

SNABBARE DIGITALISERING AV BEBYGGGELSEN

STRATEGI OCH REKOMMENDATIONER

SLUTRAPPORT – VERSION 1.0

2020-03-23



UTFÖRT AV

Farhad Basiri
Iquest ab

GRANSKAT AV

Helena Nakos Lantz,
Per-Erik Nilsson
CIT Energy Management



ENERGIMYNDIGHETENS NÄTVERK FÖR ENERGIEFFEKTIVA LOKALER

Belok är ett samarbete mellan Energimyndigheten och Sveriges största fastighetsägare med inriktning på lokalfastigheter. Belok initierades 2001 av Energimyndigheten och gruppen driver idag olika utvecklingsprojekt med inriktning mot energieffektivitet och miljöfrågor.

Gruppens målsättning är att energieffektiva system, produkter och metoder tidigare skall komma ut på marknaden. Utvecklingsprojekten syftar till att effektivisera energianvändningen samtidigt som funktion och komfort förbättras.

MEDLEMSFÖRETAG

AMF FASTIGHETER
AKADEMISKA HUS
ATRIUM LJUNGBERG
CASTELLUM
FABEGE
FASTIGHETSKONTORET I STOCKHOLMS STAD
FORTIFIKATIONSVERKET
GÖTEBORGS STAD LOKALFASTIGHETER
HUFVUDSTADEN
JERNHUSEN
LOCUM

MALMÖ STAD SERVICEFÖRVALTNINGEN
MIDROC
SKANDIA FASTIGHETER (F.D. DILIGENTIA)
SKOLFASTIGHETER I STOCKHOLM (SISAB)
SPECIALFASTIGHETER
STATENS FASTIGHETSVERK
SWEDAVIA
UPPSALA KOMMUN
VASAKRONAN
VÄSTFASTIGHETER

TILL GRUPPEN ÄR ÄVEN KNUTNA

ENERGIMYNDIGHETEN
BYGGHERRARNA
FASTIGHETSÄGARNA SVERIGE
SVERIGES KOMMUNER OCH REGIONER (SKR)
CIT ENERGY MANAGEMENT

CIT Energy Management är ett konsultföretag som arbetar med energieffektivisering och inomhusmiljö i olika typer av fastigheter. De har fått i uppdrag av Energimyndigheten (via ramavtal) att leverera förstudier och utredningar inom verksamhetsområdet lokalfastigheter. Förstudierna och utredningarna genomförs internt eller av extern part och undersöker vilka områden inom energieffektiva lokaler som är intressanta att utveckla och vilka fördjupade utredningar och analyser som kan behövas.

Alla frågor kopplat till denna rapport hänvisas till CIT Energy Management AB:
info.em@cit.chalmers.se

Alla rapporter kommer att göras tillgängliga via belok.se.



SAMMANFATTNING

Att kunna extrahera och omvandla data från byggnader till användbara analys- och åtgärdsunderlag underlättar digitalisering och effektivisering av verksamheter inom företag och organisationer. Digitaliserade processer kan även fasa ned trösklarna för identifiering och genomförande av energieffektiviserande åtgärder inom det byggda beståndet. Tillgången till kvalitetssäkrade data om byggnaders funktion och brukarnas behov är därför en aktuell och prioriterad fråga för fastighetsägarna.

Tillgången till kvalitetssäkrade data är dessvärre knaper, p.g.a. tekniska, organisatoriska, juridiska och ekonomiska barriärer. En av de viktigare tekniska barriärerna har varit bristen på ett tillräckligt omfattande och i tillräcklig utsträckning tillämpat digitalt ”språk”. Förekomsten av ett sådant språk, som dessutom är inbyggt i alla berörda IT-system, är någonting som har efterfrågats under lång tid inom fastighetsbranschen.

Förstudiens huvudsakliga mål har varit att hjälpa fastighetsägare att förstå och orientera sig med avseende på hur data från byggnader kan göras tillgängliga för digitalisering av verksamheter och energianvändning. Ett annat mål har varit att sondera fram ramar för demonstrationsprojekt där några fastighetsägare får införa, prova och utvärdera lämpligt koncept i någon eller flera av sina byggnader.

Förstudien har kombinerat intervjuer, samtal och korrespondens med representanter för Belok samt några berörda initiativ med informationsinventering från andra tillgängliga datakällor. Det samlade underlaget har strukturerats och analyserats och ställts mot den övergripande frågeställningen.

Förstudien rekommenderar att Beloks medlemmar gemensamt upprättar en öppen koddatabas inom en fri och allmänt tillgänglig plattform, såsom Github eller Bitbucket. Där kan resultaten från demonstrationsprojekt, inklusive fungerande och väldokumenterad källkod och data från beräkningar och mätningar publiceras under licensformer som främjar kommersiell såväl som akademisk bearbetning och spridning. Medan rapporter är värdefulla format för kunskapsöverföring, är öppen källkod och data som är redo för kommersiell bearbetning ovärderliga i digitaliseringssammanhang.

Eftersom samtliga Belok-medlemmar som har intervjuats uttryckt ett särskilt intresse för lösningar för automatiserad laststyrning i samverkan med energibolag, föreslår förstudien att ett sådant demonstrationsprojekt planeras och genomförs som pilot inom det presenterade formatet.



INNEHÅLL

1.	Inledning	6
1.1	Syfte och mål	6
1.2	Genomförande och metod	6
1.3	Avgränsningar och reservationer	6
2.	Resultat	7
2.1	Bakgrund	7
2.2	Behovet av gemensamt språk	8
2.3	Några lösningsförslag	9
2.4	Svårigheter för standarder att hitta tillämpningar	10
2.5	Behovsbilden hos Belok-medlemmar	11
2.6	Inspirationer från IT-branschen	13
2.7	Öppen källkod trumfar öppna standarder	14
3.	Slutsatser och rekommendationer för fortsatt arbete	16
4.	Bilaga: Beskrivning av utvalda relevanta initiativ och projekt	18
4.1	CoClass	18
4.2	Fi2XML och fastAPI	19
4.3	Project Haystack och Brick Schema	20
4.4	RealEstateCore	21



1. INLEDNING

1.1 Syfte och mål

Förstudiens huvudsakliga mål har varit att hjälpa fastighetsägare att förstå och orientera sig med avseende på hur data från byggnader kan göras tillgängliga för digitalisering av verksamheter och energianvändning. Ett annat mål har varit att sondera fram ramar för demonstrationsprojekt där några fastighetsägare får införa, prova och utvärdera lämpligt koncept i någon eller flera av sina byggnader.

Förstudiens direktiv har bl.a. omfattat följande:

- Genomföra en övergripande kartläggning av aktuella och intressanta vägar till det ”gemensamma språket” och om möjligt positionera de olika alternativen/standarderna gentemot varandra.
- Genomföra en inventering av behovsbilden hos Belok-medlemmarna via ett antal intervjuer. Vad vill medlemmarna åstadkomma? Hur ser de på potentialen för digitalisering av verksamheter och energianvändning som följd av att data från byggnaderna blir mera tillgänglig?
- Övergripande analys av behovsbild kontra tillgängliga ”vägar”. Finns det något alternativ, eller kombination av alternativ som skulle kunna rekommenderas? Vilka scenarion lämpar sig för prövning inom ramarna för demonstrationsprojekt?

1.2 Genomförande och metod

Förstudien har kombinerat intervjuer, samtal och korrespondens med representanter för Belok och några berörda initiativ med informationsinventering från andra tillgängliga datakällor. Det samlade underlaget har strukturerats och analyserats och ställts mot den övergripande frågeställningen.

1.3 Avgränsningar och reservationer

Det har varit svårt att göra en heltäckande informationsinventering av alla intressanta och aktuella vägar till det ”gemensamma språket”, för det finns så många. Utredaren hade önskat kunna ägna mer tid åt att beskriva och positionera de olika initiativen jämfört varandra och förse rapporttexten med kompletterande illustrationer och beskrivande figurer. Uppdragets tid- och resursplan har utgjort naturliga avgränsningar för omfattningen inom ett ämnesområde som av utredaren upplevts som mycket intressant.



2. RESULTAT

2.1 Bakgrund

Vi bygger hus för att de ska hålla länge. Detsamma gäller byggnadernas installationssystem och de datoriserade styr- och övervakningsanläggningarna, som är att likställa med fastighetsnära IT-system. I praktiken förekommer inom större lokalfastigheter ofta flera parallella och sinsemellan fristående system av varierande ålder, från olika leverantörer, baserade på IT-plattformar som är svåra att integrera och samordna. De kan ha installerats under olika epoker, beställts av olika förvaltningsorganisationer, betjäna olika byggnadsdelar och avse olika funktioner. Ibland kan de överlappa och till och med motverka varandra med dålig funktion och effektivitetsförluster som följd. De fastighetsnära IT-systemen ingår i installationer med relativt långa avskrivningstider jämfört med andra IT-system som förekommer inom fastighetsverksamheter. I kontorsbyggnader rekommenderar exempelvis Sveriges Kommuner och Regioner (f.d. SKL) en komponentavskrivningstid på 15 år¹ för styr- och övervakningssystem.

Samtidigt sker en snabb IT-utveckling inom andra fronter och innovationerna duggar i allt snabbare takt. Revolutionerande paradigmskiften avlöser varandra, vi blir mer uppkopplade och byter telefoner, datorer och appar snabbare o.s.v. Under de senaste 15 åren har IT-systemen på kontoren uppgraderats flera gånger, medan undercentralerna fortfarande kan köra samma IT-system som upphandlades på 90-talet.

Skillnaden i omsättningshastighet mellan fastighetsnära IT och annan IT som är närmare verksamheterna skapar **tekniska gap** på fastighets- och portföljnivå. Sådana gap försvårar i sin tur införandet av IT-plattformar och lösningar för digitalisering.

Leverantörer av fastighetsnära IT-system har på grund av traditionella affärsmodeller tagit ut relativt sett höga ersättningar under driftskedet. Ur det perspektivet vill leverantörerna begränsa köparnas möjlighet till konkurrensättning under driftskedet, medan köparna å sin sida försöker motverka detta genom att eftersträva "öppna" systemlösningar som förenklar konkurrensättning under hela livscykeln. Det finns tyvärr ingen vedertagen definition av "öppenhet" inom denna nisch, trots att det sedan lång tid har funnits nationella och internationella "öppna" standarder. Den öppna gråzonen kan därför medföra att termen används på ett mer eller mindre vilseledande sätt av leverantörer, entreprenörer, konsulter, inköpsansvariga, byggherrar m.fl. för att driva besluten i viss riktning.

I praktiken har ägare och förvaltare av fastigheter allt sedan 90-talet, då byggnadsautomationssystemen började införas i större utsträckning, efterfrågat öppenhet och standarder för att på övergripande nivå inom sina bestånd kunna åstadkomma

¹ Se skriften "Komponentredovisning av fastigheter i förvaltningar" från Sveriges Kommuner och Regioner, pub 2014 (ISBN: 978-91-7585-191-4), tillgänglig för nedladdning från webshopen via: <https://webbutik.skl.se/bilder/artiklar/pdf/7585-191-4.pdf>



- God funktion & gott inomhusklimat
- Resurseffektiv drift
- Kvalitetssäkrade data för automatiserad redovisning och administration, samt
- Kostnadseffektivare förvaltning genom bibehållen möjlighet till konkurrensättning under driftskedet.

Under tiden har det *tekniska gapet* mellan fastighets- och verksamhetsnära IT, entreprenadjuridiska hinder och organisatoriska faktorer såsom fastighetstransaktioner, byte av driftorganisation m.m. utgjort trögheter som försvårat måluppfyllnaden för många effektiviseringsprojekt inom fastighetsföretagen. Sådana effektiviseringsprojekt skulle sannolikt rymmas inom begreppet digitalisering idag. De flesta av projekten har dessutom haft behovet av data från byggnaderna som den gemensamma nämnaren.

Under det senaste decenniet har utvecklingen inom IT skapat förbättrade förutsättningar för en digital transformation av verksamheter inom en rad branscher och segment. Med tanke på att de flesta av verksamheterna bedrivs inom fastigheter, är det oundvikligt att fastigheterna i sig förväntas kunna omfatta och driva IT-system med betydligt kortare livslängd än femton år. Om femton år kommer vi sannolikt att ha bevittnat en större förändring av tekniska och organisatoriska strukturer inom "fastighetsnära IT" jämfört med vad vi har sett under de senaste femton åren. Det lär dock ta ett antal år innan förändringen har fått genomslag inom ett godtyckligt fastighetsbestånd. Under tiden kommer vi att se en större täthet av kommunicerande prylar i fastigheterna och brukarna kommer att efterfråga fastighetsrelaterade data i allt större omfattning som indata till sina digitaliseringsprojekt. Vi kommer att behöva börja lösa problemen redan nu.

2.2 Behovet av gemensamt språk

Att kunna extrahera och omvandla data från byggnader till användbara analys- och åtgärdsunderlag underlättar digitalisering och effektivisering av verksamheter inom företag och organisationer. Digitaliserade processer kan även fasa ned trösklarna för identifiering och genomförande av energieffektiviserande åtgärder inom det byggda beståndet.

Revisionen av det europeiska direktivet om energiprestanda för byggnader (EPBD) syftar därför till att främja införandet av "smarta" lösningar, framförallt genom upprättandet av en Smart Readiness Indicator (SRI) för byggnader². Denna indikator ska möjliggöra klassificering av byggnaders smarta förmåga (Smart Readiness), dvs förmågan att anpassa förutsättningarna till brukarnas behov, optimera energieffektiviteten och den övergripande prestandan, samt att anpassa driften utifrån realtidsdata från energileverantörer (d.v.s. laststyrning).

Att få tillgång till kvalitetssäkrade data om byggnaders funktion och brukarnas behov är därför fortfarande en i hög grad aktuell och prioriterad fråga för fastighetsägarna.

² <https://smartreadinessindicator.eu/>



Tillgången till kvalitetssäkrade data är dessvärre som tidigare nämnts fortfarande knaper, p.g.a. tekniska, organisatoriska, juridiska och ekonomiska barriärer. En av de viktigare tekniska barriärerna har varit bristen på ett tillräckligt omfattande och i tillräcklig utsträckning tillämpat digitalt ”språk”. Språket ska helst kunna användas för konceptualisering, modellering, märkning och överföring av data som beskriver mer än delmängder och egenskaper inom fastigheter och byggnadsverk. Språket bör även omfatta processer inom produktion och fastighetsförvaltning, fastighetsdrift, affärstransaktioner, produktbeskrivningar med mera. Förekomsten av ett sådant språk, som dessutom är inbyggt i alla berörda IT-system, är någonting som har efterfrågats under lång tid inom fastighetsbranschen.

2.3 Några lösningsförslag

Det har sedan 90-talet genomförts ett antal initiativ med målet att åstadkomma öppna språk, begreppsmodeller och datagränssnitt som rör fastighetsverksamheter, såväl på nationell som internationell nivå.

Nedan nämns några exempel på nationella initiativ:

- Klassifikationssystemet BSAB96³ som har varit väl tillämpad sedan lanseringen
- Fi2XML (se 4.2), som är en specifikation för filbaserat utbyte av fastighetsdata mellan IT-system
- FastAPI (se 4.2), som är ett språk för automatisk kommunikation mellan fastighetssystem och använder Fi2XML som informationsbärare
- BEAST4 som står för ”Byggbranschens Elektroniska Affärsstandard” och utvecklades sedan 80-talet för att främja branschens e-affärer. Standarderna inom BEAST bygger i huvudsak på utbyte av formaterade filer mellan IT-system och påminner i det avseendet om Fi2XML
- BIP-koder⁵ som är ett ”system” för egenskaper och beteckningar på objekt i fastigheter och används i första hand för informationsutbyte mellan parter under projekteringskedet.

Det finns självklart även många internationella standarder, varav ett begränsat urval nämns nedan:

- IFC⁶ som står för “ Industry Foundation Class och är ett gemensamt dataschema som gör det möjligt att utbyta datamodeller mellan olika program”
- BACnet⁷ som står för Building Automation and Control Networks och är ett standardiserat protokoll (ISO EN SS 16484-5) för byggnadsautomation

³ <https://bsab.byggjtjanst.se/bsab/om>

⁴ <https://www.beast.se/standarder/>

⁵ <http://www.bipkoder.se/>

<https://www.bimalliance.se/verktyg-och-stoed/standarder/datamodell/ifc-industry-foundation-classes/>

⁷ <https://www.big-eu.org/en/>



- gbXML⁸: Green Building XML-schema är ett öppet schema utvecklat för att underlätta överföring av byggnadsdata lagrade i Building Information Models (BIM) till tekniska analysverktyg
- Fiware⁹ som är ett initiativ baserad på öppen källkod som ofta används inom ”smarta städer projekt”.

RealEstateCore (REC, se 4.4) och CoClass (se 4.1) är nog de mest färskas och aktuella svenska alternativen som båda har rönt stor uppmärksamhet nationellt och även till viss del internationellt. REC är relativt sett mera tillåtande och spänner även över områden såsom hyresavtal, kommunikation m.m. Internationellt motsvaras REC närmast av Brick Schema och Project Haystack (se 4.3). CoClass har ett mera strikt och klassificeringsorienterat angreppssätt med byggnaden, dess beståndsdelar och funktioner i centrum.

Några av ovan nämnda vägar till det gemensamma språket beskrivs mera ingående och jämförs i viss utsträckning under avsnitt 4.

2.4 Svårigheter för standarder att hitta tillämpningar

Utveckling och underhåll av allomfattande standarder för konceptualisering och kommunikation är processer som tar lång tid. Arbetet skulle kunna liknas vid evighetsprojekt som är förenade med stora initiala kostnader, samt löpande kostnader för underhåll och utbyggnad. Därför sker ofta utvecklings- och förvaltningsarbetet inom konstellationer som är hållbara över tiden och oberoende gentemot enskilda aktörer eller intressen. Sådana kvalitéer skulle borga för ett förtroende som lever upp till fastighetsbranschens krav på långsiktighet men samtidigt kan de medföra trögheter ur andra perspektiv. IT-standarder måste nämligen ständigt vidareutvecklas och anpassas för att harmoniera med IT-utvecklingen och brukarnas skiftande behov över tiden. Annars kan de riskera att bli flaskhalsar och barriärer för innovation och motverka sina syften. Krav på att bygga in och underhålla stöd för branschspecifika omfattande standarder som inte är tillräckligt lättillgängliga kan, i värsta fall, hindra företag och innovativa lösningar från att ta sig in på fastighetsbranschen.

Om samma version av en standard som exempelvis krävs för ett visst ändamål inte finns inbyggt i alla berörda IT-system, kommer specialanpassningar och skraddarsyddas integrationer att behöva införas och underhållas i alla fall. Därmed urholkas värdet av de standardiserade gränssnitten.

Ifall åberopandet av specifika versioner av standarder vid investerings skedet begränsar valmöjligheterna till ett fåtal aktörer, kan det försämrade konkurrensläget leda till dyrare inköp eller juridiska hinder ifall köparna omfattas av LoU. De praktiska erfarenheterna visar att sådana krav av denna anledning inte prioriteras i tillräcklig omfattning. Det leder vidare till att aktuella standarder inte utvecklas till de-facto standarder i IT-system och följaktligen inte infriar de

⁸ <https://www.gbxml.org/>

⁹ <https://fiware-datamodels.readthedocs.io/en/latest/Building/doc/introduction/index.html>



vinster som utlovas. Att bygga in och underhålla stöd för standardiserade gränssnitt är förenat med resursbehov och kostnader som utvecklare och leverantörer av IT-system inte är villiga att ta om det inte samtidigt gynnar deras produktutveckling eller affärsmodell i tillräcklig omfattning.

Kombinationen av öppet tillgängliga specifikationer för digital kommunikation och ofullständiga/ogenomtänkta tillämpningar kan dessutom skapa eller blotta IT-säkerhetsmässiga sårbarheter¹⁰. Om sårbarheterna utnyttjas av illvilliga aktörer kan de ekonomiska och infrastrukturmassiga konsekvenserna bli allvarliga.

2.5 Behovsbilden hos Belok-medlemmar

Inom denna förstudie har ett antal Belok-medlemmar intervjuats. Ambitionen har varit att de intervjuade parterna skulle representera ett tänkt kundsegment, d.v.s. representanter för relevanta verksamheter som blir betjänade av digitalisering. Intervjupersonerna skulle helst inte vara specialister inom IT och kommunikationsteknik, eller förespråka någon specifik lösning, utan sitta med representativa behov och önskemål som en digitalisering av verksamheterna förhoppningsvis ska kunna råda bot på.

Caroline Ödin är energistrateg på **Fabege** och arbetar tillsammans med sitt team med energifrågor genom hela organisationen. Energiuppföljning är ett prioriterat område inom bolaget och teamet analyserar energianvändningen för ett stort antal komplexa lokalfastigheter. Idag används bl.a. energimätarnas timvärden som fås via en extern leverantör med 2 - 3 dagars fördröjning. Den tiden måste kortas ned enligt Caroline Ödin. Caroline och teamet efterfrågar även smartare funktioner för analys. Nedan är några exempel på scenarion som bedöms som intressanta:

- **Hur jobbar våra ventiler?** En smart funktion som lär sig hur fastigheten fungerar skulle kunna hjälpa till i analysarbetet och i en förlängning, kanske fastigheten skulle kunna optimera sig själv?
- **Larmfunktion kopplad till effektuttag:** om exempelvis effektuttaget för fjärrvärme vid -2 °C är känt och uttaget vid -1 °C (utanför felmarginalerna för kurvan) blir högre, ska det larmas. På samma sätt önskas larmfunktion när fastigheterna närmar sig sina abonnerade topp effekter.
- **Flöden och returtemperaturer:** det är inte alltid så lätt att få driftorganisationen att arbeta med dessa frågor och det krävs dessutom högupplöst data för att fånga upp dynamiken och kunna beskriva karaktäristiken. Då räcker det inte med timvärden.

På frågan om vilket behov som skulle vara mest intressant att lösa digitalt är svaret givet från Caroline Ödin:
– Laststyrning i samråd med energileverantörer.

¹⁰ Se exempelvis MSB:s informationsblad om risker inom fastighetsautomationssystem (från 2015), fås via denna länk: <https://rib.msb.se/filer/pdf/27970.pdf>.



Energileverantörerna skulle nämligen kunna lösa en del av sina investeringsbehov genom att hjälpa fastighetsägarna att matcha sin behovsbild mot produktionen och därmed jämna ut behovet genom att minimera och sprida ut effekttopparna. Det krävs dock mera levande prismodeller, där energileverantörer och fastighetsägare anpassar och samordnar schemalaggingen av sina respektive processer. Caroline Ödin skulle gärna vilja initiera ett organiserat samarbete med energileverantörerna inom Beloknätverket, där medlemmarna skulle kunna utöva ett större ”tryck” tillsammans.

Stefan Wirtberg är energiingenjör med strategiskt ansvar inom **Lokalförvaltningen (LF) i Göteborg stad** och arbetar med LF:s energiplan 2020 – 2030. Energiplanen omfattar betydande besparingsmål och en prioriterad fråga är hur en bättre samverkan med Göteborg Energi skulle kunna bidra till uppfyllandet av målen. Genom att LF ”laddar” energi i byggnaderna, skulle Göteborg Energi kunna undvika att köpa ”fulenergi”. Båda parterna tjänar då på upplägget. Stefan Wirtberg tänker sig exempelvis scenariot då energileverantörens IT-system annonserar information såsom ”nu har vi billig energi, vill ni ha?” Då behöver LF:s system kunna göra bedömningar av hur driften skulle kunna anpassas, Omprioriteringar schemaläggas så att den billiga energin omvandlas och lagras i byggnaden för senare användning.

Den befintliga heterogena systemfloran inom byggnadsautomation skapar dock utmaningar i sammanhanget. Eftersom det inte finns något standardiserat sätt att exempelvis referera till valfri typ av givare, oavsett fabrikat, som dessutom stöds av befintliga system, blir det svårt att skapa generella funktioner som utför analyser och beräkningar över större delar av beståndet. Det skulle vara bra med ”översättare” som kunde lösa kommunikationen mellan systemen.

Rikard Sjöqvist är energi- miljö- och teknikchef på **Midroc Properties AB** och efterlyser en öppen kommunikationsstandard som skulle fungera på samma sätt som en ”brevlåda”, där systemen skickar meddelanden till varandra och når stora grupper av mottagare, på liknande sätt som e-posttjänster och maillistor fungerar idag. Rikard nämner också behovet av öppna algoritmer: ”det räcker inte med att kunna utbyta data. Vi vill även kunna utbyta funktionsbeskrivningar och vill ha en öppenhet, för att exempelvis kunna se och jämföra algoritmer och logiker för överstyrning.” Rikard ser en stor potential för digitalisering inom fastighetsförvaltningar, där det går att åstadkomma ett effektivare resursutnyttjande genom fler *just-in-time*-funktioner. ”I princip inom alla avtalsupplägg, där någon säljer någonting till oss med regelbunden fakturering – exempelvis för tömningar av sopkärl eller leverans av fjärrvärme – skulle bättre behovsanpassning leda till besparingar” menar Rikard. Ett annat exempel vore alla myndighetsrapporteringar som borde kunna digitaliseras: ”alla uppgifter som kan inhämtas automatiskt borde automatiseras och fastighetsägaren ska bara behöva komplettera med saknade uppgifter på ett enda ställe. Därifrån ska uppgifterna levereras till de myndigheter som behöver dessa”. Rikard använder liknelsen med skattedeklarationen, där det mesta redan är förfyllt.

Inom en horisont på ”ett par tre år” skulle Rikard Sjöqvist vilja se en ”smart kommunikation med nätägare”. Där ser Rikard gärna att det är fastighetsägarna som är den drivande parten eftersom de står för behovet och Belok skulle kunna



vara ett bra forum för detta. Ett gemensamt projekt, där även andra organisationer såsom Fastighetsägarna, Byggherrarna m.fl. är delaktiga skulle vara idealt.

I tider där många fastighetsägare efterfrågar data som underlag för digitalisering, verkar situationen inom **Specialfastigheter Sverige AB** vara det omvända. **Petra Kinnerberg** är chef för enheten Förvaltningsstöd inom bolaget och berättar tillsammans med **Peter Kalin**, som är Projektchef Automation, om nuläget. Inom Specialfastigheter har de flesta av fastigheterna kopplats upp till en enhetlig överordnad systemmiljö. Det finns gott om data som har samlats in under åren och som enligt Peter Kalin är ”underanvänd”. Därför har ett arbete initierats med målet att besluta om strategier och riktlinjer för hur data från byggnaderna ska användas för att skapa nya värden för bolaget och dess kunder. Eftersom många av bolagets kunder bedriver känsliga verksamheter, är det viktigt att det inte tummas på IT-säkerheten. IT-säkerhetsaspekten kan tidigare ha upplevts som hämmande för digitaliseringsarbetet, men så är det inte längre. ”Om vi inte digitaliserar vår verksamhet, kommer det att påverka kvaliteten och kostnadsnivån för vår fastighetsdrift och kundnytta på ett negativt sätt” säger Peter Kalin och fortsätter: ”det viktiga i sammanhanget är att skilja på på vad som är känslig information och vad som inte är det utifrån våra kunders perspektiv och verksamhet, samt att agera därefter”. Petra Kinnerberg berättar om ett projekt som ska bedrivas under 2020, där Specialfastigheter ska driftsätta egenutvecklade funktioner inom sin överordnade styrplattform på mätarnivå. Inom projektet ska den egenutvecklade Citect-applikationen ”E-reg” användas för begränsning och styrning av effektuttaget. Under året ska applikationen utvärderas inom fem fastigheter, för att därefter vid behov anpassas och rullas ut till flera objekt.

Enligt Petra Kinnerberg och Peter Kalin kommer Specialfastigheter inom en tre-till femårsperiod att vilja kommunicera med energileverantörerna för att samordna begränsningar av energiuttag Peter Kalin berättar att ”E-reg” redan nu är förberedd för att kunna ta in signaler som skulle kunna komma från energileverantörer.

Petra Kinnerberg och Peter Kalin efterlyser slutligen ett samarbete inom Belok angående angående digitalisering och automation samt laststyrning, där även energileverantörer är delaktiga. De ser det som troligt att Specialfastigheter kommer att delta genom att dela erfarenheter och eventuellt även egenutvecklade verktyg såsom E-reg med andra medlemmar inom nätverket.

2.6 Inspirationer från IT-branschen

Går det att hämta inspiration från andra branscher som inte har varit lika hämmade som fastighetsbranschen av ett IT-mässigt gap? Inom själva IT-branschen sker en hisnande utveckling med hög innovationstakt, ofta i överlappningar mellan startups och globala digitala aktörer. Det skapas ständigt nya lösningar och produkter som fyller luckorna och skapar nya möjligheter i en dynamisk och föränderlig behovsbild inom verksamheter som redan är digitaliserade. För att nya lösningar ska ha en chans att komma in i de ekosystem som utgörs av den befintliga systemfloran inom en organisation, är det självklart



att erbjuda öppna gränssnitt som skapar nya värden och konkurrensfördelar för kunden. Ofta kan nya tjänster till och med omfatta migreringsstöd från konkurrerande och mera etablerade produkter. Behovet av produktivitet i kombination med bristen på utvecklare och utvecklingskapacitet driver ett behov av att kunna återanvända kod och skapar en kultur där utvecklare från konkurrerande företag delar problem och lösningar sinsemellan för att kunna prestera i önskad omfattning.

Tillgängliga datagränssnitt (API:er) som är väldokumenterade är mycket eftertraktade av kunder såväl som av utvecklare som bygger närliggande/kompletterande/koncurrerande lösningar. API:er används av systemleverantörerna som avgörande konkurrensmedel. Det förekommer gott om lösningar och produkter för dataintegration och hantering av API:er och leverantörerna tillhandahåller själva kodsuttag och integrationer mot utvecklarverktyg för att förenkla införandet av sina produkter jämte kompletterande tjänster och plattformar.

Oavsett vilka standarder som används i grunden, skapas all "affärsnytta" med hjälp av logik som beskrivs av programkod som exekveras inom lämplig infrastruktur. Fungerande och väldokumenterade kodbibliotek och ramverk är betydligt högre skattade av utvecklarna jämfört med specifikationer av standarder. Omfattande standarder som inte är förankrade i befintliga system och tillgängliga kodbibliotek kan som tidigare nämnts snarare skapa hinder på vägen från visioner till digitalt skalbara lösningar.

Inom innovations- och digitaliseringsområden används ofta devisen "Think big, Start small, Scale fast"¹¹ som framgångsrecept. Denna förstudie hakar på trenden och inspireras av devisen som en strategi för att skynda på utvecklingstakten inom fastighetsbranschen i allmänhet och Belok-företagen i synnerhet.

2.7 Öppen källkod trumfar öppna standarder

Det finns en uppsjö av IT-baserade verktyg, byggstenar och lösningar som kan användas och/eller anpassas för digitalisering av fastighetsverksamheter. Öppet tillgängliga och väldokumenterade datagränssnitt (API:er) för IT-system, i kombination med fritt tillgängliga kodbibliotek kan brygga IT-lösningar och illustrera algoritmer. På så sätt skapas genvägar för utveckling och spridning av lösningar som förhoppningsvis kan överkomma de tekniska och organisatoriska trögheter som finns inom vår bransch.

Öppen källkod är ett fenomen som vinner allt större terräng inom IT-världen. Det finns en palett av licensformer som reglerar "öppenheten" och möjligheten till kunskapsutbyte mot upphovsrättsinnehavarens intressen. Vissa licensformer "smittar" all kod som refererar den öppna källkoden och tvingar den till att bli lika

¹¹ Även variationerna "... learn fast" och "... move fast" förekommer. Tyvärr har det varit svårt att hitta ursprungskällan till citatet. Om någon läsare känner till ursprunget, får ni gärna uppmärksamma rapportförfattaren om det.



öppen och delad, medan andra medger att den öppna källkoden används inom applikationer som i sig inte nödvändigtvis behöver publiceras och fritt delas under samma licensform.

Öppen källkod till fungerande applikationer och algoritmer anses i detta sammanhang trumfa öppna standarder som inte är tillräckligt tillämpade inom det befintliga produktutbudet och/eller fastighetsbeståndet.



3. SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER FÖR FORTSATT ARBETE

I anslutning till analysen, ledde utmaningen med det tekniska gapet (se 2.1) samt frågan om varför ”äldre” öppna språk har haft svårt att slå igenom (se 2.4) till en del insikter: Kanske ägnar vi för mycket tid åt att vänta på färdiga lösningar och recept? Hur skiljer sig fastighetsbranschen från andra branscher där digitaliseringen har hunnit längre och vad kan vi lära från dem? Dessa frågor bedöms vara värda att ägna mer tid och analyskraft åt än vad som har ingått i uppdraget, men ett enkelt försök har likväl gjorts och ett resonemang utvecklades delvis.

Utredaren har under uppdragets lopp fått uppfattningen att öppna tillämpningar (d.v.s. programlogik och algoritmer) är viktigare än öppna språk för att övervinna trögheter som av tradition har bromsat utvecklingstakten inom vår bransch.

Även om det kanske kan förefalla så, är syftet med denna rapport inte att avråda från att utveckla, åberopa eller använda kommunikationsstandarder eller öppna gränssnitt, tvärtom. Om det övergripande målet med Beloks initiativ är att ”skynda på” digitaliseringsprocesser, i linje med nätverkets övergripande målsättning¹², vill förstudien dock nyansera bilden. Väntan på att en standard ska transformera fastighetsbranschen och påskynda digitaliseringen av befintliga bestånd har pågått sedan ett par decennier. Denna väntan kan i värsta fall bli fortsatt lång och då är det bättre att ta genvägar där det går.

Förstudien rekommenderar att Beloks medlemmar gemensamt upprättar en öppen koddatabas inom en fri och allmänt tillgänglig plattform såsom Github eller Bitbucket. Github och Bitbucket¹³ är väletablerade plattformar för hantering av programkod, där företag och individer lägger upp slutna eller öppna projekt och utvecklarna kan samverka genom upp- och nedladdning och versionshantering av kod och data.

Inom en sådan databas som är tillgänglig för alla, ska resultaten från demonstrationsprojekt, inklusive fungerande väldokumenterad källkod och data från beräkningar och mätningar publiceras under licensformer som medger akademisk såväl som kommersiell användning¹⁴, spridning och tillämpning. Medan rapporter är värdefulla format för kunskapsöverföring, är öppen källkod och data som är redo för kommersiell bearbetning ovärderliga för digitalisering.

Eftersom samtliga medlemmar som har intervjuats har uttryckt ett särskilt intresse för lösningar för automatiserad laststyrning i samverkan med energibolag, föreslår förstudien att ett sådant demonstrationsprojekt planeras och genomförs som ett pilotprojekt inom en öppen plattform enligt nedan. Eventuellt val av

¹² Beloks övergripande målsättning enligt webbplatsen är att energieffektiva system, produkter och metoder tidigare skall komma ut på marknaden

¹³ Se <https://github.com> samt <https://bitbucket.org>

¹⁴ Rapportförfattaren är inte juridisk sakkunnig och överlåter valet av licensform till mera kvalificerade personer. Med det sagt kan MIT eller Apache (snarare än “copy-left” varianter såsom GPL) vara värda att överväga i sammanhanget då de verkar ge störst friheter till andra att använda koden i egna tillämpningar.



kommunikationsstandard är inte avgörande i sammanhanget, även om det självklart är en fördel ifall arbetet sker inom ramarna för lämplig/-a standard/-er som antingen är någorlunda etablerad(-e) och/eller bedöms som lovande uppstickare.

Den övergripande strategin bör vara i linje med devisen “think big, start small, scale fast” och styra alla överväganden och beslut. Projektet bör vidare ha en referensgrupp bestående av tvättäkta systemutvecklare och/eller entreprenörer från startup-världen med erfarenhet från digitaliseringsprojekt och förslagsvis resultera i:

- API:er vars specifikation inklusive demonstrationskod är öppet tillgängliga, exempelvis via Github, under lämplig licensform som främjar vidare tillämpning och förädling
- Källkod till fungerande applikation(-er) som förslagsvis ska kunna köras på Linux-baserad plattform eller annat öppet och fritt tillgängligt operativsystem och utgöra en länk mellan A) API:et för laststyrning och B) API:er från deltagande systemleverantörer, alternativt andra gränssnitt såsom kommunikationsprotokoll, dataplattform, kommunikationsstandard o.dyl. som har använts under skarpa förhållanden inom demonstrationsprojektet
 - Valet av B ovan ska göras på ett sätt som främjar en snabb tillämpning inom det valda geografiska området och/eller medlemsorganisationerna och innebära lägst tröskel för snabb uppskalning, d.v.s. borga för “scale fast”, utan att för den delen skapa otillbörliga konkurrensfördelar för någon enskilda aktör i relation till andra intressenter
- Att medverkande parter, inklusive Energibolag, förbinder sig till att¹⁵ tillhandahålla API:erna för skarp användning efter pilotprojektet, inom affärsmässiga ramar som är i linje med den övergripande devisen som främjar en snabb uppskalning.

Det föreslagna demonstrationsprojektet bedöms slutligen vara i linje med andemeningen i EPBD:s SRI. Därför bör projektet samordnas med EPBD-direktivet så att en tillämpning av konceptet inom den egna organisationen bäddar för en god rating i enlighet med SRI och dessutom är i linje med direktivets artiklar 14 och 15.

¹⁵ Exempelvis genom undertecknande av avsiktsförklaringar, förutsatt att X-antal kunder efterfrågar den aktuella lösningen



4. BILAGA: BESKRIVNING AV UTVALDA RELEVANTA INITIATIV OCH PROJEKT

Nedan beskrivs de mest aktuella samt några utvalda alternativ som berörts inom rapporten på översiktlig nivå. Alternativen är i vissa fall grupperade och listas i alfabetisk ordning.

4.1 CoClass

CoClass är ett svenskt klassifikationssystem för byggd miljö. Systemet är resultatet från ett omfattande samverkansprojekt (BSAB 2.0) för utveckling av ersättaren till klassifikationssystemet BSAB 96. Arbete pågår även för att anpassa beskrivningsramverken AMA till CoClass och först ut blir AMA Funktion för totalentreprenader som beräknas vara färdigställd i slutet av 2020.

CoClass ägs av de parter som initierade branschprojektet BSAB 2.0, d.v.s. Trafikverket, Svensk Byggtjänst, BIM Alliance Sverige, Swedavia, Trafikförvaltningen Stockholms läns landsting, Sveriges Kommuner och Regioner och Samverkansforum. Svensk Byggtjänst har uppdraget att förvalta CoClass och tillhandahålla det via olika tjänster och verktyg. Användning av CoClass i programvaror kräver köp av licens och tecknande av nyttjanderättsavtal med AB Svensk Byggtjänst.

Systemet omfattar klassifikation för objekt i form av byggnadsverk och deras delar, inklusive definitioner av egenskaper hos objekten. CoClass är gjord med utgångspunkt från behovsbilden för kommunicerande IT-system och möjliggör utbyte av en mängd information via textsträngar¹⁶.

CoClass-baserade beteckningar bedöms kunna fungera väl för referering till system och komponenter inom byggnadsverk som påverkar och/eller styr energianvändningen. Systemet har dock vissa begränsningar när det gäller att referera till uppmätta parametrar och egenskaper inom fastighetsnära IT-system. Exempelvis går det inte att referera till inställningsvärdet för ”D-tiden” i en reglercentral med hjälp av CoClass. CoClass kan inte i den nuvarande tappningen erbjuda ett standardiserat alternativ till förteckningar över så kallade *komponentkvalifierare*¹⁷ som används inom byggnadsautomationsprojekt. Det går heller inte att specificera formatet för överföring av mätdata m.h.a. CoClass, exempelvis hur mätvärden från en energimätare ska överföras till andra IT-system.

¹⁶ =F.JB.BJA%JB01 är exempel på referensbeteckning för en ”flödesenergisensor” inom en värmeundercentral, i enlighet med CoClass. Slutrapporten från utvecklingsprojektet BSAB 2 ger en bra inblick till hur CoClass är uppbyggd och ger även många exempel:

https://www.smartbuilt.se/library/2251/slutrapport_bsab20.pdf (se exempelvis s. 79)

¹⁷ Exempel på komponentkvalifierare: MV (mätvärde) eller PV (point value) för uppmätt värde, BV (börvärde) eller SP (setpoint) för börvärde. Både MV och BV kan vara intressanta egenskaper att logga för en temperaturgivare med styrande funktion inom ett styrsystem.



4.2 Fi2XML och fastAPI

Fi2XML är ett standardiserat sätt att kommunicera fastighetsrelaterad information mellan IT-system och utvecklades ursprungligen inom det branschgemensamma utvecklingsprogrammet IT Bygg och Fastighet 2002. Syftet med projektet Förvaltningsinformation 2002¹⁸ var att rikta fokus mot fastighetsförvaltningens behov av IT-stöd, till skillnad från många andra dåtida IT-initiativ som präglades av behovsbilden ur ett produktionsperspektiv.

Standarden består av en informationsmodell, en uppsättning med begrepp, det specificerade XML-formatet för strukturering av informationen, samt ett antal fördefinierade ”meddelanden” för olika scenarion. Fi2XML är en tillämpning av XML¹⁹ som i sin tur är en generell standard för datamärkning som har använts för datautbyte mellan IT-system sedan slutet av 1990-talet.

Fi2XML ägs och förvaltas sedan 2014 av den ideella föreningen BIM Alliance. Vidareutvecklingen är behovsstyrd och finansieras av de parter som initierar utvecklingsprojekt eller avropar utvecklingsuppdrag inom ramarna för BIM Alliance verksamhetsmodell. Användning av Fi2XML kräver inga licensavgifter, men dokumentation, värdelistor, anvisningar och testverktyg måste köpas/licenseras från BIM Alliance.

Den traditionella tillämpningen av Fi2XML har varit genom manuella eller schemalagda import/export av filer (XML-filer formaterade enligt Fi2-standard) mellan IT-system. Till en början fanns ingen definition av hur IT-systemen skulle kunna initiera dialoger med varandra m.h.a. Fi2XML. Därför utvecklades fastAPI²⁰, där Sveriges Allmännyttas har varit den huvudsakliga sponsorn och drivande parten.

fastAPI definierar ett gränssnitt för kommunikation mellan fastighetssystem och specificerar hur IT system ska anropa varandra, lista funktioner och data som är tillgängliga, anropa funktioner och ladda data via Fi2XML. fastAPI specificerar för närvarande tillämpningar för fastighetssystem, lås- och passagesystem och individuell mätning och debitering av media (IMD).

fastAPI förvaltas av BIM Alliance, i samverkan med Sveriges Allmännyttas. Sveriges Allmännyttas har i och med sitt digitaliseringsinitiativ valt att göra en strategisk satsning för större spridning av fastAPI/Fi2XML. Bl.a. har en marknadsplats för certifierade system (fastmarket.se) upprättats, där det för närvarande finns 3 fastighetssystem representerade. Under 2019–2020 sker ett utvecklingsarbete²¹ som ska resultera i kompletterande specifikationer för arbetsorder, ärendehantering, kundundersökningar m.m.

¹⁸ Förvaltningsinformation 2002 förkortades sedermera till FI2002 och därefter ytterligare till FI2. Föreningen för Förvaltningsinformation (FFi) skapades år 2002 för att vidareutveckla och förvalta resultatet från projektet FI2002. Föreningen Fi2 Förvaltningsinformation slogs vid årsskiftet 2013 - 2014 samman med föreningarna buildingSMART och openBIM till den ideella föreningen BIM Alliance. Se <http://fi2arkiv.bimalliance.se/> för mer information.

¹⁹ XML står för Extensible Markup Language. Se här för mer info: <https://www.w3.org/XML/>

²⁰ <http://www.fastapi.se/>

²¹ Enligt samtal med Carl Ståhle, digitaliseringsexpert på Sveriges Allmännyttas



4.3 Project Haystack och Brick Schema

Project Haystack²² är ett internationellt uppmärksammat ”projekt” med målet att effektivisera arbetet med data från uppkopplade enheter inom det så kallade sakernas internet. Projektets resultat tillhandahålls som öppen källkod och omfattar datamodeller och webbtjänster som syftar till ”att göra det lättare att låsa upp värde från den stora mängd data som genereras av smarta enheter ...”. Inom Haystack märks data som skickas mellan IT-system m.h.a. standardiserade nyckelord, s.k. ”tags”.

De första versionerna av Haystack var platta modeller som inte definierade några avancerade ”klasser” eller hierarkiska relationer, men den senaste versionen (v 4) omfattar även semantiska datamodeller, i likhet med flera andra initiativ som nämns i denna rapport.

Project Haystack grundades av sju företag, bl.a. Intel och Siemens och för närvarande består föreningen av 26 medlemsföretag.

Brick Schema²³ är ännu ett internationellt uppmärksammat initiativ med öppen källkod för att ”standardisera semantiska beskrivningar av fysiska, logiska och virtuella tillgångar i byggnader och förhållandena mellan dem.” Jämfört med Project Haystack (i.a.f. fram t.o.m. v3 av Haystack), innehåller Brick en mera stringent data- och begreppsmodell bestående av kunskapsgrafer (se även 4.4) med beskrivningar av objekt och relationerna mellan dem. Både Brick och Haystack är utvecklade utifrån ett installationstekniskt perspektiv och har som huvudsakligt mål att ”låsa upp” svårtillgängliga informationssilon i byggnadsnära IT-system för att underlätta aggregering och analys av data från dessa system. Via webbplatsen tillhandahåller Bricks grundare ett antal verktyg²⁴ för att skapa och bearbeta Brick-modeller.

Brick Schema grundades av en grupp amerikanska forskare som var frustrerade över svårigheten att få tillgång till data från byggnadsautomationssystem. Det amerikanska automationsföretaget Johnson Controls nämns också som en av grundarna till Brick.

I februari 2018 annonserades ett samarbete mellan organisationerna bakom BACnet, Brick Schema samt Project Haystack med målet att enas kring en samordnad semantisk datamodell som kan upptas som en standard av den amerikanska VVS-tekniska föreningen ASHRAE²⁵. Det långsiktiga målet är att den nya standarden även ska etableras som en ISO standard.

²² Mer information finns på webbplatsen <https://project-haystack.org/>

²³ Webbplatsen för Brick Schema: <https://brickschema.org/>

²⁴ <https://github.com/BrickSchema>

²⁵ Pressreleasen finns här: <https://www.ashrae.org/about/news/2018/ashrae-s-bacnet-committee-project-haystack-and-brick-schema-collaborating-to-provide-unified-data-semantic-modeling-solution>



4.4 RealEstateCore

RealEstateCore²⁶ (REC) är ett språk för modellering och utbyte av kunskap och data som rör byggnader och fastighetsverksamheter. Språket har sin grund i ett digitaliseringsprojekt inom Vasakronan som startade 2016 med delmålet att definiera en generell informationsmodell som skulle kunna användas för att underlätta effektiviseringar av energianvändning och lokalutnyttjande. Det fanns ett behov av att få åtkomst till data från det omfattande byggnadsbeståndet, där det förekommer många olika systemlösningar för automation, mätvärdeshantering, passagekontroll m.m. Projektgruppen som även omfattade experter och forskare med erfarenhet från digitaliseringsprojekt från andra branscher beslutade att utveckla en ny modell med stöd för beskrivning och utbyte av så kallade kunskapsgrafer. Kunskapsgrafer bedöms vara lämpliga informationsstrukturer för automatiserad bearbetning med hjälp av tekniker som ingår i samlingsbegreppen *maskininlärning* och *artificiell intelligens*.

Med hjälp av REC går det att beskriva och utbyta semantiska modeller via samma underliggande standarder som används inom den semantiska webben²⁷. Dessa byggstenar gör det också möjligt att ifrån REC referera till andra informationskällor och begreppsmodeller. Vissa begrepp inom REC refererar till sina motsvarigheter inom andra standarder, såsom BIP, Beloks objektsdefinitioner, Brick Schema, CoClass, Haystack, fi2XML o.s.v. Sådana relationer definieras m.h.a. ”seeAlso” pekare mellan objekten som dokumenteras i översättningsfiler. Denna form av hänvisning fungerar väl för uppslag och bläddring m.h.a. exempelvis sökmaskiner, men kan i andra sammanhang bedömas som otydlig²⁸.

REC förvaltas sedan 2017 av ett konsortium bestående av Vasakronan AB, Akademiska Hus AB och Willhem AB, Jönköping Universitet och RISE, samt utvecklingsbolaget Idun Real Estate Solutions AB som ägs av Vasakronan tillsammans med Klipsk AB.

Idun Real Estate Solutions AB utvecklar och marknadsför plattformstjänsten ProptechOS som använder REC för datamodellering och kommunikation. ProptechOS är än så länge det enda alternativet för den som vill använda kunskapsgrafer baserade på REC inom en plattformslösning. REC-specifikationen finns dock publicerad på koddatabasen Github och är tillgänglig för nedladdning och användning under tillåtande licensformer²⁹, vilket tillåter alla som vill, att utveckla REC-baserade applikationer. Enligt uppgift³⁰ kommer ytterligare programvara för dataöverföring via REC att släppas på Github med öppen källkod under år 2020.

²⁶ Mer information och länkar för nedladdning finns på hemsidan: <https://www.realestatecore.io/>

²⁷ Beskrivning av den semantiska webben finns på World Wide Web Consortiums webbplats: <https://www.w3.org/standards/semanticweb/>

²⁸ Ontologies for Observations and Actuators in Buildings: A Survey (2019) <http://www.semantic-web-journal.net/system/files/swj2285.pdf> (s. 22)

²⁹ Enligt MIT License.

³⁰ Enligt samtal med Erik Wallin, VD för Idun Real Estate Solutions AB.

