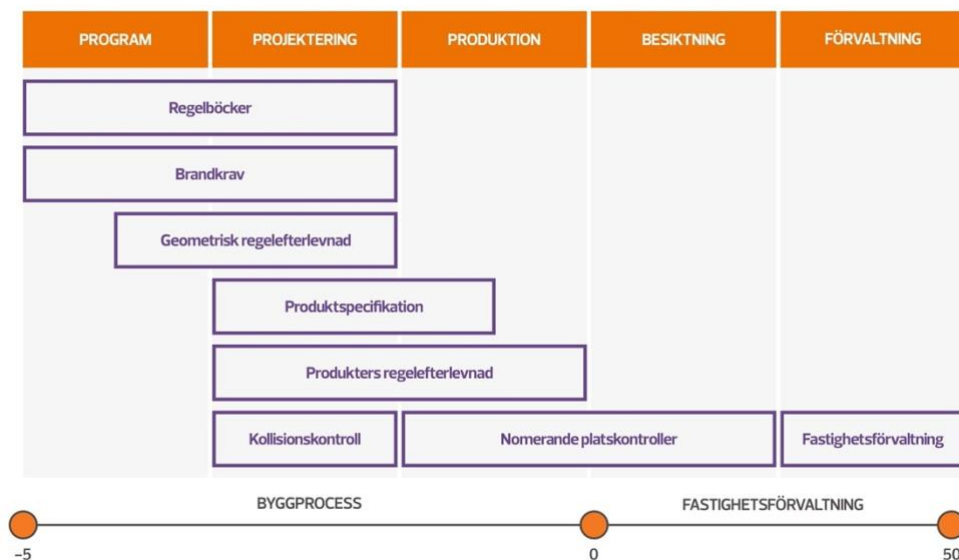
Kravställning - Genom digitala regelböcker och att dela in en byggnad i olika brandceller kan kravställning automatiseras och relevanta krav preciseras på byggnadsobjektnivå. (plan, brandcell, dörr osv.) Förändringar i objektstruktur och egenskapsvärde registreras tillsammans med vem som gjort ändringen, vilket ger ett transparent *audit trail*.

Designstöd - Stöd för att välja rätt produkter med rätt brandskyddsteknisk funktion, kontrollera gångavstånd, RFI-funktionalitet (*request for information*) och möjligheten att lägga till brandsäkerhetsprodukter/ sensorer på ett systematiskt sätt för framtida datainsamling via IoT. Funktionen erbjuder även bättre förutsättningar för att verifiera / samverifiera och möjlighet till att köra kollisionskontroller mot andra discipliner.

Kontroll av regelefterlevnad - stöd för automatisk regelkontroll genom att jämföra krav mot valda lösningar. Detta för att säkerställa att föreslagna lösningar uppfyller gällande krav och inkluderar både geometriska aspekter och parametrisk information.

De olika koncepten visualiseras schematiskt kopplat till en byggnads livscykel i **Error! Reference source not found.**

Figur 8. Bimfire:s funktionalitet över en byggnads livscykel



Schematisk visualisering av Bimfires funktionalitet över de olika faserna i ett projekt och i en byggnads livscykel. Figuren visar även funktionalitet i externa system som möjliggörs genom data från Bimfire.

Bimfire tar utgångspunkt i att skapa en "single source of truth"⁵ där all kritisk information finns samlad på ett ställe, i ett välstrukturerat format och med möjligheter att bygga integrationer till olika applikationer.

Tekniskt består Bimfire av ett API med molnbaserade databaser som har funktionalitet att skapa, lagra och läsa kritik brandskyddsinformation. Via plattformens webbinterface och integrationer till andra system möjliggörs för byggnadens olika intressenter att ta del av brandskyddsinformation som är aktuell för dem - på sina villkor.

4.2 Datastruktur för digital brandskyddsinformation

Digital brandskyddsinformation behöver följa ett välstrukturerat schema⁶ för att vara bestående över tid och för att kunna utbytas mellan olika system och plattformar. En central del i ett sådant schema är att det finns ett unikt sätt att identifiera de olika egenskaperna och dess värde.

I detta kapitel beskrivs kortfattat de standarder som finns för standardisering av byggnadsinformations struktur, samt hur brandskyddsinformation hanteras där. Därefter beskrivs Bimfires datastruktur och hur plattformen hanterar olika byggnadsobjekt (entiteter), entiteters egenskaper, egenskapers namngivning och

⁵ Wikipedia 2021: https://en.wikipedia.org/wiki/Single_source_of_truth

⁶ Det vanligaste schemat för digital byggnadsinformation är IFC Schemat vilket kortfattat är en standardiserad datamodell <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>.

struktur, samt hur egenskaperna är samlade i regelböcker. Regelböcker beskrivs även mer ingående i kapitel 4.3.

4.2.1 Standardiserad struktur för byggnadsinformation

Standardiseringen kopplat till BIM sker huvudsakligen inom BuildingSMART respektive ISO och motsvarande spegelgrupper inom CEN. Samarbete sker mellan dessa organisationer. BuildingSMART äger IFC-formatet (se Appendix A.1.1) och utvecklar det, samtidigt som de har formella samarbeten med ISO.

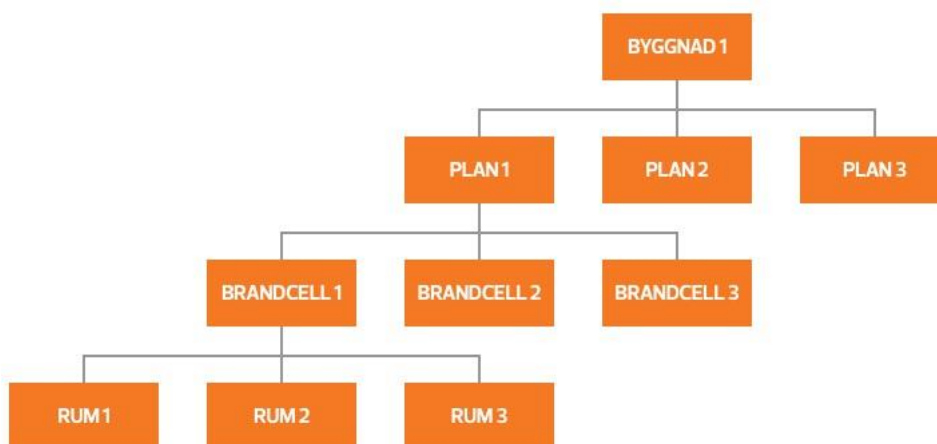
Andra exempel på standardisering kopplat till BIM är det svenska klassifikations-systemet CoClass som är ett systemkoncept för katalogisering och strukturering av byggdelen och system i byggnader för att vara tillämpbart i digital kontext. Building Information Properties, BIP⁷, är ett system för att hantera beteckningar och egenskaper för byggnadsobjekt. Liksom CoClass utgår BIP från det internationellt IFC-formatet.

Gemensamt för de ovan nämnda standarderna är att de endast till liten del innehåller information om brandskydd.

4.2.2 Byggnadsobjekt / entiteter

Bimfire hanterar spatiala entiteter (volym) på ungefär samma sätt som "Spatial Elements" i IFC (se Appendix A.1.1). En väsentlig skillnad är däremot att brandceller är inkluderat i entitetshierarkin. Det betyder att i Bimfire har en byggnad ett eller flera plan, ett plan har en eller flera brandceller och en brandcell har ett eller flera rum (se Figur 9).

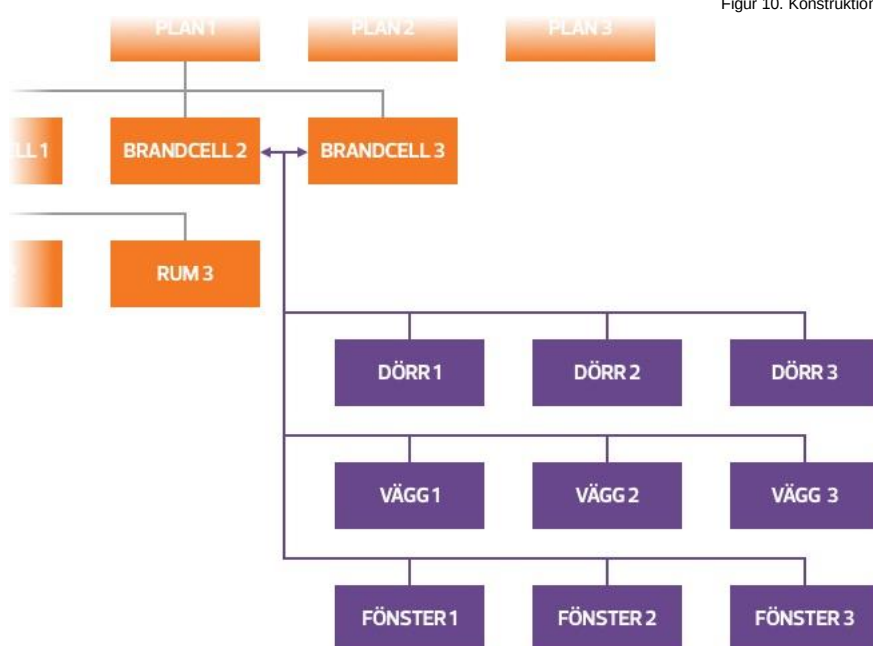
Figur 9. Spatiala entiteter i Bimfire



Spatiala entiteter som hanteras i Bimfire. Ett projekt kan ha flera byggnader med motsvarande struktur. Varje entitet kan (men måste inte) ha underentiteter som illustrerat i figuren.

⁷ <http://www.bipkoder.se>

Förutom den strikta hierarkin mellan spatiala entiteter har Bimfire också ett begrepp för att koppla entiteter på samma nivå till varandra. I dagsläget kan två brandceller kopplas till varandra. I relationen som skapas kan konstruktionsobjekt läggas till och på detta sätt får plattformen kännedom om vilka dörrar, väggar och fönster som skiljer en brandcell från en annan. Figur 10 nedan illustrerar nämnda brandcellskopplingar och konstruktioner.



Figur 10. Konstruktionsobjekt i Bimfire

Konstruktionsobjekt placerade i kopplingen mellan två brandceller beskriver de objekt som avgränsar en brandcell från en annan. De orangea boxarna i figuren visar utsnitt från Figur 9.

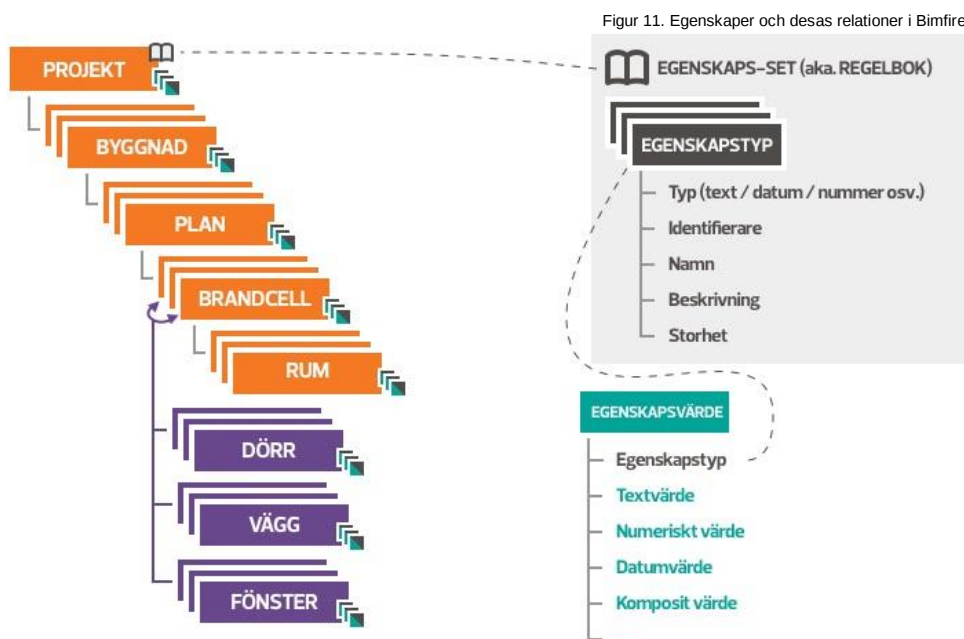
I framtiden planeras stöd för ytterligare kopplingar mellan spatiala entiteter, ytterligare konstruktionsobjekt, komponenter samt system.

Som nämnt i kapitel **Error! Reference source not found.** registreras alla förändringar i Bimfires entiteter, vilket ger historisk spårbarhet i ovan beskriven struktur.

4.2.3 Egenskaper

Varje entitet i Bimfire (kapitel 4.2.2) har en egen uppsättning egenskapstyper (även kallat parametrar) med tillhörande egenskapsvärde. Varje egenskapstyp har en identifierare, ett namn och ibland en storhet.

Egenskaper och dess relation illustreras i Figur 11 och beskrivs nedan.



Genom att koppla ett egenskaps-set, vilket i Bimfire är det samma som att koppla en regelbok, till ett projekt får alla entiteter i projektet kännedom om egenskaperna och kan tilldelas värde på dessa. Spatiala entiteter är illustrerat med orangea boxar och konstruktionsobjekt i lila, (likt Figur 9 och Figur 10). Egenskaper visas i grått och egenskapsvärde i grönt. De grön/grå boxarna illustrerar en egenskapstyp som har tilldelats ett värde för en viss entitet.

4.2.3.1 Egenskapstyper och värde

Bimfire har stöd för flera olika egenskapstyper; de kan vara numeriska, texter, enumerationer eller datum / tid. Bimfire har även stöd för komposita egenskapsvärde, dvs. en sammanslagning av flera egenskapstyper. Detta används bland annat för att beskriva brandmotstånd, vilken delas upp i separata värde för integritet, isolering och tid. Exempelvis delas den brandtekniska klassen EI 30 in i "E", "I" och "30". Detta underlättar tolkningen av värdet, vilket är nödvändigt för att bland annat kunna jämföra ett kravställt värde med ett projekterat värde, dvs den valda lösningen.

Genom att koppla egenskapstyper på en entitet kan ett värde sättas för den specifika typen av egenskap för den specifika entiteten (se Figur 11).

Motsvarande struktur finns representerad i IFC (se Appendix A.2.2).

4.2.3.2 Identifierare och namn

Som illustrerat i Figur 11 har varje egenskapstyp en unik identifierare. Detta motsvarar *Name* för *IfcProperty* i IFC:s datastruktur, vilket är en unik sträng genom *IfcIdentifier*. Till skillnad från andra *IfcIdentifier* specificeras att *Name* på *IfcProperty* ska ge semantisk mening, motsvarande *IfcLabel*.

Identifierare i Bimfire måste alltså vara unika och ha semantisk mening. Den enklare strukturen i Bimfire, jämfört med IFC, betyder att identifieraren behöver vara globalt unik, inte bara unik inom ett egenskaps-set. Detta åstadkoms genom att slå samman flera datafält för att bygga upp identifieraren. Datafälten som slås samman är egenskaps-set, entitetstyp, kategori. Sist i identifieraren läggs egenskapsnamn, möjliga värde (för enumerationer) och ibland ytterligare fält för att öka strukturen. Detta illustreras i Figur 12.

Figur 12. Identifierare i Bimfire



Bimfires uppbyggnad av identifierare. Identifierarna är modulära, där varje del separeras med en punkt. Första delen beskriver egenskaps-settet egenskapen tillhör (Pset_BBR). Andra delen beskriver entiteten egenskapen kan kopplas till (FireCompartment). Tredje delen (General) är ett sätt att kategorisera eller gruppera egenskaper "på tvärs" av egenskaps-set, men används också för att ge ytterligare kontext till egenskapen. Efter tredje delen hittar vi egenskapsnamn (OccupancyClass), möjliga egenskapsvärde (Vk1) och i vissa fall ytterligare fält för att ge struktur bland egenskaperna.

Första gruppen (egenskaps-set) är skriven på samma sätt som i IFC, med prefix Pset_. Utöver detta är alla termer skrivna enligt PascalCase, dvs. med stor första bokstav och i stället för blanksteg skrivs varje nytt ord med stor första bokstav. Booleska egenskapstyper (true / false) namnges med "Is" som första ord, precis som i IFC, tex. *IsLaminated* eller *IsIlluminated*.

Strukturen som är vald gör det trivialt att överföra och mappa data mot IFC, trots att datastrukturen avviker i viss mån (se Bilaga A).

Även om identifierarna i Bimfire har semantisk mening är de alltid skrivna på engelska, och är så korta som möjligt för att inte tappa sin innebörd. På grund av detta finns fältet *Name* för att ge bättre läsbarhet. Namn-fältet är översättningsbart, vilket ger möjlighet att kommunicera brandskyddsinformation på mottagarens språk. Detta är väsentligt då flera av de engelska vedertagna och standardiserade termerna har visat sig vara svåra att förstå både för brandingenjörer och andra projektdeltagare.

Bilaga B visar även fler exempel på egenskaper som används i Bimfire.

4.2.4 Gruppering av egenskaper i regelböcker

Egenskapstyper i Bimfire grupperas via regelböckerna. Det vill säga att en egenskapstyp alltid har en tillhörighet till en regelbok (se Figur 11). Detta fungerar ungefär på motsvarande sätt som egenskaper grupperas i IFC, men där används egenskaps-set (*IfcPropertySet*).

Strukturen i Bimfire betyder vidare att om en regelbok läggs till som kravreferens i ett projekt får alla entiteter i projektet vetskap om alla de nödvändiga egenskapstyperna för att beskriva kraven.

Andra aspekter av regelböckerna beskrivs i kapitel 4.3.

4.3 Digitala regelböcker och undantag

Helt manuell hantering av den stora mängden egenskaper som behövs för att beskriva brandskyddet i en byggnad, på samtligt berörda byggnadsobjekt, är tidskrävande och introducerar stora osäkerheter. Av denna anledning har automatiserad kravställning via digitala regelböcker introducerats i Bimfire.

För att hantera andra lösningar, tex. sådana som är resultat av analytisk dimensionering (dvs ingenjörsmässiga metoder, enligt avsnitt 2.2, har Bimfire också funktionalitet för "undantag" och "justeringar".

4.3.1 Automatiserad kravställning och digitala regelböcker

I Bimfire finns olika digitala regelböcker, dvs digitala tvillingar av olika kravspecifikationer. Det kan vara både myndighetskrav (tex. byggregler) eller krav från andra intressenter (tex. byggherre). En regelbok är en representation av de krav som ska uppfyllas och som oftast definieras under ett projekts programfas. Dessa regelböcker appliceras sedan i applikationens regelmotor där beräkningar sker för att definiera aktuella krav. I strukturen för regelmotorn finns vidare valideringsregler för att beräkna prioriteten vid fler styrande egenskaper inom en regel samt funktion för att validera att det inom en regelbok inte finns konflikterande regler.

Ett projekt i Bimfire kan ha en eller flera regelböcker kopplade till sig. Det går att definiera en hierarki mellan olika regelböcker för att kunna hantera exempelvis byggherrespecifika krav som ställer högre krav än myndigheters grundläggande krav.

De regelböcker som kopplats till ett projekt används sedan för att automatiskt applicera brandtekniska krav ned på det enskilda byggnadsobjektet i projektet. Uppdelningen mellan myndighetskrav och andra intressenters krav ger en tydlighet och spårbarhet både i den initiala projekteringen och vid eventuella framtida ombyggnationer.

4.3.2 Regelboks- och regelstruktur

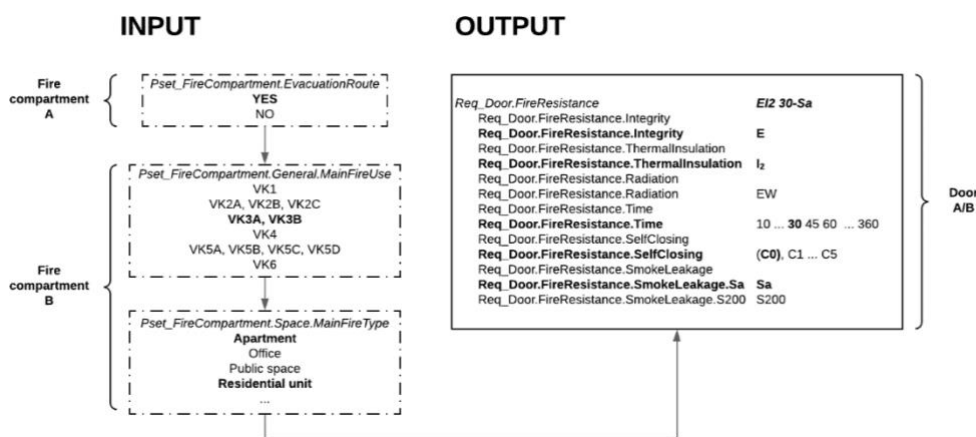
En regelbok är uppbyggd av en eller flera regler. Den kan också delas in i olika "kapitel", även kallat partiella regelböcker.

Egenskaperna som beskrivits i kapitel 0 används för att bygga upp reglerna i de partiella regelböckerna. För att göra detta delas de upp i sådana som beskriver indata och sådana som beskriver utdata, även kallat styrande- respektive utfalls-egenskaper eller "input" respektive "output". Utfallsegenskaper från en partiell regelbok tillåts vara styrande i andra partiella regelböcker.

Vid exekvering av en regel jämförs värdena som angivits för de styrande egenskaperna i regeln med det aktuella byggnadsobjekt (tex. brandcell eller dörr). Uppfylles villkoren appliceras utfallsvärdena som angivits på byggnadsobjektet. Villkor kan även beskrivas och utvärderas för omslutande eller närliggande byggnadsobjekt.

Exempel på strukturen för en regel presenteras i Figur 13. Regeln i exemplet utvärderar om ett visst brandmotstånd ska appliceras på dörrar. För att avgöra detta används styrande egenskaperna från brandcellerna på respektive sida om dörren (brandcell A och brandcell B). Vid exekvering av denna regel sätts brandmotstånd till det angivna för alla dörrar placerade mellan en lägenhet och en utrymningsväg, vilket är en del av paragraf 5:534 i BBR 29 (Boverket, 2020a).

Figur 13. Skiss över en regel i Bimfire



Schematisk beskrivning av hur en regel är uppbyggd. För de olika egenskaperna har en struktur och logik skapats för att påbörja standardisering av maskintolkningsbara egenskaper (se vidare bilaga B). Figuren presenterar ett exempel på en relationsbaserad regel för att definiera kravet på en dörr i brandcellsgräns mellan en lägenhet och en utrymningsväg. Kravet på dörren är att den lägst ska uppfylla brandteknisk klass EI₂ 30-Sa.

För att det inte ska uppstå konflikter inom en regelbok definieras en prioriteringsordning för de styrande egenskaperna så att en regel baserad på styrande egenskap med högre prioritet trumfar en regel baserad på styrande egenskaper med lägre prioritet.

4.3.3 Undantag och justeringar

För att kunna hantera processen med analytisk dimensionering finns även funktionalitet för att manuellt ändra ett värde utifrån utfallet av en validering med hjälp av plattformens funktionalitet för *Undantag* och *justeringar*, även kallat *Manual Override*. Undantag och justeringar anges av användaren explicit för ett (eller flera) byggnadsobjekt och för en (eller flera) egenskapsvärde, vilka därefter inte ändras av den automatiserade kravställningen via regelböckerna.

Utredningar eller rapporter som är underlag för analytisk dimensionering kan laddas upp för att på så sätt ge transparens kring verifiering och ansvar för kravuppfyllnad.

4.4 Applikationsstruktur för hantering av brandskyddsinformation

Strukturen och arkitekturen för en applikation som hanterar brandskyddsinformation behöver vara anpassad för att system och format ska vara öppna samt att informationen ska kunna finnas tillgänglig och uppdaterad under hela byggnadens livscykel, det vill säga agera som en "single-source-of-truth".

Mer konkret betyder det att applikationen behöver kunna utbyta information med andra system via vedertagna protokoll och data-strukturer samt kunna hållas uppdaterad i takt med förändringar.

De olika delarna/modulerna som Bimfire består av, samt hur applikationen interagerar med andra verktyg illustreras i Figur 14 och beskrivs i nedanstående kapitel.

Figur 14. Bimfire:s huvuddelar och kommunikation mot andra system

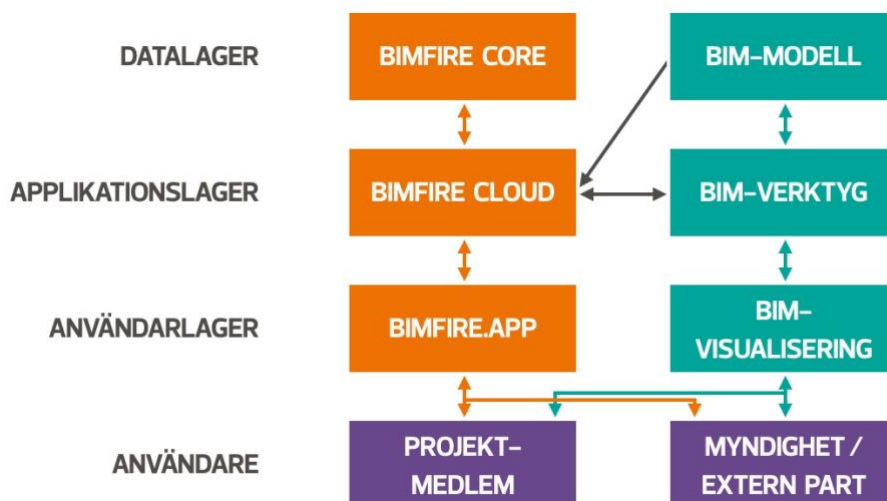


Illustration av de olika huvuddelarna i Bimfire samt hur kommunikation mellan dessa och tredjeparts-applikationer fungerar.

4.4.1 Intern struktur i Bimfire

Förenklat kan Bimfire beskrivas som tre lager / moduler:

Datalagret (Bimfire Core), där all information sparas och hålls säkerhetskopierad. Datalagret är endast tillgängligt via applikationslagret (Bimfire Cloud).

Applikationslagret (Bimfire Cloud) kan, förutom att kommunicera med datalagret även importera BIM-modeller, med eller utan geometri, som kan agera underlag till brandskyddsinformationen. Applikationslagret hanterar även automationer och annan funktionalitet enligt tidigare avsnitt.

Applikationslagret är agnostiskt till vilka klienter som kommunicerar mot det så länge autentisering finns och dataformat följs. En klient som båda kan visa och ändra information är det egna användarlagret (*bimfire.app*).

Användarlagret (bimfire.app) består i dagsläget av en s.k. webbapp. Här kan projektmedlemmar logga in för att visa och hantera information och externa användare som tex. myndigheter eller andra intressenter kan bjudas in och ges läsrättigheter för att granska information. Data kan visualiseras både i 3D och i tabellformat. Strukturen möjliggör flera parallella användarlager (klienter) som t.ex. mobilappar eller plugin till annan mjukvara.

Utöver ovanstående lager använder applikationen även en uppsättning mikrotjänster för att hantera viss funktionalitet, bland annat filhantering och autentisering.

4.4.2 Integration mot andra system

Mellan applikationen och andra verktyg används i dagsläget REST-anrop över HTTP(S) med data i JSON-format⁸ för att hålla information synkroniserad mellan systemen. På detta sätt kan brandskyddsinformation läsas och visualiseras både i Bimfire (via bimfire.app, se Figur 14) och via tredjeparts-verktygets eventuella visualiseringsfunktionalitet.

4.4.3 Tekniska aspekter

I Bimfire har en etablerad molnbaserad relationsdatabas använts för att datalagring och säkerhetskopiering. I applikationslagret och webbappen används ramverk och programmeringsspråk med ursprung i öppen källkod. Även applikationerna körs på molnbaserad infrastruktur.

Precis teknik och arkitektur som används i applikationen är relativt oviktigt så länge aspekter i tidigare kapitel är beaktade. En hög nivå av informationssäkerhet bedöms dock vara av högsta vikt då applikationen potentiellt hanterar väldigt känslig information, men det är viktigt att detta inte sker på bekostnad av hur tillgängliga data är.

⁸ Format och protokoll som idag är vedertagna för kommunikation över internet.

5 Proof-of-concepts

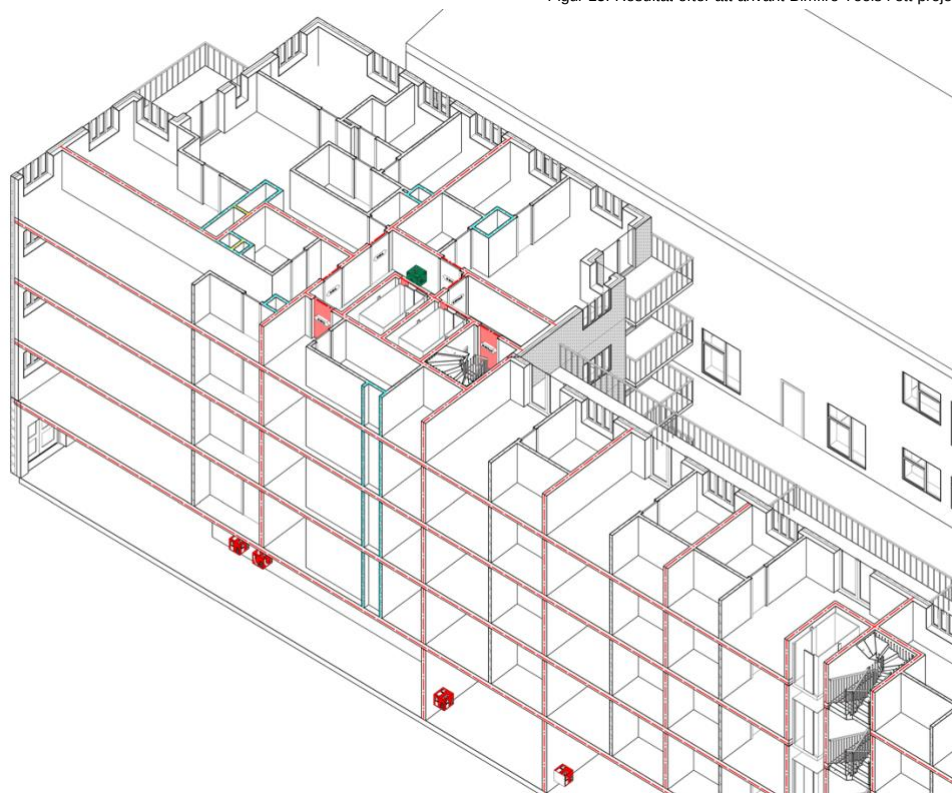
Projektet har, utöver att utveckla en modell för en obruten informationskedja, även haft som syfte att testa och utvärdera konceptet med hjälp av befintlig infrastruktur, via olika koncepttest (*proof-of-concepts*). Detta för att utvärdera hur väl den föreslagna informationskedjan och den tekniska infrastrukturen fungerar i praktiken.

Det inledande huvudspåret för denna del av projektet var att utvärdera modellen och Bimfire som plattform att prövas i två pågående byggprojekt. Båda projekten utgör flerbostadshus som avses uppföras i närförort till Stockholm. Ett av projekten var i ett tidigt skede, inledande systemhandlingsskede, medan det andra projektet var i slutet av systemhandlingsskedet och på väg in ett bygghandlingsskede. Båda projekten avsåg flera punkthus mellan 6–8 våningar med lokaler i markplan.

Vid introduktion av konceptet och modellen för en obruten informationskedja var intresset stort, men det visade det sig finnas vissa hinder som primärt grundade sig i den rådande Covid-19 pandemin och den allmänna osäkerheten i samhället under projektets genomförande. I projekten var tillgänglig tid delvis för kort och att applicera nya metoder i ett redan påbörjat projekt var en utmaning. Vidare så fanns en del av utmaningen i att branschen inte är tillräckligt mogen inom vissa områden.

Dock så användes en del av Bimfire, Bimfire Tools, i projekten och på så sätt kunde en delmängd av brandskyddskraven presenteras i ett digitalt format. Brandskydd som disciplin kunde därmed bli bättre integrerad och arbeta med liknande processer som övriga i projekteringsgruppen. I Figur 15 presenteras resultatet av att integrera brandskydd i en digital kontext med hjälp av Bimfire Tools.

Figur 15. Resultat efter att använt Bimfire Tools i ett projekt



Visuell återgivning av brandskyddsinformation i en geometrisk BIM-modell där tredimensionella brandcellsgränser framgår med röda respektive turkosa markeringar. Kravobjekt markeras ut och representeras i modellen.

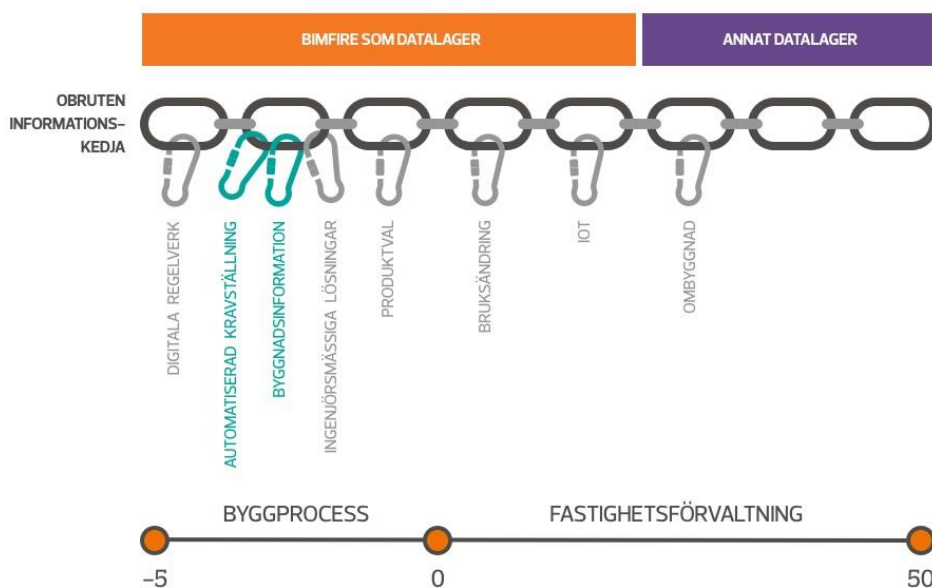
För att pröva konceptet med en obruten informationskedja med hjälp av Bimfire valdes två andra koncepttest: maskintolkningsbara nationella byggregler samt integration med en plattform för digital tvilling. Genom dessa val kunde informationsutbyte med två viktiga aktörer prövas i praktiken. I denna prövning testades ett antal av de egenskaper som har identifierats som viktiga.

5.1 PoC 1 - Integration mot BIM-plattform

För att undersöka möjligheten att integrera brandskyddsinformation och göra den tillgänglig för alla olika intressenter och system inom ett projekt genomfördes ett koncept-test med fokus på integration mellan olika plattformar med hjälp av öppna API:er.

Syftet med koncepttestet var att undersöka informationshanteringen och se hur väl automatiseringen av kravställning kan fungera, hur informationen kan konsumeras och bearbetas av andra system samtidigt som funktionen för "single-source-of-truth" säkerställs och uppdateringar kan spåras. Hur koncepttestet ansluter till det övergripande målet om en obruten informationskedja illustreras i Figur 16.

Figur 16. Delar som testats i PoC 1



I PoC 1 testades automatiserad kravställning i Bimfire tillsammans med byggnadsinformation från Bimeye, vilket illustreras i figuren. Den samlade informationen från systemen utgör kedjan i slutet på PoC:en och Bimfire användes som datalager för kedjan.

5.1.1 Applikationsbeskrivning

I aktuellt PoC har Bimfire integrerats mot BIM-plattformen Bimeye. Bimeye är en molnbaserad BIM-datahanteringslösning utvecklad av Tribia⁹. Lösningen har en bred användning inom byggprojekt och erbjuder informationshantering för en byggnads hela livscykel.

⁹ <https://www.tribia.com/en/bimeye>

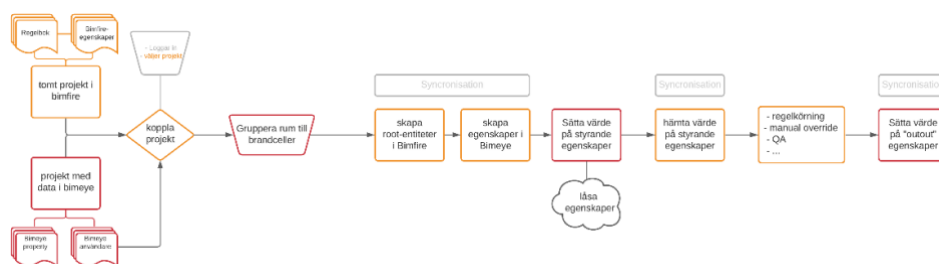
Genom integrationen möjliggörs det för en användare att arbeta i Bimeye, men nyttja funktionaliteten i Bimfire.

Konceptet är skapat så att en projektansvarig har ett användarkonto i Bimfire, loggar in och skapar en koppling mot sitt projekt i Bimeye. Sedan anlitat projektet en brandsakkunnig som bjuds in att arbeta i systemet. Den brandsakkunniga arbetet går till stor del ut på att se till att BIM-modellen innehåller vad den behöver och att granska så att allt blir rätt. Däremellan kommer systemet, via automatiserade processer själv gå igenom modellen och applicera krav och egenskaper på objekt (brandceller, dörrar, väggar etc.) som sedan synkroniseras tillbaka till Bimeye. På så sätt skapas och definieras den kravställning som ett projekt ska säkerställa.

Data lever vidare i Bimfire, och kan exporteras till olika format och andra datakällor som så behövs under andra skeden byggnadens livscykel.

Hur flödet ser ut schematiskt presenteras i Figur 17.

Figur 17. Flödesschema för koppling mellan Bimfire och Bimeye



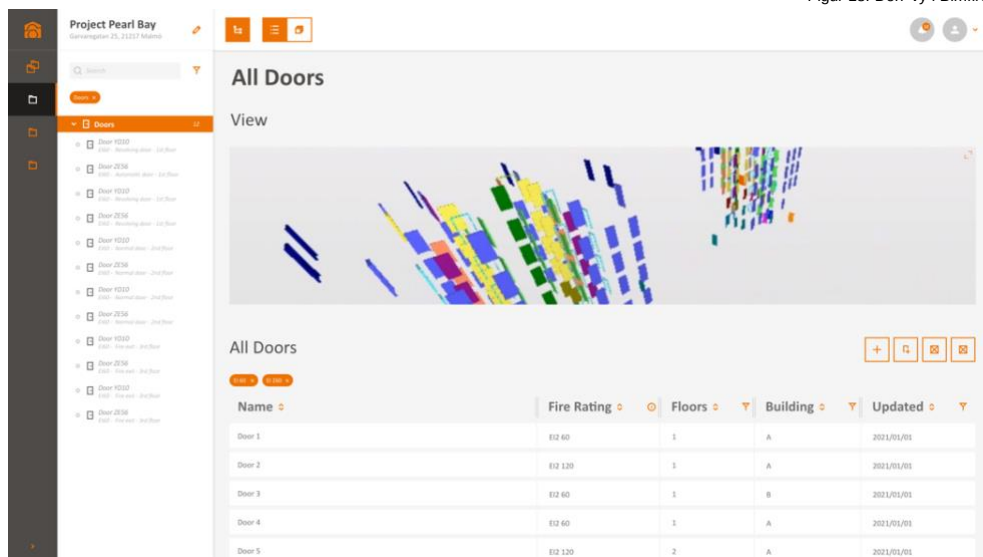
Flödesschema för integration mot BIM-plattformen (Bimeye). Initialt (till vänster i figuren) förutsätts ett nytt, tomt, projekt i Bimfire och ett pågående projekt i Bimeye där det finns data. Projekten kopplas via en användare som är autentiserad i båda systemen. Systemen synkroniseras genom att egenskapstyper och byggnadsobjekt skapas i respektive system. Efter att användaren angivit brandcellstillhörighet och en del styrande egenskaper kan regler exekveras i Bimfire och resultaten kan skrivas tillbaka till Bimeye.

Själva koncepttestet finns inspelat och kan ses på följande länk –

<https://bimfire.app/media/POC1-Integration mot BIM-plattform.mp4>

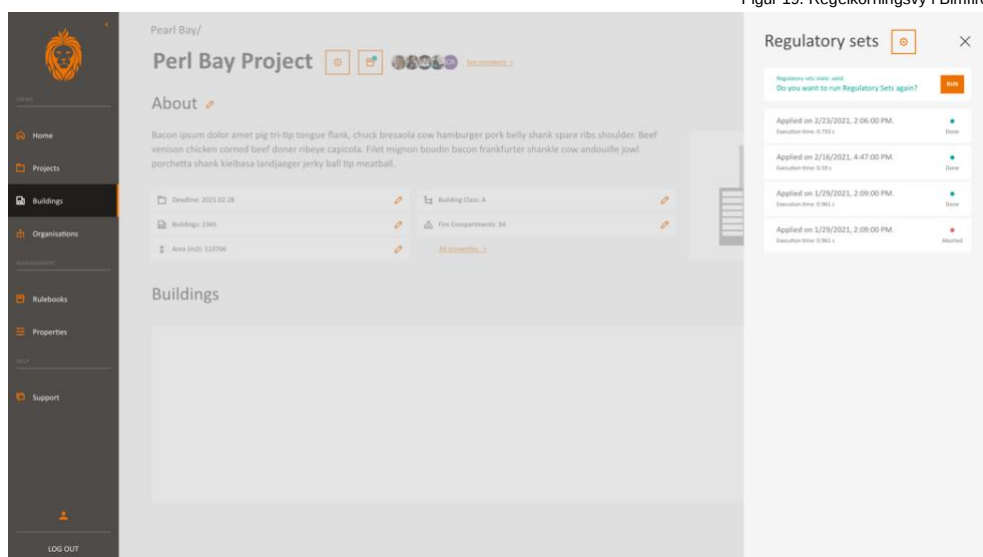
I Figur 18 - Figur 20 finns skisser som beskriver del av konceptet.

Figur 18. Dörr-vy i Bimfire



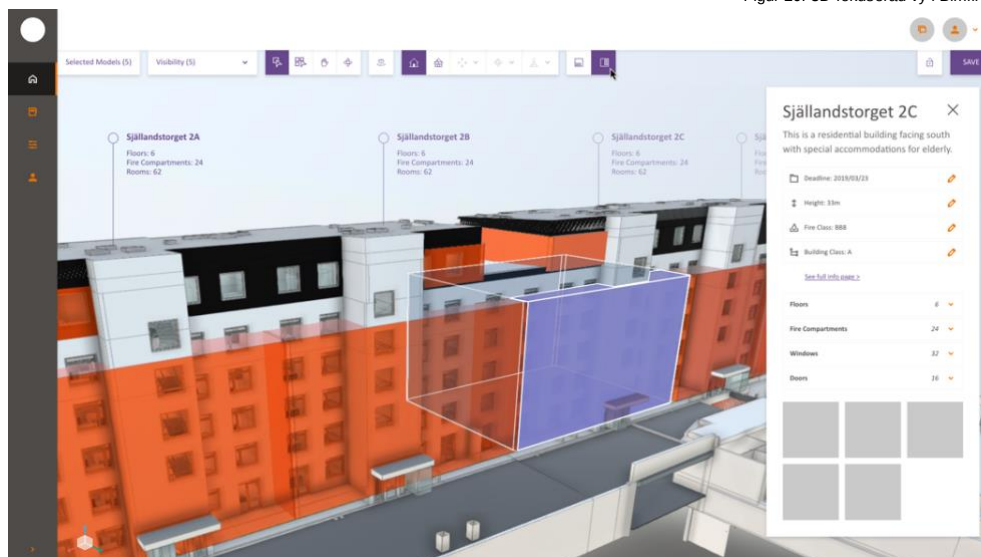
Skiss som visar dörrar som importerats från Bimeye i Bimfire. Skissen visar en 3D-vy som visualiserar dörrar i byggnaden och tabellen visar dörrarna med tillhörande egenskaper och egenskapsvärde, så som brandteknisk klass och på vilket plan dörren är belägen.

Figur 19. Regelkörningsvy i Bimfire



Skiss som visar ett Bimeye-kopplat projekt (Pearl Bay) och en vy där regelkörningar kan exekveras för att applicera brandskydds krav för modellen i projektet.

Figur 20. 3D-fokuserad vy i Bimfire



Skiss som visar ett projekt i en mer 3D fokuserad vy. Egenskapstyper och egenskapsvärde visualiseras för markerat objekt i fönster till höger. Navigering via 3D-geometri eller via tabeller väljs av användaren beroende på individens preferens eller specifika förutsättningar.

5.1.2 Resultat

Resultatet från studien är att integration mot andra system och plattformar fungerar väl och att informationen kan flyttas och/eller synkroniseras mellan system. Studien testar enbart integration mot ett annat system, men även andra plattformar eller system bedöms vara möjliga att integrera mot förutsatt att de exponerar API eller SDK (software development kit) som tillåter läsning och skrivning av data. De flesta verktyg på marknaden som kan vara aktuella för integration exponerar API/SDK på detta sätt.

Studien visade vidare att Bimfire:s strukturer för egenskaper och byggnadsobjekt, vilka primärt är utvecklade för brandskydd, kan översättas och appliceras i en mer generisk miljö med helt andra strukturer. Det är alltså inte kritiskt att strukturerna för egenskaper och byggnadsobjekt helt matchar mellan olika system, så länge de enskilda egenskaperna är tydliga och konsekventa.

När brandskyddsinformation placeras parallellt med annan byggnadsinformation får hela projektorganisationen och andra intressenter direkt tillgång till den och kan söka, filtrera och dela den. Det uppnås alltså en ökad tillgänglighet till informationen för alla parter.

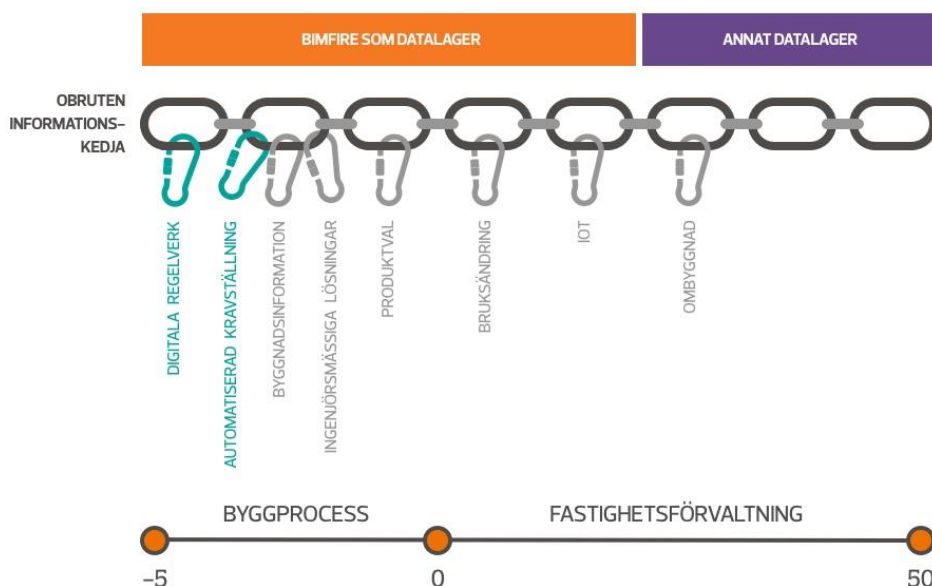
I studien användes en modell från ett verkligt projekt. Trots att byggnaden var av relativt begränsad storlek var det tydligt att mängden byggnadsobjekt och egenskapsvärde hade gjort det svårt och tidskrävande att hantera informationen manuellt. Genom Bimfire:s automatisering kunde informationen tillämpas och kvalitetssäkras direkt i BIM-modellen, vilket utöver att spara tid, även minskade risken för brister och fel.

Integration mot just en BIM-plattform, så som i studien, betyder att brandskydds-information och brand som disciplin blir en del av de arbetsflöden som resten av byggprojektet redan arbetar utifrån. Detta betyder att alla andra discipliner direkt kan dra nytta av fördelarna utan att behöva förändra hur de arbetar.

5.2 PoC 2 – Integration mot nationella maskintolkningsbara byggregler

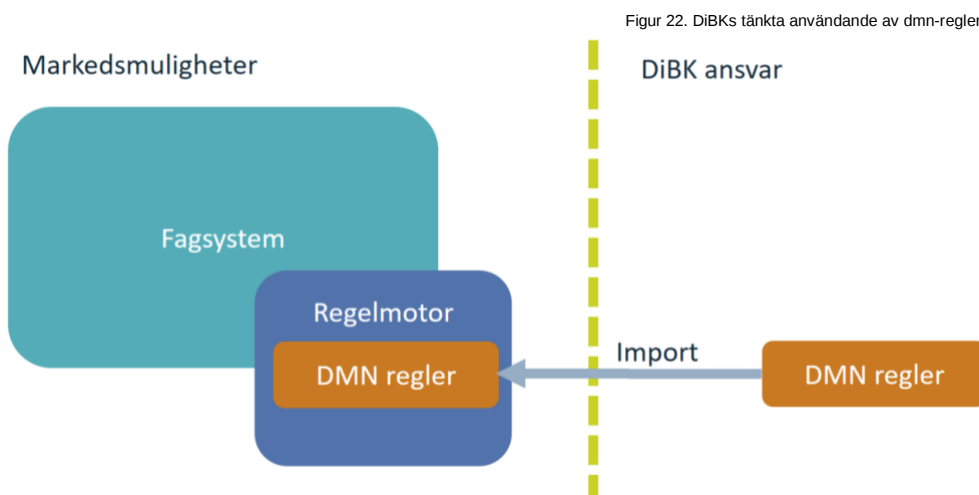
Den andra koncepttestet genomfördes för att pröva infrastrukturen, systematiken och plattformen mot gränssnittet med nationella byggregler. I Figur 21 framgår hur digitala regelverk förhåller sig i den obrutna informationskedjan och till Bimfire som datalager.

Figur 21. Delar som testats i PoC 2



I PoC 2 testades automatiserad kravställning i Bimfire tillsammans med digitala regelverk från DigiTEK, vilket illustreras i figuren. Den samlade informationen från systemen utgör kedjan i slutet på PoC:en och Bimfire användes som datalager för kedjan.

Studien genomfördes mot de norska byggreglerna som ges ut av Direktoratet för byggkvalitet (DiBK). DiBK har börjat utvecklingen av maskintolkningsbara regelböcker som tillhandahålls av myndigheten och har tillgängliggjort dessa i en testmiljö. DiBK har utvecklat ett API för brandskyddsreglerna i TEK 17 (norska motsvarigheten till svenska Boverkets byggregler). Steget med att omsätta nationella byggregler och tillhörande godtagbara lösningar utgör i sig en viktig del i modellen för *assurance* och *regulatory compliance*. Den struktur som DiBK arbetar efter för att främja den digitala utvecklingen presenteras i Figur 22.



Beskrivning av principen för DigiTEK där DiBK tillhandahåller regler i DMN-format och som i sin tur kan hämtas och köra i en regelmotor som finns på marknaden (DiBK, 2017¹⁰).

5.2.1 Applikationsbeskrivning

För att kunna hantera brandskydd på byggnadsobjektnivå kan digitala regelböcker byggas upp i Bimfire. Lokala regelverk eller exempelsamlingar som innehåller godtagbara lösningar, t.ex. BBR 29 (Boverket, 2020a) eller TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet (DiBK), 2021), motsvaras av en digital regelbok. Digitala regelböcker processas i regelmotorn som analyserar modellens uppbyggnad och avsedda användning för att kunna avgöra vilka brandtekniska krav som gäller för objektet. I praktiken är det ofta pre-accepterade lösningar (enligt förenklad dimensionering) som genereras, och som i sig uppfyller relevanta funktionskraven. Väggar, dörrar, fönster och andra objekt får därmed egenskapsvärden som beskriver vilken brandteknisk nivå som behöver uppfyllas.

För att bygga upp den digitala regelboken i Bimfire behöver varje regelverk analyseras och brytas ned i ett format som är möjligt för mjukvaran att hantera. Regelverk såsom BBR 29 och TEK 17 är uppbyggda i text-format och kan innehålla flera olika godtagbara lösningar med korsreferenser till andra regelverk och standarder. Detta skapar en utmaning då de ska läsas av människor och avsevärt försvårar maskinell tolkning. Digitaliseringen av regelverket som introduceras av DiBK genom DigiTEK-projektet förenklar maskintolkningen väsentligt.

Det finns stora likheter mellan hur regler har implementerats i Bimfire och i DiBK:s DigiTEK-projekt. DigiTEK-API:et (dvs. regel-API:et) kompletterar steget i Bimfire:s regelmotor där pre-accepterade brandtekniska kraven kan bestämmas. Flödet hur processen ser ut illustreras i Figur 23.

¹⁰

<https://dibk.atlassian.net/wiki/spaces/FB/pages/51351057/PoC+p+digital+representasjon+av+TEK+for+b+rannkrav>

Figur 23. DigiTEK som en del av Bimfire:s arbetsflöde

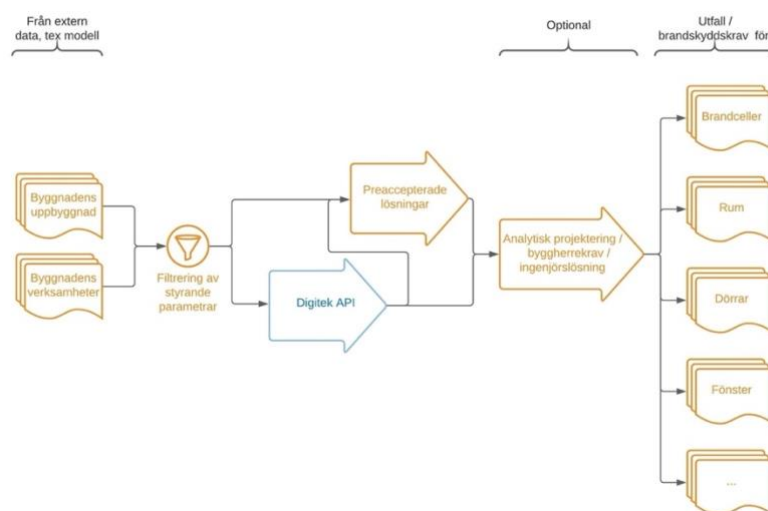


Illustration hur DigiTEK-API passar in i regellogiken i Bimfire. Orangea objekt visar Bimfire-operationer och blå visar var DigiTEK:s API kan appliceras.

5.2.2 Lösning

Ingångsvärden till Bimfire:s regelmotor kan exempelvis hämtas från en BIM-modell eller en databas. Från modellen hämtas parametrar som behövs som ingångsvärden i Bimfire:s regelmotor. Vissa av dessa ingångsvärden kan efter ny mappning användas i DigiTEK:s API. API:et kan alltså komplettera den existerande regelmotorn i Bimfire för de delar av regelverket där stöd finns.

I vissa delar av API:et kan resultatet från DigiTEK användas direkt, i andra delar kan de användas som ingångsvärde till regelmotorn i Bimfire. Slutligen kan undantag, baserat på analytisk dimensionering eller byggherrekraav, appliceras och data kan presenteras på brandceller, dörrar, fönster och andra byggnadsobjekt.

I praktiken behöver data från DigiTEK importeras in i Bimfire. Regelkörningen skriver och utvärderar ett stort antal parametrar på tusentals byggnadsdelar. Reglerna är hårt optimerade för databasstrukturen för att kunna göra detta på ett effektivt sätt.

Ovanstående tekniska implementation betyder alltså att DigiTEK används för uppsättningen av regler via en import. När importen från DigiTEK görs kan emellertid en referens till regeln i DigiTEK sparas, så att denna kan uppdateras vid behov. Fördelarna som nämnts tidigare (ökad kvalitet och bättre spårbarhet) bedöms ändå finnas kvar.

I koncepttestet så testades regler kring ytskikt som baserades på olika varianter av kravparametrarna "brannsektion per etasje", "risikoklasse" och "brannklasse".

Själva koncepttestet finns inspelat och kan ses på följande länk:

https://bimfire.app/media/POC2-Integration_mot_internationella_byggregler.mp4

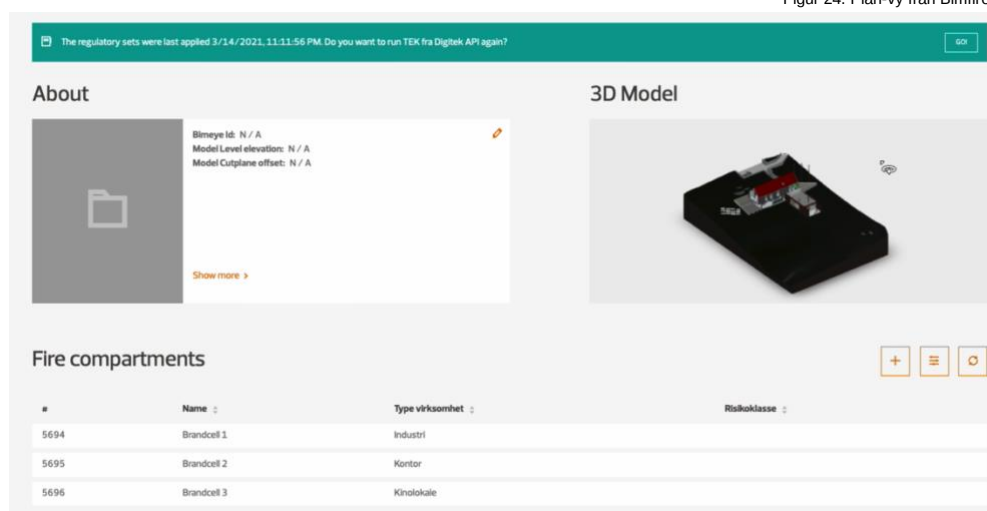
I figurerna nedan presenteras även konceptet i olika figurer.

Figur 24 visar de tre brandceller som använts i studien. Brandcellerna är placerade på samma plan. Förutom namn har brandcellerna två egenskapstyper, "typ av verksamhet" och "riskklass" vilket kan ses i tabellen i figuren. Riskklass är odefinierad för samtliga brandceller och typ av verksamhet skiljer sig åt mellan brandcellerna (industri, kontor respektive biograf). Egenskapstyperna visualiseras mer detaljerat i Figur 25, Figur 26 och Figur 27.

Då egenskaper definierats i Bimfire initieras importen (Figur 28). Regler som hämtas från DigiTEK mappas om för att passa in i Bimfire:s struktur.

Avslutningsvis exekveras regler och värde sätts på utfallsegenskaperna. I Figur 29 illustreras ett satt värde och dess ändringshistorik.

Figur 24. Plan-vy från Bimfire



Skärmdump från Bimfire som visar brandceller i projektet som använts i studien. I interfacet visas information om ett fokalt våningsplan (About), en 3D modell över byggnaden samt 3 brandceller i tabell.

Figur 25. Egenskap som beskriver verksamhetstyp i Bimfire

Description

Enter a description for the property

Type

Select one

Alternative

Identifier	Name	ADD
1	TEK.FireCompartment.General.MainFireType.Garage	Garasje
2	TEK.FireCompartment.General.MainFireType.Industry	Industri
3	TEK.FireCompartment.General.MainFireType.Office	Kontor
4	TEK.FireCompartment.General.MainFireType.School	Skole
5	TEK.FireCompartment.General.MainFireType.Residential	Bolig
6	TEK.FireCompartment.General.MainFireType.Cinema	Kinolokale
7	TEK.FireCompartment.General.MainFireType.Theatre	Teaterlokale
8	TEK.FireCompartment.General.MainFireType.HospitalWard	Sykehus

Skärmdump från Bimfire som visar en av de egenskapstyper som används i studien. Egenskapstypen beskriver verksamhetens typ (MainFireType) i en brandcell (FireCompartment). Egenskapstypen är av typen enumeration och listan i figuren visar de möjliga alternativen som kan väljas, tex industri och kontor.

Figur 26. Egenskap som beskriver riskklass

Description

Enter a description for the property

Type

Select one

Alternative

Identifier	Name	Add
1	TEK.FireCompartment.General.MainFireUse.Rkl1	RKL1
2	TEK.FireCompartment.General.MainFireUse.Rkl2	RKL2
3	TEK.FireCompartment.General.MainFireUse.Rkl3	RKL3
4	TEK.FireCompartment.General.MainFireUse.Rkl4	RKL4
5	TEK.FireCompartment.General.MainFireUse.Rkl5	RKL5
6	TEK.FireCompartment.General.MainFireUse.Rkl6	RKL6

Skärmdump från Bimfire som visar en av de egenskapstyper som används i studien. Egenskapstypen beskriver riskklass¹¹ (MainFireUse) i en brandcell (FireCompartment), vilket var en utfallsegenskap i reglerna. Egenskapstypen är av typen enumeration och listan i figuren visar de möjliga alternativen som kan väljas, tex RKL1 och RKL2.

Figur 27. Egenskapstyper i Bimfire

Properties

All properties

Key	Name	Type	Belonging	Mandatory	System Feature	Category	Rule container	IFC-Prefix
TEK.FireCompartment.General.MainFireUse	Riskklass	Select one	Fire compartment	No	No	Digitek example 1	TEK fra Digitek API	Pset
TEK.FireCompartment.General.MainFireType	Type av brand	Select one	Fire compartment	No	No	Digitek example 1	TEK fra Digitek API	Pset

1 / 1 page

Skärmdump från Bimfire som visar listan på egenskaperna riskklass och verksamhetstyp (se Figur 25 och Figur 26).

¹¹ Riskklass i TEK motsvarar närmast verksamhetsklass i BBR.

Figur 28. Pågående import av regler från DigiTEK till Bimfire

#	paragraph	Area	Quality assurance
437	11-2	General Conditions	✓
438	11-2	General Conditions	✓
439	11-2	General Conditions	✓
440	11-2	General Conditions	✓
441	11-2	General Conditions	✓
442	11-2	General Conditions	✓
443	11-2	General Conditions	✓
444	11-2	General Conditions	✓

Skärmdump som visar pågående import av regler från DigiTEK till Bimfire. Åtta regler har importerats då skärmdumpen togs, vilka visas i tabellen nederst i figuren.

Figur 29. Ändringshistorik i Bimfire

Created	Status	Value
2021-03-14	Changed	RKL5
2021-03-14	Changed	bimfire.dev+root@gmail.com
2021-03-14	Changed	RKL5
2021-03-14	Changed	bimfire.dev+root@gmail.com
2021-03-14	Changed	RKL5

Skärmdump från Bimfire som visar egenskapsvyn för en viss brandcell. Modulen som är öppen, visar ändringshistoriken för riskklass. Värdet har ändrats flera gånger under studien. Dessa visar att värdet tämts av en användare (rad 2) och sedan satts till RKL5 av en regelkörning (rad 1). I den mörkgrå rutan visas ytterligare information om vilken regelkörning och vilken regel som har satt värdet, samt vilken användare som initierat regelkörningen.

5.2.3 Resultat

Studien visar att det är möjligt att använda nationella, digitaliserade, byggregler i Bimfire och få förväntade utfall på byggnadsobjekt vid exekvering av reglerna.

Det bedöms inte vara lämpligt att exekvera regler direkt i myndighetens applikation och reglerna bör i stället importeras in i plattformen, vilket gjordes i studien. Att använda myndighets applikation direkt bedöms ha följande nackdelar:

- Det introducerar ett beroende till en tredje parts infrastrukturs tillgänglighet och prestanda, vilket potentiellt betyder att regler inte kan exekveras eller exekveras långsamt.
- Det betyder att potentiellt känslig eller hemlighetsstämplad information sprids utanför applikationen, vilket sannolikt inte får ske.
- Önskad transparens och spårbarhet kan inte uppnås i ett projekt.

För att importera en myndighets digitala regler krävs en mappning för att omvandla dessa till Bimfire-regler. Initialt är importfunktionaliteten tidskrävande att skapa, men sannolikt mindre tidskrävande än att manuellt tolka och skapa regler. Att koppla bort det manuella steget kommer ge bättre slutresultat och kräver ingen specifik domänkunskap.

I DigiTEK, så som det såg ut vid studien, användes norska egenskapsnamn samt olika namn för samma egenskap, beroende på kontext. Det saknades även hantering för egenskaper av typen enumeration. Mappning och import skulle väsentligt kunna förenklas om egenskaper namngivits på engelska och på ett standardiserat format (se avsnitt 6.3) samt en mer avancerad hantering av olika egenskapstyper varit implementerad.

Då importfunktionalitet väl är skapad kan ändringar och tillägg i de digitala byggreglerna direkt resultera i en ny import och önskemålet om att ha byggregler som en grundläggande del i en "single source of truth" bedöms fortfarande kunna uppfyllas.

För att en import ska vara möjlig krävs att den digitala regelboken följer en tydlig struktur som hålls konstant över tid. Den behöver också levereras i ett format som är maskintolkbart och tillgängligt.

DigiTEKs API kan nyttjas på två olika sätt för kopplade system;

- via en komplett byggnadsbeskrivning kan skickas och API:et svarar med alla de krav som (kan) vara relevanta. Förenklat motsvarar detta alltså en regelkörning i Bimfire.
- via enskilda, avgränsade, frågor kan skickas och API:et svarar med det specifika kravet som har efterfrågats. Förenklat motsvarar detta alltså en regel i Bimfire.

I studien användes den senare nämnda metoden där input och output mappades in mot Bimfire-regler. En utmaning med detta angreppssätt, givet hur DigiTEK-API:et är strukturerat, är att det kräver stor kunskap om regelverkets uppbyggnad för att avgöra vilka regler som är relevant att mappa och vilka möjliga kombinationer av input och output som finns. För applikationer som Bimfire är det dock helt centralt att regler / algoritmer exponeras på denna grundläggande nivå då det skapar den nödvändiga

flexibilitet som behövs för att importera regler. De behöver dock kompletteras med kringinformation för att reglernas sammanhang och det större perspektivet också ska bli maskintolkningsbart.

I DigiTEK finns nämnda sammanhang och större perspektiv presenterat som DMN- och BPMN-filer. Dessa krävde dock ytterligare mjukvara för att tolka och de exponerades inte via API:et. Struktur och systematisering av data behöver vara versionshanterat och exponeras via API i öppna, dokumenterade, format som går att tolka i de programmeringsspråk som mottagaren kan tänkas använda (t.ex. JSON-logic¹²).

¹² <https://jsonlogic.com>

6 Slutsatser

Konceptet med en obruten informationskedja för brandskydd har utvärderats genom att en modell har utvecklats och testats. Modellen stödjer systematisk kravhantering, efterlevnad, kvalitetssäkring och informationshantering ur en byggnads livscykelperspektiv. Genom två olika *proof-of-concept*-studier har modellen prövats i praktiken, dels genom integration mot en BIM-plattform och dels genom integration av nationella maskintolkningsbara byggregler.

6.1 Modellen för en obruten informationskedja

För att utveckla byggsektorn är vår bedömning och analys utifrån dagens reglering och brandskyddsprocess, brister i informationshantering, kravställning och kvalitets-säkring, att en obruten informationskedja behöver innefatta mer än en strukturerad informationshantering. Det behövs även en systematisk kravhantering så att det är tydlig vad för krav och normer en byggnad ska uppfylla, eller har uppfyllt. Kopplat till informationskedjan behövs också en effektiv kvalitetssäkringsprocess för att dels säkerställa att ställda krav möts, dels att interna kontroller, inom exempelvis projektering eller under förvaltningen, genomförs på rätt sätt. För att nå detta behöver följande principer beaktas:

- Korrekt information
- Tillförlitliga data
- Single-source of truth
- Modularitet
- Transparent
- Spårbar
- Automatisering

Roller, ansvar och kompetens hos olika aktörer och personer är även det av stor vikt för att implementera nya arbetssätt och tekniker. Detta behöver vidare ske transparent inom ett projekt eller organisation.

Vidare behövs en digital plattform med tillhörande infrastruktur och tekniska funktioner för att möjliggöra detta. Plattformen behöver ha stöd för en systematiserad datastruktur med möjlighet till spårbarhet. Effektiv kvalitetssäkring och kontroll av regelefterlevnad förutsätter automatisering. Med detta behöver digitala regelböcker kunna skapas, underhållas och stödjas av plattformen. Eftersom modularitet är viktig i den obrutna informationskedjan behöver plattformen tillhandahålla funktionen att kunna utbyta information genom åtkomliga API eller SDK (software development kit) som tillåter läsning och skrivning av data.

Med den digitala plattformen Bimfire och de olika *proof-of-concept*-studierna har principerna för informationskedjan prövats. Single-source of truth och modularitet har testats i två användarfall mot olika plattformar genom API:er.

Genomförda koncepttest visar på att automatisering, spårbarhet och transparens fungerar i ett flöde med informationsutbyte mellan olika plattformar. Dock har inte själva regelefterlevnadsmodellen testats i faktiska projekt.

Genom att förutsättningar för en obruten informationskedja skapats, finns även möjlighet för andra aktörer att dra nytta av en systematiserad kravställning, t.ex. kravställande aktörer som Boverket, försäkringsbolag och beställare. Produkt- och systemval kan också göras effektivare om kravställningen digitaliseras på branschgemensamma sätt. Verifiering av att rätt produkt- och system har valts underlättas därigenom och möjliggör för en bättre och säkrare byggnad.

Ur ett europeiskt perspektiv finns det fördelar med att maskintolkningsbara kravställning över tid formaliseras så att den ser lika ut. Till exempel är den europeiska byggproduktmarknaden gemensam och i slutändan ska CE-märkta produkter uppfylla nationella byggregler och annan kravställning. Genom att använda maskintolkningsbara egenskaper uttryckta i ett standardiserat likformigt format underlättas detta utbyte. Parallellt med detta projekt utvecklas i Sverige och Europa systematisering av produkters egenskaper, t.ex. genom digitaliserad produktinformation (Arva et al., 2021) och standardisering av *Internet of Things* för applicering i byggnader (Löwnertz, 2020).

En obruten informationskedja för brandskydd kan stödja byggsektorn i att hantera byggnadsinformation över byggnadens hela livscykel och på så sätt effektivare skapa säkra byggnader. Som en del av detta kommer möjligheter att skapas för ett kulturskifte där branschens medvetenhet och förståelse för värdet av data och nya digitala processer ökar för att maximera dess framtida potential. Dels i form att förändrade arbetssätt, dels via framtida nya produkter och tjänster baserade på tillgängliga data.

En obruten informationskedja skapar inte enbart bättre förståelse för en byggnads brandskydd utan kan spela en nyckelroll i att underlätta och påskynda en bredare digital transformation i den byggda miljön, vilket kan ge ekonomisk tillväxt och bidra till ökad hållbarhet.

Det finns lärdomar av projektet som andra delar av byggsektorn kan ta del av. Samma typ av behov har konstaterats hos andra discipliner generellt, och hos horisontella kravställare såsom akustik, energieffektivisering och tillgänglighet i synnerhet. Modellen för att säkerställa efterlevnad bör således kunna tillämpas även för andra teknikområden. Datastrukturen behöver dock likformas för att säkerställa informationsutbytet mellan olika aktörer och system. Det förslag på struktur och uppbyggnad av egenskaper som föreslås i avsnitt 4.2 bör kunna appliceras inom dessa områden.

6.2 Utmaningar mot förändring

Under projektets gång har några utmaningar identifierats som behöver belysas lite extra. Den digitala, tekniska och kompetensmässiga mognadsgraden är generellt relativt låg inom branschen i stort. Försöken med *proof-of-concept* i faktiska byggprojekt visar på att det finns en tröskel till förändring, men att förändringsarbetet ändå har påbörjats och acceptansen för mer strömlinjeformade processer och viljan till bättre digitala lösningar finns. Försiktigheten kan även hänföras till att affärsmodeller och traditioner håller tillbaka förändringsviljan hos organisationer och enskilda

individer. I den traditionella byggprocessen är projekten ofta projektunika organisationer då systematiseringen inte sker i tillräcklig hög grad. Dessutom är kunskap och arbetssätt till stor del personberoende. Detta försvårar för erfarenhets- återföring och lärdomar utifrån de stora informationsmängder som utbytes i ett projekt. Organisatoriskt och branschgemensamt lärande hämmas därmed.

Vidare är informationshantering till stor del ögonblicksbilder snarare än åtkomliga primära källor. Det leder till att det kan finnas konflikterande "sanningar" i ett projekt, särskilt med hänsyn till den iterativa processen som utgör projekteringen av en tänkt byggnad. Detta gör också att det kan vara svårt att lita på att informationen är rätt och att det är den senaste versionen som är tillgänglig. Genom att processen är fragmentiserad med många olika aktörer som har olika roller och ansvar, så försvåras en effektiv kommunikation. Utan en systematiserad informationshantering saknas transparens och spårbarhet och risken för fel ökar.

Genom hela informationskedjan behövs tydliga incitament för aktörerna för att bädda för en bra helhet. Förändringstakten kan öka om beställare tydligare ställer krav på ett sätt som främjar en obruten informationskedja. Till exempel kan beställare göra detta genom att utgå från en BIM-manual. Exempel på vad som bör ingå utifrån brand- skyddsperspektiv ges i SBUF-rapporten *Kravställningsstöd för digital brandskyddsinformation i fastigheter* (Strömgren et al., 2021).

6.3 Behov av standardisering

Avsaknaden av standarder inom brandskyddsområdet är tydlig både vad gäller processer, information och dataformat. Det finns inte en standardiserad process för hur brandskyddsfrågan bör hanteras i byggprojekt och in i förvaltning. Det leder också till att kompetenser och roller kan variera stort mellan olika aktörer på marknaden.

Ett första steg för att standardisera processer har tagits i och med de nordiska standarderna INSTA 950 - Fire Safety Engineering — Comparative method to verify fire safety design in buildings (Swedish Standards Institute, 2014) och INSTA 952 - Fire safety engineering - Review and control in the building process (Svenska institutet för standarder (SIS), 2019). Standarderna belyser hur och vad som ska göras, men inte hur informationshanteringen ska säkerställas mellan olika aktörer och mellan olika skeden i en byggnads livscykel.

Standarder för hur brandskyddskrav bör struktureras och hur egenskaper bör beskrivas i maskintolkningsbart format saknas helt idag. Detta är en utmaning då tjänster och byggprodukter i Europa ofta går över nationsgränserna. Men behoven har uppmärksamats och initiativ i mindre skala har tagits inom buildingSMART, CEN och på nationell nivå, både i Sverige och Norge.

7 Fortsatt arbete

Den obrutna informationskedjan är eftersträvaransvärt inom byggsektorn generellt, inte enbart inom brandskyddsområdet. Brandskydd är en horisontell disciplin som berör många aktörer under en byggnads livscykel. Det är därför av stor vikt att fortsatt arbete sker för att möjliggöra informationsutbytet med övriga aktörer. Genom detta kan också möjligheter ges att bryta de stuprör som respektive disciplin och aktör lätt fastnar i. Nedan ges exempel på områden som bör prioriteras i det fortsatta arbetet för att ta projektets slutsatser vidare och fortsätta att digitalisera byggbranschen.

7.1 Implementering av modellen för en obruten informationskedja

Förslagen på modell för en obruten informationskedja bör lyftas in som en del i de nationella riktlinjerna för byggnadsinformation som i sig syftar till att harmonisera kravställning inom byggbranschen.¹³ Eftersom standardisering är viktig för att möjliggöra den obrutna informationskedjan bör arbete även fortsätta inom nationell och internationell standardisering.

Vidare behöver nationella kravställande aktörer, exempelvis Boverket, initiera och främja den fortsatta digitaliseringen inom byggbranschen genom att aktivt verka för utbyten mellan myndigheter och bransch. Utvecklingen av digitala, maskinläsbara regler behöver accelerera och ett internationellt samarbete bör värnas.

Exempelvis bör den föreslagna modellen presenteras för arbetsgruppen inom brittisk standardisering som arbetar med *BS 8644-1 Digital management of fire safety information. Part 1: Design, construction, handover, asset management and emergency response - Code of practice* (British Standards Institute (BSI), 2021). BS 8644-1 är det brittiska förslaget på informationsstandard för *golden thread of information* för brandskydd och den planeras att fastställas under 2022.

7.2 Maskintolkningsbara egenskaper

Förslagen på maskintolkningsbara egenskaper i Bilaga B svarar mot de behov som har identifierats i detta projekt och kan skapa stort värde i andra tillämpningar. Motsvarigheter i buildingSMART:s IFC-standardisering och i CoClass saknas till stor del, åtminstone på denna detaljeringsnivå. Förslagen i bilaga B bör därför användas som underlag för fortsatt utveckling av IFC-standardisering och motsvarande. Resultaten bör också tas vidare inom den svenska arbetsgruppen för BIM & Brandskydd inom SIS/TK 181 samt tangerande standardiseringsprojekt inom europeisk standardisering (CEN).

¹³ <https://www.nationella-riktlinjer.se>

7.3 Test inom andra teknikområden

Systematiserad kravställning skapar störst värde om detta görs för samtliga teknikområden. Det finns stora likheter mellan hur olika områden krävs och därför bör modellen för den obrutna informationskedjan som har prövats för brandskydd, också vara tillämpbar inom andra områden. Detta bör prövas genom att genomföras motsvarande proof-of-concepts inom andra områden, t.ex. inom akustik, energieffektivisering och tillgänglighet som också är horisontella kravställare. Utifrån processer och praxis bör sådana studier anpassas utifrån gällande förutsättningar.

7.4 Kontroll och tillsyn

Sättet att leverera digitala regelverk så som föreslås av DiBK i DigiTEK-projektet öppnar för nya möjligheter till kontroll och tillsyn och framtida automatiserade kontroller. Den ökade transparensen och struktureringen av brandskyddsinformation öppnar för möjligheten att t.ex. granska och certifiera digitala regelböcker och regelmotorer. Det kan också vara möjligt att exportera kritisk brandskyddsinformation från processen, t.ex. under processen/vid överlämning eller andra tidpunkter som myndigheter ser som kritiska. Potentialen i en utvecklad digital efterlevnads- och tillsynsprocess bör vidare utredas samt att undersöka möjligheten till att certifiera och kvalitetssäkra digitala regelböcker som kan appliceras i olika regelmotorer.

8 Referenser

- Alvén, N., Johansson, A., Mattsson, B., Pettersson, D., Olsson, F., Thuresson, M., ... Folkesson, I. (2018). Förstudie : Framtidssäkrad målbild digitala byggförfattningar.
- Arva, L., Sperling, C., Ekwind, E., Sandhav, D., Söderström, H., & Kouthoofd, A. (2021). *Färdplan digitala leveranskedjor*.
- Boverket. Boverkets byggregler, BBR 18, (föreskrifter och allmänna råd), BFS 2011:6 (2011).
- Boverket. Boverkets byggregler (föreskrifter och allmänna råd), BBR. BFS 2011-6 med ändringar till och med BFS 2018-4 (BBR 26) (2018). Sweden. Retrieved from <https://rinfor.boverket.se/BBR/PDF/BFS2018-4-BBR-26.pdf>
- Boverket. (2018b). *Tidplan för en enhetlig digital tillämpning av plan- och bygglagen, Rapport 2018:28*.
- Boverket. Boverkets byggregler (föreskrifter och allmänna råd), BBR. BFS 2011-6 med ändringar till och med BFS 2020-4 (BBR 29) (2020).
- Boverket. (2020b). *Enhetlig digital tillämpning av plan- och bygglagen - slutrapport*.
- Briab, Bengt Dahlgren, Skanska, & Veidekke. (2021). *Brandprojektering och Brand BIM* (Vol. 1).
- British Standards Institute (BSI). Draft BS 8644-1 Digital management of fire safety information Part 1: Design, construction, handover, asset management and emergency response - Code of practice (2021).
- Building Regulations Advisory Committee. Building Regulations Advisory Committee: golden thread report, Gov.Uk § (2021). Retrieved from <https://www.gov.uk/government/publications/building-regulations-advisory-committee-golden-thread-report/building-regulations-advisory-committee-golden-thread-report#golden-thread-definition>
- buildingSMART International. (2021). Fire Safety Engineering & Occupant Movement openBIM. Retrieved June 16, 2021, from <https://www.buildingsmart.org/standards/calls-for-participation/fire-safety/>
- Det Kongelige Kommunal- og Moderniseringsdepartementet. Tildelingsbrev 2020 – Direktoratet for byggkvalitet (2020).
- Direktoratet for byggkvalitet (DiBK). (2021). *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. Retrieved from <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>
- European Committee for Standardization. (2006). EN 13501-1:2007 Fire classification of construction products and building elements – Part 1: Classification using data from reaction to fire tests.

- European Committee for Standardization. (2007). EN 13501-2:2007 Fire classification of construction products and building elements – Part 2: Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services.
- Holzer, D. (2016). Chapter 1 : Best Practice BIM. *The BIM Manager's Handbook: Guidance for Professionals in Architecture, Engineering, and Construction*, 11–42. Retrieved from <https://books.google.com/books?id=mqnQCwAAQBAJ&pgis=1>
- Inter-jurisdictional Regulatory Collaboration Committee (IRCC). (2010). *Performance-Based Building Regulatory Systems - Principles and Experiences*. (B. Meacham, Ed.). Inter-jurisdictional Regulatory Collaboration Committee (IRCC).
- Justitiedepartementet. (2003). Lag (2003:778) om skydd mot olyckor, LSO.
- Kammenholz, K. (2014, May 14). Großprojekte: So werden Baudesaster wie der BER künftig vermieden. *WELT*. Retrieved from <https://www.welt.de/politik/deutschland/article127986675/So-werden-Baudesaster-wie-der-BER-kuenftig-vermieden.html>
- Kommittén för Modernare Byggregler. (2017). *Nystart för byggstandardiseringen genom stärkt samverkan*, SOU 2017:106.
- Kommittén för Modernare Byggregler. (2018). *Vägval för Sveriges nya byggregler*.
- Kommittén för Modernare Byggregler. (2019). *Modernare byggregler - förutsägbart, flexibelt och förenklat*, SOU 2019:68.
- Krämer, M., & Besenyoi, Z. (2018). Towards Digitalization of Building Operations with BIM. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 365(2). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/365/2/022067>
- Larsson, M., Grunnesjö, E., & Bergström, J. (2011). What counts as a reasonable extent? – a systems approach for understanding fire safety in Sweden. *Journal of Risk Research*, 15(5), 517–532. <https://doi.org/10.1080/13669877.2011.643478>
- Löwnertz, K. (2020). Internet of Things i hus och anläggning – systematik för krav, utformning och tjänster. Projekt nr U8-2020-10. Retrieved August 19, 2021, from <https://www.smartbuilt.se/projekt/informationsinfrastruktur/iot-i-hus-och-anlaggning/>
- Meacham, B. J., & Strömgren, M. (2019). *A Review of the English and Swedish Building Regulatory Systems for Fire Safety using Socio-Technical System (STS) Methodology - HOLIFAS Project WP3. Briab & Meacham Associates R&D Report - 2019:01*. Malmö. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34702.72001>
- Mindykowski, P., & Strömgren, M. (2017). *Fire Safety Engineering for Innovative and Sustainable Building Solutions*, RISE Report 2017:42.
- Ministry of Housing Communities & Local Government. Building a Safer Future Independent Review of Building Regulations and Fire Safety: Interim Report (2017).
- Ministry of Housing Communities & Local Government. (2018). *Building a Safer Future Independent Review of Building Regulations and Fire Safety: Final Report*.

- Retrieved from <https://www.gov.uk/government/collections/independent-review-of-building-regulations-and-fire-safety-hackitt-review#final-report>
- Ministry of Housing Communities & Local Government. Golden Thread Definition Golden Thread Definition (2021).
- Norén, J., Nystedt, F., Strömgren, M., Möllard, R., & Delin, M. (2018a). *Brandskyddsprojektering i en BIM-miljö. SBUF Report 13316. Briab FoU Report - 2018:01*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15776.07689>
- Norén, J., Nystedt, F., Strömgren, M., Möllard, R., & Delin, M. (2018b). *Fire protection engineering in a BIM environment*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30730.72644>
- Parsanezhad, P. (2019). *Towards a BIM-enabled Facility Management : Promises, Obstacles and Requirements*.
- Plan- och bygglag (PBL), SFS 2010:900 (2010).
- Ribeirinho, M. J., Mischke, J., Strube, G., Sjödin, E., Blanco, J. L., Palter, R., ... Andersson, T. (2020). The next normal in construction. *McKinsey & Company*, (June).
- Secretary of State for Housing Communities and Local Government. (2020). *Draft Building Safety Bill*. Retrieved from https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/906737/Draft_Building_Safety_Bill_Web_Accessible.pdf
- Standard Norge. NS 8360:2015 BIM-objekter - Navngivning, typekodning og egenskaper for BIM-objekter og objektbiblioteker for byggverk (2015).
- Strömgren, M. (2017). Kan Grenfell hända i Sverige? Enkätundersökning presenterad på Brandskyddsföreningens seminarium december 2017.
- Strömgren, M. (2020). *Survey on review and control practices for fire safety in Europe – Preliminary results. Conducted on behalf of CEN TC 127 WG8*.
- Strömgren, M., Norén, J., Eriksson, E., Hiort, F., & Furenberg Ring, A. (2021). *Kravställningsstöd för digitaliserad brandskyddsinformation i fastigheter*.
- Svenska institutet för standarder (SIS). (2019). SS-INSTA 952:2019 Fire safety engineering – Review and control in the building process.
- Svenska Institutet för Standarder (SIS). (2020). Nordiskt standardiseringsarbete för bättre brandskydd. Retrieved June 16, 2021, from <https://via.tt.se/pressmeddelande/nordiskt-standardiseringsarbete-for-battre-brandskydd?publisherId=177355&releaseId=3268979>
- Svensson Tengberg, C., & Strand, H. (2019). *Systematisk kravhantering inom byggbranschen*.
- Swedish Standards Institute. (2014). SIS-TS 24833:2014/INSTA 950 Fire Safety Engineering – Comparative method to verify fire safety design in buildings. Stockholm, Sverige: SIS Förlag AB.

- Uusitalo, P., Seppänen, O., Lappalainen, E., Peltokorpi, A., & Olivieri, H. (2019). Applying level of detail in a BIM-based project: An overall process for lean design management. *Buildings*, 9(5), 1–13. <https://doi.org/10.3390/buildings9050109>
- van Hees, P., Strömgren, M., & Meacham, B. (2020). *A holistic approach for fire safety requirements and design of facade systems - HOLIFAS*. *Brandforsk 2020*:6.
- van Hees, P., Strömgren, M., & Meacham, B. J. (2019). An Holistic Approach for Fire Safety Requirements and Design of Façade Systems (HOLIFAS). *15th International Fire Science & Engineering Conference, Interflam 2019*.
- Veldhuizen, J., Habraken, I., Sanders, P., & Jong, R. de. (2019). Point of View on Digital Construction : The business case of incorporating digital technologies into the construction industry. *Deloitte*, 1–16. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/energy-resources/deloitte-nl-eri-point-of-view-digital-construction.pdf>

Bilaga A Maskintolkningsbara egenskapsset

Digital brandskyddsinformation behöver följa ett välstrukturerat schema för att vara hållbar över tid och för att kunna utbytas mellan system. En central del i ett sådant schema är att det finns ett unikt sätt att identifiera de olika egenskaperna och dess värde. Denna bilaga detaljerar hur sådana identifierare kan se ut, vidare även kallat *nycklar*.

Bilagan beskriver vidare hur olika byggnadsobjekt, även kallat *entiteter*, bör struktureras för att enkelt kunna tolkas och mappas till standardiserade format.

Slutligen beskrivs även hur entiteter och nycklar är implementerat i Bimfire.

A.1 Standardisering

Standardiseringen kopplat till BIM sker huvudsakligen inom BuildingSMART respektive ISO och motsvarande spegelgrupper inom CEN. Samarbete sker mellan dessa organisationer. BuildingSMART äger IFC-formatet (kapitel A.1.1) och utvecklar det, samtidigt som de har formella samarbeten med ISO.

Andra exempel på standardisering kopplat till BIM är det svenska klassifikationssystemet CoClass som är ett systemkoncept för katalogisering och strukturering av byggdelen och system i byggnader och som är tillämpbart i digital kontext. Building Information Properties, BIP¹⁴, är ett system för att hantera beteckningar och egenskaper för byggnadsobjekt. Liksom CoClass utgår BIP från det internationellt IFC-formatet.

A.1.1 IFC (Industry Foundation Classes)

Industry Foundation Classes (IFC) är ett neutralt och öppet filformat som t.ex. gör det möjligt att byta information mellan CAD-program och andra mjukvaror.

Första versionen av IFC (IFC1) började användas år 2000. IFC4 är registrerat som ISO 16739:2013 och datamodellen för denna är öppet tillgänglig¹⁵.

En byggnad kan representeras i IFC genom att bland annat använda *IfcSystem* eller *IfcProduct* - båda undertyper av *IfcObject*. Ett "större" objekt, tex plan, har en relation till alla de ingående mindre objekten, tex. rum.

Byggnader (*IfcBuilding*), plan (*IfcBuildingStorey*) och rum (*IfcSpace*) kan grupperas via zoner (*IfcSpatialZone*) - alla undertyper av *IfcProduct*. *IfcSpatialZone* kan ges typen *FIRESAFETY* och föreslås användas för att gruppera rum till brandceller¹⁶.

¹⁴ <http://www.bipkoder.se>

¹⁵ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2_TC1/HTML/

¹⁶ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2_TC1/HTML/link/ifcspatialzone.htm

Beroende på objektets typ kan olika egenskaps-set kopplas till det. Ett egenskaps-set är en gruppering av egenskaper som hanterar liknande område. Ett egenskaps-set i IFC namnges med prefixet *Pset_*. Första ordet i egenskaps-setet anger objekt-typen om egenskaps-setet är exklusivt för en viss objekt-typ, annars inte.

Exempel:

Dörrar representeras av *IfcDoor*-objekt¹⁷, vilket är underlagt *IfcProduct*. Till dörr-objektet kan bland annat egenskaps-setten *Pset_DoorCommon* och *Pset_Warranty* kopplas. Om egenskaps-settet *Pset_DoorCommon* kopplas blir egenskaperna som definieras där tillgängliga på dörren. Bland annat blir *IfcDoor.SelfClosing* och *IfcDoor.WaterTightnessRating* tillgängliga.

A.2 Systematik i digital brandskyddsinformation

Gemensamt för de ovan nämnda standarderna är att de endast till liten del innehåller information om brandskydd. Dörrar i IFC är tex. begränsade till att kunna tilldelas brandmotstånd (representerat som sträng) och ges information om huruvida den används för utrymning. För släcksystem finns det domänspecifika data-schemat *IfcPlumbingFireProtectionDomain*, men fokus för detta är primärt VVS.

Sätter som brandceller och dörrar hanteras i IFC är heller inte optimalt för brandskyddsrelaterad information.

Nedan beskrivs de justeringar som är nödvändiga, jämfört IFC, för att kunna hantera brandskyddsinformation på ett bra sätt.

A.2.1 Objektstruktur

De flesta objekt som är relevanta för brandskydd finns representerat i IFC. Det inkluderar olika tekniska system (ventilation, sprinkler m.m.), byggnadselement (dörrar, väggar m.m.) och volymer (plan, rum m.m.).

Det essentiella då ett schema för brandskydd skapas är att objekt som är nödvändiga för att göra kravställning och information explicit finns representerade. Relationen mellan olika objekt är väsentlig för att ge mening i informationen.

A.2.1.1 Brandceller

IFC: sätt att definiera brandceller (*IfcSpacialZone* med typen *FIRESAFETY*) är inte optimal. De kan inte ha en geometrisk representation och ett rum tillåts också tillhöra flera zoner (inte är meningsfullt för brandceller eftersom ett rum alltid tillhör bara en brandcell). Objektet *IfcZone* skulle kunna vara bättre lämpat för att hantera brandceller då det kan ha en geometrisk representation. *IfcZone* har dock endast parametrar som relaterar till HVAC, och är definierat som ett systemobjekt, inte som ett byggnadsobjekt.

En stor del av den brandtekniska informationen är gemensam på alla rum inom en brandcell, eller gäller för alla objekt i utkanten av en brandcell (dörrar / väggar / våningsavskiljare). Brandcell som informationsbärare underlättar väsentligt kravställandet, då de ingående objekten kan ärva parametervärde därifrån, även om de byts ut i modellen.

¹⁷ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2_TC1/HTML/link/ifcdoor.htm

I en modell för digital brandskyddsinformation bör därför brandceller representeras och hanteras explicit. Vidare bör en koppling mellan antingen brandceller och dörrar, alternativt rum och dörrar, finnas.

A.2.2 Egenskapsstruktur

Identifierare/nycklar för brandskyddsegenskaper bör vara strukturerat på liknande sätt som i IFC. Detta dels för att kunna användas jämsides med de identifierare som redan finns standardiserade, dels för att enkelt kunna bli en del av de standardiserade egenskaps-seten i framtiden.

I den mån det är möjligt bör brandskyddsinformation vara tillgängligt direkt på objektet. I andra hand bör det finnas på närmast möjliga omslutande objekt (till exempel behöver kanske vissa dörr-parametrar läggas på rums-nivå, eller spjäll-parametrar läggas på ventilations-system-nivå).

A.2.2.1 Egenskaps-set och prefix

Parametrar för brandskydd bör struktureras i egenskaps-set, på samma sätt som i IFC och bör kunna appliceras på olika objekt. Egenskaps-seten bör med fördel döpas med samma struktur som i IFC, dvs. prefixade med *Pset_* och med första ord som anger objekt-typen för objekt-exklusiva egenskaps-set. För dörr-specifika egenskaps-set, respektive generella, skulle det betyda tex. *Pset_DoorFireResistance* respektive *Pset_FireResistance*.

Brandceller bör ses som en objekt-typ i detta sammanhang, tex. *Pset_FireCompartmentCommon*.

Förutom prefixet *Pset_* använder IFC också *Qto_* för att ange kvantiteter (längd, area, antal osv.). Utöver dessa används *Req_* bland annat i Norge (Standard Norge, 2015). Liknande uppdelning kan vara lämplig även för brandskyddsparametrar.

A.2.2.2 Egenskapstyper och namn

Egenskapstyperna i IFC¹⁸ bör kunna användas även för brandskyddsinformation. Förutom de "simpel" egenskaper (booleska, enskilda värde, listor, enumerationer, datum och tid) finns även stöd för "komplexa" egenskaper, vilka är en sammanslagning av andra egenskapstyper. Komplexa egenskaper bedöms vara särskilt lämpligt för att ange brandmotstånd och ytskikts prestanda (European Committee for Standardization, 2006, 2007), vilka består av flera egenskaper av typen enumeration.

I IFC har alla egenskaper, oavsett typ, ett unikt namn och en beskrivning. De kan också ha en enhet/storhet där det är relevant. För brandskyddsinformation bör detta utökas för att också stödja översättning till andra (och lokalt) språk för att minska risken för missförstånd.

För booleska värde (true / false) namnges dessa i IFC med "is" som första ord, tex. *IsLaminated* eller *IsIlluminated*. Denna konvention bör användas även för brandskyddsinformation.

¹⁸ https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2_TC1/HTML/link/alphabeticalorder-defined-types.htm

A.2.3 Förenklad egenskapsstruktur

I system som inte har behov av all den flexibilitet och funktionalitet som finns i IFC kan det finnas anledning att förenkla egenskapsstrukturen, relativt systematiken beskriven i kapitel A.2. T.ex. Bimfire hanterar väsentligt färre byggnadsobjekt, jämfört med IFC, har inte samma behov för explicita egenskaps-set men behöver en enklare hantering av komplexa egenskaper jämfört med strukturen i IFC.

Nedan beskrivs en förenklad egenskapsstruktur med utgångspunkt i den som används i Bimfire. Används förenklingar är det dock viktigt att det ändå är en tydlig struktur som enkelt kan mappas, eller justeras, för att användas i IFC.

A.2.3.1 Egenskaps-set och prefix

Även om specialiserade system, som Bimfire, inte har behov av flera egenskaps-set är det sannolikt att egenskaperna behöver delas in i olika egenskaps-set i IFC. Som nämnt i kapitel A.2.2.1 kan egenskaps-set vara specifika för ett visst byggnadsobjekt, eller generella för alla. Information om dörrvred skulle t. ex. sannolikt behöva läggas i ett dörr-specifikt egenskaps-set men information om ytskikt eller brandmotstånd kanske behöver läggas i ett generiskt egenskaps-set.

I Bimfire hanteras egenskaper utan specifika egenskaps-set. Egenskaperna har dock en identifierare med prefix som tillåter ovanstående uppdelning / sammanslagning om konvertering behöver göras till IFC. Prefixen *Pset_* och *Req_* används först (se kapitel A.2.2.1) och därefter vilken entitet egenskapen tillhör (*Door*, *Building* osv.). Sist läggs de delar som närmast motsvarar IFC-namnen.

A.2.3.2 Egenskapstyper och namn

Egenskapstyper namnges som beskrivet i kapitel A.2.2.2 med justeringar enligt A.2.3.1. Komposita egenskaper hanteras på ett annat sätt än i IFC för att förenkla datahanteringen i Bimfire. Namngivningen är dock densamma.

Bilaga B Exempel på identifierare

Category	Type	Identifier	Value	Name (SE)	Description
FireSpreadWithinABuilding	CompositeProperty	Req_Door.FireResistance		Brandmotstånd, dörr	Definierat i EN 13501-2
FireSpreadWithinABuilding	PropertyComponent	Req_Door.FireResistance.Integrity		Brandmotstånd, dörr - integritet	Definierat i EN 13501-2
FireSpreadWithinABuilding	EnumerationValue	Req_Door.FireResistance.Integrity.E	E	Brandmotstånd, dörr - integritet	Definierat i EN 13501-2
FireSpreadWithinABuilding	PropertyComponent	Req_Door.FireResistance.ThermalInsulation		Brandmotstånd, dörr - isolering	Definierat i EN 13501-2
FireSpreadWithinABuilding	EnumerationValue	Req_Door.FireResistance.ThermalInsulation.I	I	Brandmotstånd, dörr - isolering	Definierat i EN 13501-2
FireSpreadWithinABuilding	PropertyComponent	Req_Door.FireResistance.Radiation		Brandmotstånd, dörr - integritet och begränsad strålning	Definierat i EN 13501-2
FireSpreadWithinABuilding	EnumerationValue	Req_Door.FireResistance.Radiation.EW	EW	Brandmotstånd, dörr - integritet och begränsad strålning	Definierat i EN 13501-2
FireSpreadWithinABuilding	PropertyComponent	Req_Door.FireResistance.Time		Brandmotstånd, dörr - tidskrav	Definierat i EN 13501-2
FireSpreadWithinABuilding	EnumerationValue	Req_Door.FireResistance.Time.Value	10-360	Brandmotstånd, dörr - tidskrav	Definierat i EN 13501-2
FireSpreadWithinABuilding	PropertyComponent	Req_Door.FireResistance.SelfClosing		Dörrstängare	Definierat i EN 13501-2
FireSpreadWithinABuilding	EnumerationValue	Req_Door.FireResistance.SelfClosing.Value	C0-C5	Dörrstängare	Definierat i EN 13501-2

Category	Type	Identifier	Value	Name (SE)	Description
FireSpreadWithinABuilding	PropertyComponent	Req_Door.FireResistance.SmokeLeakage		Brandgastäthet, dörr	Definierat i EN 13501-2
FireSpreadWithinABuilding	EnumerationValue	Req_Door.FireResistance.SmokeLeakage.Sa	Sa	Brandgastäthet rumstemperatur, dörr	Definierat i EN 13501-2
FireSpreadWithinABuilding	EnumerationValue	Req_Door.FireResistance.SmokeLeakage.S200	S200	Brandgastäthet 200C, dörr	Definierat i EN 13501-2
Evacuation	Property	Req_Door.MinimumHeight		Minsta fria dörrhöjd	BBR
Evacuation	Property	Req_Door.EmergencyExitDevice		Öppningsbeslag för utrymning, dörr	Definierat i EN 179 m.m.
Evacuation	EnumerationValue	Req_Door.EmergencyExitDevice.Key	Key	Nyckel	Definierat i EN 179 m.m.
Evacuation	EnumerationValue	Req_Door.EmergencyExitDevice.TurnLock	Turnlock	Dörrvred	Definierat i EN 179 m.m.
Evacuation	EnumerationValue	Req_Door.EmergencyExitDevice.EN179	EN179	SS-EN 179	Definierat i EN 179 m.m.
Evacuation	EnumerationValue	Req_Door.EmergencyExitDevice.EN1125	EN1125	SS-EN 1125	Definierat i EN 179 m.m.
Evacuation	Property	Req_Door.MinimumWidth		Minsta fria bredd i dörröppning	BBR
Evacuation	Property	Req_Door.OpeningDirection		Dörrar för utrymning, slagriktning	BBR



SMART BUILT
ENVIRONMENT



Briab

PEAB

Med stöd från

VINNOVA
Sveriges innovationsmyndighet

 **Energimyndigheten**

FORMAS 

**Strategiska
innovations-
program**