



**CHALMERS**



# Möjligheter för blockchain i den svenska bygg- och fastighetsbranschen

En kartläggning av blockchain och dess tillämpningar  
Inom svenska AECO-sektorn

Examensarbete inom kandidatprogrammet

Affärsutveckling och entreprenörskap inom samhällsbyggnadsteknik

**ROSANNE ELFSTRAND**

**FILIP JOHANSSON**

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK

AVDELNINGEN FÖR CONSTRUCTION MANAGEMENT

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sweden 2022

[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



EXAMENSARBETE ACEX20

# Möjligheter för blockchain i den svenska bygg- och fastighetsbranschen

En kartläggning av blockchain och dess tillämpningar inom svenska AECO-sektorn

*Examensarbete inom kandidatprogrammet*

*Affärsutveckling och entreprenörskap inom samhällsbyggnadsteknik*

ROSANNE ELFSTRAND

FILIP JOHANSSON

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction Management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2022

Möjligheter för blockchain i den svenska bygg- och fastighetsbranschen  
En kartläggning av blockchain och dess tillämpningar inom svenska AECO-sektorn  
*Examensarbete inom kandidatprogrammet*

*Affärsutveckling och entreprenörskap inom samhällsbyggnadsteknik*

ROSANNE ELFSTRAND

FILIP JOHANSSON

© ROSANNE ELFSTRAND, FILIP JOHANSSON, 2022

Examensarbete ACEX20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik  
Chalmers tekniska högskola 2022

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik  
Avdelningen för Construction Management  
Chalmers tekniska högskola  
412 96 Göteborg  
Telefon: 031-772 10 00

Omslag: Futuristisk bild på fastigheter.  
Bildkälla: Pixabay-hemsida. Skapad av Gerd Altmann (2019).

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik  
Göteborg 2022

Möjligheter för blockchain i den svenska bygg- och fastighetsbranschen

En kartläggning av blockchain och dess tillämpningar inom svenska AECO-sektorn

*Examensarbete inom kandidatprogrammet*

*Affärsutveckling och entreprenörskap inom samhällsbyggnadsteknik*

ROSANNE ELFSTRAND

FILIP JOHANSSON

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction Management

Chalmers tekniska högskola

## **SAMMANFATTNING**

Blockchain är ett system för teknik som används främst för ökad säkerhet inom behandling av information men kan användas inom flera innovativa områden. I denna studie fördjupar vi oss i några av de tekniker som kan användas inom fastighetsbranschen och ser specifikt på ‘smart contracts’, ‘tokens’, ‘internet of things’(IOT) och ‘non fungible tokens’(NFT). Vi studerar för- och nackdelar inom de olika teknikerna och frågar oss om och i så fall hur blockchain kan komma att utveckla marknaden. Specifikt går vi in på de olika sätt som teknikerna kan nyttjas och undersöker hur de har möjlighet att implementeras för att underlätta inom särskilt svenska fastighetsmarknaden.

Denna studie är kvalitativ bestående av semistrukturerade intervjuer som tillför en djupgående förståelse för ämnet. Fyra av fem intervjuer görs hos företag som på något sätt jobbat med blockchain, och en intervju riktar istället in sig på ett företag som i framtiden skulle kunna komma att använda någon av de tekniker, byggda på blockchain, som vi i detta arbete redogör för. I denna studie gjordes litteraturstudier och intervjuer sekventiellt men delvis överlappande.

För att skapa programvaror som använder blockchain och dess tekniker krävs djupare kunskaper inom programmering. I detta arbete fokuserar vi på olika användningsområden på en mer övergripande nivå utan att faktiskt skapa en applikation med blockchain.

Efter slutfört arbete, har användningsområden där blockchain kan förbättra och ersätta vissa av de system som idag finns inom fastighetsbranschen, tagits fram. Vi ser många fördelar med systemet blockchain och hoppas kunna förmedla detta vidare så att branschen vågar använda tekniken som har chansen att revolutionera delar av fastighetsmarknaden i framtiden.

Nyckelord: AECO, BIM, Blockchain, blockkedja, byggbranschen, digital tvilling, IOT, smart contracts.

Opportunities for blockchain in the Swedish construction- and real estate industry

A survey of blockchain and its applications in the Swedish AECO sector

*Degree Project in the Bachelor's Programme*

*Business Development and Entrepreneurship*

ROSANNE ELFSTRAND

FILIP JOHANSSON

Department of Architecture and Civil Engineering

Division of Construction Management

Chalmers University of Technology

## **ABSTRACT**

Blockchain is a system for automating exchange of information in a non-cheatable manner capable of influencing, or even drastically change, many areas of use in the near future. The 'technologys', aiming at the implementations of the model that is blockchain, was first used already in 2008, but has since not come to be commonly used, but has instead stayed exclusively utilized by companies that hold the leading edge of technology. However, as of late the trend has started to change and useful data for underlying decisions and understanding implementation is being sought after more frequently.

By contributing to the scientific base of information on the subject, by conducting studies, the future usage of blockchain can be supported. In this work, we focus on blockchains implementation into the real estate market where the usage today is limited but growing. Areas of interest contain smart contracts, tokenization, NFT, IOT, traceability, decentralization and implementation, which all hold great promise of making the market more independent from third parties, more self-sufficient, automated and more reliable. All these areas are covered in this article to give a broad insight in the usage and abilities of blockchain in the real estate market.

Key words: AECO, BIM, Blockchain, construction industry, digital twin, IOT, smart contracts.

# Innehåll

1	INLEDNING	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	1
1.3	Frågeställningar	2
1.4	Avgränsningar	2
2	METOD	3
2.1	Undersökningsstrategi	3
2.2	Undersökningsdesign	3
2.3	Undersökningsmetod	4
2.4	Urval	4
2.5	Etiska aspekter	5
3	RESULTAT	6
3.1	Inledning	6
3.2	Blockchain	6
3.3	Tokens	7
3.4	NFT	9
3.5	Smart contracts	10
3.5.1	Automatiserade utbetalningar	10
3.5.2	Prestationsbaserade kontrakt	12
3.6	IOT	14
3.7	Spårbarhet	14
3.8	Decentraliserat	15
3.9	Implementering	15
4	DISKUSSION	17
4.1	Tokens	17
4.2	NFT	17
4.3	Smart contracts	18
4.4	IOT	19
4.5	Spårbarhet	19
4.6	Decentraliserat	19
4.7	Implementering	19

5	SLUTSATS	21
6	REFERENSER	22

## **Förord**

Detta examensarbete skrevs under våren 2022 av Rosanne Elfstrand och Filip Johansson och omfattar 15 högskolepoäng. Arbetet är en avslutande del på programmet 'Affärsutveckling och entreprenörskap inom samhällsbyggnadsteknik' på Chalmers tekniska högskola.

Vi vill börja med att tacka vår examinator och handledare Dimosthenis Kifokeris, som har stöttat och hjälpt oss under arbetets gång med en enorm kompetens och erfarenhet inom blockchain och byggbranschen.

Vi vill också tacka samtliga personer som ställt upp på intervjuer och delat med sig av deras kunskap och erfarenheter. Tack till Johan Fredriksson, Petter Green, Mats Snäll, Matthias Klees och vår respondent på Skanska Finland.

Ett stort tack riktas också till Philip Fernfors och Richard Wallin som har varit opponenter för arbetet och kommit med nyttiga insikter på förbättringsområden.

Göteborg, juni 2022  
Rosanne Elfstrand och Filip Johansson

# Begreppslista

**AECO** - architecture, engineering, construction, and operation (AECO) industry. Kan översättas till arkitektur-, ingenjör-, bygg- och fastighets(-förvaltnings)-branschen.

**BIM** - Bim är en förkortning för byggnadsinformationsmodellering och är ett samlingsbegrepp för en objektorienterad teknik med ett ursprung från 3D CAD där digitala modeller kan skapas och användas. (Svensk byggtjänst, 2021).

**DLT** - Distributed ledger technology, DLT, är när man har ett system som utbyter värdeinformation mellan två parter, utan att använda sig av en betrodd mellanhand (Li & Kassem). Däri är blockchain en underkategori som specificeras av att informationen läggs i block efter varandra. Det kännetecknas också av att det använder sig av något av de flera verifieringsalternativ, där proof-of-work, POW, är det vanligaste.

**Internet of things** - Ett samlingsnamn som beskriver fysiska vardagsprodukter som har inbyggd elektronik och internetuppkoppling som kan styras eller skicka data över olika nätverk.

**Kryptovaluta** - Den första kryptovalutan Bitcoin introducerades 2008 av Satoshi Nakamoto, vilket också var den första blockchain applikationen (Perera et al., 2020). Det är en digital valuta där transaktioner är verifierade och transaktioner sparas och underhålls av ett decentraliserat system.

**NFT** - Non fungible token är teknik inom blockchain som ska verifiera äganderätt. Hittills har NFT används mestadels för försäljning och ägande av digital konst. Dessa tokens representerar en unik del på blockchain vilket gör att den digitala konstens originalitet samt autenticitet alltid kan verifieras och eliminerar risken för falska anspråk på specifikt äganderätten.

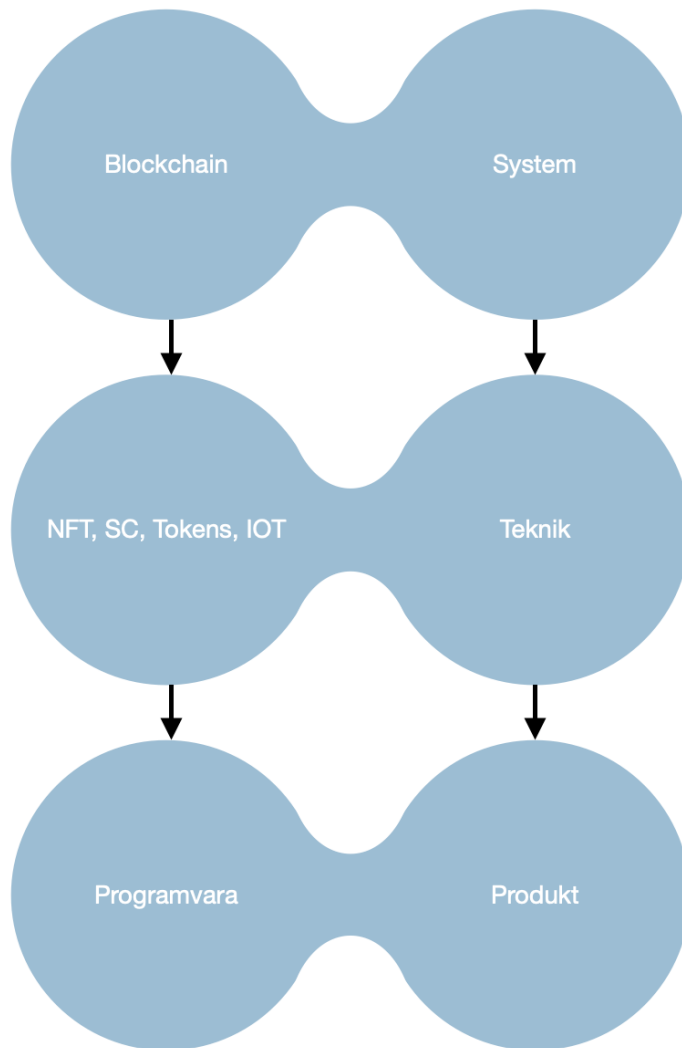
**Produkt** - När en teknik implementeras och byggs upp med hjälp av programmering, blir den till sist en programvara och kallas det i detta arbete produkt. Detta kan även kallas applikation.

**Smart contracts** - Smart contracts är automatiska och digitala avtal där villkoren skrivs i programmerad kod som lagras på ett blockchain-nätverk. Den mänskliga faktorn avlägsnas från kontraktet och programmet kan automatiskt utföra, kontrollera eller dokumentera de juridiska relevanta händelserna och åtgärder utefter villkoren i kontraktet.

**Systemet Blockchain** - Blockchain är ett system av hur man ska hantera information som går ut på att ny information, som kan vara flera händelser, arkiveras i ett så kallat block. För att informationen inte ska gå att förfalska distribueras informationen på flera platser. Om informationen inte ser identisk ut med den hos andra betyder det att den inte är sanningsenlig och ignoreras.

**Teknik** - När modellen Blockchain implementeras för ett specifikt handhavande kallar vi detta för teknik. I denna rapport granskas flera tekniker.

**Tokenisering** - En digital uppdelning där en del som kallas en 'token' representerar äganderätten till en viss tillgång. När token representerar en del av en fastighet och därmed blir en fysisk tillgång kommer värdet på denna att fluktuera utefter marknadsvärdet på fastigheten. Tokenisering tillåter fastigheter att delas i små delar som sedan kan säljas på marknaden som då också representerar en mindre del av äganderätten till fastigheten.



*Figur 1: Egenritad bild. Modell över begreppens relationer*



# 1 Inledning

I inledningsavsnittet behandlas bakgrunden till arbetet samt syfte och frågeställningar. De avgränsningar som har gjorts beskrivs även eftersom blockchain är ett såpass brett område och endast vissa delar ska behandlas i examensarbetet.

## 1.1 Bakgrund

Blockchain är ett system som syftar till att säkra och automatisera utbyte av information och kan genom uppbyggnad av nya programmerade tjänster komma att ha stor inverkan på flera områden i framtiden. 'Tekniken', som syftar till implementerad blockchain, användes första gången redan 2008 (Sheldon, 2021). Men inom fastighetsbranschen, som vi i detta arbete ser närmare på, ligger användandet av det för många fortfarande i framtiden. Den mest kända applikationen byggd på blockchain är idag Bitcoin som i skrivande stund har ett totalt värde på ungefär 800 miljarder dollar (Coinmarketcap, 2022).

Inom akademien finns gott om artiklar som behandlar snäva användningsområden för blockchain och programmeringen av dessa, och utanför finner man ett överflöd av mer övergripelig information om hur blockchain fungerar och kan komma att användas i framtiden. Men få artiklar, inom eller utom akademien, erhåller information om svenska fastighetsmarknaden eller hur blockchain skulle kunna samt redan används här. Vidare studier inom detta, med välgrundad information, likt denna avhandling kan erbjuda, krävs för att bredda kunskaperna om tekniken och dess möjligheter och göra detta mer tillgängligt för fler än bara de fåtal företag med spetskompetens som överrepresenterar användarna idag.

## 1.2 Syfte

En del företag börjar nu se över vilken nytta tekniken kan ha för deras verksamhet och vidare undersökning av möjlig användning och förutsättningar börjar efterfrågas. Där ser vi idag att fastighetsbolag börjar använda sig av främst "smart contracts", vilket är en funktion av blockchain där digitala kontrakt kan skapas mellan till exempel entreprenören och beställaren. Dessa kontrakt är decentraliserade, säkrade, automatiserade och ofta oföränderliga när de är i användning vilket sparar parterna tid och pengar. Andra exempel på användningsområden för blockchain inom fastighetsbranschen är 'internet of things' (Bigelow, 2022), 'tokenisering' (Chen, 2018) och 'NFT' (Wang et al., 2021) som vi också inkluderar i vår undersökning.

Genom att först genomföra fyra intervjuer med företag som på olika sätt använt systemet blockchain, skapar vi en djupare förståelse för användbarheten och tar sedan med oss detta i analysering av det faktiska spelrum som blockchain kan inneha i fastighetsbranschen i stort, och vilka strukturella, tekniska, ekonomiska eller kunskapsmässiga hinder som kan föreligga och hur man i så fall kan ta sig an dessa. En avslutande femte intervju, med ett företag som inte ännu använt blockchain men har potential att göra det, görs för att ytterligare öka förståelsen.

I analysen av situationen för blockchain inom svenska AECO-marknaden ingår också en mindre omvärldsanalys för att sätta in tekniken i ett samhälleligt sammanhang och en utvärdering av dess framtida möjliga förhärskande och konsekvenserna av detta.

### **1.3 Frågeställningar**

- Vad finns det för användningsområden i bygg- och fastighetsbranschen för blockchain?
- Vilka hinder finns det för blockchains implementering?

### **1.4 Avgränsningar**

Samtliga intervjuer har gjorts på distans, dels på grund utav pandemin, dels på grund utav att intervjudeltagarna har befunnits på andra orter än Göteborg. Arbetet syftar till att utforska blockchains olika implementeringsområden i AECO-branschen och vi går därför bara in översiktligt på hur tekniken kan användas och inte programmeringen bakom det. Arbetet går heller inte in på kryptovalutor eftersom de används främst i spekulations syfte och vi söker efter tekniska lösningar i AECO-branschen. Inom blockchainområdet är utvecklingen konstant där nya upptäckter görs varje år, därför har vi i de fall när det varit möjligt, försökt använda den senaste utkomna forskningen.

Arbetet är en kvalitativ studie men hade gynnats av att även bruka kvantitativa inslag, i form av till exempel enkätundersökningar till företag. Hade arbetets omfattning varit större hade detta inkluderats.

## 2 Metod

I detta kapitel beskrivs studiens process där arbetets undersöknings-strategi, design och metod redovisas tillsammans med motiveringen bakom det.

### 2.1 Undersökningsstrategi

Arbetet präglas av en kvalitativ ansats då detta skapar en bättre möjlighet att jobba utforskande inom det breda område som ska undersökas (Bryman & Bell, 2017). Syftet med detta arbete är att undersöka hur blockchains faktiskt kan komma att användas i bygg- och fastighetsbranschen och även analysera de tillämpningar som redan gjorts inom sektorn. För många är detta ett utforskat ämne och därför ligger störst vikt på att översiktligt gå igenom olika blockchaintekniker som kan komma att användas och dess fördelar och nackdelar inom branschen. Undersökningen syftar också till att undersöka företagens vilja att faktiskt implementera blockchain och hur de ser på dess olika implementeringsområden i bygg- och fastighetsbranschen. Inom ämnet kommer det ständigt nya tekniker och projekt lämpar sig uppsatsen för en kvalitativ undersökningsstrategi. Arbetet blir alltså ett bidrag inom kvalitativ forskning där målet har varit att intervjua de personer som är insatta på ämnet och sedan djupdyka på deras projekt vilket gör att en mer fullständig bild av blockchain i branschen kan redovisas (Bryman & Bell, 2017). I slutändan ger vår sammanställning av data oss en möjlighet att göra ett induktivt antagande om teknikens framtida relevans för branschen.

### 2.2 Undersökningsdesign

Genom att göra intervjuer med enskilda företag i fastighetsbranschen kan fokus läggas på deras processer och system där blockchain redan har applicerats eller där det kan utvecklas. Denna design är den mest lämpade undersökningsdesignen med tanke på de resurser som finns tillgängliga och hur den förståelse för tekniken som krävs försvårar ett utbrett urval (Bryman & Bell, 2017). Tiden som funnits tillgänglig begränsar möjligheten att använda flera metoder som hade kunnat göra denna djupdykning bredare. En annan metod skulle då kunnat vara enkäter. Företag för denna studie är Skanska Finland, Myndigheten för digital förvaltning (DIGG), Vasakronan, White Arkitekter och en entreprenör med flera företag, bland annat Europecoin och 180.Earth.

Eftersom intervjuerna utgår från specifika företag går det att undersöka mer på djupet för att få mer detaljerade kunskaper, än vad som skulle fås om till exempel endast en enkätundersökning utfördes. Med intervjuer hos företag som är ledande i blockchainteknik inhämtas en större förståelse för applicerbarheten med blockchain hos fastighetsföretag. De lärdomar som tas från detta fall utvecklas sedan till en process som flertalet andra aktörer inom branschen ska kunna applicera i sin företagsstrategi. Risken med att endast utgå från enstaka fall är däremot att deras interna processer kan skilja sig åt från övriga företag i branschen vilket gör att resultatet kanske inte är applicerbart hos andra aktörer inom fastighetsbranschen. Där kan uppföljande enkätundersökningar komplettera detta arbete.

Litteraturstudier föregår intervjuer och de två momenten är sekventiella i tid men överlappar varandra. Även om litteraturstudien bygger kunskap inför intervjuerna är

de två skilda momenten av likvärdig vikt. De är konvergenta i och med att de båda bidrar till resultatet av studien.

## 2.3 Undersökningsmetod

För både intervjuer och litteraturstudier sker ett icke sannolikhetsurval som motiveras med att specifik information efterfrågas som inte alla kan tros vara förtrogna med och att ett sannolikhetsurval troligen inte skulle ge relevant information (Bryman & Bell, 2017). Ett mål- och kriteriestyrt urval sker där de som har en förutgående koppling till blockchain och branschen är av intresse. För att bli objekt för intervju krävs att de kvalificerar inom a priori-urval.

Eftersom arbetet är mestadels kvalitativt blir det en utmaning att hålla varje moment objektivt och en ansats för saklighet har därför uppmuntras och repeteras inför varje del. I praktiken kan detta innebära att man tillsammans, när detta arbete utförs fördelat på två individer, får påminna varandra. Med orsak av detta har det också varit viktigt att rapporten i slutändan tydligt beskriver hur arbetet genomförs och leda läsaren till en meningsfull slutsats som är rimlig efter genomgången data.

En ansats till hög validitet ska göras inom flera kategorier. Ovan beskrivs vikten av *intern validitet* och ett kausalt förhållande mellan arbete och slutsats. Men det är också av vikt, speciellt då detta arbete berör teknik som inte alla är förtrogna med, att upprätthålla en *begreppsvaliditet* (Bryman & Bell, 2017).

En annan lämpad modell för att utvärdera arbetets trovärdighet är Lincoln och Gubas (1985) 4 kvalitetskriterier. Dessa består av; tillförlitlighet (credibility) vilket är hur väl resultatet visar på en trovärdig tolkning av datan; Konfirmation (confirmability) som betyder att forskaren inte påverkat resultatet och att det stämmer överens med data; Pålitlighet (dependability) visar på en stabilitet över tid i datainsamlingen; och Överförbarhet (transferability) där resultaten ska kunna överföras till andra personer och sammanhang.

## 2.4 Urval

De personer som valdes ut till att bli intervjuade besitter en större kunskap kring blockchain där de tidigare har varit delaktiga i blockchain projekt kopplade till bygg- och fastighetsbranschen.

Intervjun med Petter Green på White arkitekter, gick, till skillnad från de andra intervjuerna, igenom möjliga processer för implementering av nya tekniker och deras syn på blockchain. Även om liknande frågor ställdes till de andra respondenterna, skilde sig förfarandet åt.

Vi kom i kontakt med intervjupersonerna via internetsökningar på blockchain projekt inom bygg- och fastighetsbranschen och de bidrog till en fördjupad insikt på hur tekniken kan komma att användas och deras tankar kring det.

Tabell 1: Intervjuade respondenter.

Namn	Företag	Datum
Anonym	Skanska Finland	2022-03-02
Johan Fredriksson	Vasakronan	2022-03-30
Matthias Klees	Entreprenör; Europecoin, 180.Earth m.fl.	2022-04-05
Mats Snäll	Myndigheten för digital förvaltning, DIGG	2022-04-07
Petter Green	White Arkitekter	2022-05-12

## 2.5 Etiska aspekter

Intervjuerna som genomfördes spelades in efter att intervjupersonen medgett samtycke för att kunna gå igenom materialet och därmed vara säkra på att det som förmedlas i arbetet är enligt intervjupersonens utsaga. Namn och arbetstitel har förmedlats i arbetet efter intervjupersonens medtycke. Uppsatsen tillämpar god forskningssed grundläggande principer; att forskningen utförs och rapporteras på ett sanningsenligt sätt, det utförs med respekt för viktiga samhälleliga värden och vi tar ansvar för forskningen och dess påföljder (Bryman & Bell, 2017).

## 3 Resultat

Efter genomförda intervjuer och litteraturstudier sammanfattas här i de delar som kan vara lämpliga att känna till inför vidare studier inom området.

### 3.1 Inledning

Blockchaintekniken har under de senaste åren fått mycket uppmärksamhet som en ny revolutionerande teknik (Kouhizadeh et al., 2021). Dess många fördelar har också tvingat företag att utforska potentiella användningsområden (Kouhizadeh et al., 2021). Europeiska unionen siktar nu på att bli ledande inom digitalisering, och däri stödja utvecklingen av blockchainteknologin, genom investeringar på 580 miljoner euro under de kommande 7 åren (European Commission, 2022).

Många förknippar blockchain som tekniken bakom Bitcoin vilket är världens första virtuella valuta eller ”kryptovaluta”. Europeiska Kommissionen (2022) ser att det finns enormt många fler användningsområden utöver detta som till exempel för att verifiera din identitet online, skicka viktig information, rösta i val och för att kontrollera distributionskedjor.

Europeiska kommissionen (2022) beskriver att blockchain är som en databas där data läggs till permanent som ”block” och kedjan kan inte brytas eller ändras på något sätt. Detta betyder att blockchain är en permanent, verifierbar informationsbas samt att blockchaintatan distribueras mellan alla användare, så att datan inte är sparad på en enstaka lokal plats. Detta leder till att all tillit inte hamnar hos en enskild aktör och det är därför näst intill omöjligt att datan ska gå förlorad (European Commission, 2022). EU fortsätter också med att säga att de satsar på blockchains fortsatta utveckling så att europeiska medborgare kan ta del av alla dess fördelar, och Europeiska Unionen blir världsledande inom blockchain.

### 3.2 Blockchain

Den som är införstådd med fördelarna av blockchain, som kan argumenteras vara talrika och mångsidiga, skulle kunna tro att en anstormning till teknikens användande är annalkande. Men genom intervjuer med marknadsaktörer tornar en annan bild upp sig där bristen på bred allmänkunskap av tekniken och ett fokus på problemlösning snarare än innovation eller storskalig satsning gör att blockchain inte alltid är det självklara valet, ens i de fall när det skulle kunna vara den bästa lösningen rent tekniskt (Skanska Finland, personlig kommunikation, 2 mars 2022). I studien ‘A conceptual digital business model for construction logistics consultants.’ av Kifokeris och Koch lyfter författarna möjligheten för sitt case study-företag, Prolog, att dra fördel av att vara marknadsledande, men fortsätter inte att utvärdera om detta är något som prioriteras av olika bolag (Kifokeris & Koch, 2020). I studier likt denna fokuseras problematiken inför systemets implementering på okunskapen som följd av brist på information, något som bekräftas som delvis sant i de intervjuer vi genomfört i denna studie. Bilden av okunskap som leder till oförmögenhet att implementera blockchain sträcker sig också till tveksamhet inför investeringar inom ett ämne som man på grund av bristande bekantskap med systemet försvarar estimering av dess utfall. Det är helt enkelt svårare att jobba med något som vi vet mindre om. Dessutom tar det mer tid, vilket i sin tur betyder att det kostar mer.

Men genom de intervjuer som genomförts möter vi ett måttligt intresse och snarare en brist på resurser som resulterar i kortsiktiga investeringar (personlig kommunikation F.S. 2 mars 2022 & Snäll, M., 7 april 2022). Att vara först kräver påkostade projekt och specialintresse. Skanska Finland förklarar i intervju att man som företag letar efter de mest kostnadseffektiva lösningarna till sina problem, och har blockchain i åtanke först om det är en lösning till det problem man har framför dig (2022). Med detta menar de att man inte utgår först från blockchain, och att det därför kan finnas enklare lösningar att tillta. En slutsats blir att eftersom blockchain är relativt okänt utanför specialintresserade grupper, är det svårt att se att det skulle vara en bättre lösning än något alternativ man redan är bekant med då man inom det också har lättare att jobba med bekanta ämnen, finna resurser på sätt som man tagit sig an tidigare eller estimerat utfall av sådana investeringar som är bekanta.

Ändå skulle Skanska bli först i världen med att moderera en helt digital bostadsaffär, där produkten byggdes på just blockchain (Personlig kommunikation, F.S., 2 mars 2022). Projektet, som resulterade i plattformen Dias.fi, initierades av finska företaget Tomorrow Tech som var en startup som från 2016. Att det var de som närmade sig Skanska, med en relativt färdig produkt, var enligt Skanska en förutsättning för att de skulle ta sig an utmaningen. Förutom att bli först på marknaden med den nya tekniken följde det också med ny kunskap in i Skanska, som annars är ett stort, inte så risktagande företag. De har i vanliga fall sina beprövade metoder och vi får bilden av att det är just denna följd av händelser som krävs för att Skanska, eller andra större företag inom AECO-branschen, ska gå utanför sina pålitliga förfaranden.

Precis som Skanska Finland berättar, att man oftast utgår från problemet, inte tekniken, är det för Matthias Klees, som jobbar i den rådgivande änden som expert (Personlig kommunikation, 5 april 2022). Han säger att i framtiden kommer gemene man inte känna till blockchain utan endast de produkter som kommer av systemet. Enligt Klees kommer man se tillbaka på idag som den tid när vi som samhälle frigjorde oss och decentraliserade makt, precis som att vi idag ser på internets födelse som en decentralisering av media.

Trots att alla intervjupersoner verkar ha en tro om att vi i framtiden kommer att använda blockchain har ingen av dem fortsatt att jobba med blockchain efter sina innovativa projekt. Och vad sanningen bakom den sparsamma användningen av blockchain i fastighetsbranschen är kan diskuteras men både litteratur och intervjuer tyder på att kunskapen i ämnet är begränsad (Kifokeris & Koch, 2020).

För att ta sig an systemet Blockchain krävs kunskap hos dels dem som ska genomföra arbetet och implementera systemet, men också hos andra inom företaget, närmare bestämt hos de beslutsfattande parter som dirigerar företagets ansatser och ekonomi. Ökad, och framförallt utbredd, kunskap leder därför till ökade möjligheter. Därmed följer här en utvärdering av de olika teknikerna och den nytta de potentiellt kan skapa i AECO-branschen. Listan är ej uttömmande utan tar upp de mest handfasta användningar som visat sig i litteratur och intervjuer.

### **3.3 Tokens**

Digitala tokens är en viss virtuell valutatoken som representerar underliggande tillgångar som är utbytbara på dess blockchain. Blockchain tokens kan till exempel

representera allt från valutor, värdepapper, fastigheter, lojalitetspoäng och presentkort (Chen, 2018). De kan skickas mellan olika parter utan någon mellanhand och kan även bytas på digitala valuta plattformar över landsgränser.

En intervju med Johan Fredriksson (personlig kommunikation 30 mars 2022) som är fondförvaltare på Vasakronan utfördes för att ta reda mer om deras arbete med blockchain tokens. Fredriksson går in på hur finansmarknaden med upplåning av obligationer är mycket traditionell sett i form av dokumentation där en stor del av arbetet är att skriva ut papper, signera och sätta i pärmar. Där möjligheten finns att automatisera och digitalisera i finansbranschen bör det definitivt utvärderas enligt Fredriksson. I det här pilotprojektet mellan Vasakronan och investeraren Dekabank vilket är en av de största bankerna i Tyskland skedde obligationslånet helt digitalt med hjälp av blockchain tokens.

Låneprocessen skedde helt utan en mäklare som mellanhand där de istället kunde gå direkt till investeraren via handelsplattformen Firstwire för att genomföra obligationen. Samtliga steg i processen som dokumentation, kontrakt och signering skedde digitalt. Med hjälp av blockchain tokens sparas dokumentationen säkert och där flytten av rättigheter också är spårbart. För stora företag som Dekabank med tusentals anställda underlättas många interna processer när obligationen sker med blockchain tokens menar Fredriksson.

I det här projektet var det framför allt Dekabank som var drivande med att utforska blockchain och Firstwire som utvecklat blockchaintechniken för obligationslån där Vasakronan inblandning inte krävt mycket resurser för att genomföra detta.

Transaktionen genomfördes på firstwires hemsida där det genom några knapptryck skapades 50 blockchain tokens med ett värde på 100 000 Euro styck där totala lånesumman uppgick till 50 miljoner Euro som sedan Dekabank köpte. Dessa tokens är sedan bundna till gröna underliggande fastighetstillgångar med hög miljöstandard och är spårbart via blockchainprotokollet. Eftersom obligationen består av 150 tokens kan de säljas vidare styckvis till mindre investerare.

Parterna hade innan kommit överens på en ränta som också var kopplade till tokens. Projektet i helhet krävde ny juridisk dokumentation gällande rättigheter kopplade till tokens och digitala obligationer, utöver det fanns det inga större juridiska hinder gällande transaktioner som dessa enligt Fredriksson. De jurister som medverkade i projektet ser även positivt på arbetet eftersom de blir marknadsledande inom blockchainområdet och kan då få mer kunder genom att ta sig an projekt som dessa menar Fredriksson. Detta projekt var världens första miljömärkta företagsobligation och världens första digitalt signerade obligation och när du kan vara världens först på någonting öppnar det också många kontakter fortsätter Fredriksson. Obligationen var en testballong för alla inblandade och det öppnade upp dörren för många nya investerare både i Tyskland och i övriga Europa för Vasakronan.

Ur ett bankperspektiv är just blockchain obligationer väldigt attraktivt på grund av spårbarheten tillsammans med underliggande tillgångar och Fredriksson menar också att det är något som kan förfinas ännu mer. Dagens alternativ är att hålla ordning på en massa papper, signaturer och pantbrev för att se vem som har rätt till vilka pengar är ett system där stor utveckling kan ske men det är också steg som dessa som tar lång tid att genomföra i finansbranschen enligt Fredriksson. Ur ett investerarperspektiv är

blockchaintechnik också en viktig lösning för en investerings spårbarhet anser Fredriksson. Det ligger i de flesta investerares intresse att se exakt vad deras investerade krona går till, vad den gör för skillnad och exakt hur mycket koldioxidutsläpp den bidrar till. Fredriksson spår att kraven för spårbarheten för fondförvaltare kommer att öka i framtiden och ser blockchain som ett bra hjälpmedel för att redovisa vart investeringarna går. Sedan är det också en stor fördel i marknadsföringssyfte att kunna redovisa att investeringar går till både socialt arbete och miljöarbete.

### 3.4 NFT

Den mest kända användningen av NFT är digitala samlarkort, likt CryptoKitties, eller digitala konstverk, likt konstverket gjort av Beeple som såldes för 69,3 miljoner dollar (Wang et al., 2021). Dessa är två exempel på vad som skapade dragkraft för användandet av NFT och marknaden har därefter exploderat.

NFT, som står för Non Fungible Token, är tokens som inte är likvärdiga med någon annan token (Wang et al., 2021). Den är unik då varje NFT representerar en specifik produkt som inte kan bytas mot någon annan. Motsatsen används för till exempel Bitcoin, där varje token är likvärdig varandra och därför kan bytas ut.

NFT, precis som annat uppbyggt av blockchain, går inte att förfalska i den mening att det inte går att ändra dokumentationen bakåt i tiden. Däremot ska man vara vaksam när en ny NFT "is minted", som det heter när den skapas. Trots säkerheten med att bygga sin dokumentation på blockchain, måste ägandeskapet av objektet som "mintas", eller skapas, också innan tillhöra den som ämnar sälja den. Detta kan i vissa fall resultera i att en utomstående förtrolig part måste involveras.

Även om strålkastaren sedan Beeple skapande starkt har lyst på digitala konstverk och närliggande användningsområden så är användningsområdena för NFT är fler. Det finns en grundprincip i uppbyggnaden av tekniken som kan användas till så mycket annat. Grundprincipen av tekniken är att man med hjälp av denna typ av Token kan säkra ägandeskapet av specifika objekt. Inom AECO-industrin, kan man till exempel använda sig av tekniken NFT för att dela upp ägandet av en fastighet och dess byggda bestånd i delar (Dounas et al.). Ett sätt att göra detta är att skapa en så kallad digital tvilling där ägandeskapet delas upp i olika NFT.

I Sverige regleras dock ägandet av en fastighet och dess bebyggelse av svensk lag. Godtycklig uppdelning av detsamma är därför inte möjlig. I vissa andra länder är det lättare och i USA kan man sälja en del av sin fastighet på den unga sajten Vesta Equity (Vesta Equity, 2022). Där behåller du dina boenderättigheter, samtidigt som du säljer procent av ägandet likt aktier. För köparen ligger intresset i det potentiella ökande värdet på tillgången. För att kunna ha en fullt automatiserad process använder de sig av smart contracts byggda på blockchain. Detta gör att ingen mellanhand krävs och att säljare och köpare kan förhandla och göra affärer direkt, med plattformen som stöd.

Att använda NFT för att investera i fastigheter är begränsat av svensk lag, men inte omöjligt. Medan Vesta Equity fokuserar på befintliga byggnader, inriktar sig företaget

Tessin på nybyggnadsprojekt i behov av lån (Tessin, 2022). Tessin är ett crowdfunding företag inom fastighetsbranschen som agerar ombud, eller bank, mellan dem som söker lån för byggprojekt, och dem som önskar investera i sådana. Tessin agerar mellanhand och kontrollerar objekten som läggs upp för finansiering på deras sida. Men Tessin är ett finansiellt institut, eller bank, vilket gör det möjligt.

Klees driver ett annat intressant projekt med NFT där det får representera en bit verklig skog (personlig kommunikation, 5 april 2022). Genom att sälja mark på 10 gånger 10 kilometer med skyddad skog i Afrika skapar det värde på flera punkter. Samtidigt som startup-företaget är vinstdrivande medverkar de till att skydda skog från skövling. De säljer in konceptet hos kunderna genom så kallad "gamification", vilket betyder att det är som ett spel. Till exempel kan man flyga runt i sin egen skog med en filmande drönare. På grund av skyddet av skogen är det nämligen inte möjligt att besöka den. Klees kallar själv det för försäljning av "konstverk av moder natur". I projektet ingår även att de distribuerar matlagningskärl till befolkningen i området som inte kräver kol, för att motverka att de hugger ner träden, och att de planterar in mer skog.

Även projektet med skogen går hand i hand med att NFT förknippas med konst och rika investerare. Men eftersom tekniken fortfarande är ung sprider den sig långsamt från sitt initiala fokus. De uppmärksammade projektet synliggör tekniken och breddar kompetensen som i sin tur kan leda till användning inom andra områden.

### **3.5 Smart contracts**

Blockchain är en kandidat som ser mycket lovande ut för att implementera säkra smart contracts i fastighetstransaktioner (Karamitsos et al., 2018). Ett smart contract är en rad digitala överenskommelser och protokoll som utgör grunden för ett program som sedan kan utföra olika funktioner beroende på vad för data som matas in. Smart contracts kan automatiskt utföra handlingar som är programmerade i ett kontrakt utefter det parterna har kommit överens om tidigare (Sigalov et al., 2021). Nick Szabo myntade begreppet "Smart contracts" 1994 där han beskrev det som ett datasystem som upprätthåller avtalets villkor (Ullah & Al-Turjman, 2021). Det är en universell datamekanism som bygger på Ethereum Virtual Machine (EVM) och använder Etheriums blockchainconcept (Ullah & Al-Turjman, 2021). Ethereum är en allmänt känd kryptovaluta som introducerades 2014 och är en decentraliserad open-source blockchain där smart contracts är funktionellt.

#### **3.5.1 Automatiserade utbetalningar**

En stor del av byggprojekt är att skriva på mängder av kontrakt tillsammans med flertalet olika parter där många har specifika faktureringsprocesser som måste följas. Komplexiteten med denna sorts kontraktshantering och fakturering inom byggprojekt är tidskrävande och öppnar upp för kostsamma misstag och höga administrationskostnader (Sigalov et al., 2021). Automatiserad fakturering kan uppnås genom att använda BIM tillsammans med blockchain baserade smart contracts där Sigalov et al. (2021) bygger en verklig applikation för att uppnå detta. Sigalov et al. (2021) visar på hur smart contracts kan implementeras i ett byggprojekt där faktureringen är automatisk, transparent och spårbar. Blockchains funktion att göra datan oföränderlig skapar större förtroende då det är omöjligt att manipulera

transaktioner som finns på en blockchain och tidigare transaktioner är både granskningsbara och spårbara (Xu et al., 2022). Xu et al. (2022) ser att blockchainbaserade smart contracts kan minska administrationskostnader, spara på tjänstekostnader, förbättra många affärsprocessers effektivitet och för att minimera risker. Byggbranschen går ständigt genom förändring och har blivit alltmer digitaliserad, men komplexitet i byggprojekt, den begränsade repeterbarheten, minimala samarbeten tillsammans med otillräckliga investeringar i innovation gör att digitaliseringen lätt halkar efter (Sigalov et al., 2021).

BIM (building information model) är ett exempel på ett digitaliseringsverktyg som har haft en stor betydelse för byggbranschen och förbättrat utförandet av byggprojekt markant (Karamitsos et al., 2018). BIM beskrivs som en digital representation av fysiska och funktionella egenskaper hos ett byggnadsverk. Informationen i BIM kan bland annat innehålla byggnadsgeometrier, fysiska relationer, kvantiteter och egenskaper hos byggnadskomponenter (Zhai et al., 2019). Om till exempel en trädkoja skulle modelleras i BIM hade spik, brädor, repstegen och trädet återskapats digitalt. (Svensk byggtjänst, 2021). Objekten kan roteras och deras egenskaper och utformning har exakta värden som är kopplade till olika leverantörer. Genom BIM vet man då vem leverantören är, vad måtten är och priser för olika material (Svensk byggtjänst, 2021). Hela bygget modelleras digitalt och där kan du snabbt mäta, göra ändringar och granska hur konstruktionen kommer att hålla och se om krav och behov uppnås (Svensk byggtjänst, 2021). BIM är ett verktyg som underlättar produktionen av prefabricering, transporten och monteringen av prefabrikationen på byggplats på grund av dess sätt att förmedla fysiska och funktionella representationer av modellerna till flertalet olika parter (Zhai et al., 2019). Att BIMs användning har ökat i byggbranschen har haft en stor positiv inverkan och har förbättrat både samarbetet och det tekniska utförandet i byggprojekt (Sigalov et al., 2021). Smart contracts har visat sig vara speciellt användbart för automatiska betalningsprocesser i byggbranschen (Di Giuda et al., 2020).

BIM används idag främst under designfasen av en byggnad och det är sällsynt att samma verktyg och processer används under ett byggprojekts hela livscykel (Ribeirinho et al. 2020). Däremot anses nästa generations BIM, vilket är 5D BIM som ett genombrott i byggbranschen, där ytterligare information för modellbaserad kostnadsplanering, anbudsgivning och utförande skulle inkluderas (Sigalov et al., 2021). Ämnet har fått stor uppmärksamhet i forskning, och koncept för implementering för detta har skapats (Sigalov et al., 2021). De största barriärerna för att BIM ska användas i en större utsträckning är låg efterfrågan från kunder och saknaden av vissa funktioner (Sigalov et al., 2021). Däremot anser Sigalov et al. (2021) att blockchain-baserade smart contracts med dess snabba betalningar och spårbarhet finns det incitament för utvecklingen av 5D BIM och att skynda på digitaliseringen i branschen. Blockchain tillsammans med BIM ser Sigalov et al. (2021) att det kan fungera som en generator av datadrivna affärsmodeller och skapa förutsättningar för en större utsträckning av samarbeten i byggbranschen. I Sigalov et al. (2021) artikel går de över prototypen BIMcontracts de byggt för att nå ett praktiskt och genomförbart sätt för att kombinera BIM med smart contracts för att möjliggöra automatiska betalningar mellan beställare och entreprenörer. Sigalov et al. (2021) prototyp tar hänsyn till dagens arbetsmetoder, mjukvaruprogram och kontraktshantering, samt existerande standarder i branschen, och gjort prototypen användarvänlig så att medelstora och mindre företag ska kunna använda det utan tekniska svårigheter.

GoQuorum och Hyperledger Besu är två av de mest etablerade blockchain-konsortium som används för implementation av smart contracts och fungerar tillsammans med den offentliga ethereum-kedja, där Sigalov et al. (2021) använt sig av GoQuorum för att skapa BIMcontracts. Smart contracts är mjukvaran som programmeras på blockkedjan och utför kommandon enligt ett avtal och olika villkor som satts upp och som inte kan redigeras efter det har installerats (Ullah & Al-Turjman, 2021). De olika parterna kan därefter interagera med programmet genom att skicka transaktioner till blockkedjan där transaktionerna utvärderas och kontraktet utför villkoren utefter de programmerade reglerna, och det nya tillståndet sparas av varje blockchain nod (Sigalov et al., 2021).

I teorin är det möjligt att automatisera utbetalningar under hela leveransfasen genom att koppla samman BIM och smart contracts (Sigalov et al., 2021). Chong & Diamantopoulos (2020) skapade ett program som med hjälp av smart-sensorer kunde arbete som utförts av underentreprenörer matas in i programmet via BIM och sedan säkerställdes det utav en av parterna att arbetet hade utförts korrekt och därefter betalades summan för det utförda arbetet ut automatiskt. Sigalovs et al. (2021) BIMcontracts koncept bygger på förprogrammerade kontraktsmallar som uppfyller alla krav för byggbranschen och som är lätta att redigera. Den redigerade kontraktsmallen för varje specifikt arbetsuppdrag med all nödvändig information distribueras sedan på blockkedjan tillsammans med smart contracts. Sigalovs et al (2021) BIMcontracts prototyp använder vanliga betalningsprocessorer med bank till bank transaktioner, där inga kryptovalutor behöver vara inblandade heller. Implementeringen bygger på etheriums blockchain och använder en modifierad version av standardnoden Geth. Det möjliggör fler användningsområden för flera branscher med blockchainbaserade funktioner och kan fortsatt gynnas av etheriums ekosystem och vara kompatibel med andra blockchains och tillsammans med GoQuorum så förbättras också informationens säkerhet (Tran & Babar, 2020).

### **3.5.2 Prestationsbaserade kontrakt**

Bygg- och fastighetsbranschen stod för 21% av Sveriges totala utsläpp av växthusgaser (Boverket, 2021). Trots branschens försök att minska utsläppen fortsätter de gå uppåt i en takt som är svår att hejda och som medför förödande konsekvenser för klimatet. Enligt Boverket (2021) är det fastighetsförvaltning och uppvärmning av byggnaden som står för 50% av sektorns utsläpp, och en förbättring av förvaltningen av byggnader skulle leda till stora utsläppsbesparingar. Däremot är ett stort problem att byggnaderna inte lever upp till dess uppskattade energianvändning, där dess uppskattning kan överskridas med upp till 250% (Hunhevicz et al., 2022). Detta beror enligt Hunhevicz et al., (2022) på många olika faktorer, till exempel kan det vara dålig byggkvalité där isoleringen är otät, det kan bero på att rapportering, analyser och kontroller under byggnadens livscykel är bristfälliga, och att hyresgästen ändrar inställningarna utefter deras behag. Detta visar på hur många beslut tas utefter ens egna intresse inom AECO branschen och hur det i sin tur leder till missbedömningar och hindrad utveckling och innovation. De olika delarna förskjuter kostnader och risk till nästa fas i byggnadens livscykel, samt att det lägsta offertpriset favoriseras vilket leder till lågpris installationer i stället för mer kostsamma installationer som gynnar kostnaden över hela livscykeln istället för just den fasen menar Hunhevicz et al., (2022).

En lösning på dessa problem enligt Hunhevicz et al. (2022) är prestationsbaserade kontrakt som är juridiska instrument som ska ge finansiella incitament att avlämna en byggnad som håller fastighetens utlovade energianvändning. Kontrakten binder vinsten bland de olika parterna över en längre period och släpps om fastigheten uppnår de gemensamt satta prestandamålen under förvaltningsfasen. I dagsläget är det beställaren som betalar en summa till arkitekter och entreprenörer för konstruktionen av byggnaden men som själv sedan står för långtids risken att förvalta fastigheten, även om den inte uppnår de utlovade prestandakraven.

Med nyutvecklad teknik inom AECO som digitala tvillingar och blockchain skapas nya förutsättningar för prestationsbaserat byggande. Digitala tvillingar finns nu i en större utsträckning vilket skapar en bro mellan den fysiska och digitala världen där verkliga byggnader återskapas digitalt och skicka data på byggnadens prestanda i realtid. Digitala tvillingar kan hjälpa till med att mäta energianvändning och prestanda och på så sätt lägga grunden för kontrakt som baseras på hur bra byggnaden fungerar i jämförelse med dess förväntning. Blockchain kan sedan säkerställa att de digitala protokollen med data och transaktioner inte går att ändra och att dessa är transparenta. Med blockchain kan smart contracts programmeras så att vissa handlingar kan utföras per automatik när en viss data skickas in från digitala tvillingarna. Smart contracts kan då visa på vem som bär ansvaret när någonting går snett och är en viktig del om prestationsbaserade kontrakt ska användas.

Hunhevicz et al. (2022) demonstrerar tekniken på en verklig byggnad där prestationsbaserade smart contracts används i kombination med Siemens digitala tvillingplattform. Fallet gällde en kontorsbyggnad i Wien med en LOA på 5600 m<sup>2</sup> som var utrustad med solcellspaneler, värmepump, anläggningar för energilagring, termiskt aktiverade byggnadssystem, smarta mätare och sensorer. Fastighetens tillstånd mättes och kontrollerades via digitala tvillingen och i detta fall fokuserade dem på prestationsbaserat avtal angående byggnadens termiska prestanda i flera stadier. Det programmerades ett användarvänligt front-end UI där parterna kan skriva in kontraktsinformation, samt ett back-end som kopplar samman smart contracts till den digitala tvillingen och sensorinformationen.

Omfattning, logik och prestandagrunderna för byggnadens termiska prestandakontrakt bestämdes innan byggnaden konstruerades. De som deltog i kontraktet var fastighetsägaren, huvudentreprenören som designar och bygger fastigheten samt fastighetsförvaltaren. Fastighetsägaren sätter prestandamålen i överenskommelse med de övriga parterna. Om förvaltaren och huvudentreprenören når de satta målen, får de betalt enligt avtalet via ett escrow konto, som kontinuerligt betalar ut mindre summor under förvaltningsfasen om målen fortsätter att nås. Efter kontraktet löpt ut svarade 9 stycken personer som var inblandade i projektet på en enkät och lämna feedback på hur de ansåg att fallstudien hade gått. Generellt visades ett intresse för att fortsatt använda blockchain tillsammans med digitala tvillingar och var säkra på att en lösning som denna kan vara framgångsrik för att förbättra fastigheters prestanda och göra dem mer effektiva. Den tekniska, automatiska och verifierings tillvägagångssättet var särskilt tilltalande. Den främsta utmaningen som nämndes var att processen inte är kompatibel för befintliga affärsrelationer. Hunhevicz et al. (2022) svarar på detta med att det inte borde ses som en utmaning, utan som något positivt att processen ändras, och att samtliga parter vinner på detta. En annan utmaning var att bestämma rättvisa prestandamål kriterier och då ha noggranna mätningssätt av dessa, vilket egentligen inte har något med smart contracts och göra vilket är lovande för fortsatt

användning. Avslutningsvis ansåg Hunhevicz et al. (2022) att de nya teknikerna som digitala tvillingar och blockchain behöver mognas för att konceptet ska implementeras på en större skala i bygg-och fastighetsbranschen, men att detta visar på att möjligheten finns där ute.

### 3.6 IOT

Internet of things innefattar alla de saker som samlar information och på något sätt skickar den vidare. Det kan vara att de är uppkopplade mot internet likt en smartklocka, eller mot ett internt system likt en bil som visar däcktrycket på instrumentpanelen (Bigelow, 2022). IOT-marknaden blomstrar och många företag jobbar för att aktivt med att implementera det då har möjlighet att öka “processautomation, analysförmåga, insikt, arbetskraftsminskning och prestandaövervakning (Bigelow, 2022).

I en artikel av Huh et al. (2017) kan man läsa om ett initialt test av att göra en IOT-produkt på blockchainbaserade Ethereum (2017). Genom produkten mäter de elektricitet användningen av två föremål; en glödlampa och en luftkonditionering, kontrollerar föremålen via en telefon och tar emot uppdateringar från Ethereum. Artikeln syftar till att skapa ett Proof of Work, alltså att visa att det fungerar, och att man senare kan använda det de skapat för att bygga större system innehållande fler föremål, något som idag är ett mål för många företag.

När vi intervjuar Skanska Finland berättar de att, trots det banbrytande arbete de genomfört med att skapa automatiserade köp av fastigheter med hjälp av blockchain, så jobbar de idag mer med IOT, oavsett om det är byggt på blockchain eller inte (personlig kommunikation, 2 mars 2022). I artikeln av Huh et al. menar de att synkroniseringen när man skalar upp till fler föremål understödjes av blockchain, och mer specifikt de tjänster som finns på blockchain, så som Ethereum (2017).

En annan anledning att bygga på blockchain är systemets bidrag till säkerheten, då det till exempel hjälper mot DDoS-attacker, så kallade Distributed Denial of Service-attacker, och flaskhalsar i nätverket (Deloitte, u.å).

### 3.7 Spårbarhet

Med hjälp av blockchain kan man kontrollera de material som köps in och spåra dess ursprung, kvalitet och annan information som är av intresse (Li & Kassem, 2021). Metoden har prövats inom mat-branschen där man genom att samla information om besiktningsrapporter och certifieringar på blockkedjor kan verifiera till exempel vilken typ av kött det är, var produkten kommer ifrån eller under vilka förhållanden den tagits fram (Kshetri, 2018). I artikeln ‘Applications of distributed ledger technology (DLT) and Blockchain-enabled smart contracts in construction’ menar de att detta också hjälper företag inom AECO-industrin att kontrollera materialens hela livscykel, som i sin tur också förenklar återvinning och återanvändning (Li & Kassem, 2021). Tre kontrollområden som benämnes specifikt är beräkningar av utsläpp, avtryck från livscykeln och verifiering av råmaterial. Li och Kassem (2021) skriver att detta är ett aktuellt ämne inom bygg och anläggningsbranschen och att det ligger i nära relation med att försöka efterleva UNs hållbarhetsmål.

Vidare finns ett förslag framtaget, kallat 'National Product Database', NPD, av Li, Kassem och Watson (Li et al., 2020). Det tar avstamp i en granskning av brandsäkerhet, gjord i Storbritannien 2018. Förslaget efter undersökningens bristfälliga resultat var att ta fram ett gemensamt ramverk för att underlätta spårbarheten av de material och komponenter som utgör vårt byggnadsbestånd. Konferensbidraget kombinerar teknikerna BIM, IOT, Smart Contracts, och systemet Blockchain (däri kallat DLT) för att ta fram ett välgrundat utkast för ett system som skulle underlätta, i detta fall brandtillsynen, men i förlängningen alla områden som berörs av möjligheten till att spåra härkomst och efterkommande liv av en produkt.

Ett sätt att i praktiken spåra sina produkter är att bygga blockkedjor som använder sig av Proof of Authority, PoA (Pandey et al., 2022). Denna valideringsmodell bygger på att vissa specifika personer erhåller en status som "validerare" och kan lägga in information i blockkedjan. Precis som med alla blockkedjor går informationen sedan inte att ändra. Valideraren har ett egenintresse i att införa korrekta uppgifter för att kunna bibehålla sin position och modellen anses på så sätt säker (Wikipedia, 2022).

### 3.8 Decentraliserat

Mats Snäll lyfter i intervjun med honom vikten av decentralisering av information (personlig kommunikation, 7 april 2022). Förutom problematiken med papperskontrakt som tas upp i avsnittet Smart Contracts (säg vilket nummer avsnittet har), så är det också problematiskt att även den digitala information vi sparar samlas till en central plats. Information lagras på en fysisk databas vars lokalitet kan äventyra säkerheten. Han exemplifierar Östeuropa efter Sovietunionen när det för många var svårt att styrka rätten till sina fastigheter, men vi tänker alla på kriget som pågår i Ukraina. Sucho är ett internationellt nätverk som samlar volontärer för att spara ner hemsidor, arkiv och foton från Ukraina eftersom de i kriget går förlorade, delvis på grund av att själva databaserna går förlorade (Schwartz, 2022). Även Stockholms bibliotek bistår genom samarbete med Ukrainas nationalbibliotek och biträdande riksbibliotekarie Lars Ilshammar till SVT menar att skyddet av kulturarvet kan förbättras (Kazinik, 2022). Vad som skulle kunna vara en pusselbit i att bistå den frågan är blockchain, och den distribuering av information som tekniken kan erbjuda. Vi anser att blockchain kan hjälpa att decentralisera kulturarvet likaså som andra viktiga register eller samhällsfunktioner. Men samtidigt menar Snäll att blockchain inte gör oss helt distribuerade, eftersom många delar fortsatt måste vara centralt styrda och därför förblir privata (personlig kommunikation, 7 april 2022).

### 3.9 Implementering

Många av de nya tekniker som arbetet har tagit upp är just prototyper eller teoretiska ramverk för blockchains användning i AECO-branschen, därför utfördes en intervju med Petter Green (personlig kommunikation, 12 maj 2022) som är digital affärsutvecklingschef på White arkitekter för att utforska blockchains implementeringsmöjligheter. Green leder också Whites digitaliseringsbyrå, digital matter och är väldigt involverad i hur White driver innovation. PG (Petter Green) berättar att det händer enormt mycket i både branschen och på White gällande digitalisering, innovation och hållbarhet, men att just blockchain inte är ett prioriterat område för dem och att det finns få färdiga applikationer i dagsläget som de har nytta av.

När White ska ta nya digitaliseringsprojekt till marknaden tillämpar de lean startup-metodologin, sedan har de också fyra faser i den här processen; define (definiera), discover (upptäcka), validate (validera) och accelerate (accelerera). Digitaliseringen är uppdelad i två olika delar där den ena har inifrån-och-ut perspektivet och drivs utav digital office på White där de är inriktade på produktivitet och effektivitet och att implementera nya verktyg, traditionell it och projektledning av digitala projekt. Den andra delen på White är digital matter som har utifrån-och-in perspektivet med fokus på nya erbjudanden och affärer säger PG. När det kommer till att prioritera nya digitaliseringsprojekt handlar det till stor del vilken påverkan i verksamheten eller i effektiviteten ett nytt projekt eller erbjudande har. Det finns också en rad kriterier som ska uppfyllas om en ny teknik som till exempel blockchain ska implementeras, dels om det är tillräckligt säkert, pris, kvalité, möjligheter och funktionalitet enligt PG. För att White skulle ta sig an ett blockchainprojekt eller prioritera det högre vill PG se att det genererar tydlig nytta i affärer, kundnytta eller hållbarhet, något som också upprepas i andra intervjuer. Digitaliseringstakten går allt snabbare i branschen och alla aktörer måste vara öppna för ny teknik och enligt PG är White ett utvecklingsorienterat företag som ser mycket positivt på ny teknologi. Däremot är blockchain, metaverse och NFTs mest en diskussion och inget som White praktiserar, men de skulle vara öppna för det om de ser nyttan i det säger PG.

PG ser att dela upp fastigheters ägandeskap i NFTs med hjälp av digitala tvillingar låter som ett intressant område. När det kommer till IOT har White använt det på en ganska begränsad skala men de har ögonen på det på olika sätt där White bland annat har ett innovationsprojekt som heter Squaremeter som skapar insikter om hur lokaler används med hjälp av sensormätningar och analyser så att de kan optimeras enligt PG. PG berättar också att i takt med att fler byggnader blir uppkopplade så kommer White helt klart att använda sensorer allt mer i loopen data-design-nytta och lärande. BIM används väldigt mycket på White och i de flesta projekt projekterar de med BIM i Revit, de har digitaliseringstjänster kring BIM-samordning och BIM-strategi där en smart contracts lösning skulle vara en lösning för byggtreprenörer isåfall säger PG. Blockchains spårbarhet är ett område som PG tror mycket på och att White absolut skulle kunna koppla komponenterna i den arkitektur som de skapar till blockkedjan för att säkerställa hållbarhet och underlätta återvinning och återanvändning. Enligt PG kan White göra detta i deras modeller och de kan också göra det med hjälp av Recapture som är en tjänst de själva tagit fram som använder digitala metoder för inventering av återbrukbart material i befintliga byggnader och att koppla samman detta med blockchain hade varit mycket intressant. Avslutningsvis tror PG att blockchain kommer att komma till branschen, men att de kan ta tid samt att det krävs några goda exempel och nyheter om konkret nytta, men att det kommer att komma.

## 4 Diskussion

Vad kan man alltså göra med hjälp av blockchain inom AECO-sektorn? Vi försöker besvara frågan i denna del.

### 4.1 Tokens

Blockchaintokens kan ha många användningsområden i AECO-branschen men vi valde att endast gå in på djupet på Vasakronans digitala obligation med tokens. Det var ett passande exempel på hur det kan gå till när blockchain implementeras på riktigt och visar på hur det kan gynna många olika parter, det gäller bara att någon tar initiativet och att man vågar testa något nytt. Sedan att Vasakronan är Sveriges största fastighetsbolag gör det ännu roligare att de har tagit steget in i blockchaintekniken och utforskar dess möjligheter.

Fredriksson (2022) berättade att finansbranschen enligt honom är väldigt föråldrad där de gjort saker på samma sätt under en längre tid och då verkar faktiskt en obligation med tokens som en mycket smidig lösning för att digitalisera den processen samtidigt som man bibehåller hög säkerhet och där hanteringen av avtalen också är smidigare än tidigare. Nu när den första obligationen av denna typ är gjord så kommer det också bara bli lättare att utföra det igen eftersom allt grundarbete med teknik och juridik är till den större delen löst. Sedan kommer processen förstås förbättras med tiden som till exempel att spårbarheten för varje investerad krona kan öka och det blir tydligare för investerare att se exakt vart deras pengar hamnar. Så det finns många utvecklingsområden, men med blockchain finns det inget tak på vad som kan göras och potentialen är stor. Ett hinder för ny teknik är dock att det är en viss inlärningskurva för att använda nya program eller arbetsätt och det kan sätta käppar i hjulet för många om de anser att nyttan i tekniken inte är tillräckligt tydlig.

### 4.2 NFT

Att använda NFT för att bland annat sälja digitala konstverk har gett tekniken mycket uppmärksamhet, speciellt eftersom verken säljs till skyhöga summor. Men medan debatten rasar, banar, mer uppmärksamhet och framför allt bredare användning, väg för teknikens utveckling som appliceras även inom andra områden.

Specifika användningsområden är till exempel att man kan dela upp en byggnad i komponenter eller sektioner och sälja dem likt aktier på aktiemarknaden. NFT kan också bistå i uppdelningen av byggrätter mellan byggbolag. Självklart fungerar det också för enhälligt ägande av en fastighet, där formen NFT helt enkelt verkar för att öka säkerhet och utesluta att en tredje man behövs. I flera länder kanske det kan vara enklare att dela upp en fastighet i små delar, men i Sverige kontrolleras ägandeskapet och uppdelningen är strängt reglerade i svensk lag. Men detta hindrar inte uppdelandet av fastigheter i NFT om detta tillämpas som lån, i stället för faktiska delar av fastigheten.

Även om du fortsatt behöver en tredje person så kan denna operera på automatik om det till exempel rör sig om en plattform. Tar vi ett hus som exempel gäller samma juridiska åtaganden som om du säljer och köper enligt traditionella förfaranden. Skillnaden ligger alltså i automatiseringen som du kan skapa och säkerheten du sen kan erhålla, när köpet väl är genomfört.

Idag är tillämpningen inte beprövad enligt Snäll (personlig kommunikation, 7 april 2022). Prejudikat gör att, även om lagtexten inte säger att man inte kan använda digitala kontrakt, ett sådant inte skulle godkännas. Snäll berättar att Lantmäteriet tittar på detta, då det ligger i deras uppdrag att driva frågor som berör marknaden. Men likt vad Skanska Finland berättar, att det många gånger behövs att någon mindre aktör kommer med sina fokuserade arbeten för att större projekt ska bli till, tänker man att det är vad som krävs i denna fråga också. En idé för att driva frågan om digitala kontrakt skulle kunna vara att helt enkelt testa det. Någon behöver göra det, och när och om avtalet ogiltigförklaras, bestrida den utgången. Vi hamnar åter hos Skanska Finland som med sitt projekt dias.fi, helt enkelt testade sig fram på en obeprövad tillämpning av systemet blockchain och skapade en ny produkt. Skanska Finland lyfter menar istället att eftersom ingen hade provat det förut, så fanns det inga regler, vilket resulterade i att de entusiastisk åtog sig rollen som försökskaniner. Om den verkliga skillnaden ligger i uppfattningen av utmaningen, eller reella skillnader i juridiska förutsättningar kommer vi inte fram till. Men i båda fallen verkar viljan finnas, sålänge en knuff kommer utifrån och med alla de startups som tillkommer varje dag i Sverige är det troligt att vi snart ser liknande projekt igen.

### 4.3 Smart contracts

Smart contracts är ett ämne som har fått stor uppmärksamhet i blockchain världen och i forskning på grund av dess många användningsområden och potential att förbättra många arbetsprocesser. Till att börja med är smart contracts ett mycket brett begrepp och kan tolkas på flera olika sätt. I arbetet har vi valt att tolka det som ett sätt för att automatisera och utföra förprogrammerade villkor i ett avtal. Från den forskning vi har tagit del av där ämnet är blockchain i bygg- och fastighetsbranschen är just smart contracts något som tas upp i de flesta artiklar och att det är den implementeringen som många författare ser som den mest lovande för blockchain i branschen (Sigalov et al., 2021).

Att det redan idag finns färdiga prototyper och mycket forskning med smart contracts-tekniken visar på att intresset för att digitalisera branschen tillsammans med blockchain finns. Vi tog bland annat upp Sigalov et al. (2021) BIMcontract prototyp där BIM, vilket är ett verktyg som börjar användas alltmer i byggbranschen kunde integreras med blockchain och fick många extra funktioner i och med integrationen med blockchain. Chong & Diamantopoulos (2020) byggde ett liknande system för BIM vilket också påvisar att det finns stora möjligheter för att fortsatt bygga prototyper som utökar BIMs funktioner och att göra detta tillsammans med smart contracts. När vi kollar på själva lösningen som Sigalov et al. tog fram ser vi att kundnyttan för ett sådant program faktiskt finns och att både beställare och entreprenörer tjänar på det, med lägre administrationsarbete och snabbare utbetalningar. En annan viktig komponent i deras prototyp var att det ska vara lättanvänt så att onödiga resurser inte behöver läggas på inläring av nya program och att färdiga kontraktsmallar redan finns sparade på blockkedjan är ännu en funktion som skapar kundnytta med programmet. Sedan sparas även kontraktet på blockkedjan som också bidrar till dess säkerhet i och med att de är sparade på en decentraliserad databas där det kan underlätta för parterna att hålla ordning på kontraktet. Sedan finns det såklart också nackdelar med användningen av blockchain som till exempel att det inte finns tidigare prejudikat kring kontrakt som dessa och att dataskyddslagar måste

följas och sekretessen på dokumenten inte äventyras. Gruniden med smart contracts är just att automatisera processer och då krävs det också att lösningen har en hög säkerhet, vilket den också får med blockchain där det är svårt att manipulera programmet samt att transaktionerna är spårbara. Prestationsbaserade kontrakt bygger på samma principer och är ännu ett verktyg för att öka samarbetet under byggnadens livscykel.

## 4.4 IOT

‘Internet of things’ kan användas för många olika saker inom AECO-industrin. Det enklaste exemplet är övervakning av glödlampor men kan vara mycket mer komplext för den som vill. I teorin kan mycket styras med IOT men bilden vi får i intervjuerna är att det är komplext och kräver mycket resurser. Trots det verkar IOT vara högaktuellt för AECO-marknaden och att relationen mellan industrin och tekniken kan med fördel utforskas mycket mer på djupet än vad som i denna uppsats gjorts.

## 4.5 Spårbarhet

Som Li och Kassem (2021) skriver så kan blockchain hjälpa till i utvecklingen av materials spårbarhet, vilket verkar vara ett av de områden som företag inom AECO-branschen börjat jobba med, troligen därför att det kan hjälpa företag att jobba med sina miljömål. Därför är detta ett av de områden som vi råder svenska företag att titta lite närmare på om man inte innan jobbat så mycket med blockchain. Dels därför att det då kan gå i linje med andra miljömål man har i ett företag, dels för att det finns information att hämta både från andra liknande företag, och ännu mer om man ser till andra branscher där de kommit långt inom detta ämne.

## 4.6 Decentraliserat

Snäll (personlig kommunikation, 7 april 2022) pekar ut att trots blockchainteknikens lovande framtid kan vi inte får ett helt distribuerat system. Mycket förblir privat då bara vissa styr blockkedjorna. Det är ju också sant, menar vi, att många blockkedjor har en moderator eller ägare, och att de flesta endast är användare som inte har särskilt stort inflytande över blockkedjans uppbyggnad. Att detta gäller även när det inte beror på säkerhet utan därför att företag skapar mer användarvänliga produkter.

Man kan se detta som motsägelsefullt gentemot att blockchain ska göra information decentraliserad, men som så mycket uppehåller sig verkligheten på en gråskala.

Central styrning av blockkedjor till trots, så ger det oss ändå en mer decentraliserad tillvaro. Man kan jämföra det med när internet först kom och utlovade autonomi. Idag ser vi att det snarare är kontrollerat av olika ägare och lagar, men vi kan ändå alla hålla med om att det i många bemärkningar gjort oss friare.

## 4.7 Implementering

Att försöka implementera ny teknik i företaget innebär ofta att man tar på sig en stor risk eftersom det finns mycket som kan gå fel och oväntade kostnader kan uppstå. Därför är många företag passiva när det kommer till att testa något nytt och att vara först med att testa något nytt är ännu mera krävande. Speciellt när de verktyg som

idag används gör sitt jobb som de ska och man inte ser någon större nytta i att testa något nytt. När det finns så många hinder är det också rimligt att företag sätter höga krav och gör en viss förstudie kring ett nytt verktyg innan det börjar användas i företaget. Det är därför det också är så viktigt att man kan visa på alla fördelar med blockchain och hur det skapar en tydlig kundnytta för att det ska vara värt att ens kolla vidare på. Om det heller inte gjorts något tidigare projekt så blir det svårare att beskriva kundnyttan samt att göra förstudien, och det är förmodligen därför många avvaktar med att se bra exempel på hur blockchain används i AECO-branschen. Som Green (personlig kommunikation, 12 maj 2022) också berättar så vill de gärna se färdiga exempel som också uppfyller de kraven som ställs innan de gräver djupare på något. Med tiden kommer däremot mer och mer prototyper fram och utvecklingen ser mycket lovande ut de närmsta åren. Nu när vi också har sett att vasakronan har gjort ett exempel på hur blockchaintokens kan fungera kommer det definitivt att leda till att andra aktörer i branschen slänger ett öga på hur de gick tillväga för att se om det är något de också vill implementera i sitt företag. När det kommer till ny teknik hjälper det att vara marknadsledande, det skapar rubriker i media och kan locka många nya kunder om de ser att ett företag kan erbjuda en unik tjänst som fungerar bättre än någon annans i branschen. Blockchain har blivit ett sorts "buzzword" och att vara marknadsledande kan göra det värt risken att vara den första att ta sig an ett blockchainprojekt.

## 5 Slutsats

Genom att systematiskt hantera olika ämnen som kors-relaterar till blockchain och AECO-marknaden, skapar vi en översikt ämnad att understödja det tidiga arbetet av att implementera blockchainanvändandet hos svenska AECO-branschen. Däri frågar vi oss också om blockchain alls är användbart för branschen och kommer fram till att blockchain har stora möjligheter till att understödja på flera områden, men att den begränsade kännedomen om systemet begränsar användandet på flera sätt. Bilden bekräftas genom de intervjuer som genomförs och vi kan sammanfatta resistensen till att bero på att; 1. Otillräcklig kunskap om blockchain skapar en tröskel som innebär att man inte vet hur man ska använda systemet och därför inte till vilken nytta det kan vara; 2. Och även de som vill satsa på systemet måste förvissa andra beslutsfattare som inte känner till systemet blockchain. Båda anledningarna handlar egentligen om beslut ofta är ekonomiska och att val av väg framåt motiveras av kostnadseffektivitet eller chans till avkastning. För att kunna göra sådana motiveringar krävs kunskap om systemet och medvetenhet om dess möjligheter gentemot andra tillvägagångar. Därför hoppas vi häri ha levererat en första inblick in i blockchainvärlden för att leda läsaren vidare i sina efterforskningar inom vad blockchain kan bidra med inom AECO-branschen.

Vidare fördjupning efter denna studie uppmuntras. Inom det akademiska är informationen inom ämnet begränsat och för att ytterligare stödja implementeringen av blockchain inom AECO-marknaden krävs mer studier, både översiktligt och djupdykande inom de olika teknikerna och användningsområdena. Ämnet är väl värt fortsatt intellektuellt bistånd trots att det i dagsläget inte alltid är den mest kostnadseffektiva lösningen, så har det möjlighet att bistå inom både säkerhet och miljöarbete. Och för att minska tröskeln och därmed kostnaderna krävs ökad kunskap.

## 6 Referenser

- Bigelow, S. (18 april 2022). *Ultimate IoT implementation guide for businesses*. TechTarget. <https://www.techtarget.com/iotagenda/Ultimate-IoT-implementation-guide-for-businesses>
- Boverket (20 december 2021). *Utsläpp av växthusgaser från bygg- och fastighetssektorn*. <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/vaxthusgaser/>
- Bryman, A., & Bell, E. (2017). *Företagsekonomiska forskningsmetoder* (Vol. 3). Stockholm: Liber AB.
- Chen, Y. (2018). Blockchain tokens and the potential democratization of entrepreneurship and innovation. *Business Horizons*, 61(4), 567-575. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.03.006>
- Chong, H.-Y., & Diamantopoulos, A. (2020). Integrating advanced technologies to uphold security of payment: Data flow diagram. *Automation in Construction*, 114, 103158. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103158>
- Coinmarketcap (7 januari 2022). BTC Price Live Data. <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/>
- Deloitte. (u.å.). *Can blockchain accelerate Internet of Things (IoT) adoption?* Deloitte. <https://www2.deloitte.com/ch/en/pages/innovation/articles/blockchain-accelerate-iot-adoption.html>
- Di Giuda, G., Pattini, G., Seghezzi, E., Schievano, M., & Paleari, F. (2020). The Construction Contract Execution Through the Integration of Blockchain Technology. In (pp. 27-36). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-33570-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-33570-0_3)
- Dounas, T., Jabi, W., Lombardi, D. (2021). Topology Generated Non-Fungible Tokens - Blockchain as infrastructure for a circular economy in architectural design. PROJECTIONS, Proceedings of the 26th International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA), Volume 2, (s. 151-160). [http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/paper/caadria2021\\_376](http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/paper/caadria2021_376)
- European Commission (14 februari 2022). *Blockchain strategy*. <https://digitalstrategy.ec.europa.eu/en/policies/blockchain-strategy>
- Huh, S., Cho, S., Kim, S. (2017). Managing IoT devices using blockchain platform. *International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, (s.464-467). <https://ieeexplore.ieee.org/document/7890132>
- Hunhevicz, J. J., Motie, M., & Hall, D. M. (2022). Digital building twins and blockchain for performance-based (smart) contracts. *Automation in*

- Construction*, 133, 103981.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103981>
- Karamitsos, I., Papadaki, M., & Barghuthi, N. (2018). Design of the Blockchain Smart Contract: A Use Case for Real Estate. *Journal of Information Security*, 09, 177-190. <https://doi.org/10.4236/jis.2018.93013>
- Kazinik, D. (Journalist). (2022). *Kungliga biblioteket inleder krigssamarbete: Vill skydda Ukrainas kulturarv*. [Nyhets-klipp]. SVT. <https://www.svt.se/kultur/riksbibliotekarien-ukrainas-bibliotek-en-maltavla>
- Kifokeris, D., Koch, C. (2020). *Journal of Information Technology in Construction*, 25 (2020), 500-521. [https://itcon.org/papers/2020\\_29-ITcon-Kifokeris.pdf](https://itcon.org/papers/2020_29-ITcon-Kifokeris.pdf)
- Kouhizadeh, M., Saberi, S., & Sarkis, J. (2021). Blockchain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers. *International Journal of Production Economics*, 231, Article 107831. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107831>
- Kshetri, N. (2018). Blockchain systems are tracking food safety and origins. *The Conversation*. <https://theconversation.com/blockchain-systems-are-tracking-food-safety-and-origins-106491>
- Li, J., Kassem, M. (2021). Applications of distributed ledger technology (DLT) and Blockchain-enabled smart contracts in construction. *Automation in Construction*, 132, 103955. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103955>
- Li, J., Kassem, M., Watson, R. (2020). A Proposed Framework for Blockchain and Smart Contract-Based Automation of Maintenance and Repairs During Operation of Built Assets. Proc. 37th CIB W78 *Information Technology for Construction Conference (CIB W78)*, São Paulo, Brazil. (s.347-362). <http://dx.doi.org/10.46421/2706-6568.37.2020.paper025>
- Pandey, V., Pant, M., Snasel, V. (2022). Blockchain technology in food supply chains: Review and bibliometric analysis. *Technology in Society*, volym (69). <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101954>
- Perera, S., Nanayakkara, S., Rodrigo, M. N. N., Senaratne, S., & Weinand, R. (2020). Blockchain technology: Is it hype or real in the construction industry? *Journal of Industrial Information Integration*, 17, 100125. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jii.2020.100125>
- Ribeirinho, M.J.; Mischke, J.; Strube, G.; Sjödin, E.; Blanco, J.L.; Palter, R.; Biörck, J.; Rockhill, D.; Andersson, T. The Next Normal in Construction: How Disruption Is Reshaping the World's Largest Ecosystem; *McKinsey Report*; McKinsey & Company: New York, NY, USA, 2020
- Schwartz, E. (Journalist). (2022). *Svenskar sparar ner Ukrainas internet: "Vill rädda digitala kulturarvet"*. [Nyhets-klipp]. SVT. <https://www.svt.se/kultur/hardammsugs-ukrainska-internet-fran-goteborg-vill-radda-det-digitala-kulturarvet>

- Sigalov, K., Ye, X., König, M., Hagedorn, P., Blum, F., Severin, B., Hettmer, M., Hückinghaus, P., Wölkerling, J., & Groß, D. (2021). Automated Payment and Contract Management in the Construction Industry by Integrating Building Information Modeling and Blockchain-Based Smart Contracts. *Applied Sciences*, *11*, 7653. <https://doi.org/10.3390/app11167653>
- Tessin Nordic AB. (mars 2022). Tessin. <https://tessin.com/sv/om-oss/>
- Tran, N. K., & Babar, M. A. (2020, 16-20 March 2020). Anatomy, Concept, and Design Space of Blockchain Networks. 2020 IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA),
- Ullah, F., & Al-Turjman, F. (2021). A conceptual framework for blockchain smart contract adoption to manage real estate deals in smart cities. *Neural Computing and Applications*. <https://doi.org/10.1007/s00521-021-05800-6>
- Vesta Equity. (mars 2022). Vesta Equity. <https://vestaequity.net>
- Wang, Qin., Li, R., Wang, Qi., Chen, S. (2021). Non-Fungible Token (NFT): Overview, Evaluation, Opportunities and Challenges. *ArXiv*. 2105.07447v3. <https://arxiv.org/abs/2105.07447v3>
- Wikipedia. (18 januari 2022). Proof of authority. [https://en.wikipedia.org/wiki/Proof\\_of\\_authority](https://en.wikipedia.org/wiki/Proof_of_authority)
- Xu, Y., Chong, H.-Y., & Chi, M. (2022). Blockchain in the AECO industry: Current status, key topics, and future research agenda. *Automation in Construction*, *134*, 104101. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.104101>
- Zhai, Y., Chen, K., Zhou, J. X., Cao, J., Lyu, Z., Jin, X., Shen, G. Q. P., Lu, W., & Huang, G. Q. (2019). An Internet of Things-enabled BIM platform for modular integrated construction: A case study in Hong Kong. *Advanced Engineering Informatics*, *42*, 100997. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aei.2019.100997>



**CHALMERS**