

De taxateur

nu en straks



Auteur: Bastiaan Willem Gaasbeek Janzen
Opleiding: MSRE
Datum: 22 januari 2021
Scriptiebegeleider: Wendy Verschoor
Tweede beoordelaar: Arthur Marquard

Samenvatting

In dit onderzoek is geprobeerd antwoord te geven op de volgende vraag:

In hoeverre gaan nieuwe technologieën als blockchain, Internet of Things, Big Data, Artificial Intelligence en Automated Valuation Models de werkzaamheden van de taxateur beïnvloeden?

Om deze vraag te beantwoorden is een korte literatuurstudie verricht naar de genoemde technologische innovaties. Vervolgens zijn interviews gehouden met experts op het gebied van de technologieën, vastgoed en/of taxaties. Aan de experts is gevraagd hoe toepassingen van de onderzochte technologieën het taxatieproces kunnen beïnvloeden. Dat de onderzochte technologieën het taxatieproces en de rol van de taxateur gaan veranderen is een gegeven. Hoe dit gebeurt, wanneer dit gebeurt en in hoeverre dit gebeurt is dat niet. Blockchain kan data over de juridische, technische en commerciële status van een gebouw betrouwbaar, gevalideerd en transparant maken voor alle stakeholders, dus ook de taxateur. Het IoT levert realtime data over het object en zijn omgeving, wat de beoordeling van de taxateur kan uitbreiden en objectiveren. Big Data is brandstof voor de AI machines. De datasets in de vastgoedsector zijn misschien niet groot genoeg om 'Big' genoemd te worden, er komt wel meer data beschikbaar. De AI algoritmes, gevoed met de realtime data uit IoT en publiek beschikbare data, ondersteunen de taxateur in elke stap van het taxatieproces met het structureren, analyseren en correleren van data en dragen conclusies en voorspellingen voor aan de taxateur ter controle. In de AVM komen blockchain, IoT, Big Data en AI samen om de taxateur te voorzien van een nagenoeg volledig taxatierapport, waar de taxateur zijn subjectieve waarde aan kan toevoegen. De taxatieonzekerheid zal, met behulp van deze technologieën, sterk verlaagd kunnen worden en stakeholders afhankelijk van de taxatie, zullen meer kunnen vertrouwen op het werk van de taxateur. Voor de taxateur is het belangrijk zich te onderscheiden en de technologie te omarmen, want de verwachting is dat het aantal taxateurs zal worden gedecimeerd. Mens en machine komen samen. De schattingen van de experts verschillen, maar de meeste innovaties zullen binnen 10 jaar opgenomen zijn in de vastgoedsector. Dit zal niet van de een op de andere dag gebeuren.

Ondanks dat de datasets in de vastgoedsector misschien niet tot Big Data gerekend mogen worden, is de vastgoedsector wel degelijk datagedreven. Data is voeding voor de onderzochte technologieën. De data in de vastgoedsector is van lage kwaliteit, ongestructureerd en niet gestandaardiseerd. Voor het succesvol kunnen adopteren van de innovaties, IoT even daargelaten, is het verbeteren van de kwaliteit en de structuur van data en het opstellen van standaarden essentieel. De vastgoedsector is echter gebaat bij de huidige informatieasymmetrie en heeft weinig belang bij het doorbreken van de status quo. De onbereidheid om data te delen, creëert een terughoudendheid te investeren in innovaties. Maar innovatie komt van buiten, dus de blik van de taxateur zal naar buiten gericht moeten zijn. Nieuwe toetreders in de vastgoedsector zien wel de mogelijkheden om nieuwe technologie toe te passen op vastgoedprocessen en worden niet gehinderd door de conservatieve houding van bestaande partijen.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
Inhoudsopgave	3
1. Inleiding	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Probleemstelling	6
1.3 Doelstelling	6
1.4 Onderzoeksvragen	6
1.5 Onderzoeksopzet	7
1.6 Relevantie	7
1.7 Leeswijzer	7
2. Theoretisch kader innovaties	8
2.1 Blockchain	8
2.1.1. Wat is Blockchain en hoe werkt het?	8
2.1.2. Blockchain buiten vastgoed	9
2.1.3. Blockchain binnen (commercieel) vastgoed	9
2.1.4. Conclusie	11
2.2 Internet of Things	12
2.2.1. Wat is Internet of Things en hoe werkt het?	12
2.2.2. Internet of Things buiten vastgoed	13
2.2.3. Internet of Things binnen (commercieel) vastgoed	13
2.2.4. Conclusie	14
2.3. Big data	15
2.3.1. Wat is Big Data?	15
2.3.2. Big Data buiten vastgoed	16
2.3.3. Big Data binnen (commercieel) vastgoed	16
2.3.4. Conclusie	17
2.4. Artificial Intelligence	18
2.4.1. Wat is Artificial Intelligence	18
2.4.2. Artificial Intelligence buiten vastgoed	19
2.4.3. Artificial Intelligence binnen (commercieel) vastgoed	19
2.4.4. Conclusie	20
2.5. Automated Valuation Models	21
2.5.1. Wat zijn Automated Valuation Models	21
2.5.2. Automated Valuation Models binnen (commercieel) vastgoed	22
2.5.3. Conclusie	23
2.6. Conclusie	24
3. Het taxatieproces	25
3.1. Nederlands Register Vastgoed Taxateurs	25
3.2. Minimale eisen praktijkhandleiding	25
3.3. Conclusie	30

4. Uitvoering onderzoek	31
4.1. Onderzoeksverwachtingen	31
4.2. Opzet interviews	32
4.3. Resultaten	33
4.4. Kwalitatieve analyse	36
4.5. Analyse literatuur - onderzoek	42
5. Conclusie	44
5.1. Conclusie	44
5.2. Reflectie	45
5.3. Aanbevelingen	46
6. Literatuur	47

1. Inleiding

Het is 7:30, 28 augustus 2034. De huiscomputer laat het alarm afgaan, verwarmt het water voor de douche, zet de verwarming aan en maalt de koffiebonen. De taxateur wrijft de slaap uit haar ogen en stapt uit bed. Na een vers ontbijt en een tweede kop koffie, begint de thuiswerkdag. Gister heeft ze een kantoorpand bezichtigd met 14 huurders en vandaag zal ze de taxatie verder uitwerken. Via haar online desktop, logt ze in op de blockchain van het gebouw en worden huurgegevens, plattegronden, eigendomssituatie, technische gegevens en taxatiehistorie gedownload. Zo te zien is het pand al zeven keer getaxeerd, dus zijn de eigendomssituatie, technische gegevens en plattegronden geverifieerd, valide en betrouwbaar. Nu kan de AVM geopend worden en worden de eerste gegevens ingeladen. De eerste stap in de Wizard is de controle van de gebruikte gegevens. Het gebouw is gelukkig nog jong, bouwjaar 2021, en zit vol met sensoren die real time data leveren over het gebruik, de exploitatie en de onderhoudsstaat van het pand, aangevuld met openbare data uit sensoren in de directe omgeving van het pand. Zo te zien presteren de liften langzaam minder en zal hier binnen afzienbare tijd onderhoud gedaan moeten worden. Straks even opletten of de AVM hier wel rekening mee houdt. De AVM vult de data aan met publieke data over de ecologische en economische omstandigheden en trends. Alle data is nu gecontroleerd en lijkt te kloppen. Met een druk op de knop, levert de AVM alle tussenresultaten en een marktwaarde. Nu begint het echte werk van de taxateur. De voorgestelde markthuren, rendementen, trendvoorspellingen, object- en locatie-inventarisatie worden allemaal nagelopen. De ervaring leert dat de AVM een foutmarge heeft tot 10%. Het is aan de taxateur om deze te verlagen tot 5%. Zo te zien heeft de AVM de onderhoudsslag voor de liften meegenomen in de correcties. De kosten lijken echter wel erg laag ingeschat. Het lijkt erop dat de AVM het huidige tekort aan liftmonteurs niet heeft meegenomen. Ook de markthuur voor de zevende verdieping, aan de achterzijde lijkt net iets te hoog en gister bleek dat de grootste huurder sterk overweegt het contract op te zeggen. Uit de toelichting van de AVM blijkt dat deze onderdelen inderdaad niet zijn meegewogen. De taxateur past de AVM aan en zet haar overwegingen bij de toelichting. De taxatie is hiermee definitief en wordt opgeslagen op de blockchain, zodat de financier en de eigenaar het resultaat kunnen ophalen voor hun eigen analyses.

1.1 Aanleiding

Bovenstaande schets is één van de vele mogelijke werkdagen van een taxateur in de toekomst. Volgens The Economist (2017) verdwijnen de komende twee decennia 47% van de banen door automatisering. Andere studies geven aan dat dit minder dan 10% zal zijn (Hoar et al., 2017). We kunnen moeilijk inschatten wat de impact van digitale innovatie zal zijn. Wel is duidelijk dat de banenmarkt al heel lang erodeert als gevolg van technologie en het is aannemelijk dat dit in de toekomst nog harder zal gaan. Frey en Osborne (2013) hebben in de Verenigde Staten uitgebreid onderzoek gedaan naar de aannemelijkheid van informatisering van ruim 700 beroepen in de komende 15 jaar en de impact hiervan op de arbeidsmarkt. De uitkomst van het onderzoek is confronterend voor een aantal specialismen in de vastgoedsector. Respectievelijk de huurmakelaar, de taxateur en de verkoopmakelaar zullen het hardst geraakt worden door de informatisering. Volgens het World Economic Forum (2016) zal de vastgoedsector zoals wij die nu kennen, verdwijnen. Recent onderzoek toont aan dat de voltallige vastgoedsector moet nadenken over hoe nieuwe technologieën, maar ook demografische en gedragsveranderingen, impact zullen hebben op de vraag naar banen en vaardigheden binnen de vastgoedsector (Hoar et al., 2017).

In een illiquide sector als de vastgoedsector, zijn marktwaardes niet direct beschikbaar. Transacties zijn schaars en reflecteren niet altijd de markt. Als gevolg spelen marktwaardes, door de taxateur bepaald, een grote rol in investeringsbeslissingen, financiële rapportages, verstrekken van krediet en vastgoedbelastingen (Beimer & Francke, 2019). De taxateur speelt een prominente rol binnen de vastgoedsector, maar de huidige rol staat op losse schroeven. In een wereldwijde enquête onder leiders binnen de vastgoedsector, uitgevoerd door The Altus Group (2017), werd gevraagd welke gebieden binnen de vastgoedsector het meest geschikt zijn voor automatisering. Hier kwam naar voren dat ruim de helft (52%) van het werk van de taxateur vervangen zou kunnen worden door nieuwe technologieën.

Van alle innovaties die invloed zouden kunnen hebben op specifiek het beroep van de taxateur, wordt het meest verwacht van Big Data & Predictive Analytics en Artificial Intelligence & Machine Learning (Beimer & Francke, 2019). Een veel voorkomende toepassing van Artificial Intelligence is het gebruik van Automated Valuation Models (AVM's). Voornamelijk in de Verenigde Staten zijn deze AVM's al ver ontwikkeld (Poursaeed et al., 2018). Uit een wereldwijde studie in 2018, onder institutionele beleggers, blijkt dat 62% gelooft dat handels algoritmes en verfijnde kwantitatieve modellen de investeringsmarkt efficiënter zullen maken (Fidelity Research Institute, 2018). Marcel de Boer, algemeen directeur van Troostwijk Taxaties, schat dat de helft van al het commercieel vastgoed in Nederland met AVM's kan worden gewaardeerd. Kantoren, bedrijfsruimte, retail op A1-locaties en ook logistiek vastgoed is volgens Marcel de Boer homogeen genoeg (Vastgoedmarkt, 2019). Dankzij Big Data zal de waarde van panden beter te bepalen zijn en neemt het risico voor beleggers af en sensoren zorgen voor een optimaler gebruik van panden en betere energieprestaties (CB Insights, 2017). Met de opkomst en mogelijkheden van het Internet of Things wordt het fenomeen Big Data gevoed met relevante informatie over een te taxeren pand. Het IoT wordt gebruikt om het fenomeen aan te duiden waarbij naast mensen, steeds meer "dingen" op het internet worden aangesloten (IDC, 2019).

Digitalisering in de vastgoedsector staat nog in de kinderschoenen, maar nieuwe technologische innovaties kunnen de vastgoedmarkt transparanter maken. Bovendien neemt de liquiditeit van vastgoed toe door verdere ontwikkeling van platformen als blockchain (ING EB, 2018). Een bijzondere eigenschap van de blockchain technologie, is de mogelijkheid om niet alleen een kopie te maken van data, maar ook om het eigendom van bepaalde assets over te dragen. Zo kunnen auteursrechten, domeinnamen, patenten, octrooien, notariële aktes en andere eigendomsdocumenten met blockchain worden gedigitaliseerd. Dit heeft een enorme potentiële invloed op de overdracht van vastgoed (De Ridder et al., 2016). Blockchain biedt de grootste mogelijkheden tot verandering voor het digitaliseren van gebouwgegevens en eigendom, het digitaal sluiten en beheren van huurcontracten en het ontsluiten van contractinformatie aan derden (Groot, 2020).

1.2 Probleemstelling

Bovengenoemde, digitale innovaties zullen naar verwachting een grote invloed hebben op de vastgoedwereld. Property management, asset management, portefeuillebeheer, gebruik en ontwikkeling van gebouwen, makelaardij en de waarden van het vastgoed zijn enkele voorbeelden die aanzienlijk beïnvloed kunnen worden door innovaties als blockchain, AVM's, IoT, etcetera. Ook de werkzaamheden van de taxateur aan zich zullen waarschijnlijk sterk aan verandering onderhevig zijn en de taxateur en zijn organisatie dient hierop voorbereid te zijn, wil de taxateur ook in de toekomst nog van waarde willen zijn. In hoeverre de werkzaamheden van de taxateur zullen veranderen is echter niet bekend en, voor zover bekend, ook niet onderzocht.

1.3 Doelstelling

Het doel van het onderzoek is inzicht verschaffen in de mogelijke invloeden van innovatieve, digitale technologieën op de praktijk van de taxateur.

1.4 Onderzoeksvragen

In hoeverre gaan nieuwe technologieën als blockchain, Internet of Things, Big Data, Artificial Intelligence en Automated Valuation Models de werkzaamheden van de taxateur beïnvloeden?

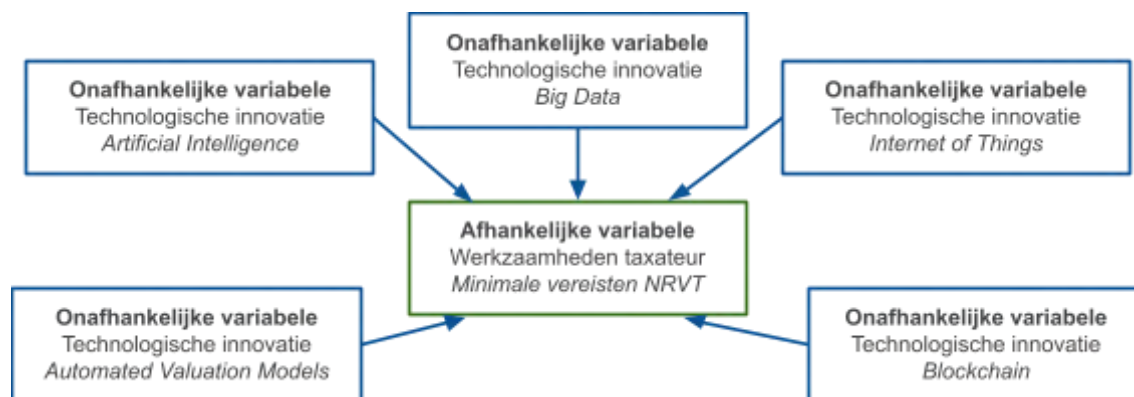
Om bovengenoemde hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn de volgende subvragen opgesteld:

1. Wat houden nieuwe technologieën blockchain, Internet of Things, Big Data, Artificial Intelligence en Automated Valuation Models in?
2. Wat zijn (de mogelijke) toepassingen van deze nieuwe technologieën buiten en binnen het vastgoed?
3. Wat zijn de werkzaamheden van de taxateur op hoofdlijnen?
4. Waar raken de (mogelijke) toepassingen van deze technologieën de werkzaamheden van de taxateur?

1.5 Onderzoeksopzet

De aard van het onderzoek is verkennend met toetsende elementen. Om deelvragen 1 en 2 te kunnen beantwoorden, wordt een analyse van de beschikbare kennis en empirisch onderzoek gedaan, waaruit een theoretisch kader wordt ontwikkeld. Vanwege het verkennende karakter van het onderzoek, is de verwachting dat er beperkt generaliserende en gefundeerde uitspraken gedaan kunnen worden. Vervolgens zullen de werkzaamheden van de taxateur worden omschreven aan de hand van de gedrags- en beroepsregels en reglementen, uitgegeven door het NRVT. Zo wordt het onderzoek afgebakend voor wat betreft de afhankelijke variabelen en wordt deelvraag 3 beantwoord.

Na beantwoording van de eerste drie vragen, worden onderzoeksverwachtingen geschetst van mogelijke invloeden van de digitale technologieën op de verschillende, uitvoerende taken van de taxateur (subvraag 4). Het onderzoek bestaat uit interviews met experts uit de technologie-, taxatie- en bankensector, die bekend zijn met zowel de technologie, de implementatie van deze technologie binnen het vastgoed en het taxatieproces. De antwoorden van de interviews worden per onderdeel geanalyseerd, waarna een conclusie wordt geformuleerd.



Conceptueel model

1.6 Relevantie

Er is geen literatuur gevonden over de invloed van technologische innovaties op het werk van de taxateur. Wel zijn er studies verricht naar verwachte invloeden van bepaalde technologieën op andere processen binnen het vastgoed. Voorbeelden hiervan zijn de invloed van blockchain op het aan- en verkoopproces van beleggers (Groot, 2020), de verschillen tussen de traditionele taxatiemethodes en de verschillende AVM's (Beimer & Francke, 2019; Hilgers, 2018). Toch is het relevant om te weten wat de invloed van digitale innovaties kan zijn op het taxatieproces, zodat betrokken partijen als taxateur, banken en softwareleveranciers hierop kunnen anticiperen. Met het veranderen van het proces, maar ook het product en de betrouwbaarheid van de taxatie, zullen opdrachtgevers meer waarde kunnen hechten aan de taxatie als product en basis voor het nemen van beslissingen. Technologieën ontwikkelen zich exponentieel. Betrokken partijen moeten nu maatregelen nemen om straks klaar te zijn om met deze nieuwe technologieën om te kunnen gaan. Verder kan ook verwacht worden dat de richtlijnen van het NRVT die aan de taxateurs worden opgelegd straks niet meer actueel en relevant zijn.

1.7 Leeswijzer

In dit onderzoek wordt geprobeerd antwoord te geven op de gestelde onderzoeksvraag. In hoofdstuk 1 zal de aanleiding naar dit onderzoek, de kaders, vragen en opzet toegelicht worden. Vervolgens zal in hoofdstuk 2 en 3 een korte literatuurstudie worden gedaan naar de technologische innovaties en het taxatieproces. In hoofdstuk 4 zullen de onderzoeksresultaten en de analyse hiervan worden gepresenteerd. Tot slot zal in hoofdstuk 5 de conclusies worden toegelicht.

2. Theoretisch kader innovaties

In dit hoofdstuk zullen de onafhankelijke variabelen (de digitale innovaties) worden onderzocht en wordt antwoord gegeven op deelvragen 1 en 2. In een top 25 van digitale technologieën, opgesteld door Forbes (2020), waarvan de meeste impact wordt verwacht in het komende decennia, staan Artificial Intelligence (1.), Internet of Things (2.), Big Data (4.) en blockchain (6.) in de top 10. Veel andere genoemde technologieën zijn onderdelen of uitwerkingen van een of meerdere van deze paraplu-terminen. Vanwege het mogelijke grote belang van deze technologische innovaties worden deze technologieën verder onderzocht. In aanvulling wordt het Automated Valuation Model, als onderdeel van Artificial Intelligence, specifiek onderzocht, vanwege zijn waarschijnlijk aanzienlijke impact op de werkzaamheden van de taxateur. Per technologie komen ook toepassingen buiten het vastgoed aan bod. Dit wordt gedaan om eventuele toepassingen buiten het vastgoed te detecteren, die ook binnen het vastgoed (specifiek van invloed op het taxatieproces) toegepast (zouden) kunnen worden. Vervolgens zal worden onderzocht waar de technologie al wordt toegepast binnen het (commercieel) vastgoed. Tot slot zal worden onderzocht welke effecten en toepassingen in de toekomst verwacht mogen worden en wat de struikelblokken zijn.

Vooraf dient aangestipt te worden dat de ontwikkeling van de ene technologie veelal parallel loopt aan de ontwikkeling van de andere technologie. Er is een overlap tussen de technologieën en het is goed denkbaar dat ontwikkelingen onderling afhankelijk zijn van elkaar. Een Automated Valuation Model kan bijvoorbeeld gezien worden als een verzameling complexe algoritmes die voldoen aan de definitie Artificial Intelligence, wat bereikt wordt middels Machine Learning, gevoed door Big Data dat weer gegenereerd wordt uit het Internet of Things. Mocht in een van deze 'technologise ontwikkelingen' een vertraging of versnelling optreden, kan dit andere technologise ontwikkelingen ook beïnvloeden. Ondanks deze mogelijke, onderlinge correlaties worden de technologieën en ontwikkelingen apart besproken, omdat deze ook los van elkaar een impact kunnen hebben op de rol en de werkwijze van de taxateur.

2.1 Blockchain

Blockchain werd in 2009 ontwikkeld door een vooralsnog onbekend persoon of groep, aangeduid met het pseudoniem Satoshi Nakamoto. Blockchain is het meest bekend van de Bitcoin, een digitale munt. Het is een veelbesproken technologie, vanwege zijn potentie om bestaande markten te verstoren. Naast het verhandelen van digitale valuta, kunnen namelijk ook andere assets verhandeld worden op dit platform. Denk hierbij aan schuldpapieren, eigendommen en persoonsgegevens, maar ook de stappen in productie- en logistieke ketens. Ook voor de vastgoedsector wordt er veel verwacht van deze technologie.

2.1.1. Wat is Blockchain en hoe werkt het?

Blockchain wordt het meest vergeleken met een digitaal grootboek; een lijst (register) waarin alle balansen en transacties worden opgeslagen. Bijvoorbeeld registers van financiële instellingen, identiteitsgegevens, medische dossiers en bedrijfsgegevens. Deze centrale registers worden door onafhankelijk partijen beheerd en afgeschermd. De beveiliging van deze registers is cruciaal om fraude en misbruik te voorkomen, omdat het publiek moet kunnen vertrouwen op de onafhankelijkheid en de continuïteit van deze partij (Wat is blockchain, 2020).

De blockchain is te vergelijken met een Excel spreadsheet die op elk moment wordt gedeeld met iedereen die op het netwerk is aangesloten. Elke regel in de spreadsheet bevat transacties binnen een bepaald tijdsblok van een x aantal minuten (het block). Op het moment dat er een transactie plaatsvindt (er wordt een nieuwe regel toegevoegd aan de spreadsheet of chain), wordt deze op alle kopieën binnen het netwerk gekopieerd en gecontroleerd (minen). Een regel aanpassen is onmogelijk, zonder dat de andere deelnemers in het netwerk dit zou opvallen. Dit maakt de digitale data onvervalsbaar en dus betrouwbaar. De centrale beheerder wordt hiermee buitenspel gezet en is niet langer nodig (Wat is blockchain, 2020).

Consensus

Om een transactie op te slaan, moet deze door het netwerk worden goedgekeurd. Het netwerk bestaat uit aangesloten computers die nodes worden genoemd. Als alle nodes binnen het netwerk 'consensus' hebben bereikt, is de transactie goedgekeurd en kan deze aan de blockchain worden toegevoegd (Cryptouniversity.nl, 2020). Het proces van controleren, goedkeuren en toevoegen van elk blok transacties kost een aanzienlijke hoeveelheid rekenkracht, die door het bestaande netwerk moet worden geleverd. Om dit enigszins binnen de perken te houden, is de regel dat op het moment dat meer dan de helft van de nodes van het aantal aangesloten partijen op het blockchain-netwerk de transactie als legitiem ziet, deze door iedere eigenaar wordt overgenomen (51%-regel) (Blockchain now, 2020). De communicatie tussen de nodes verloopt continu en volledig automatisch op basis van speciale software en wordt beveiligd met asymmetrische cryptografie (About crypto, 2020).

Types Blockchain

Er worden drie types blockchain onderscheiden. Dit zijn de publieke blockchain, de private blockchain en het consortiumblockchain (Blockchain now, 2020).

De *publieke blockchains* zijn decentraal en open-source. Dit houdt in dat iedereen kan deelnemen aan het netwerk en iedereen inzage heeft in de softwarecode waar de blockchain mee is geschreven. Omdat er doorgaans meer mensen zijn aangesloten op een publieke blockchain dan een private of consortiumblockchain zijn publieke blockchains vaak veiliger.

Het tegenovergestelde van een publieke blockchain is een *private blockchain*. Binnen een private blockchain is het systeem gesloten. Dit betekent dat niet iedereen lid mag worden en het recht op toevoegen van informatie is beperkt tot een selecte groep binnen één bedrijf of binnen een groep bedrijven met een selectieve klantenkring.

Een *consortiumblockchain* is een hybride vorm van de overige types. Het consortium is een samenwerkingverbanden tussen meerdere partijen.

2.1.2. Blockchain buiten vastgoed

Blockchain is in nagenoeg alle zakelijke sectoren te vinden, maar hoever de implementatie van de blockchain technologie is gevorderd, varieert sterk. Grover, Kar en Janssen (2019) classificeren de implementatie van een innovatie in vijf fases: respectievelijk kennis, overtuiging, beslissing, uitvoering en bevestiging. De innovatoren, dus de sectoren in de bevestigingsfase, zijn de financiële wereld, het verzekeringswezen en de vastgoedsector. Zij geven wel de kanttekening dat in alle onderzochte categorieën de invoering en toepassing van de blockchain technologie nog in de kinderschoenen staat. Na een uitgebreide literatuurstudie concluderen Madakam en Kollu (2019) dat blockchain technologie de manier waarop zaken gedaan worden langzaam verandert. De technologie raakt de traditionele manier waarop transacties uitgevoerd worden, ongeacht of de aard van de transactie privé, of zakelijk is. Transacties zullen transparanter, goedkoper, uitgebreider en zonder inmenging van tussenpersonen worden uitgevoerd.

2.1.3. Blockchain binnen (commercieel) vastgoed

In 2017 werd in de Oekraïne geschiedenis geschreven door de eerste vastgoedtransactie ooit, die in zijn geheel plaats vond op basis van blockchain. De koper betaalde een appartement met een combinatie van twee cryptomunten, ter waarde van ongeveer \$ 60.000 (Crosman, 2018). Maar de mogelijkheden van blockchain binnen de vastgoedsector gaan verder dan efficiënte transacties. De Ridder et al. (2016) identificeren drie toepassingen voor blockchain in het vastgoed:

1. Eigendomsregistratie en verplichtingen
2. Smart contracts
3. Onroerend goed transacties

Eigendomsregistratie en verplichtingen

Blockchain wordt al gebruikt voor het bijhouden en beheren van auteursrechten en -licenties voor muziek, video's, software en publicaties en de overheid kan blockchain gebruiken voor persoonsregistratie en identiteitsdocumenten zoals rijbewijzen, eigendomsregistratie van auto's en andere relatief duurdere assets (Suzuki et al., 2018). Vanzelfsprekend kan ook een vertaalslag

worden gemaakt naar de vastgoedsector. Het huidige systeem van aktes, kadastrale registratie, titelonderzoek is achterhaald en arbeidsintensief. De huidige registratie van eigendommen met bijkomende rechten en verplichtingen worden door een centrale overheidsinstantie beheerd, met alle bijkomende veiligheidsrisico's. Daarbovenop komt nog het risico op fouten, aangezien dit deels mensenwerk is (De Ridder et al., 2016).

Smart Contracts

Wantrouwen tussen koper en verkoper maakt dat nu een tussenpersoon nodig is die aan de ene kant het eigendom overzet en aan de andere kant de koopprijs in ontvangst neemt. Met een Smart Contract wordt het overmaken van de koopprijs automatisch gedaan op het moment dat het eigendom is overgezet en aan alle voorwaarden is voldaan. De derde partij wordt hiermee buitenspel gezet (De Ridder et al., 2016). 'Smart Contracts' zijn programma's die draaien op een blockchain platform en voeren automatisch de voorwaarden en afspraken in het contract uit aan de hand van vooraf ingestelde 'triggers' (Suzuki et al., 2018). Deze methodologie zou ook goed toegepast kunnen worden op huurcontracten. Huurbetalingen, servicekosten, incentives, belastingregelingen worden automatisch gecontroleerd en geadmistreerd (Suzuki et al., 2018).

Onroerend goed transacties

Encrypted, veilige en decentrale platforms maken het mogelijk om vastgoedtransacties nagenoeg zonder medewerkers, externe adviseurs en papieren processen uit te voeren. Een proces dat normaal maanden kan duren kan nu in dagen of weken plaatsvinden op een veilige en transparante manier (De Ridder et al., 2016). Het investeren in vastgoed, of dit nu een eigen woning is of een professionele investering, vergt juridische, technische en financiële kennis. Uit een enquête die is uitgevoerd door the National Association of Realtors, zijn 80% van alle vastgoedinvesteerders afhankelijk van externe tussenpersonen en betalen zij minimaal 6% van de totale kosten van de aankoop van vastgoed aan fees (PR Newswire, 2019). Een van de meest vertragende factoren bij een transactie van een gebouw is het ontbreken van een actuele, complete, betrouwbare en toegankelijke bron van informatie. In het Verenigd Koninkrijk zijn door een groep vastgoedexperts maar liefst 150 individuele stappen en 6 grote blokkades voor een efficiënt aankoopproces geïdentificeerd (Baum et al., 2020). In Nederland zal dit niet significant anders zijn. Blockchain kan een grote invloed hebben op het aan- en verkoopproces van vastgoed, door het sterk verminderen van de administratieve handelingen. Het centraal beschikbaar zijn van cruciale informatie, vergroot de transparantie en efficiëntie van een due diligence (Groot, 2020). In theorie kan, met behulp van blockchain technologie, het volledige aankoopproces van vastgoed zonder tussenpersonen en over landsgrenzen plaatsvinden (Baum et al., 2020).

Vastgoed

Veldhuizen en Santing (2017) verwachten dat door de invoering van de blockchain technologie meer transparantie en vertrouwen in de vastgoedsector zal komen. Volgens Kleemans en Jongeneel (2018) is blockchain mogelijk de laatste schakel die nodig is om een transparantere vastgoedsector te realiseren. Ook Jan Veuger (2018) verwacht dat de toegevoegde waarde van blockchain zich zal uiten in effectievere en efficiëntere transacties, toenemende transparantie, een sterkere fundering voor investeringen en nieuwe ontwikkelingen in de hypotheekmarkt. In combinatie met andere innovaties als Big data, Artificial Intelligence en het Internet of Things zullen nieuwe waardeconcepten ontstaan, die de manier waarop wij kijken naar vastgoed en het bepalen van de waarde ervan, sterk zullen beïnvloeden. Is de blockchain dan een 'game changer' of een aanvullende technologie op een bestaand systeem? De vastgoedmarkt is per slot van rekening een instabiele markt die altijd gereguleerd wordt door mensen en organisaties (Veuger, 2018). Er wordt binnen de vastgoedsector dan ook kritisch gekeken naar de mogelijkheden en onmogelijkheden van de blockchain technologie. Uit een wereldwijde enquête onder 400 leiders binnen de vastgoedsector, uitgevoerd door The Altus Group (2017), blijkt dat 20% van de respondenten verwacht dat blockchain geen effect zal hebben op de manier waarop zaken wordt gedaan binnen het vastgoed. 45% verwacht wel een effect, maar geen grootschalige disruptie en de resterende 35% verwachtte dit wel (Johnston, 2018). Volgens Matthew McAuley (JLL, 2020), directeur, global research bij JLL, is één van de grote sterktes van de blockchain technologie, ook gelijk een van de zwaktes. Alle acties waar mensen bij betrokken zijn, zijn gevoelig voor fouten.

Het probleem is dat wanneer er eenmaal een block aan de chain is toegevoegd, dit niet meer kan worden teruggedraaid. Volgens McAuley zijn drie dingen nodig om blockchain breder toepasbaar te maken: het digitale werkgeheugen om de technologie draaiende te houden, juridische kaders voor de controle op de technologie en praktische oplossingen voor menselijke fouten (JLL, 2020). Uit interviews met vermogensbeheerders van vastgoed, blijkt dat zij zeker openstaan voor het tokeniseren van hun assets. Interessante hordes die genoemd worden door de geïnterviewden zijn de onbekendheid bij zowel het publiek als beleggers, de matige reputatie van cryptocurrency en het ongewisse over wet- en regelgeving met betrekking tot deze betrekkelijk nieuwe materie (Blein, 2018). Doordat een publiek blockchain netwerk decentraal wordt beheerd, verspreid over een groot en wellicht internationaal gebied, zullen uitdagingen ontstaan over welk nationaal recht toegepast zal worden. Hoe veilig het netwerk ook mag zijn, er zijn nog steeds mensen bij betrokken en mensen maken fouten. Regels en wetten omtrent aansprakelijkheid zullen hierop aangepast moeten worden (Suzuki et al., 2018).

2.1.4. Conclusie

Uit bovengenoemde literatuurstudie worden de volgende invloeden van een toepassing van blockchain binnen het vastgoed gedestilleerd.

- Blockchain kan de transparantie van de vastgoedsector bevorderen; De data op de blockchain zijn actueel en mogen als betrouwbaar gezien worden. Het wordt mogelijk om derden toegang te geven tot een deel van of de volledige, gedigitaliseerde (getokeniseerde) bouwgegevens vanuit het blockchain platform (Groot, 2020; De Ridder et al., 2016; Kleemans & Jongeneel, 2018; Veldhuizen & Santing, 2017; Veuger, 2018)
- De due diligence bij aankoop van gebouw kan efficiënter en goedkoper worden; het aantal administratieve handelingen van zowel interne als externe betrokkenen worden verlaagd (Groot, 2020; Baum et al., 2020; De Ridder et al., 2016; Veuger, 2018)
- Smart Contracts kunnen goed op huurcontracten worden toegepast; door het deels of geheel uitsluiten van tussenpersonen, kunnen contracten sneller, veiliger en efficiënter worden uitgevoerd (Suzuki et al., 2018; De Ridder et al., 2016; Veldhuizen & Santing, 2017)
- De eigendomsregistratie kan betrouwbaarder en veiliger worden gedaan, zonder tussenkomst van een derde, behorende partij (De Ridder et al., 2016; Veldhuizen & Santing, 2017)

De vastgoedsector heeft te maken met de integratie van data, de eigendomsregistratie en de vermogensprestaties en kent een grote vraag naar modernisatie. De sector lijkt daarmee te voldoen aan de voorwaarden voor een succesvolle implementatie van de blockchain technologie (Higginson et al., 2019). De blockchain heeft echter veel moeite om uit de introductiefase te komen. De oorzaak hiervoor is te vinden in het gebrek aan bewezen experimenten en toepassingen en de daarmee terugvallende investeringen (Higginson et al., 2019). Uitdagingen voor de implementatie zijn de regelgeving die aangepast moet worden op de technologie en het privacybeleid (Capp Gemini, 2018; Kleemans & Jongeneel, 2018; Blein, 2018; Suzuki et al., 2018). Ook de een van de grote sterktes van de blockchain technologie, de onomkeerbaarheid van veranderingen, is een grote uitdaging. Er moeten praktische oplossingen voor het corrigeren van menselijke fouten gevonden worden (JLL, 2020).

2.2 Internet of Things

Het Internet of Things (IoT) is een fenomeen dat wellicht bij de gemiddelde consument niet zo bekend is. Al zijn ze wellicht wel bekend met toepassingen van IoT in slimme huizen en auto's (Maier, 2016). Het IoT verspreidt zich razendsnel over de wereld en experts geloven dat het dit de komende jaren blijft doen. Het zal een reeks aan nieuwe diensten leveren die de levensstandaard van mensen en de productiviteit van bedrijven zal verhogen (GSMA, 2014). De ontwikkeling van IoT zal een belangrijke reeks kansen opleveren voor gebruikers, fabrikanten en dienstverleners. Denk hierbij aan toezicht op klimaat en milieu, gezondheidszorg, inventarisatie en productmanagement, beveiliging en surveillance en vele andere (Atzori et al., 2014). Ook binnen het vastgoed is IoT niet meer weg te denken en het zal alleen maar verder geïntegreerd worden in vastgoed (Cushman & Wakefield, 2019).

2.2.1. Wat is Internet of Things en hoe werkt het?

Oracle (2020), een internationaal softwarebedrijf uit de Verenigde Staten, omschrijft het Internet of Things (IoT) vrij vertaald als:

“een netwerk van fysiek objecten (de dingen) die zijn uitgerust met sensoren, software en andere technologieën met als doel om data te verbinden en uit te wisselen met andere apparaten via het internet.”

Uit de definitie vallen drie onderdelen te extraheren:

- Allereerst de fysieke objecten, ofwel de dingen. Deze dingen dienen 'smart' (slim) te zijn. *“Een ding is 'smart' als deze is uitgerust met sensoren, data opslag en microprocessoren”* (Porter & Heppelmann, 2014).
- Ten tweede is het verbinden en uitwisselen van data het doel van de toepassing.
- Tot slot zou de uitwisseling van de data via het internet moeten gaan. Haller et al. (2008) zijn het hier niet mee eens en nemen in hun definitie op dat het fysieke, participerende objecten betreft die zijn geïntegreerd op een informatienetwerk. Vanwege de globale reikwijdte van het internet ligt het wel voor de hand dat dit netwerk het meest wordt gebruikt.

In aanvulling op bovengenoemde definitie heeft PTC (2014) toegevoegd dat er een mogelijkheid moet zijn om waarde toe te voegen middels real-time analyse van de data gegenereerd door de dingen. De data wordt geanalyseerd door eenvoudige “als, dan” formules, maar ook gecompliceerde toepassingen van Big Data Analytics en Artificial Intelligence (Dahlqvist et al., 2019).

PTC (2014) classificeert de technologieën die het bestaan van IoT mogelijk maakt in drie categorieën.

- Ten eerste de groeiende mogelijkheden voor dataopslag en rekenkracht.
- Ten tweede de evolutie van connectiviteit, met in het bijzonder de alomtegenwoordigheid van connectiviteit. In aanvulling hierop duidt Oracle (2020) op de groeiende beschikbaarheid van cloud-based technologieën, die zorgen voor een aanzienlijk efficiënter dataoverdracht.
- Als laatste wordt de technologie genoemd waarmee in slimme apparaten, processoren en sensoren gecombineerd worden met software. In aanvulling op dit laatste onderdeel wordt de toename in betaalbaarheid, betrouwbaarheid en efficiëntie als niet-technologische factor genoemd.

Oracle (2020) geeft een vergelijkbare fundering voor het bestaan van IoT, maar vult dit aan met de groeiende mogelijkheden van analyse technologieën als Machine Learning om waarde te kunnen creëren.

2.2.2. Internet of Things buiten vastgoed

Oracle (2020) voerde een wereldwijde enquête uit onder 700 financiële en operationele managers uit verschillende zakelijke sectoren. 43% van de respondenten gebruikt data uit verbonden apparaten voor hun financiële administratie. De meest populaire toepassing is het real-time monitoren van de productie. Respondenten gebruikten IoT toepassingen ook voor het automatisch inventariseren en tracken van de voorraad (53%) en het monitoren van activa (52%) om de financiële status te versterken. Met meer accurate en real-time data uit de gebruikte dingen, konden financiële teams het aandeel 'giswerk' in hun status en voorspellingen verlagen, inventariskosten verlagen en specifiekere investeringsbudgetten opstellen. Volgens McKinsey & Co. (2019) is IoT klaar om de stap naar de mainstream zakelijke wereld te maken. IoT wordt nu al breed toegepast in Industry 4.0, Smart Cities, Smart Homes, Automotive en gezondheidszorg.

2.2.3. Internet of Things binnen (commercieel) vastgoed

Met de toegenomen populariteit van de slimme thermostaat, gas- en watermeter en camerabeveiliging heeft IoT een significante impact op de vastgoedsector (Kejriwal & Mahajan, 2016). Op de Industry 4.0 na, wordt in 2020 het meest geïnvesteerd in toepassingen van IoT in gebouwen. De verwachting is dat deze investeringen de komende jaren alleen nog maar harder zullen groeien (IDC, 2020). De meeste toepassingen van IoT die direct vastgoedgerelateerd zijn, zijn te vinden in de Smart Cities, Smart Homes en Smart Buildings.

Smart Cities

In een stad waar alle apparaten zijn uitgerust met sensoren en communicatietechnologie, zijn bewegingen binnen de stad meetbaar en wordt real-time gehandeld. Een voorbeeld van een actuele toepassing zijn parkeerplekken die meten en communiceren of ze beschikbaar zijn, zodat automobilisten niet doelloos rondjes rijden. Andere voorbeelden zijn vuilnisbakken die zelf aangeven dat ze vol zijn en dus opgehaald kunnen worden. In Eindhoven wordt in het uitgaansgebied gemeten hoe druk en luid het publiek is. Mocht het op een bepaalde plek onrustig worden, wordt het licht feller gezet om mensen rustig te houden (50five, 2020).

Smart Homes

De toepassing van IoT komt waarschijnlijk het dichtst bij de consument in Smart Homes in de vorm van Domotica. Steeds meer huizen worden aangesloten op slimme meters zoals de slimme thermostaat die met de telefoon bediend wordt en slimme water- en gasmeters die standen automatisch doorgeven aan de leverancier. Maar het kan verder gaan; lampen die aan- en uitgaan op basis van aanwezigheid en de hoeveelheid lux, tandenborstels die je poetsgedrag voortdurend verbeteren en koelkasten die je waarschuwen als de melk op is (50five, 2020).

Smart buildings

Gebouwen waarin gewerkt en/of gerecreëerd wordt, worden steeds meer volgestopt met sensoren die voortdurend meten waar mensen zijn, wat ze doen en wat het binnenklimaat is. Verlichting, luchtverversing, temperatuur, etc. worden automatisch aangepast. Net als bij de eerder genoemde parkeerplekken, kunnen werkplekken meten of ze beschikbaar zijn. Ook kunnen ze aan de hand van het gebruik de schoonmaak inregelen, zodat er niet overbodig werk wordt verricht door de facilitaire diensten (50five, 2020). Het verstandig inzetten en gebruiken van IoT op kantoor kan voor aanzienlijke verbeteringen van de gezondheid, productiviteit en comfort zorgen. Verder neemt de veiligheid toe, worden vierkante meters efficiënter gebruikt, worden verkeersstromen in de algemene ruimtes geoptimaliseerd en worden gebruikersstatistieken real-life geleverd (Cushman & Wakefield, 2019). Voor vastgoedeigenaren is dus niet alleen winst te halen in de exploitatie van het gebouw. Door onderhoud vooraf te kunnen voorspellen en hierop te acteren, wordt de kans op een klacht van een huurder en een daarmee een lagere tevredenheid verlaagd. Met real-time data van 'de dingen' in het gebouw, kan samen met de huurder het ruimtegebruik verlaagd en de werknemerstevredenheid verhoogd worden. Door de huurder een nog uitgebreider dienstenpakket te kunnen aanbieden, wordt de relatie met de huurder versterkt en worden nieuwe inkomstenbronnen aangeboord. Ook op een hoger niveau van commercieel vastgoed kan winst behaald worden met IoT toepassingen. Het geavanceerd

traceren en monitoren op gebouw- en portefeuilleniveau kan leiden tot een lager risico, meer gefundeerde taxaties en geoptimaliseerd portefeuillebeheer (Kejriwal & Mahajan, 2016).

2.2.4. Conclusie

Uit bovengenoemde literatuurstudie worden de volgende invloeden van een toepassing van IoT binnen het vastgoed gedestilleerd.

- Het toenemende gebruik van sensoren in een gebouw levert een grote set aan data over de staat van het gebouw. Het verstandig inzetten en gebruiken van IoT op kantoren en bedrijfsruimte levert significante besparingen in de exploitatie (Cushman & Wakefield, 2019; Kejriwal & Mahajan, 2016).
- Het dienstenpakket van de vastgoedeigenaar wordt uitgebreid. Lagere energielasten voor een huurder maken het gebouw couranter. Ook het real-time kunnen verhogen van comfort en het verlagen van klachten, maken een gebouw aantrekkelijk voor een gebruiker (Kejriwal & Mahajan, 2016)
- Het geavanceerd traceren en monitoren op gebouw- en portefeuilleniveau kan leiden tot een lager risico, meer gefundeerde taxaties en geoptimaliseerd portefeuillebeheer (Kejriwal & Mahajan, 2016)

Toepassingen van IoT in vastgoed vallen in de categorieën van McKinsey & Co. (2019) met de hoogste groeiverwachtingen. Om de potentie van IoT volledig te kunnen benutten, is een goede connectiviteit essentieel (Vastgoedmarkt, 2019). Een van de grootste uitdagingen waar de groei en ontwikkeling van IoT als fenomeen voor staat, is de interoperabiliteit door het gebrek aan normen en standaarden (Manyika et al., 2015; Hendriks, 2016). Een hieraan gerelateerd obstakel, aangaande de ontwikkeling van IoT, is de beperkte schaalbaarheid (Maier, 2016; Gupta et al. 2017). Tot slot wordt gewaarschuwd voor de bewaking van de privacy. Sensoren zouden alleen gebruikt mogen worden voor het verzamelen van metadata en het herkennen van trends (Cushman & Wakefield, 2019; Gupta et al. 2017; Manyika et al. 2015).

2.3. Big data

Met verbeteringen in de technologie in onze snel evoluerende wereld, groeit het aantal 'dingen' dat verbonden is met het internet exponentieel. Dit betekent dat de hoeveelheid data die wordt gegenereerd en over het internet wordt verstuurd minstens zo hard groeit (Gupta et al., 2017). Ook het toenemende gebruik van social media en de toenemende mogelijkheden van cloud computing stuwden de enorme hoeveelheden data. Over de hele wereld wordt veel gesproken en geschreven over deze 'Big Data'. In 2017 verklaarde The Economist dat de meest waardevolle grondstof niet langer olie, maar data is. Net als ruwe olie, is ruwe data niets waard. De data moet geraffineerd worden om tot beter inzicht en besluitvorming te komen (Ziermans, 2017).

2.3.1. Wat is Big Data?

Big Data refereert aan een aantal technologische ontwikkelingen die gericht zijn op het samenstellen, opslaan en analyseren van hele grote hoeveelheden data (Mehdi, 2018). De definitie van Big Data, volgens technologisch onderzoeks- en adviesbureau Gartner (2020), luidt: *"Big Data is informatie in grote hoeveelheden, hoge snelheid en hoge diversiteit die kosteneffectieve en innovatieve vormen van informatieverwerking vereisen om te komen tot beter inzicht en besluitvorming."*

Zoals verwacht mag worden gaat Big Data dus om informatie. Voordat deze informatie binnen de definitie van Big Data past, moet deze aan drie voorwaarden voldoen, die bekend staan als de 'drie V's': Volume (hoeveelheid), Variety (diversiteit) en Velocity (snelheid). Hieronder wordt kort toegelicht waarom elke V als relevant wordt gezien in de definitie.

Volume

De hoeveelheden data die Big Data genereren zijn zo groot, dat deze niet door traditionele toepassingen kunnen worden verkregen, opgeslagen en verwerkt binnen een acceptabel tijdsbestek (Sagiroglu & Sinanc, 2013; Chen et al., 2014). Een dataset die gelabeld kan worden als Big Data is vele malen groter dan de grootste conventionele dataset, die wel honderden miljoenen datapunten kan bevatten (Mehdi, 2018).

Variety

Met de diversiteit van data wordt bedoeld dat data ook ongestructureerd kan zijn. Er wordt onderscheid gemaakt in gestructureerde data, semi-gestructureerde data en ongestructureerde data. Met gestructureerde data wordt data bedoeld die gekenmerkt en eenvoudig te selecteren is. Spreadsheets zijn een goed voorbeeld van gestructureerde data. Semi-gestructureerde data is nog niet gestandaardiseerd, maar bevat wel gekenmerkte data-elementen (Ziermans, 2017). Ongestructureerde data wordt omschreven als alle data die niet direct als veld in een database beschikbaar is. Hierdoor is het voor computers lastiger om te benaderen (Van Dijk & De Zwart, 2015). Voorbeelden zijn content van diverse bronnen als foto's, video's, e-mails, internetpagina's, etc. (Ziermans, 2017).

Velocity

Met snelheid wordt de benodigde snelheid van dataverwerking bedoeld, die nodig is om de toegevoegde waarde aan de bedrijfsvoering te maximaliseren (Ziermans, 2017). Data werd vroeger per 'batch' geanalyseerd. Tegenwoordig wordt veel data continu gegenereerd en real time geanalyseerd. De snelheid in de definitie van Big Data refereert aan zowel de snelheid van het genereren van de data als de verwerking van deze data (Mehdi, 2018).

In aanvulling op de hiervoor genoemde drie V's, zijn volgens Mehdi (2018) nog drie V's die van belang zijn bij het omschrijven van Big Data. Dit zijn Variability (Variabiliteit), Veracity (Waarachtigheid) en Visualisation (Visualisatie). Een laatste, veelgebruikte V voor de definitie van Big Data is die voor Value (Waarde) (Kalksma, 2018). Met waarde wordt geduid op de waarde die toegevoegd wordt door de analyse van de data. Random data analyseren zonder doel is zinloos (Mehdi, 2018). Big Data omvat ook nieuwe architectuur en specifieke software om de data te verbinden en analyseren (Van Dijk & De Zwart, 2015). Het verwerken van grote hoeveelheden

data wordt Big Data Analytics (BDA) genoemd. Volgens Holdowski et al. (2015) zijn er daartoe analyses die op drie niveaus kunnen worden uitgevoerd:

1. Descriptieve analyse: Analyse gericht op beschrijven van het verleden.
2. Predictieve analyse: Analyse gericht op het voorspellen van de toekomst.
3. Prescriptieve analyse: Analyse gericht op het voorschrijven wat er dient te gebeuren om een gewenste uitkomst te realiseren.

2.3.2. Big Data buiten vastgoed

In het bedrijfsleven wordt Big Data steeds meer toegepast. Volgens de Harvard Business Review zijn organisaties die zich in de top 33% van hun sector bevinden qua data-gedreven besluitvorming, gemiddeld 5% productiever en 6% winstgevender dan de concurrenten (Frick, 2014). Big Data wordt in nagenoeg elke sector in meer of minder mate wel toegepast. Big Data is misschien wel het meest bekend bij toepassingen in social media. Een andere sector die veel gebruik maakt van Big Data toepassingen is de automotive branche met toepassingen in de ontwikkelingen van de zelfrijdende auto, de assemblage van auto's in hun fabrieken, het logistieke proces van onderdelen, voorraadbeheer en marketing (Deloitte, 2015). Van oudsher heeft de gezondheidszorg al te maken met grote hoeveelheden data in de vorm van het bijhouden van gegevens over patiënten, nieuwe behandelingen, anatomische ontdekkingen, chemische samenstellingen van medicijnen, wetenschappelijke studies, maar ook wettelijke vereisten aan artsen en verpleegkundigen. Enkele toepassingen van Big Data in de gezondheidszorg zijn het efficiënter maken van onderzoek en ontwikkeling, ziektepatronen analyseren, uitbraken van virussen monitoren, het profileren van patiëntgroepen om deze sneller, of zelfs voor het tonen van symptomen zorg te kunnen bieden en het opsporen van valse claims bij zorgverzekeraars (Raghupathi & Raghupathi, 2014). Als laatste wordt van alle zakelijke sectoren, in de financiële sector het meest geïnvesteerd in Big Data en BDA (Businesswire, 2019).

2.3.3. Big Data binnen (commercieel) vastgoed

Binnen de vastgoedsector wordt Big Data grotendeels gevoed door slimme gebouwen en steden, die vol worden gestopt met IoT toepassingen (zie paragraaf 2.2.4.). De wereldwijde ontwikkeling van deze slimme gebouwen en steden wordt geschat op 3 biljoen dollar. Slimme steden en gebouwen voorzien in nieuwe inzichten in de interactie tussen mensen en hun omgeving en beïnvloeden hoe de stad wordt gebruikt door mensen. Deze slimme steden worden voor een groot deel door vastgoedondernemingen gevormd, vanwege het aandeel van gebouwen in steden. De vastgoedsector heeft dus een belangrijke rol in het testen, uitvoeren en ontwikkelen van Big Data technologieën (Mehdi, 2018). Via verbeteringen in stedelijke systemen als transport, infrastructuur en stedelijke ontwikkelingen, ontstaan dankzij Big Data nieuwe kansen (Ziermans, 2017). Toepassingen worden ook gevonden in de ontwikkeling van AVM's en andere technieken om waarde of prijs te bepalen of te beïnvloeden (Asaftei et al., 2018). De AVM wordt besproken in paragraaf 2.5.

Gebruikers

Op basis van verzamelde data uit slimme gebouwen kan op efficiënte wijze een effectievere werkomgeving worden aangeboden of een betere winkelervaring. Denk aan het monitoren en automatisch aanpassen van de luchtkwaliteit, thermisch comfort, (dag)licht, geluid en lay-out. Zo kan de analyse van Big Data bijdrage aan een gezondere en comfortabelere werkomgeving en het ziekteverzuim terugdringen. Uit studies zou blijken dat dat een verbeterde luchtkwaliteit de productiviteit met 8% kan verhogen (Ziermans, 2017).

Beleggers en financiers

De relatieve inefficiëntie en intransparantie van de vastgoedsector en het feit dat de vastgoedsector een kapitaalintensief is, duidt op het potentieel en maken de sector geschikt voor de toepassing van Big Data (Mehdi, 2018). De hierboven genoemde slimme gebouwen bieden vanzelfsprekend ook voordelen voor de beleggers in termen van exploitatie en courantheid. De analyse van Big Data kan ook leiden tot betere beslissingen omtrent de beleggingsportefeuille. Financiers kunnen betere risico-afwegingen maken bij de verstrekking van financieringen (Ziermans, 2017). Financiers maken al gebruik van Big Data Analyse om grote hoeveelheden

data van publieke en gecertificeerde bronnen te analyseren om te komen tot een weging van het risico (Ward, 2015).

Ontwikkelaars

De hierboven genoemde Big Data van slimme gebouwen kan niet alleen voor bestaand vastgoed worden gebruikt, maar ook voor het ontwikkelen van nog beter op de gebruiker en/of eigenaar afgestemde gebouwen. Gebouwen en installaties kunnen specifiek worden ingericht voor het meest efficiënte en duurzame gebruik. Dit wordt ook wel gezien als sociologische experimenten waar civiele ingenieurs lering uit kunnen trekken voor het inrichten van de gebouwde omgeving (Ziermans, 2017).

2.3.4. Conclusie

Uit bovengenoemde literatuurstudie worden de volgende invloeden van een toepassing van Big Data binnen het vastgoed gedestilleerd.

- Binnen de vastgoedsector wordt Big Data voornamelijk gevonden in slimme gebouwen en steden, die vol zitten met IoT sensoren. Deze sensoren genereren een gigantische hoeveelheid data, die de kijk op de exploitatie sterk kan beïnvloeden (Mehdi, 2018; Cushman & Wakefield, 2019).
- Ook indirect kan Big Data de kijk op vastgoed veranderen. Toepassingen van Big Data in logistiek, automotive (Krasniqi & Hajrizi, 2016), retail (GeeksforGeeks, 2019) en gezondheidszorg (Raghupathi & Raghupathi, 2014) kan de vraag naar vastgoed, de locatie en de eisen aan het gebouw aanzienlijk veranderen.
- In het bedrijfsleven wordt Big Data steeds meer toegepast. Organisaties die gebruik maken van data-gedreven besluitvorming zijn productiever en winstgevender dan concurrenten (Frick, 2014). Big Data analyse zou een tool moeten zijn in de gereedschapskist van de investment manager en een kans om zijn concurrentiepositie te versterken (Kalksma, 2018).

Met verbeteringen in technologie in een snel evoluerende wereld, groeit de hoeveelheid data die wordt gegenereerd en over het internet wordt verstuurd minstens zo hard (Gupta et al., 2017). De enorme volumes van data, de grote heterogeniteit in data, inconsistente en incomplete datasets, vertragingen in technologische ontwikkelingen, een tekort aan gekwalificeerd personeel, het ontbreken van de juiste context, het ontbreken van standaarden en kwaliteitseisen en vragen omtrent privacy, veiligheid en beleid creëren hoge hordes die samen genomen moeten worden om Big Data tot zijn volle potentie te kunnen benutten. Hierin is het belangrijk dat iedereen hiervan profiteert en niet alleen een selecte groep die wel voldoende financiële daadkracht heeft (Hoskins, 2014; McKinsey & Co., 2019; IBM, 2017; Nagorny et al., 2017; Chen et al., 2014).

2.4. Artificial Intelligence

De toepassing van Artificial Intelligence (AI) groeit en de technologie genereert rendement. Het al eerder besproken Internet of Things (paragraaf 2.2.) en de grote hoeveelheden data (paragraaf 2.3.) die dit zal genereren, is voer voor AI en zal werken als accelerator voor de verdere ontwikkeling (Hoar et al., 2017). De analyse van Big Data gebeurt in toenemende mate middels complexe, zelflerende algoritmes. Uit een wereldwijde enquête van McKinsey & Co. (2019), onder internationale bedrijven, blijkt dat het gebruik van AI per jaar met 25% groeit in hun standaard bedrijfsprocessen. Daarnaast wordt AI steeds meer toegepast in hun secundaire bedrijfsprocessen. Ook voor de vastgoedsector wordt een grote impact voorzien. McKinsey & Co. (2019) voorspelde dat AI 40% van het werk in de vastgoedsector zal automatiseren. Dit is nagenoeg gelijk aan de voorspelling van PwC (Hoar et al., 2017).

2.4.1. Wat is Artificial Intelligence

De eerste definitie van AI werd in 1956 bedacht door John McCarthy en luidde: *“AI omvat machines die taken kunnen uitvoeren die kenmerkend zijn voor menselijke intelligentie”* (Hilgers, 2018). Intelligentie kent vele definities. Een veel voorkomende luidt: *“Het geheel van cognitieve of verstandelijke vermogens dat nodig is om kennis te verwerven en daar op een goede wijze gebruik van maken, teneinde problemen op te lossen die een vast omschreven doel en structuur hebben”* (Resing & Drenth, 2007). Voorbeelden van deze vermogens zijn perceptie, aandacht, geheugen, taal en planning (Hoar et al., 2017). De kunstmatige variant van intelligentie, AI, omvat niet alleen machines, maar ook softwareprogramma's. AI is het vakgebied dat probeert computers informatie te laten verwerken, zoals onze eigen hersenen dit zouden doen (Van Dijk & De Zwart, 2015) en bestaat in de basis uit slimme computerprogramma's die de cognitieve functies van mensen kunnen uitvoeren, inclusief interactie met de directe omgeving (Quispel, 2019). Te denken valt aan het maken van intelligente beslissingen, redeneringen en problemen oplossen (Hoar et al., 2017). AI wordt gevoed door Big Data in combinatie met 'kennis engineering' en is zelfstandig in staat een omgeving te observeren en te begrijpen op basis van grote hoeveelheden data en de opgebouwde intelligentie om te zetten naar onafhankelijk handelen (Quispel, 2019).

Het is belangrijk om te begrijpen dat AI een verzamelterm is voor meerdere technologieën, waaronder Machine Learning, Deep Learning, Natural Language Processing, Speech Recognition, Image Recognition en Robots (Patrick & Williams, 2020). Hieronder wordt een kort overzicht gegeven van de belangrijkste technologieën die AI omvat.

Machine Learning

De omschrijving van Machine Learning (ML) van Domingos (2015) luidt vrij vertaald, als volgt: *“Elk algoritme heeft input en output: de data gaat in de computer, het algoritme doet zijn ding en het resultaat komt eruit. Machine learning doet dit anders: De data en het resultaat gaan in de computer en het algoritme komt eruit.”*

ML is het aandachtsgebied dat zich richt op wiskundige algoritmes en technieken waarmee computers zelfstandig kunnen leren, complexe patronen kunnen herkennen en informatie kunnen classificeren (Van Dijk & De Zwart, 2015). ML is de methode om tot AI te komen. Met ML kunnen algoritmes getraind worden om algoritmes te schrijven, zonder dat ze hier expliciet voor geprogrammeerd zijn (Hilbers, 2018).

Deep learning

Deep Learning (DL) is een onderdeel van ML en bestaat uit algoritmes die ontworpen zijn om het menselijk neurale netwerk na te streven. DL heeft het vermogen om te leren en taken uit te voeren zoals het structureren van ongestructureerde data (zie paragraaf 2.3.1.) (Patrick & Williams, 2020).

Spraakherkenning

Met spraakherkenning wordt, zoals de naam al doet vermoeden, het proces van spraak herkennen en om te zetten naar tekst bedoeld (Patrick & Williams, 2020).

Natural Language Processing

Waar spraakherkenning zich bemoeit met het horen en herkennen van woorden, gaat Natural Language Processing (NLP) een stap verder. Met NLP wordt gerefereerd aan het vermogen van een machine om een woord te horen en vervolgens dit woord goed genoeg te begrijpen om er ook een actie aan te koppelen (Patrick & Williams, 2020).

Image recognition

Met beeldherkenning wordt, zoals de naam al doet vermoeden, het proces van beelden herkennen en te categoriseren bedoeld (Patrick & Williams, 2020).

Robots

Robots gebruiken AI om hun omgeving te lezen met een breed scala aan sensoren en variabelen, om te kunnen reageren op hun omgeving (Patrick & Williams, 2020).

2.4.2. Artificial Intelligence buiten vastgoed

AI is gegroeid van een puur academische discipline naar een cluster van reguliere technologieën die in toenemende mate ons leven beïnvloeden (Hoar et al., 2017). AI wordt een onderdeel van het dagelijks leven, zoals internet en social media dat nu al is (Patrick & Williams, 2020). Volgens Forbes (2020) gebruiken één op tien ondernemingen, tien of meer AI toepassingen. Chatbots, procesoptimalisatie en fraudedetectie zijn de meest gebruikte toepassingen. Volgens MMC Ventures Research (2019) zijn de meest voorkomende toepassingen consument/marktsegmentatie (15%), computerondersteunde diagnostiek (14%), call centers met virtuele assistenten (12%), sentimentanalyses/opinies mijnen (12%), gezichtsdetectie en -herkenning (11%) en HR toepassingen (bijvoorbeeld CV's screenen) (10%). Vanwege de aard en de neiging om digitaal geavanceerder en slimmer met analyses te zijn, is de financiële sector een van de 'early adopters' van AI (Golić, 2019). Volgens het Autonomous Next's 2018 Machine Intelligence forecast zal circa 1 biljoen dollar bespaard kunnen worden door banken, verzekeringsbedrijven en investeringsbeheermaatschappijen, wanneer zij systematisch AI toepassen in hun bedrijfsmodellen. Binnen de financiële wereld wordt AI al toegepast in beslisbomen en geautomatiseerde tekstanalyse (Van Dijk & De Zwart, 2015). AI technologie kan grote hoeveelheden taal in documenten verwerken, kennis samenvoegen en hier automatisch een logica aan verbinden. AI is binnen de advocatuur bijvoorbeeld aanzienlijk sneller, efficiënter en goedkoper dan een groep junior advocaten (Kelnar, 2019).

2.4.3. Artificial Intelligence binnen (commercieel) vastgoed

Zoals al herhaaldelijk is aangegeven, staat de vastgoedsector niet bol van innovatie. Maar ook hier dringt AI langzaam door. De meest bekende toepassing van AI is in de AVM. De AVM komt in paragraaf 2.5. aan bod. AI is ook terug te vinden in zowel de ontwerp-, beleggings- als gebruiksfase van slimme en efficiënte gebouwen.

Ontwerpfase

Deze slimme gebouwen hebben real-time controle over het klimaat in het gebouw en zorgen dat installaties zich automatisch aanpassen aan factoren zoals het weer en de wensen van de gebruikers. Succesvolle slimme gebouwen voegen waarde toe door het comfort te verhogen met aanpassingen aan de werkomgeving op individueel niveau, zodat het welzijn en de productiviteit stijgt (Hoar et al., 2017). In de ontwerpfase wordt gebruik gemaakt van algoritmes die het optimale ontwerp berekenen aan de hand van ingevoerde parameters. Het algoritme kan bijvoorbeeld het verhuurbaar oppervlakte optimaliseren, terwijl materiaalgebruik, impact op de omgeving en energieverbruik wordt geminimaliseerd (Hesp, 2020).

Beleggingsfase

In de beleggingsfase kan een investeringsbesluit genomen worden met behulp van Automated Valuation Models (AVM's) (zie paragraaf 2.5.). In de Verenigde Staten is software ontworpen die huurovereenkomsten samenvat in meer dan 20 talen en besluiten kan nemen op basis van zelflerende algoritmes. De due diligence bij de aankoop van een beleggingspand is hiermee

aanzienlijk korter en secuurder (Zierman & Boes, 2018). Big Data en geavanceerde rekenmethodes bepalen hoe en waar kapitaal wordt gealloceerd. Correlaties die een mens niet zomaar legt (of kan leggen), kunnen wel door AI gelegd worden. Met AI kan bijvoorbeeld het 'sentiment' binnen de vastgoedsector uit nieuwsbronnen worden gedestilleerd (Braun et al., 2019).

Gebruiksfase

Tot slot wordt in de gebruiksfase grote hoeveelheden data geproduceerd door sensoren in het gebouw, die geanalyseerd worden om het gebruiksgenot telkens te vergroten (Hesp, 2020). In het onderhoud van gebouwen kan AI een grote toevoeging zijn. Met voorspellende algoritmes kan zonder bemoeienis van een duur 'mens' worden voorspeld wanneer onderdelen van installaties of verlichting aan vervanging toe zijn (Quispel, 2019). Drones en andere slimme sensoren worden al gebruikt voor het scannen van gebouwen op de onderhoudstoestand. De slimme software, geschreven op basis van AI, verzorgt niet alleen de analyse van de data die gegenereerd wordt, maar ook de coördinatie van de inspecties en plant een onderhoudsmonteur in. AI neemt niet alleen de onderhoudsstrategie over van de facilitaire dienstverlening, maar stuurt ook personeelszaken (Hoar et al., 2017). De gebruikersdata die tijdens de levenscyclus van het gebouw wordt verzameld kan steeds accurater gebruikt worden om gebouwinstallaties optimaal in te regelen en zo energiekosten te besparen en de tevredenheid van de huurders te verhogen (Quispel, 2019).

2.4.4. Conclusie

Uit bovengenoemde literatuurstudie worden de volgende invloeden van een toepassing van Artificial Intelligence binnen het vastgoed gedestilleerd.

- AI wordt toegepast in de ontwerpfase bij slimme steden en gebouwen en kan comfort, productiviteit en efficiëntie verhogen (Hoar et al., 2017; Hesp, 2020).
- AI kan de belegger helpen bij het alloceren van kapitaal, ondersteunen in het bepalen van een rendabele prijs middels AVM's (Hoar et al., 2017) en ondersteunen bij correlaties identificeren bij een investeringsbeslissing (Braun et al., 2019).
- Met AI-tools als het automatisch inlezen en samenvatten van huurcontracten, kan de due diligence bij de aankoop van een gebouw aanzienlijk verkort worden (Zierman & Boes, 2018; Johnston, 2018).

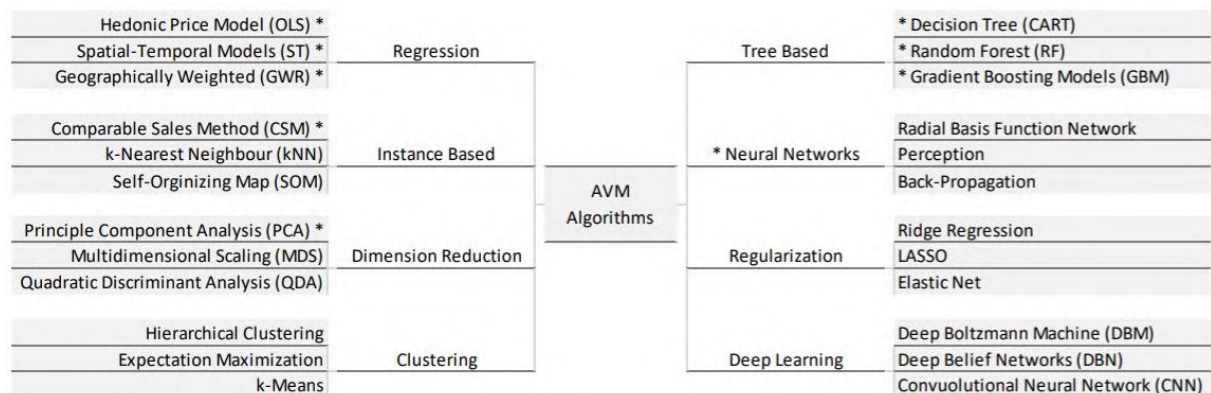
Een groot vraagstuk voor overheden en beleidsmakers is in hoeverre AI maatschappelijke gemeenschappen gaat beïnvloeden. Er zijn vraagstukken over het bouwen van veilige en betrouwbare hard- en software (Hoar et al., 2017), het vertrouwen winnen van mensen (Hoar et al., 2017; Kelnar, 2019), het overwinnen van angst voor de marginalisering van de mens (Hoar et al., 2017; Huang et al., 2019), het risico op afname van sociale interactie (Hoar et al., 2017; Kelnar, 2019). Volgens MMC Ventures Research (2019) zijn de grootste uitdagingen voor de ontwikkelingen van AI de strijd om talent (Constantinescu, 2018), het tekort aan beschikbare en geschikte trainingsdata (Hilgers, 2018; Larson et al., 2016) en de complexiteit van het creëren van productieklare technologie (Hilgers, 2018). McKinsey & Co. (2019) en IBM (2017) constateren dat er een tekort is aan wetenschappers en managers om zakelijke doeleinden te begrijpen, software code en algoritmes te schrijven voor analyses en de vertaalslag naar helder advies te maken en dat dit de komende jaren alleen maar zal toenemen. Tot slot zijn er grote zorgen over de privacy, cybersecurity en het ontbreken van wet- en regelgeving omtrent AI en aanverwante technologieën (Ziermans & Boes, 2018).

2.5. Automated Valuation Models

Een veel voorkomende toepassing van Artificial Intelligence wordt gevonden in het gebruik van Automated Valuation Models (AVM's). Voornamelijk in de Verenigde Staten zijn deze AVM's al ver ontwikkeld (Poursaeed et al., 2018), voornamelijk bij residentieel vastgoed. Vastgoedtaxaties spelen een belangrijke rol in vele toepassingen. Ze worden gebruikt voor het verlenen van een financiering, het bepalen van belastingen, jaarverslagen en aankoopbeslissingen. Deze taxaties worden deels handmatig uitgevoerd en zijn tijdrovend. Met de groeiende vraag naar accuratere taxaties, ontstaat een basis voor de toepassing en ontwikkeling van AVM's. Momenteel is de meest toegepaste methode voor taxaties de comparatieve methode. Hierbij wordt gekeken naar transacties van enigszins vergelijkbare panden, waarna voor de verschillen wordt gecorrigeerd. Zeker bij commercieel vastgoed, wat aanzienlijk heterogener is dan residentieel vastgoed, is dit een tijdrovende en kostbare klus. AVM's hebben de potentie om taxateurs te helpen bij dit proces en dit aanzienlijk te versnellen en kosten te reduceren (Hilgers, 2018). Uit een wereldwijde studie in 2018, onder institutionele beleggers, blijkt dat 62% gelooft dat handelsalgoritmes en verfijnde kwantitatieve modellen de investeringsmarkt efficiënter zullen maken (Fidelity Research Institute, 2018).

2.5.1. Wat zijn Automated Valuation Models

Wanneer aan een AVM wordt gedacht, neemt men algemeen aan dat het om ingewikkelde algoritmes gaat, maar in principe is een eenvoudige, rekenkundige formule in een Excel spreadsheet al een vorm van 'automatisch waarden'. Hilgers (2018) heeft in zijn master thesis een opsomming gemaakt van verschillende modellen die als AVM gekwalificeerd kunnen worden. Hij maakt hierbij onderscheid tussen de traditionele AVM's en de AI AVM's.



Bron: Master Thesis Hilgers, B.A.J. (2018), *Automated valuation models for commercial real estate in the Netherlands traditional regression versus machine learning techniques*

Hieronder wordt een korte omschrijving gegeven van enkele door Hilgers (2018) onderling vergeleken AVM's. Het gaat voor deze scriptie te ver om elke methodologie tot in de diepte toe te lichten. Er wordt volstaan met een korte omschrijving met voor- en nadelen.

Comparable Sales Method

In de vergelijkingsmethode wordt de marktwaarde van een goed bepaald aan de hand van transacties van andere goederen, die in meer of mindere mate vergelijkbaar zijn. Met statistische technieken worden, op basis van hun karakteristieken, de best vergelijkbare referenties geselecteerd. Bij voldoende homogeniteit, transacties en hoge kwaliteit van de data is met dit model snel, eenvoudig en accuraat de waarde van een goed te bepalen. Dit toont ook meteen de zwakte in het gebruik voor commercieel vastgoed, aangezien commercieel vastgoed als heterogeen, illiquide en ondoorzichtig wordt gekenmerkt (Hilgers, 2018).

Hedonic Price Regression Model

De hedonische prijsmethode wordt breed toegepast om de waarde van heterogene vermogensbestanddelen, zoals vastgoed, uit te leggen en te simuleren (Hilgers, 2018). De methode meet de bijdrage van specifieke karakteristieken van een goed en zoekt een regressie met de waarde van het goed (Beimer & Francke, 2019). Vraag en aanbod kan nu vergeleken worden binnen een statistisch kader en elke karakteristiek krijgt een gekwantificeerde bijdrage aan de waarde. Het model geeft de mogelijkheid om de waarde te schatten op basis van concrete keuzes, voortkomend uit causaliteit. De vertaling van deze causaliteiten naar een wiskundig model maakt het mogelijk om in relatief data-arme markten een relatief nauwkeurige schatting te doen. Het nadeel is dat dit model gevoelig is voor de hoeveelheid, kwaliteit en onderlinge afhankelijkheid van de data en de aannames die door de gebruiker worden gedaan (Hilgers, 2018).

Spatial-Temporal Regression Models

Spatial duidt op ruimte en Temporal duidt op tijd. Spatial-Temporal wordt toegepast bij data-analyses waarbij rekening gehouden wordt met de tijd en plaats waar de data 'ontstond' en wordt gezien als een aanvulling op de Multiple Regression Analysis (MRA). Simpelweg wordt er bij de regressie rekening gehouden met factoren als afstand tot het getaxeerde of een belangrijk knooppunt en verlopen tijd van de 'data' en de datum van taxatie. Deze eigenschap is specifiek voor vastgoed relevant, gelet het belang van de locatie van een gebouw en de volatiliteit van de verschillende submarkten. Bij beleggingsvastgoed wordt echter een significant deel van de waarde bepaald door de huurinkomsten. Als het model op locatie en tijd een hoge weging legt met een pand dat dichtbij is en recent is gepasseerd, wordt voorbijgegaan aan het feit dat een ander pand wellicht gelijke inkomsten en huurtermijnen kent (Hilgers, 2018).

Artificial Neural Networks

Artificial Neural Networks vormen de basis voor de Artificial Intelligence en Machine Learning methodes van nu en leren door herhaling. Door voortdurende historische input en outputgegevens te analyseren, traint het netwerk zichzelf (Beimer & Francke, 2019). ANN's zijn uitstekende in staat om patronen en verbanden tussen waarde en karakteristieken te leggen die te complex of te numeriek zijn om door een mens herkend te worden. Het nadeel van deze modellen ligt in de 'onuitlegbaarheid' die in deze modellen zit opgesloten. De patronen en verbanden die gelegd worden kunnen zo ingewikkeld zijn, dat een mens deze niet zonder meer kan begrijpen (Hilgers, 2018).

Tree-Based Models

Tree-Based Models zijn relatief rechttoe rechtaan algoritmes die statistische patronen herkennen. Kort gezegd voert het model talloze tests uit om tot de beste volgorde te komen voor de regressie en het voorspellen van de afhankelijke variabele gebaseerd op de regels voor de onafhankelijke variabele (Hilgers, 2018). In de basis zijn het lange 'beslissingsbomen' die voortdurend de vraag beantwoorden 'als dit, dan dat, anders' (Beimer & Francke, 2019). Over het algemeen worden ze als flexibeler ervaren dan de traditionele, hedonische modellen. Nadeel is dat het vaak ondoorzichtig is wat het model doet, het 'black box' gevoel (Hilgers, 2018).

2.5.2. Automated Valuation Models binnen (commercieel) vastgoed

Een bekende speler op het gebied van AVM's op de Nederlandse markt is Geophy, gevestigd in Delft en New York (Vastgoedmarkt, 2018). De AVM van Geophy is gebouwd op een dynamisch, semantisch data-integratieplatform. Het identificeert en beoordeelt structurele waardedragers binnen de markt en berekent snel en efficiënt de waarde van een gebouw. De waardedragers die gebruikt worden zijn nationale en internationale demografische en economische parameters, maar ook 'hyperlokale' data zoals afstand tot muziekevenementen, groenvoorzieningen, criminaliteitscijfers en zelfs de toon van reviews van lokale bedrijven (Geophy, 2019). 'Hyperlokale' data is data op wijkniveau en niet alleen op stad- of stadsdeelniveau. De impact van deze data uit de directe omgeving werd traditioneel meer intuïtief meegenomen in de besluitvorming (Asaftei et al., 2018). Volgens McKinsey (2019) wordt bijna 60% van de waarde

van een woning verklaard door niet-traditionele data zoals de nabijheid van een 4-sterren hotel, het aantal koffiewinkels en het aantal zwembaden binnen een bepaalde radius.

Bovengenoemde resultaten gelden echter met name voor residentieel vastgoed, wat een homogener product is dan commercieel vastgoed. Zoals eerder aangegeven maakt AI gebruik van zowel input als output om getraind te worden en een algoritme te bouwen. Om dit voor vastgoed te kunnen doen, is veel data nodig voor zowel de input als de output. De input bestaat uit de karakteristieken van een gebouw en de output uit de (historische) transactieprijs en/of behaald rendement (Hilgers, 2018). Datagedreven Machine Learning technieken ondervinden moeilijkheden met het vinden van patronen in de beschikbare data in de commerciële vastgoedsector, vanwege het beperkte aantal transacties dat plaatsvinden en de onvolledigheid van de informatie over de transacties. Hilgers (2018) heeft verschillende AVM's met elkaar vergeleken door deze toe te passen op een set van transacties van commercieel vastgoed en concludeert dat op dit moment de data nog niet van voldoende kwantiteit en kwaliteit is om de traditionele manier van taxeren te vervangen. Voor beleggingsvastgoed geldt nog dat er andere waardedragers van belang zijn. Uit een onderzoek naar de verklarende onafhankelijke variabelen op de waarde van een kantoorgebouw in Nederland bleek dat 62,1% van de marktwaarde bepaald werd door de verhuursituatie: de gemiddelde huurwaarde (44,3%), de bezettingsgraad (14%) en de resterende contractduur (3,8%) (Brinkman, 2014).

2.5.3. Conclusie

Vanuit bovengenoemde literatuurstudie worden de volgende conclusies omtrent de toepassing van Automated Valuation Models:

- In AVM's zijn de waardedragers die gebruikt worden uitgebreid met hyperlokale data op wijkniveau (Geophy, 2019; Asaftei et al., 2018).
- De data is momenteel nog niet van voldoende kwantiteit en kwaliteit om de traditionele manier van taxeren te vervangen (Hilgers, 2018; Beimer & Francke, 2019). Dit geldt nog meer voor commercieel vastgoed (Hilgers, 2018).
- De toepassing van AVM's is een uitstekende manier om de subjectiviteit in taxaties terug te brengen (Hilgers, 2018).

Een van de te nemen hordes voor de toepassing en ontwikkeling van AVM's, is de onbereidheid van de huidige spelers binnen de vastgoedsector om data te delen (Vastgoedmarkt, 2018; Hilgers, 2018) en het gebrek aan uniformiteit en standaardisatie (Beimer & Franck, 2019). Dit heeft tot gevolg dat zowel de kwantiteit en de kwaliteit van de beschikbare data in de vastgoedsector momenteel niet voldoende is om de traditionele manier van taxeren te vervangen (Hilgers, 2018). Vergelijkbaar met andere sectoren zijn andere grote drempels het gebrek aan uitlegbaarheid van de zeer complexe modellen en de juridische gevolgen die hieraan verbonden zijn (Hilgers, 2018; Beimer & Francke, 2019).

2.6. Conclusie

Uit de literatuurstudie wordt geconcludeerd dat alle onderzochte technologieën een impact kunnen hebben op de vastgoedsector in het algemeen, en de taxatiewerkzaamheden specifiek. Blockchain kan de transparantie van de vastgoedsector bevorderen, de due diligence bij aankoop efficiënter en goedkoper maken en het administratieve handelingen verlagen. De blockchain heeft echter veel moeite om uit de introductiefase te komen. Uitdagingen voor de implementatie zijn de regelgeving die aangepast moet worden op de technologie en het privacybeleid en de onomkeerbaarheid van veranderingen.

Het verstandig inzetten en gebruiken van IoT op kantoren en bedrijfsruimte levert significante besparingen in de exploitatie en breiden het dienstenpakket van de vastgoedeigenaar uit. Het geavanceerd traceren en monitoren op gebouw- en portefeuilleniveau kan leiden tot een lager risico, meer gefundeerde taxaties en geoptimaliseerd portefeuillebeheer. Een van de grootste uitdagingen waar de groei en ontwikkeling van IoT als fenomeen voor staat, is de interoperabiliteit door het gebrek aan normen en standaarden. Tot slot wordt gewaarschuwd voor de bewaking van de privacy.

Binnen de vastgoedsector wordt Big Data voornamelijk gevonden in slimme gebouwen en steden, die vol zitten met IoT sensoren. Indirect, via ontwikkelingen van Big Data in logistiek, automotive, retail en gezondheidszorg, kan de vraag naar vastgoed, de locatie en de eisen aan het gebouw aanzienlijk veranderen. De enorme volumes van data, de grote heterogeniteit in data, inconsistente en incomplete datasets, vertragingen in technologische ontwikkelingen, een tekort aan gekwalificeerd personeel, het ontbreken van de juiste context, het ontbreken van standaarden en kwaliteitseisen en vragen omtrent privacy, veiligheid en beleid creëren hoge hordes die samen genomen moeten worden om Big Data tot zijn volle potentie te kunnen benutten.

AI wordt toegepast in de ontwerpfase bij slimme steden en gebouwen en kan comfort, productiviteit en efficiëntie verhogen. Het helpt de belegger bij het alloceren van kapitaal, ondersteunt in het bepalen van een rendabele prijs middels AVM's en bij het identificeren van correlaties bij een investeringsbeslissing. Met AI-tools als het automatisch inlezen en samenvatten van huurcontracten, kan de due diligence bij de aankoop van een gebouw aanzienlijk verkort worden. Er zijn echter vraagstukken over het bouwen van veilige en betrouwbare hard- en software, het vertrouwen winnen van mensen, het overwinnen van angst voor de marginalisering van de mens en het risico op afname van sociale interactie. De grootste uitdagingen voor de ontwikkelingen van AI de strijd om talent, het tekort aan beschikbare en geschikte trainingsdata en de complexiteit van het creëren van productieklare technologie. Tot slot zijn er grote zorgen over de privacy, cybersecurity en het ontbreken van wet- en regelgeving omtrent AI en aanverwante technologieën.

In AVM's worden de waardedragers van het gebouw uitgebreid met hyperlokale data op wijkniveau. De toepassing van AVM's is een uitstekende manier om de subjectiviteit in taxaties terug te brengen. De data is momenteel echter nog niet van voldoende kwantiteit en kwaliteit om de traditionele manier van taxeren te vervangen. Dit geldt nog meer voor commercieel vastgoed. Enkele van de te nemen hordes voor de toepassing en ontwikkeling van AVM's, zijn de onbereidheid van de huidige spelers binnen de vastgoedsector om data te delen en het gebrek aan uniformiteit en standaardisatie. Dit heeft tot gevolg dat zowel de kwantiteit en de kwaliteit van de beschikbare data in de vastgoedsector momenteel niet voldoende is om de traditionele manier van taxeren te vervangen. Vergelijkbaar met andere sectoren zijn andere grote drempels het gebrek aan uitlegbaarheid van de zeer complexe modellen en de juridische gevolgen die hieraan verbonden zijn.

3. Het taxatieproces

In hoofdstuk 2 zijn de innovaties die de praktijk van de taxateur kunnen veranderen op hoofdlijnen beschreven. Deze innovaties zijn in dit onderzoek de onafhankelijke variabelen. Deelvraag 3 luidt *“Hoe zien de werkzaamheden van de taxateur eruit?”*. Het antwoord op deze vraag is de afhankelijke variabele en zal in dit hoofdstuk worden beantwoord. Elke taxateur heeft zijn eigen proces en manier van werken. De meeste banken, en veel andere gebruikers van taxaties in Nederland, eisen echter dat de taxatie wordt uitgevoerd door een taxateur die is ingeschreven in het Nederlands Register Vastgoed Taxateurs (NRVT). Het NRVT stelt minimale eisen aan de taxaties die door de leden in haar register worden uitgebracht. Omdat deze eisen voor alle Register Taxateurs gelden, kunnen we stellen dat deze eisen nagenoeg uniform gelden voor alle taxateurs.

3.1. Nederlands Register Vastgoed Taxateurs

Het Nederlands Register Vastgoed Taxateurs (NRVT) is formeel operationeel is per 1 januari 2016. De missie van de Stichting NRVT luidt:

“NRVT bewaakt, waarborgt en bevordert de onafhankelijkheid, integriteit en kwaliteit van de Register-Taxateur en dient, als centraal register van vastgoedtaxateurs, het publiek belang van vastgoedwaarderingen.”

Ieder jaar wordt miljarden euro's aan vastgoed gewaardeerd door vastgoedtaxateurs. Dat gaat om woningen, kantoren, bedrijfspanden, ziekenhuizen en scholen. Het is daarom belangrijk dat taxaties objectief en onafhankelijk worden uitgevoerd, door bekwame en gekwalificeerde professionals. Deze bekwame professionals zijn te vinden in het NRVT. Met het intensiveren van opleidingen voor taxateurs, het opstellen van gedrags- en beroepsregels en het valideren van processen, poogt het NRVT de cruciale rol van de taxateur te behouden. Daarnaast kent NRVT een onafhankelijk, centraal tuchtrechtstelsel, dat voorziet in een consistente, transparante en onafhankelijke tuchtrechtspraak voor alle geregistreerde taxateurs.

Het register is opgebouwd uit vier kamers: De Kamer Wonen, De Kamer BV (Bedrijfsvastgoed), De Kamer WOZ en de Kamer LAV (Landelijk Agrarisch Vastgoed). Een geregistreerd taxateur mag alleen een taxatie verrichten van het type vastgoed dat binnen de definitie van de Kamer, waar hij is ingeschreven is, valt. Eind 2019 was het ledenaantal 7.082 Register Taxateur. De Kamer Wonen is met 5.699 registraties veruit het grootst, gevolgd door de Kamer BV met 1.743 registraties.

3.2. Minimale eisen praktijkhandleiding

Taxaties worden uitgevoerd door gekwalificeerde taxateurs, die handelen op basis van erkende regels en richtlijnen, opgesteld door het NRVT. Voor de taxatie van commercieel vastgoed is de Praktijkhandreiking Bedrijfsmatig Vastgoed (2020) opgericht. Onder bedrijfsmatig vastgoed wordt verstaan een vastgoedobject of complex van vastgoedobjecten, niet zijnde een woning voor eigen gebruik of landelijk en agrarisch vastgoed. De Praktijkhandreiking geeft een nadere uitleg en invulling aan de regels uit EVS en IVS en is van toepassing op de Register-Taxateur die een taxatie verricht ten aanzien van bedrijfsmatig vastgoed. De handreikingen zijn geen dwingende voorschriften, maar bevatten expliciete, praktische aanbevelingen waaraan Register-Taxateurs in principe moeten voldoen om kwalitatief toereikende Professionele Taxatiediensten te verrichten. In bijlage 1 is vervolgens een lijst opgenomen met de rapportagevereisten. Dit is een lijst met onderwerpen die in een taxatierapport tenminste aan bod moeten komen en dus door een taxateur moeten worden onderzocht. Deze lijst, bijgevoegd in de bijlage van dit onderzoek, geeft een weliswaar beperkt, maar overzichtelijke lijst met afhankelijke variabelen, waar digitale innovatie van invloed op kunnen zijn. Er is een onderverdeling gemaakt naar een Volledige Taxatie, Hertaxatie en een Markttechnische update. Voor dit onderzoek is alleen gekeken naar de vereisten voor een Volledige Taxatie.

Om de resultaten overzichtelijk te houden, wordt de invloed van een digitale innovatie niet per subonderdeel besproken, maar per hoofdonderdeel (de gekleurde regels in de tabel in de bijlage).

Er is voor gekozen om de onderdelen Opdracht, Identificatie, Milieuaspecten, Evaluatie, Bronvermelding, Definities en Algemene Voorwaarden buiten het onderzoek te houden, vanwege het hoofdzakelijk administratieve karakter van deze onderdelen. Dit betekent echter niet dat de implementatie van een innovatie hier geen invloed op kan hebben. De bepaalde afhankelijke variabelen in dit onderzoek worden, daar waar nodig, hieronder besproken.

Taxatie

Deze vereiste bestaat uit de volgende elementen (NRVT, 2020):

- Waardepeildatum

De waardepeildatum is de datum waarop de schatting van toepassing is (NRVT, 2019). De waardepeildatum of peildatum is een van de essentiële elementen voor een taxatie. De peildatum geeft aan per welke datum de marktwaarde wordt bepaald. Een taxatie is een zuivere momentopname en alleen 'geldig' op deze peildatum (Van Arnhem & Berkhout, 2013).

- Datum inspectie

De datum inspectie is uiteraard de datum waarop het te taxeren vastgoedobject is geïnspecteerd. Bij een inspectie van meerdere dagen is de laatste dag van bezichtiging de inspectiedatum (NRVT, 2019).

- Mate van inspectie ter plaatse

Bij een volledige taxatie beoordeelt de taxateur zelf het vastgoedobject zowel intern als extern. Indien toegang tot het vastgoedobject niet mogelijk is, of de taxateur schat dat op basis van zijn professionele inschatting, dat een interne inspectie niet noodzakelijk is, vermeldt hij dit (NRVT, 2020). Het doel van een inspectie is om, onder andere, de omgeving van het object, afmetingen en vorm van perceel en gebouwen, de bouwkundige staat, het gebruik, functies van ruimtes, de installaties, staat van onderhoud en milieufactoren in beeld te krijgen (Van Arnhem & Berkhout, 2013).

- Gebeurtenissen na inspectiedatum en na de waardepeildatum

Wanneer na de waardepeildatum, maar voor de datum van de rapportage, een gebeurtenis met betrekking tot het getaxeerde plaatsvindt, die van substantiële invloed is op de waardering, wordt dit gemeld (NRVT, 2020).

- Definitie van de getaxeerde waarde

Tenzij uitdrukkelijk anders vermeld, dient de marktwaarde als waardegrondslag gehanteerd te worden. Indien de opdrachtgever naast of in plaats van de marktwaarde inzicht wil hebben in andere taxatiewaarden, op basis van andere waardebegrippen (in overeenstemming met EVS en/of IVS), wordt dit vermeld en worden deze waardebegrippen nauwkeurig omschreven (NRVT, 2020). De definitie van de marktwaarde luidt volgens de International Valuation Standards (IVS)(2020):

Marktwaarde is het geschatte bedrag waartegen een actief of passief zou worden overgedragen op de waardepeildatum tussen een bereidwillige koper en een bereidwillige verkoper in een zakelijke transactie, na behoorlijke marketing en waarbij de partijen zouden hebben gehandeld met kennis van zaken, prudent en niet onder dwang.

Andere waarden die als wettelijke taxatie kunnen worden aangemerkt zijn, onder andere, taxaties uit hoofde van (NRVT, 2019):

- Wet waardering onroerende zaken (WOZ).
- Ontheffingswet.
- Wet ruimtelijke ordening.
- Regeling toegelaten volkshuisvesting 2015 en/of het Handboek modelmatig waarden.
- Fiscale wetgeving (waarde in het economisch verkeer).
- Burgerlijk Wetboek (art 7:303: huurprijsherziening).

- Getaxeerde waarde(n) in cijfers en woorden
- Gebruikte valuta (Euro)
- Gehanteerde taxatiemethodiek

Voor de bepaling van de waarde van een vastgoedobject wordt gebruik gemaakt van één of meerdere waarderingmethoden. Het wordt aanbevolen gebruik te maken van ten minste twee methoden. In het taxatierapport wordt duidelijk omschreven welke methode(n) zijn/worden gebruikt, inclusief een omschrijving van deze methode(n) (NRVT, 2020). Vanwege het principe dat de taxatiemethode een indicatie geeft van de marktwaarde en dat andere beredeningen van die waarde mogelijk is, is het de taxateur vrij om de gebruikte methode te bepalen (Van Arnhem et al., 2013).

- Verklaring controlerend taxateur

Voordat het taxatierapport wordt uitgebracht, worden de taxatiewerkzaamheden onderworpen aan een plausibiliteitstoets door een controlerend taxateur, tenzij de taxatie is verricht door ten minste twee taxateurs. De plausibiliteitstoets betreft een toets op aannemelijkheid en geloofwaardigheid van de taxatie en toetst of de gehanteerde taxatiemethodiek in overeenstemming met de daaraan gestelde eisen (de toepasselijke reglementen van NRVT en EVS of IVS). De controlerend taxateur is alleen verantwoordelijk voor de plausibiliteitstoets (NRVT, 2020).

- Uitgangspunten

De gehanteerde uitgangspunten worden vermeld in het taxatierapport en door de taxateur getoetst of deze aanvaardbaar zijn (NRVT, 2020). Een uitgangspunt is een veronderstelling waarvan redelijkerwijs mag worden aangenomen dat deze als waar kan worden aangemerkt en geen nader onderzoek vergen (NRVT, 2019).

- Bijzondere uitgangspunten

Met een bijzonder uitgangspunt wordt een taxatie gebaseerd op feiten en omstandigheden die wezenlijk verschillen van de feiten en omstandigheden die bestaan op de waardepeildatum of op feiten en omstandigheden waarvan redelijkerwijs niet wordt verwacht dat een kandidaat-koper deze zou hanteren op de waardepeildatum (NRVT, 2019). Bijzondere uitgangspunten worden uitsluitend gehanteerd indien ze redelijkerwijs als realistisch, relevant en geldig kunnen worden beschouwd en worden hierop getoetst door de taxateur. De marktwaarde zonder het gehanteerde bijzondere uitgangspunt moet ook vermeld worden (NRVT, 2020).

Juridisch

Deze vereiste bestaat uit de volgende elementen (NRVT, 2020):

- Kadastrale recherche

De Kadasterwet kent onder andere het houden van de openbare registers en het bijhouden van de Basisregistratie Kadaster en de kadastrale kaart, het registreren en cartografisch weergeven van geografische gegevens en het verstrekken van informatie als kerntaken aan het kadaster toe. Een onderzoek in de kadastrale registers naar de rechtstoestand is essentieel voor de taxatie.

- Titelonderzoek/ zakelijke rechten

In de aankomstitel (waarvan een kopie het eigendomsbewijs is) staat informatie over de bepalingen die destijds tussen koper en verkoper zijn overeengekomen. Voor de taxatie zijn voornamelijk bepalingen als erfdiensbaarheden, kettingbedingen en publiekrechtelijke belemmeringen en beperkingen van belang (Van Arnhem et al., 2013).

- Eigendomssituatie/ erfpachtschrijving

Op het kadastrale uittreksel en in de aankomstitel wordt het type eigendom vermeld (Van Arnhem & Berkhout, 2013). Voorbeelden zijn vol eigendom, bloot eigendom, recht van erfpacht, recht van opstal of appartementsrecht (NRVT, 2020).

- Bestemming en gebruiksmogelijkheden

Het belangrijkste instrument van de gemeente voor de ruimtelijke ordening is het bestemmingsplan, waarin van overheidswege een bestemming aangaande inrichting en gebruik van gronden en opstallen wordt toegekend. Het bestemmingsplan, maar ook bestemmingsplankaart, gebruiksvoorschriften, overgangsbepalingen en voorbereidingsbesluiten, worden ingezien om de mogelijkheden van het getaxeerde perceel te verkennen en of er in de directe omgeving bijzondere omstandigheden zich voordoen (Van Arnhem & Berkhout, 2013).

Specificatie fysieke aard object (objectomschrijving)

Deze vereiste bestaat uit de volgende elementen (NRVT, 2020):

- Globale omschrijving
- Oppervlakten conform NEN 2580/ aantallen p.p. etc.
- Globale beschrijving bouwaard, installaties, materiaalgebruik en indeling van het object etc.

Van Arnhem et al. (2013) nemen in hun interne (object)analyse de volgende aspecten op:

- kenmerken van het perceel;
- milieuaspecten;
- kadastrale gegevens;
- bouwkundige aspecten;
- planologische gegevens;
- wijze van gebruik.

In aanvulling wordt door inspectie de volgende onderdelen in beeld gekregen:

- afmetingen en vorm van perceel en gebouwen;
- bouwkundige staat, constructie, materialen en leeftijd van gebouwen;
- het gebruik van gronden en gebouwen;
- de functies van ruimten;
- aanwezige installaties;
- staat van onderhoud;
- uitbreidingen, verbeteringen en renovaties.

Locatie (locatieomschrijving)

Deze vereiste bestaat uit de volgende elementen (NRVT, 2020):

- Stand en ligging
- Bereikbaarheid
- Locatieomschrijving

Van Arnhem et al. (2013) hebben het over de externe (omgevings)analyse en verdelen deze naar macro-economische factoren, regio en plaats en buurt. Op macro-economisch niveau worden economische en prijsontwikkelingen besproken. Bij 'regio en plaats' wordt een analyse gemaakt van trends in inwonersaantal en hun karakter, lokale economische gegevens, ruimtelijke structuur en de karakter van de plaats. Tot slot worden bij 'buurt' bij buurt voorbeelden gegeven van analyses van levenscycli van de buurt, percentage eigenwoningbezitters, huur- en kooprijksniveaus en mutatiegraden.

Huursituatie

Deze vereiste bestaat uit de volgende elementen (NRVT, 2020):

- Gebruikssituatie
- Overzichtelijke actuele huurlijst (huurders, opp VVO m2 expiratedatum, leegstand etc.)
- Bijzonderheden per huurovereenkomst (incentives, allonges etc.)
- Bronvermelding: aangeleverde huurovereenkomsten, sideletters, en allonges per huurder

Van Arnhem et al. (2013) geven aan dat niet alleen de schriftelijke huurovereenkomst van belang is, maar ook de wettelijke bepalingen die betrekking hebben op het huren en verhuren van onroerend goed. Zij geven speciale aandacht aan de analyse van de volgende onderdelen:

- de kwaliteit van de huurders;
- de huurprijs;
- btw verrekening;
- restduur huurtermijn;
- huurverhoging;
- verdeling van onderhoudskosten;
- zekerheden (bijvoorbeeld bankgarantie of waarborgsom);
- bijzondere bepalingen (bijvoorbeeld kooprecht en onderverhuur mogelijkheden).

Courantheid

Deze vereiste bestaat uit de volgende elementen (NRVT, 2020):

- Locatiebeoordeling
- Objectbeoordeling
- Mate van verhuurbaarheid/ gebruik met motivatie (beschrijving)
- Mate van verkoopbaarheid met motivatie (beschrijving)

Na de analyse van de juridische omstandigheden, het object, de locatie en (indien van toepassing) de huursituatie aan de hand van ontvangen gegevens en de uitgevoerde inspectie, wordt het professionele kwalitatieve oordeel, inclusief de motivatie van dit oordeel op deze onderdelen in het taxatierapport opgenomen.

Risico-analyse

Deze vereiste bestaat uit het volgende element (NRVT, 2020):

- SWOT-analyse

De SWOT-analyse ((Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) is onderdeel van de kwalitatieve gevoeligheidsanalyse op de geschatte waarde. Een taxatie is een schatting van een theoretische prijs. De meest belangrijke en meest gevoelige aannames ten aanzien van het getaxeerde worden vermeld. In aanvulling kan een uitgebreidere “beoordeling van onzekerheden” op belangrijke interne (huurders, gebouw) en externe (politiek, economie, financieel, wetgeving) factoren worden opgesteld (NRVT, 2020).

Markt

Deze vereiste bestaat uit de volgende elementen (NRVT, 2020):

- verhuurtransacties / aanbod verhuur
- verkoop- en beleggingstransacties

Indien mogelijk worden drie of meer relevante vergelijkingstransacties betreffende huur en betreffende koop in het taxatierapport opgenomen. Deze worden aangevuld met een analyse van beschikbare referentiegegevens en er wordt een relatie met de gehanteerde in- en outputparameters in de waardering gegeven. Ten aanzien van de beschikbare referentiegegevens wordt tenminste de datum van de transactie opgenomen en wordt toegelicht hoe de referentie zich verhoudt tot het getaxeerde object (NRVT, 2020).

Toelichting op de waardering

Deze vereiste bestaat uit het volgende element (NRVT, 2020):

- Omschrijving toelichting op de waardering (taxatiebenadering)

In de toelichting staat een duidelijke onderbouwing, onder meer door middel van een waarderingsmodel (NAR, DCF, vergelijkmethode, of andere redelijke methode), van de totstandkoming van de waarde. Indien geen gebruik is gemaakt van een waarderingsmodel wordt de taxatiebenadering volledig beschreven (NRVT, 2020).

Onzekerheid taxatie

Met taxatieonzekerheid wordt bedoeld op de waarschijnlijkheid dat een taxatie afwijkt van de prijs van een feitelijke transactie op de waardepeildatum (Van Arnhem et al., 2013). De mate van subjectiviteit is van invloed op de mate van schattingsonzekerheid en daardoor op de inschatting van risico's op afwijkingen in een taxatie. De schattingsonzekerheid kan het gevolg zijn van (NRVT, 2020):

- Beperkte informatievoorziening
- Beperkte marktinformatie
- Marktomstandigheden
- Algemene taxatie-onnauwkeurigheid

Bovengenoemde omstandigheden worden vermeld, zodat voor de opdrachtgever inzichtelijk is aan welke beperkingen de taxatie onderhevig is. In aanvulling worden nog eventuele bijzondere onzekerheden over de taxatie vermeld (NRVT, 2020). De taxatieonzekerheid laat zich moeilijk kwantificeren, want het criterium voor taxatieonzekerheid, de veronderstelde prijs, is niet bekend (Van Arnhem et al. 2013).

3.3. Conclusie

Taxaties van commercieel vastgoed worden uitgevoerd door taxateur die zijn ingeschreven in het NRVT. Het NRVT stelt minimale eisen aan de taxaties die door de leden in haar register worden uitgebracht. Omdat deze eisen voor alle Register Taxateurs gelden, kunnen we stellen dat deze eisen nagenoeg uniform gelden voor alle taxateurs. Voor de taxatie van commercieel vastgoed is de Praktijkhandreiking Bedrijfsmatig Vastgoed (2020) uitgegeven. Hierin staan de minimale vereisten aan een taxatierapport omschreven. Dit zijn zeventien onderdelen. Er is voor gekozen om de onderdelen Opdracht, Identificatie, Milieuaspecten, Evaluatie, Bronvermelding, Definities en Algemene Voorwaarden buiten het onderzoek te houden, vanwege het hoofdzakelijk administratieve karakter van deze onderdelen. De volgende tien onderdelen zijn geïdentificeerd als afhankelijk variabele:

- a. Taxatie
- b. Juridisch
- c. Specificaties fysieke aard object
- d. Locatie
- e. Huursituatie
- f. Courantheid
- g. Risico-analyse
- h. Markt
- i. Toelichting op de waardering
- j. Onzekerheid taxatie

4. Uitvoering onderzoek

In hoofdstuk 2 zijn de onafhankelijke variabelen voor dit onderzoek beschreven en is antwoord gegeven op deelvragen 1 en 2. Vervolgens zijn de afhankelijke variabelen in hoofdstuk 3 uitgezet en toegelicht om deelvraag 3 te kunnen beantwoorden. In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op deelvraag 4. Deze luidde:

Waar raken de (mogelijke) toepassingen van blockchain, Internet of Things, Big Data, Artificial Intelligence en Automated Valuation Models de werkzaamheden van de taxateur?

Eerst zullen in paragraaf 4.1. verwachtingen worden geformuleerd aan de hand van de conclusies in de literatuurstudie uit hoofdstuk 2 en 3. De mogelijke invloeden van de innovaties op de werkzaamheden worden gepresenteerd en vervolgens toegelicht. Vanwege het tekort aan wetenschappelijke literatuur over de onderzochte innovaties en het taxatieproces meer specifiek, en het verkennende karakter van dit onderzoek, wordt het antwoord op deelvraag 4 geformuleerd op basis van interviews met experts uit de praktijk. De opzet van de interviews wordt in hoofdstuk 4.2. besproken. Tot slot zijn de interviews geanalyseerd.

4.1. Onderzoeksverwachtingen

De onafhankelijke variabelen bestaan uit de vijf digitale innovaties die besproken zijn in hoofdstuk 2. De afhankelijke variabelen bestaan uit de minimale rapportagevereisten vanuit het NRVV, besproken in hoofdstuk 3. In onderstaand overzicht zijn de innovaties voorzien van een cijfer en elk onderdeel van de vereisten van een letter.

Onafhankelijke variabele, Innovatie	Afhankelijke variabele, vereisten
1. Blockchain	a. Taxatie
2. Internet of Things	b. Juridisch
3. Big Data	c. Specificaties fysieke aard object
4. Artificial Intelligence	d. Locatie
5. Automated Valuation Models	e. Huursituatie
	f. Courantheid
	g. Risico-analyse
	h. Markt
	i. Toelichting op de waardering
	j. Onzekerheid taxatie

Tabel 1: afhankelijke en onafhankelijk variabelen

Op basis van bovengenoemd overzicht is een invloed overzicht gemaakt.

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.	j.	tot.
1.	1.a.	1.b.	1.c.	1.d.	1.e.	1.f.	1.g.	1.h.	1.i.	1.j.	4
2.	2.a.	2.b.	2.c.	2.d.	2.e.	2.f.	2.g.	2.h.	2.i.	2.j.	7
3.	3.a.	3.b.	3.c.	3.d.	3.e.	3.f.	3.g.	3.h.	3.i.	3.j.	5
4.	4.a.	4.b.	4.c.	4.d.	4.e.	4.f.	4.g.	4.h.	4.i.	4.j.	10
5.	5.a.	5.b.	5.c.	5.d.	5.e.	5.f.	5.g.	5.h.	5.i.	5.j.	4
tot.	5	2	2	2	4	3	2	3	2	5	

Tabel 2: Invloedoverzicht

Elk cijfer in het overzicht staat voor een innovatie en elke letter voor een onderdeel van de minimale vereisten vanuit het NRVT. 3.d. staat dus voor de invloed van Big Data op het onderdeel Locatie in de vereisten. In de tabel zijn de cellen waar, op basis van het theoretische onderzoek, een invloed van de innovatie op de vereisten wordt verwacht, groen ingekleurd. De toepassing van IoT, Big Data en AI in AVM's is in het overzicht bij IoT, Big Data en AI buiten beschouwing gelaten om dubbeltellingen te voorkomen.

Onderzoeksverwachtingen

Op basis van de analyse van mogelijke invloeden van de innovaties op de vereisten zijn globaal de volgende verwachtingen opgesteld:

- Artificial Intelligence heeft invloed op alle onderdelen van de vereisten. Dit is niet verwonderlijk, aangezien AI-machines, volgens de definitie, taken kunnen uitvoeren die kenmerkend zijn voor menselijke intelligentie. Het taxatieproces is een denkproces, waar menselijke intelligentie voor nodig is.
- IoT is een goede tweede, qua invloed op de vereisten. Gebouwen zijn uitstekende objecten voor de toepassing van IoT. De data en analyses van de sensoren in gebouwen, het centrale onderdeel van de taxatie, leveren nieuwe inzichten voor de taxateur en vragen ook nieuwe analysecapaciteiten van de taxateur.
- Blockchain en de AVM lijken relatief de minste invloed op de vereisten te hebben. Blockchain lijkt voornamelijk een oplossing voor de eigendomsregistratie en niet zozeer voor andere factoren die relevant zijn bij een taxatie. Voor AVM wordt de verklaring gezocht in het feit dat de AVM het objectieve van de taxatie overneemt en niet het subjectieve deel van de taxatie.
- De onderdelen Taxatie en Onzekerheid zijn het meest onderhevig aan de invloed van de onderzochte innovaties. Aangenomen mag worden dat de toepassing van een innovatie pas gebeurt als er een winst behaald kan worden in de vorm van een accuratere marktwaarde en dus een kleinere taxatieonzekerheid. De toepassing van een nieuwe innovatie moet ook verantwoord worden in de uitgangspunten en aannames, de aansprakelijkheid van de taxateur en de omschrijving van de taxatiemethodiek.
- De huursituatie (en gebruikssituatie) wordt door vier innovaties beïnvloed. Het gebruik in het gebouw wordt voortdurend gemeten en geanalyseerd. De privacy van de gebruikers dient gewaarborgd te zijn en het is aan de taxateur om deze waarborging te beoordelen. Verder is de analyse van de huurcontracten met Big Data en AI-toepassingen efficiënter en subjectiever te maken.

4.2. Opzet interviews

Opzet interviews

De interviews zijn semigestructureerd. De structuur wordt gevonden in het schematisch afhandelen van elke mogelijke invloed. De flexibiliteit en openheid wordt gevonden in de open vraagstelling, de mogelijkheid om door te vragen en de mogelijkheid van de respondent om het gesprek, binnen het gestelde kader, te sturen. Om de respondent zoveel mogelijk ruimte te geven om zijn eigen expertise in te brengen, wordt in het interview elke innovatie behandeld door de volgende, open vraag te stellen:

*In hoeverre verwacht u dat *onafhankelijke innovatie* invloed zal hebben op *afhankelijk taxatieonderdeel* van de minimale vereisten?*

Om experts op bepaalde vlakken een weging te kunnen geven, is de respondent gevraagd of hij zich expert voelt op een innovatie, op vastgoed en op taxaties. Om de respondenten niet te beïnvloeden worden de onderzoeksverwachtingen niet gedeeld, maar worden door de interviewer gebruikt om door te vragen. Na de behandeling van de invloeden, is de respondent gevraagd naar de voornaamste blokkeringen voor de implementatie van elke innovatie. Tot slot is de respondent gevraagd om per innovatie een uitspraak te doen over de waarschijnlijkheid dat de innovatie een prominente rol zal spelen in de vastgoedsector, gerelateerd aan taxaties, en om een verwachting uit te spreken over een tijdspad per innovatie. Vanwege de maatregelen omtrent Covid-19 zijn de interviews via een digitaal vergadermedium gehouden. De interviews zijn vervolgens uitgeschreven en geanalyseerd.

Selectie respondenten

Bij het selecteren van de respondenten is gezocht naar experts uit de technologie-, vastgoed- en/of taxatiesector, bekend met een technologie en de implementatie van een technologie binnen het vastgoed en/of het taxatieproces. Er is zoveel mogelijk geselecteerd op een evenwichtige kennisverdeling over de onderzochte innovaties, vastgoed en taxaties. Elke respondent heeft in meer of mindere mate een relatie met de vastgoedsector. Er zijn elf respondenten gevonden die mee wilden doen aan het interview. Bij de selectie van de respondenten is gekeken naar huidige functies en ervaringen uit het verleden. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de respondenten, hun huidige functie en bedrijf waar zij werkzaam zijn.

Nr.	Naam	functie	bedrijf
1.	Anne Wanningen	Data Scientist	FluX
2.	Chris Tolsma	Real Estate Consultant & Valuer	Zelfstandig
3.	Frank Kerstens	Lead SBR Nexus / Head of Innovation Real Estate Clients	SBR Nexus / ABN Amro
4.	Jan-Willem Santing	Director	AXIOM RE
5.	Stefan Timmerman	Head of Data & Analytics	Colliers International
6.	Wendy Verschoor	Directeur	Videres B.V.
7.	Werner van Sprundel	Lead/Senior Data Scientist Analytics Consultant (a.i.)	Werner van Sprundel Holding B.V.
8.	Jan Veuger	Professor Blockchain	Saxion University of Applied Sciences
9.	Menno Lammers	Quartermaster	PropTech for Good
10.	Maarten Vermeulen	Managing Director	MVGM Netherlands
11.	Erik Schlooz	Managing Director	KATE Innovations Axiom RE

4.3. Resultaten

Gewogen mening

Vooraf is de respondent gevraagd naar zijn of haar expertise. Dit is gedaan om een expert een grotere weging te geven in de resultaten dan iemand die geen expert denkt te zijn. De score voor een expertise is als volgt gegeven: 0 = geen kennis, 1 = bekend met en 2 = expert. De weging van de mening van de expert is bepaald door van de expert de score op de innovatie op te tellen bij de score op vastgoed en taxatie en deze som te delen door de som van de totaalsom van alle scores op die innovatie, vastgoed en taxaties. De weging van de mening van de respondent is uiteindelijk in een percentage uitgedrukt. In tabel 4 worden de scores en wegingen van de respondenten weergegeven.

Nr	Naam	Block-chain	weging	IoT	weging	Big Data	weging	AI	weging	AVM	weging	Vast-goed	Taxatie
1	Anne Wanningen	2	11%	2	13%	2	11%	2	12%	2	11%	2	2
2	Chris Tolsma	2	11%	1	10%	1	9%	1	10%	2	11%	2	2
3	Frank Kerstens	2	11%	1	10%	2	11%	2	12%	2	11%	2	2
4	Jan-Willem Santing	2	9%	1	8%	2	9%	1	8%	1	7%	2	1
5	Stefan Timmerman	1	6%	1	6%	2	7%	2	8%	2	7%	1	1
6	Wendy Verschoor	2	11%	1	10%	2	11%	2	12%	2	11%	2	2

7	Werner van Sprundel	1	9%	1	10%	2	11%	2	12%	2	11%	2	2
8	Jan Veuger	2	11%	2	13%	2	11%	2	12%	2	11%	2	2
9	Menno Lammers	1	6%	1	6%	0	4%	1	6%	1	5%	1	1
10	Maarten Vermeulen	1	7%	1	8%	1	7%	1	8%	1	7%	2	1
11	Erik Schlooz	2	7%	0	4%	2	7%	0	4%	2	7%	1	1
aantal experts/som		7	100%	2	100%	8	100%	6	100%	8	100%	8	6

tabel 3: respondenten scores en wegenen expertise

Resultaten

Elke door de respondent genoemde verwachte invloed van een innovatie is genoteerd. In tabel 5 wordt een overzicht gegeven van de aantallen verwachte invloeden die door de respondenten zijn genoemd. Per innovatie en per vereiste is vervolgens het aantal respondenten dat een invloed herkent, opgeteld. Het totaal aantal invloeden per innovatie is 10 (vereisten) * 11 (aantal respondenten) = 110. Het totaal aantal invloeden per onderdeel van de vereisten is 5 (innovaties) * 11 (aantal respondenten) = 55. Hieruit kan dan worden geconcludeerd van welke innovatie meer of minder invloed verwacht wordt en welk onderdeel van de vereisten meer of minder geraakt zal worden, naar verwachting van de respondenten.

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.	j.	tot.
1.	8	8	6	3	5	3		5		7	45
2.	4		7	4	9	4	3	3		6	40
3.	5	3	4	7	2	5	7	7	2	7	49
4.	10	11	8	9	11	9	9	8	7	10	92
5.	8	5	8	8	8	6	5	6	3	8	65
tot.	35	27	33	31	35	27	24	29	12	38	

tabel 4: invloedoverzicht respondenten

In tabel 6 zijn de wegenen van de meningen van de respondenten verwerkt in de door de respondenten verwachte invloeden. Per innovatie en per vereiste is vervolgens het gemiddelde uitgerekend. Zo kunnen uitspraken per innovatie en per vereiste als geheel gedaan worden. Door de hogere weging van een expert op een innovatie, vastgoed en/of taxaties wordt de expertise van de respondenten verwerkt in het resultaat.

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.	j.	gem.
1.	67%	70%	54%	22%	44%	31%		44%		65%	40%
2.	31%		60%	44%	79%	40%	29%	27%		63%	37%
3.	54%	33%	43%	70%	22%	54%	72%	69%	22%	70%	51%
4.	92%	100%	73%	85%	100%	85%	85%	75%	67%	92%	85%
5.	71%	49%	71%	71%	71%	56%	45%	58%	33%	76%	60%
gem.	63%	51%	60%	58%	63%	53%	46%	55%	24%	73%	

tabel 5: invloedoverzicht respondenten gewogen

In het interview is de respondenten ook gevraagd wanneer zij verwachten dat een innovatie een prominente rol in het taxatieproces heeft, als zij dit al zien gebeuren. De resultaten op deze vraag zijn in tabel 7 weergegeven. Door het ontbreken van een schaal in de antwoorden, is het niet mogelijk een gemiddelde of een totaal uit te rekenen. De uitkomsten zijn geïnterpreteerd en in de kwalitatieve analyse verwerkt.

Blockchain	-	-	5	4	5+	10	5	-		5-10
IoT	5	-	+	+	+	10	-	5	+	
Big Data	2		5	2	0-5	+	2	5	+	5-10
AI		10+	5	4	0-5	10	2	5	2-5	10
AVM	5-10	5-10	5	2	0-5	10	2	5	5	10

tabel 6: verwachting tijdspad prominente rol innovatie

De weergegeven cijfers zijn in jaren, - = gebeurt niet en + = is al prominent

Tot slot is de respondenten gevraagd naar de voornaamste blokkades voor de implementatie, of de adoptie, van deze technologieën in de vastgoedsector. In tabel 8 is per innovatie een overzicht gegeven van door de respondenten genoemde blokkades, het aantal respondenten dat de blokkade heeft aangegeven en de respectievelijke weging van de mening van deze respondenten.

Blockchain

blokkade	score	gewogen
complexiteit	4	37%
kwaliteit data	5	44%
bereidheid	5	50%
standaardisatie	7	70%
energieconsumptie	1	6%

Artificial Intelligence

blokkade	score	gewogen
talent	1	17%
kwantiteit data	4	35%
kwaliteit data	5	42%
onuitlegbaarheid	6	56%
privacy	1	12%
wet- en regelgeving	3	17%
onwil data delen	4	35%
investeringsbereidheid	4	40%
geen businesscase	4	33%

Big Data

blokkade	score	gewogen
kwaliteit data	7	67%
kwantiteit data	6	57%
standaarden	5	52%
veiligheid	3	26%
regelgeving	1	4%

tabel 7: score en weging blokkades

Internet of Things

blokkade	score	gewogen
standaarden/ interoperabiliteit	4	42%
schaalbaarheid	1	10%
privacy	5	48%
dataeigendom	2	13%
waardecreatie?	2	21%

Automated Valuation Models

blokkade	score	gewogen
onbereidheid	5	44%
standaardisatie	4	40%
onuitlegbaarheid	6	55%
onwil data delen	7	65%
wetgeving	3	25%
investeringsbereidheid	1	18%
kwaliteit data	4	36%
kwantiteit data	4	33%
kwaliteit AVM	1	11%

4.4. Kwalitatieve analyse

In de voorgaande paragraaf zijn de resultaten van de interviews schematisch weergegeven. In deze paragraaf is een kwalitatieve analyse gemaakt van de interviews en wordt duiding en nuance aan de resultaten gegeven. Eerst is een analyse gemaakt van de algemene, relevante observaties in de interviews en is de samenhang tussen de technologieën besproken. Tot slot is per innovatie een analyse worden gemaakt. In de tekst is het aantal respondenten dat een statement heeft gedaan en de gewogen mening tussen haakjes vermeld. Bijvoorbeeld (5, 50%) betekent 5 respondenten en 50% van de gewogen mening. Voor de algemene observaties geldt de som van de de aantallen verwachte invloeden en de gemiddelde gewogen mening (zie resultaten paragraaf 4.3.).

Algemene observaties

Alle technologieën, sommige in meerdere en sommige in mindere mate, zullen ondersteunend zijn aan het taxatieproces. Van AI wordt de grootste impact verwacht op het taxatieproces (92, 85%). AI is bij uitstek een technologie die het menselijk denken kan vervangen, uitbreiden en objectiveren. De AI-toepassingen zullen de taxateur niet vervangen, maar ondersteunen in het taxatieproces (10, 88%) en de taxatie meer objectiveren. De taxateur krijgt meer ruimte zich te verdiepen in de subjectieve onderdelen van een taxatie en kan zich op dit onderdeel onderscheiden. Als tweede wordt de meeste impact verwacht van de AVM (65, 60%). Ook de AVM zal op alle onderdelen van het taxatieproces een ondersteunende rol innemen (7, 65%). Big Data, buiten de rol als voeding voor de algoritmes in AI en de AVM, volgt als derde (49, 51%) en wordt vooral gezien als bron voor statistische analyses. Over de blockchain bestaat de minste consensus onder de respondenten. Er wordt een beperkte impact verwacht op het hele taxatieproces (45, 40%), maar de meest genoemde toepassing kan wel grote gevolgen hebben. De respondenten waren het minst bekend met IoT en hier wordt ook het minst van verwacht (40, 37%). IoT-toepassingen in smart buildings en smart cities zullen voornamelijk worden gevoeld door de facility management.

De onderzochte innovaties kunnen niet los van elkaar worden gezien. Progressie binnen Big Data, zal leiden tot slimmere AI-algoritmes en AVM's. De blockchain die data transparanter en betrouwbaarder maakt, zal leiden tot een AVM met een kleinere standaardfout. Het toepassen van IoT leidt tot real time Big Data over het object en zijn omgeving, waar AI-algoritmes en AVM's mee gevoed kunnen worden. Het meest geraakt door de technologische innovaties is het onderdeel Taxatieonzekerheid (38, 37%). De verwachting is dat een technologie wordt toegepast op het moment dat het waarde creëert. Het verlagen van de taxatieonzekerheid is een belangrijk doel in de onzekere taxatiesector. De innovaties zullen de meeste invloed hebben op de objectieve, feitelijke omstandigheden rondom het te taxeren object. Dit is terug te zien in de scores en wegingen van de meer feitelijke onderdelen van het taxatieproces; Juridisch (27, 51%), Objectomschrijving (33, 60%), Locatieomschrijving (31, 58%), Huursituatie (35, 63%) en de selectie van referenties (29, 55%). Met de toepassingen van IoT, Big Data, AI en de AVM wordt het mogelijk meer data te gebruiken voor objectieve analyses. Deze kwaliteitsslag zal leiden tot een objectivering van de subjectieve onderdelen als Courantheid (27, 53%), Risicoanalyse (24, 46%) en uiteindelijk de Toelichting (12, 24%). Het toepassen van deze technologieën in het taxatieproces vraagt om een nieuwe invulling van de omstandigheden bij Taxatie (35, 71%).

“Man en machine komen bij elkaar en over tijd zal machine meer de mens gaan vervangen, maar gaat die dat helemaal doen? En altijd? Nou, dat geloof ik niet zozeer.”

De consensus tussen de respondenten bestaat uit de gedeelde mening dat mens en machine samen komen. Het specifieke voordeel van de machine ten opzichte van de mens is dat hij miljoenen datapunten in overweging kan nemen, waar een taxateur beperkt is door zijn menselijke brein. Het specifieke voordeel dat een mens boven een machine heeft, is dat hij in de echte wereld rondloopt. Een taxateur kan naar een object toelopen, praten met stakeholders, details opmerken en de emotie van de markt analyseren. Een computer leeft in een abstracte representatie van de fysieke wereld en deze representatie wordt gevuld door mensen met data

die incompleet is en fouten bevat. De taxatie is zowel een art als een science. De science kan aanzienlijk beter door technologie worden gedaan, maar het stukje art blijft de afweging van de taxateur. Als de taxateur de technologie echter niet omarmt en er uiteindelijk een keuze gemaakt moet worden, zal blijken dat de machine het goedkopere alternatief is. Het is niet aan de taxateur om voor de troepen uit te lopen, maar hij dient wel met de troepen mee te lopen. Innovatie komt van buiten (5, 44%) en als de taxateur niet buiten zijn bubbel om zich heen kijkt, kan hij de boot zomaar missen. Het aantal taxateurs zal, met de ontwikkeling van deze technologieën, gedecimeerd worden en er blijft alleen nog ruimte voor de echte specialisten.

Blockchain

Over blockchain lijkt de minste consensus te bestaan tussen de respondenten. De meningen van de respondenten lopen uiteen van gamechanger, via een leuke toepassing die het taxatieproces indirect wellicht zal raken tot een hype die langzaam overwaait. Een minderheid (3, 28%) zag geen enkele toepassing van blockchain binnen de vastgoedsector. “De blockchain is, binnen de vastgoedsector, een oplossing op zoek naar een probleem”. Het is waardevol in een egalitair speelveld, waar je geen autoriteiten hebt en waar je ook geen autoriteit wilt aanstellen. De vastgoedsector is echter juist een speelveld waar wel behoefte is aan autoriteit en regulering. Een meerderheid (8, 72%), dus ook één van de pessimisten over blockchain, gaf aan toepassingen te zien van blockchain, die het taxatieproces zouden kunnen raken.

“Een gebouwspaspoort gebaseerd op een blockchain is een paspoort, waarin alle gegevens staan die je maar kunt bedenken. Je pakt data van de bron in plaats van uit een tweedehands bron. Dat zou heel waardevol zijn voor een overdracht.”

Blockchain wordt vooral toegepast wanneer partijen die samenwerken, of moeten samenwerken, elkaar niet volledig kunnen of willen vertrouwen, maar daar geen tussenpersoon of autoriteit voor willen gebruiken. De meest gehoorde, mogelijke toepassing van blockchain is in de vorm van een gebouwenpaspoort (7, 67%). Deze toepassing is niet naar voren gekomen uit de literatuurstudie. Door een digitale variant van het gebouw, gevuld met relevante data over dat gebouw, op een blockchain te zetten, kan elke stakeholder uit dezelfde informatiebron putten. In het paspoort worden data en waarnemingen eenduidig vastgelegd door en voor meerdere stakeholders. Hierdoor wordt discussie omtrent de data weggenomen, omdat iedereen naar dezelfde bron kijkt. De nodes die aangesloten zijn op het blockchainnetwerk zijn die van de eigenaar, de financier, de taxateur, de beheerder, de notaris, de architect, huurders, etc. Elke stakeholder heeft de mogelijkheid gegevens aan te passen binnen zijn domein, maar niet zonder consensus van de andere stakeholders. De taxateur vervult binnen dit netwerk onder andere de rol van gebruiker en controleur. In dit paspoort wordt data opgeslagen die in het verleden al is uitgezocht, geverifieerd of gevalideerd. De data wordt met elke controle steeds betrouwbaarder, waardoor de taxateur minder handmatig werk hoeft te doen en minder dossiers hoeft te raadplegen.

De data die wordt opgeslagen in de blockchain betreft de objectieve, feitelijke data over het gebouw (6, 59%). De subjectieve onderdelen in het taxatieproces worden als irrelevante informatie gezien voor een blockchain, aangezien het ‘slechts’ een mening op één moment betreft. De onderdelen Juridisch (8, 70%), Objectspecificatie (6, 54%) en Huursituatie (5, 44%) worden het meest genoemd om in het gebouwspaspoort op te nemen. Ook de uitkomst en randvoorwaarden als inspectiedatum en taxatiedatum van de taxatie kunnen worden vastgelegd in het gebouwenpaspoort (8, 67%), waardoor stakeholders die afhankelijk zijn van deze uitkomst, bijvoorbeeld de eigenaar of de financier, kunnen vertrouwen dat de uitkomst geverifieerd en gevalideerd is. De toepassing van het gebouwenpaspoort leidt tot een hogere transparantie omtrent de data waar een taxatie op gebaseerd is, waardoor de onzekerheid van de taxatie minder zal worden (7, 65%).

“Blockchain is een logboek dat niks anders doet dan dom vastleggen en bestempelen wat er op welk moment is gebeurd. Het maakt kwaliteit van data niet beter ofzo.”

Maar voordat het zover is, zullen er nog grote stappen gezet moeten worden. De meest gehoorde horde die genomen moet worden om een blockchain toepasbaar te maken binnen de vastgoedsector, is een standaardisatie van de data die in het gebouwenpaspoort opgeslagen wordt (7, 70%). In de taxatiesector, en ook in de vastgoedsector als geheel, werkt iedereen met zijn eigen format en zijn kengetallen niet uniform gedefinieerd. In het verlengde van het ontbreken van standaardisatie, is de kwaliteit van de data een tweede horde die genoemd wordt (5, 44%). Blockchain maakt de kwaliteit van data niet beter. Garbage in blijft garbage out (5). Tot slot wordt nog de complexiteit van een blockchain platform als horde genoemd (4, 37%). De bereidheid van partijen om kwalitatieve data te delen, op een platform dat wellicht niet volledig begrepen wordt, is een voorwaarde voor de toepassing van blockchain (5, 50%).

In de vastgoedsector bestaat echter veel weerstand tegen het delen van data, omdat het niet delen van data als een competitive advantage wordt gezien. Voordat de hordes zijn genomen, zijn we naar verwachting tussen de 5 en 10 jaar verder. Afhankelijk van de acceptatiegraad in de markt, zal de blockchain eerst wellicht een private zijn, waarna deze, naarmate het vertrouwen toeneemt, steeds publieker zal worden. Met betrekking tot de blockchain is de illiquiditeit van vastgoed een voordeel. Het bereiken van consensus binnen een netwerk kost relatief veel tijd, wat bij het trage koop- en verkoopproces van commercieel vastgoed geen probleem is.

Internet of Things

Het Internet of Things is de minst bekende technologische ontwikkeling bij de respondenten. Slechts twee respondenten bestempelden zichzelf als expert en één respondent zei er eigenlijk niets mee te hebben. In tegenstelling tot de definitie van Oracle (2020), zien de respondenten IoT vaak als een manier om veel data te verzamelen in en rond een gebouw, waar andere technologieën dan weer iets mee zouden kunnen doen. Oracle (2020) geeft juist aan dat 'de dingen' uitgerust dienen te zijn met software en andere technologieën. Desondanks zien alle respondenten wel degelijk invloeden van IoT op het taxatieproces. Net als bleek uit de literatuurstudie, wordt de technologie het meest gevonden in smart buildings en smart cities. Het hardst geraakt door IoT-toepassingen is het onderdeel Huursituatie (9, 79%). Hiermee wordt gedoeld op het onderdeel gebruikssituatie, dus de invloed betreft niet louter beleggingspanden. Een gebouw, bijvoorbeeld een kantoorpand, wordt volgehangen met sensoren die real time bezettingsgraden van ruimtes, trafficking, volle prullenbakken, etc. meten. Naast dat er hiermee een extra dienst naar de gebruiker van het pand ontstaat, is het voor de taxateur een manier om de contractuele situatie te toetsen aan de gebruikssituatie. Een object kan wel verhuurd zijn op papier, maar als de huurder het object nooit gebruikt, dan is de feitelijke situatie niet in overeenstemming met de contractuele situatie.

“Ik denk dat Internet of Things gedeeltelijk wat voor taxaties kan doen. Ik denk dat het natuurlijk zit in zaken als smart sensors die gegevens uitlezen.”

Slimme sensoren kunnen zowel in het gebouw als erbuiten worden opgehangen. De data die wordt gemeten door deze sensoren raken de vereisten in Objectomschrijving (7, 60%) en in mindere mate Locatieomschrijving (4, 44%). Klimaat- en luchtinstallaties, liften, deuren en ruimtes worden uitgerust met sensoren die real time temperatuur, luchtkwaliteit, onderhoudsstaat en energiegebruik meten in het gebouw. Aan de hand hiervan wordt de objectomschrijving specifiek en kunnen beter gefundeerd uitspraken gedaan worden over achterstallig onderhoud of maatregelen om de duurzaamheid te verhogen. Met bijvoorbeeld camera's aan lantaarnpalen, die video en audio opnemen en ook de licht- en luchtkwaliteit kunnen meten, passantenstromen en heatmaps gevuld met data uit mobiele telefoons, aangevuld met publieke data, kan een zeer specifieke locatieomschrijving worden gemaakt. In het verlengde hiervan worden door enkelen invloeden gezien op Courantheid (4, 40%) en Risicoanalyse (3, 29%). Door de toename van kwantiteit en kwaliteit van objectieve data in en om het object, kan een beter gefundeerde subjectieve beoordeling gedaan worden. Uiteindelijk zal deze toename leiden tot een lagere Taxatieonzekerheid (6, 63%).

Ook bij de toepassing en ontwikkeling van IoT zijn bepaalde aspecten die in ogenschouw genomen moeten worden. De privacy van gebruikers en passanten moet gewaarborgd zijn (5,

48%). Mensen overzien niet altijd de consequenties van het meten van persoonlijke data en de mogelijkheden om het individu persoonlijk te beïnvloeden met deze data. De gemeten data zou alleen geanalyseerd mogen worden voor algemene doeleinden. De tweede horde die overwonnen moet worden voor een succesvolle implementatie en adoptie, is het opstellen van standaarden om de interoperabiliteit tussen de dingen te vergroten (4, 42%). Als sensoren niet goed met elkaar en met de analyse tools kunnen communiceren, wordt het doel 'data verbinden en uitwisselen' (Oracle, 2020) voorbijgeschoten. IoT heeft al een prominente rol in de vastgoedsector, al beperkt zich dit in het algemeen tot woningen. In commercieel vastgoed is de toepassing nog beperkt, maar zal naar verwachting over circa 5 jaar ook daar prominent aanwezig zijn. Een enkeling ziet de ontwikkeling van IoT als niet groot genoeg voor een prominente rol.

Big Data

In lijn met de literatuur, bestaat er onder de respondenten veel onduidelijkheid over wat Big Data nou precies is (8, 78%). Er is zeer veel data beschikbaar in de vastgoedsector, maar volgens de gebruikte definitie gaat het niet alleen om grote hoeveelheden gevarieerde data, er dient ook een snelheidscomponent in te zitten (Gartner, 2020). De vastgoedsector is statisch en per definitie geen snelle markt, door de lage omloopsnelheid. Twijfelachtig is ook of de hoeveelheden beschikbare data, al dan niet openbaar, volumineus genoeg zijn voor de definitie van Big Data. Data, of dit nu Big is of niet, is van essentieel belang voor het functioneren van de vastgoedsector. Een taxatie is per definitie datagedreven, maar de huidige taxatiemethodieken zijn ontwikkeld onder informatiearme omstandigheden. De datasets waarmee heden ten dage gewerkt wordt zijn relatief klein en passen zeker niet in de definitie van Big Data. Wat wel binnen de definitie van Big Data zou vallen, mits breed toegepast, zijn de streaming data die het IoT genereert. Ook open data over economische en ecologische omstandigheden en trends zijn relevant voor de vastgoedsector en het taxatieproces. Big Data heeft, direct en indirect, invloed op alle stappen in het taxatieproces, mede omdat het de bron is voor AI (8, 73%) en de AVM (8, 73%). De algoritmes die gebruikt worden in AI en de AVM worden getraind met Big Data.

Big Data zal de Locatieomschrijving (7, 70%), Courantheid (5, 54%), Risico analyse (7, 72%) en Markt (7, 69%) raken. Een onderdeel dat minder genoemd is, maar wel in lijn ligt met de toepassingen is de Objectomschrijving (4, 43%). Een van de belangrijkste invloeden is de mogelijkheid tot het creëren van reproduceerbare referentiekaders, daar waar dat eerder meer intuïtief door de taxateur gedaan werd. Met Big Data is het mogelijk om beter gefundeerde uitspraken te doen over de ligging van het object ten opzichte van relevante punten in de omgeving. Met het toenemen van het aantal datapunten kan een objectievere beoordeling gedaan worden over courantheid en risico's vanuit de economische omstandigheden en de marktsituatie. Big Data kan tot inzichten leiden, die op basis van individuele waarnemingen niet tot stand zouden komen en leidt hiermee tot meer objectiviteit. Door Big Data toe te passen in de referentieanalyse neemt het aantal referentiepunten toe en kan de zoektocht uitgebreid worden buiten de regio van het getaxeerde, naar regio's met vergelijkbare omstandigheden. Vanuit de toegenomen objectiviteit zal de onzekerheid van de taxatie afnemen (7, 70%). De afname van de onzekerheid komt voort uit de afgenomen onzekerheid omtrent de marktinformatie. De nieuwe manier van het beoordelen van het object, de locatie, courantheid en risico's zal verwerkt moeten worden in de omschrijving van de taxatiemethodiek, de uitgangspunten en informatiebronnen bij Taxatie (5, 54%).

“Hoe beter de kwaliteit van je Big Data, hoe kleiner weer de onzekerheid in je taxatie.”

Ondanks dat er veel data beschikbaar is in de vastgoedsector, al dan niet openbaar, is de kwantiteit vooralsnog niet voldoende om prominent toe te passen in de vastgoedsector (6, 57%). Van grotere zorg is de kwaliteit van de data (7, 67%) en dan voornamelijk de structuur ervan. Over het algemeen geldt dat hoe gestructureerder de data is, hoe meer er mee gedaan kan worden. De term 'more is better' gaat maar op tot op zekere hoogte. Data moet gestructureerd worden op relevantie, betrouwbaarheid, validiteit en context. Door een hoge kwantiteit wordt weliswaar de onzekerheidsfactor van de uitkomst verlaagd, maar kan nog niet vertrouwd worden of de input betrouwbaar was. Ook hier geldt 'garbage in, is garbage out'. Het ontbreken van standaarden (5, 52%) en de onwil bij partijen in de vastgoedsector om data te delen (6, 57%)

werken een brede toepassing van Big Data niet in de hand. Pas als zeker is dat de data klopt, kunnen analyses gemaakt worden in de juiste context.

Vooralsnog ontbreekt het in de vastgoedsector aan een tool of instantie die data verifieert en op betrouwbaarheid controleert. Zeker met betrekking tot de referentieanalyse onder Markt, is het maar de vraag of er voldoende data is. Omdat partijen op hun eigen data zitten en niemand dit wil delen, komt data vaak uit tweede of derde hand, of zelf van 'hearsay' van een betrokken makelaar. Waar woningen als homogeen product gezien worden met voldoende transacties om conclusies uit te trekken, is dit niet het geval bij commercieel vastgoed. Maar door nieuwe toetreders in de vastgoedsector, die data vergaren en hier kwaliteit aan toevoegen, zou Big Data een nog prominentere rol in de vastgoedsector kunnen innemen in de komende 2 tot 5 jaar (6, 61%).

Artificial Intelligence

Net als geconcludeerd werd uit de literatuurstudie, wordt verwacht dat van de onderzochte technologische ontwikkelingen, het taxatieproces het hardst door AI geraakt wordt. AI wordt, buiten de AVM om, gezien als dé manier om de denkwijze van de taxateur te kopiëren en te automatiseren. In theorie gebruikt elke taxateur een algoritme om het taxatieproces te doorlopen, alleen gebeurt dit nu in zijn hoofd en is dit beperkt door de menselijke intelligentie. De AI zal een sterk ondersteunende rol innemen in het taxatieproces (10, 88%), waardoor mens en machine samen komen. Ondersteund door AI zal de snelheid en de nauwkeurigheid van het taxatieproces sterk verbeteren. AI is in staat om data te verzamelen, te combineren, dwarsverbanden uit de data te halen en voorspellingen te doen naar de toekomst, daar waar het menselijk brein tekortschiet. De AI wordt op deze manier een IA voor de taxateur, een Intelligent Assistant. De taxateur heeft in deze samenwerking de rol van controleur en valideur en zal de uitkomst van de AI-algoritmes, daar waar nodig, nuanceren, corrigeren en toelichten naar de opdrachtgever. Maar ook andersom kan AI het werk van de taxateur controleren op inhoud, proces, nauwkeurigheid en betrouwbaarheid.

“Waar het met AI om gaat, is dat je probeert de denkwijze van een taxateur te kopiëren en te automatiseren.”

Alle respondenten geloven dat Juridisch (11, 100%) en Huursituatie (11, 100%) geraakt zullen worden door AI-toepassingen. AI, geschikt voor het omzetten van informatie in verwerkbaar data, wordt al gebruikt in de juridische sector voor het zoeken, structureren en samenvatten van jurisprudentiële data en kan zelfs nieuwe juridische teksten generen. Deze functie is ook goed toepasbaar in de kadastrale recherche, het scannen van de huursituatie en de oordeelsvorming over de invloed op de waarde. Gevoed met data gegenereerd uit IoT-toepassingen in en om het gebouw, aangevuld met publieke geografische en ecologische data, kan een AI-machine de Objectomschrijving (8, 73%) en de Locatieomschrijving (9, 85%) uitbreiden, specificeren en objectiveren. De AI kan, met een vorm van facial recognition, foto's en plattegronden van het object en zijn omgeving analyseren en een oordeel vormen over de staat van onderhoud, het type ruimte, materiaalgebruik en andere technische componenten. Deze toepassing begint steeds meer terrein te winnen en ook in Nederland wordt er al mee geëxperimenteerd. Gebaseerd op ecologische, geografische, economische data, aangevuld met verkeerstromingen, filevormingen, gebruikersstatistieken, plannen en ontwikkelingen in de omgeving, trends in de arbeidsmarkt, etcetera kan een AI machine de potentie van de locatie van het object berekenen en verwerken in zijn locatieomschrijving. Door de uitgebreide, specifieke en geobjectiverde omschrijving van object en locatie, wordt de AI een belangrijke tool om de beoordeling van de Courantheid (9, 85%) en de Risicoanalyse (9, 85%) te verfijnen.

Niet alleen de omstandigheden op de taxatiedatum worden meegewogen, er kan een betere voorspelling gedaan worden over de kansen en bedreigingen in de toekomst. Met alle onderdelen van de vereisten ondersteund door AI-machines, kan de Toelichting op de taxatie ook gespecificeerd worden in het taxatieproces (7, 67%). Factoren die meer of minder invloed hebben gehad op de uiteindelijke waarde, kunnen door een AI-machine berekend en uitgelicht worden in de toelichting. Met bovengenoemde toepassingen, zal de AI ondersteunend zijn bij de inspectie

van het object en kan het adviseren over de meest gereede taxatiemethode. Ook het onderdeel Taxatie (10, 92%) zal sterk geraakt worden door AI-toepassingen. Deze toepassingen zullen pas op brede schaal worden toegepast, als het waarde aan de taxatie en het taxatieproces toevoegt. De Taxatieonzekerheid (10, 92%) zal ook lager zijn op het moment dat de AI volwassen genoeg is om toegepast te worden.

Zo groot als de impact van AI kan zijn op het taxatieproces, zo veel hordes en obstakels zijn er om genomen te worden, voordat AI een prominente rol kan innemen in de vastgoedsector. In totaal zijn er negen verschillende hordes genoemd, die de toepassing van AI kunnen belemmeren. AI wordt gevoed door data, veel data. Hoe meer data beschikbaar is, hoe beter het AI-algoritme getraind kan worden. Waar er voor commodities als woningen nog wel voldoende, kwalitatieve data is, is dit voor commercieel vastgoed nog maar de vraag. Dit geldt nog sterker voor de incurantere types vastgoed. Enigszins in lijn met de belemmeringen voor Big Data, worden kwantiteit (4, 35%) en kwaliteit (5, 42%) genoemd als belemmering voor het toepassen van AI in de vastgoedsector. En ook, net als bij Big Data, wordt de onwil bij partijen in de vastgoedsector om data te delen als oorzaak genoemd (4, 35%). Voor de vastgoedsector, en zeker de taxatiesector, is het moeilijk een succesvolle business case te maken (4, 33%). Het ontbreekt de sector aan investeringsbereidheid (4, 40%), want investeren in AI is een zeer kostbare onderneming, het kost veel mankracht en de uitkomst is onzeker.

“Je kunt de meest complexe modellen gebruiken, maar op het moment dat je het complexer maakt, dan weet je niet meer precies welke afwegingen zo’n model dan maakt. Dus dat is altijd de zoektocht: Uitlegbaarheid of performance?”

Wanneer een taxateur het taxatieproces doorloopt, wordt een enorm aantal afwegingen gemaakt en schakeltjes omgezet door de algoritmes in het hoofd van de taxateur. Voordat al deze overwegingen en schakeltjes in een AI algoritme zijn opgenomen, kost dit enorm veel tijd en geld. En ondanks dat het algoritme in het hoofd van de taxateur ook een soort black box is, wordt de onuitlegbaarheid van de AI-algoritmes (6, 55%) het meest genoemd als horde die genomen moet worden. Maar waar een mens aan een ander mens beter kan onderbouwen waarom bepaalde overwegingen zijn gemaakt, is dit van een machine naar een mens aanzienlijk lastiger. Binnen het domein van AI is een trend gaande die Explainable Artificial Intelligence of XAI wordt genoemd. Hier wordt geprobeerd om de uitkomsten van complexe, zelflerende algoritmes uitlegbaar te maken. De verwachtingen van de respondenten over wanneer de hordes zijn genomen en AI een prominente rol in het vastgoed, en de taxatiesector heeft, lopen sterk uiteen van 2 tot meer dan 10 jaar.

Automated Valuation Models

Wanneer een Machine Learning algoritme gevoed wordt met relevante, gestructureerde Big Data uit IoT-toepassingen en publieke ecologische en economische data van binnen en buiten het vastgoed, aangevuld met betrouwbare, gevalideerde data uit de blockchain over het object zelf, ontstaat er een AVM die zichzelf leert een marktwaarde te berekenen met een steeds kleinere standaardfout. De ontwikkeling en progressie van de overige technologische innovaties, maken de AVM een steeds betrouwbaardere tool om een waarde te berekenen. De rol van de taxateur zal zijn die van controleur van de AVM (7, 56%). De taxateur valideert de input voor de AVM en controleert de output van het model. Voor een commodity als woningen is een AVM al redelijk geschikt en wordt al breed toegepast in bijvoorbeeld de WOZ waarde, maar ook in commercieel vastgoed wordt verwacht dat de AVM zijn intrede zal doen (11, 100%). De AVM zal de taxateur niet volledig vervangen. De taxateur blijft nodig om de input en output van de AVM te controleren (7, 70%) en daar waar nodig te nuanceren en corrigeren. Ook blijft een klein deel van incurante en/of unieke objecten als maatschappelijk vastgoed en exploitatiegebonden vastgoed over dat niet, of maar gedeeltelijk door een AVM getaxeerd kan worden.

Van de AVM, gelijk de AI, wordt verwacht dat alle onderdelen van de vereisten geraakt zullen worden. De Objectomschrijving (8, 71%), Locatieomschrijving (8, 71%) en Huursituatie (8, 71%) geven de voornaamste input voor de AVM. Vervolgens worden de juiste marktreferenties (6, 58%) geselecteerd door de AVM. De AVM kan de referenties kwalificeren op veel grotere aantallen

datapunten, als dat een mens dat kan. Hiermee wordt het mogelijk om buiten de regio, in economisch vergelijkbare regio's in Nederland, te gaan zoeken naar geschikte referenties. De rol van de taxateur, in dit onderdeel van het taxatieproces, is de controle van de input op validiteit en betrouwbaarheid. Is de input goedgekeurd door de taxateur, dan kan een AVM met één druk op de knop een groot deel van de taxatie genereren. In de markt heerst de perceptie dat een AVM alleen een marktwaarde zou uitrekenen. Een AVM kan echter ook heel goed andere waardecomponenten bepalen. Zo kan een AVM zelfstandig de Courantheid (6, 56%), Risicoanalyse (5, 45%), markthuren en natuurlijk de marktwaarde voorspellen. Deze onderdelen zullen wel weer door een taxateur gecontroleerd moeten worden. De taxateur die het object heeft bezocht kan de fijne nuances aanbrengen, die niet in een AVM gevangen kunnen worden. Een winkel kan misschien op een A-locatie liggen met de hoogste passantenstromen in de stad, als er een vergunning is afgegeven voor een draaiorgel voor de deur, zal dit toch tot uitdrukking moeten komen in de resultaten. Het gebruiken van een AVM in het taxatieproces raakt vanzelfsprekend het onderdeel Taxatie (8, 71%). Er wordt een totaal andere methodiek gebruikt om tot de waarde te komen. Evenals de overige technologische innovaties zal de AVM uiteindelijk moeten leiden tot een lagere Taxatieonzekerheid (8 76%).

De AVM zal niet van de een op de andere dag beschikbaar en volledig toepasbaar zijn. Het is een langdurig proces waar het wellicht eerst alleen bandbreedtes geeft over markthuurlen en rendementen en uitspraken doet over de courantheid. Ook zal in het begin een relatief grote standaardfout geaccepteerd moeten worden, maar naarmate de AVM verder wordt gevoed met data, zal deze steeds verder afnemen. De verwachtingen dat AVM's goed toepasbaar zijn in het commerciële vastgoed liggen ver uiteen van 2 tot 10 jaar. En voordat het zover is, is er een groot aantal hordes dat genomen moet worden. De respondenten hebben 9 verschillende belemmeringen gevonden voor de toepassing van AVM. De hoogste horde is de onwil van partijen om data te delen (7, 65%). Partijen varen goed op de informatieasymmetrie die er nu bestaat in de vastgoedsector en zijn niet gebaat bij het opheffen van deze status quo.

“Uiteindelijk ga je naar een onafhankelijke instantie toe, die gaat zeggen: dit algoritme doet wat het belooft te doen.”

Binnen de taxatieafdeling van de vastgoedsector lijkt dan ook weinig bereidheid om breed te investeren in deze technologie (5, 44%). Standaardisatie (4, 40%), kwaliteit data (4, 36%) en kwantiteit data (4, 33%) is een voorwaarde voor het ontwikkelen van betrouwbare AVM's. Het is nog maar de vraag of het beperkte aantal transacties van commercieel vastgoed zal leiden tot datasets die groot genoeg zijn om nauwkeurige en betrouwbare AVM's te bouwen. Tot slot is ook hier de onuitlegbaarheid van de AVM een groot obstakel op de weg naar een brede toepassing (6, 55%). Over het algemeen kan gesteld worden dat hoe complexer het model is, hoe beter de performance. De 'trade off' is echter dat de uitlegbaarheid van het model ook achteruitgaat. Dit is één van de argumenten voor de toezichthouders om het gebruik van louter een AVM in de taxatie niet toe te staan. Een onafhankelijk organisatie die de gebruikte modellen van een audit voorziet, zou een mogelijke oplossing kunnen zijn (4, 31%).

4.5. Analyse literatuur - onderzoek

De literatuurstudie en het uitgevoerde onderzoeken laten overeenkomsten en verschillen zien in de resultaten. In deze paragraaf wordt kort ingegaan op deze overeenkomsten en verschillen.

Blockchain

Volgens de literatuurstudie kan blockchain de transparantie van de vastgoedsector bevorderen, de due diligence bij aankoop efficiënter en goedkoper maken en het administratieve handelingen verlagen. De respondenten zijn het hier in de meerderheid over eens en de meest gehoorde toepassing is het gebouwenpaspoort, dat niet in de literatuurstudie naar voren kwam. Regelgeving, het privacybeleid en de onomkeerbaarheid van veranderingen zijn hordes volgens de literatuur. Volgens de respondenten is binnen de vastgoedsector de grootste rem op de ontwikkeling het ontbreken van standaarden, de lage kwaliteit van data en de onbereidheid data te delen.

Internet of Things

Volgens de literatuur levert het inzetten van IoT op kantoren en bedrijfsruimte significante besparingen in de exploitatie en kan de vastgoedeigenaar zijn dienstenpakket sterk uitbreiden. Het kan leiden tot een lager risico, meer gefundeerde taxaties en geoptimaliseerd portefeuillebeheer. Ook hierover zijn de respondenten het over het algemeen eens. Volgens hen betekent dit dat er extra tools zijn om het object en zijn omgeving te analyseren en is het voeding voor andere technologieën. De interoperabiliteit door het gebrek aan normen en standaarden en de bewaking van de privacy zijn de grootste zorgen in zowel de wetenschappelijke discussie als onder de respondenten.

Big Data

De literatuur vindt Big Data voornamelijk in slimme gebouwen en steden, die vol zitten met IoT sensoren. Volgens de respondenten is de vastgoedsector statisch en per definitie geen snelle markt en passen de datasets in de vastgoedsector niet binnen de definitie Big Data. De datasets, al dan niet Big, zijn meer een voedingsbodemp voor ontwikkelingen als Artificial Intelligence en AVM's, als losse technologische ontwikkeling. Daarnaast kunnen er uitgebreidere referentiekaders en benchmarks worden gebouwd voor de beoordeling van individuele objecten. De enorme volumes van data, de grote heterogeniteit in data, inconsistente en incomplete datasets, vertragingen in technologische ontwikkelingen, een tekort aan gekwalificeerd personeel, het ontbreken van de juiste context, het ontbreken van standaarden en kwaliteitseisen en vragen omtrent privacy, veiligheid en beleid creëren hoge hordes die samen genomen moeten worden om Big Data tot zijn volle potentie te kunnen benutten. De respondenten zien voor de vastgoedsector meer hordes in de kwaliteit en kwantiteit van de data en het ontbreken van standaarden.

Artificial Intelligence

Vanuit de literatuur wordt AI voornamelijk gevonden in de ontwerpfase bij slimme steden en gebouwen, bij het alloceren van kapitaal en het automatisch inlezen en samenvatten van huurcontracten. De voor de taxateur meest relevante toepassing is die van de AVM, die apart wordt besproken in dit onderzoek. De respondenten zien de AVM ook als belangrijkste toepassing van AI. Zij geloven dat AI een sterk ondersteunende rol in het taxatieproces in zal nemen en zien AI als de meest impactvolle technologie. In de literatuur zijn de grootste uitdagingen voor de ontwikkelingen van AI de strijd om talent, het tekort aan beschikbare en geschikte trainingsdata en de complexiteit van het creëren van productieklare technologie. Tot slot zijn er grote zorgen over de privacy, cybersecurity en het ontbreken van wet- en regelgeving omtrent AI en aanverwante technologieën. De respondenten sluiten zich hier deels bij aan en vullen dit specifiek voor de vastgoedsector aan met een onbereidheid om te investeren in deze relatief dure technologie.

Automated Valuation Models

Volgens de literatuur is de toepassing van AVM's een uitstekende manier om de subjectiviteit in taxaties terug te brengen. De data is momenteel echter nog niet van voldoende kwantiteit en kwaliteit om de traditionele manier van taxeren te vervangen. De respondenten geloven allemaal dat dit voor commercieel vastgoed uiteindelijk ook werkelijkheid zal worden, maar geven aan dat de taxateur altijd een rol zal blijven houden. De literatuur en de respondenten zijn het ook hier eens dat het gebrek aan uitlegbaarheid en de juridische gevolgen die hieraan verbonden zijn een grote drempel is voor een brede toepassing. De respondenten zien daarop nog als grootste belemmeringen de onwil om data te delen en het gebrek aan standaardisatie.

5. Conclusie

In de voorgaande hoofdstukken is antwoord gegeven op de subvragen in dit onderzoek. Met het beantwoorden van de subvragen, wordt in dit hoofdstuk een antwoord gegeven op de hoofdvraag. Deze luidde:

In hoeverre gaan nieuwe technologieën als blockchain, Internet of Things, Big Data, Artificial Intelligence en Automated Valuation Models de werkzaamheden van de taxateur beïnvloeden?

5.1. Conclusie

Alle technologieën, in meer of mindere mate, zullen ondersteunend zijn aan het taxatieproces. Blockchain kan data over de juridische, technische en commerciële status van het object betrouwbaarder, gevalideerd en transparant naar alle stakeholders, dus ook de taxateur, maken. Het IoT levert realtime data over het object en zijn omgeving, hetgeen de beoordeling van de taxateur kan uitbreiden en objectiveren. Big Data is brandstof voor de AI-machines. De datasets in de vastgoedsector zijn misschien niet groot genoeg om 'Big' genoemd te worden, er komt wel meer data beschikbaar. De AI-algoritmes, gevoed met de realtime data uit IoT en publiek beschikbare data, ondersteunen de taxateur in elke stap van het taxatieproces met het structureren, analyseren en correleren van data en dragen conclusies en voorspellingen voor aan de taxateur ter controle. In de AVM komen blockchain, IoT, Big Data en AI samen om de taxateur te voorzien van een nagenoeg volledig taxatierapport, waar de taxateur zijn subjectieve waarde aan kan toevoegen.

Zowel uit de literatuurstudie, als uit de analyse van de interviews, mag geconcludeerd worden dat elke onderzochte innovatie een bijdrage kan leveren aan het werk van de taxateur en zijn rol kan beïnvloeden. De nadruk in deze voorzichtige conclusie ligt op *bijdrage*. Frey en Osborne concludeerden dat respectievelijk de huurmakelaar, de taxateur en de verkoopmakelaar het hardst geraakt zullen worden door informatisering. Maar geraakt, betekent niet vervangen. De technologieën zullen het taxatieproces kunnen objectiveren, versnellen en efficiënter maken en geven de taxateur de tijd en ruimte om zich op het subjectieve proces van het taxeren te kunnen richten en zich hiermee te onderscheiden. De taxatieonzekerheid zal, met behulp van deze technologieën, sterk verlaagd kunnen worden en stakeholders afhankelijk van de taxatie zullen meer kunnen vertrouwen op het werk van de taxateur. Voor de taxateur is het belangrijk zich te onderscheiden en de technologie te omarmen, want de verwachting is dat het aantal taxateurs zal worden gedecimeerd.

Mens en machine komen samen. De machine heeft het voordeel dat hij in staat is enorme hoeveelheden data te genereren, op te slaan, te structureren, te analyseren en de machine wordt hier exponentieel steeds beter in. De mens is beperkt door zijn trage evolutieproces en is beperkt in de hoeveelheid data die door zijn interne processor verwerkt kan worden. De mens leeft echter in de echte wereld, waar een computer leeft in een virtuele representatie van deze wereld. Deze representatie is incompleet en zit vol met fouten, want het wordt gevoed door mensen. De machine zal vooralsnog, in ieder geval in de te voorziene toekomst, altijd gecontroleerd moeten worden door diezelfde mens. Het is aan de taxateur om te beoordelen of de data in de virtuele wereld van de machine wel consistent is met de fysieke wereld en nuances en correcties aan te brengen in de conclusies die uit de virtuele wereld worden gehaald.

Dat de werkzaamheden en de rol van de taxateur gaan veranderen is wel zeker. Het is voor de taxateur dan ook belangrijk dat hij open blijft staan voor innovaties. Het is niet aan de taxateur om voor de troepen uit te lopen, maar hij dient wel mee te blijven lopen. Doet hij dit niet, dan zal hij zomaar overbodig kunnen gaan worden. Het zal niet lang meer duren voordat de technologieën een prominente rol kunnen gaan innemen in de vastgoedsector. De schattingen van de respondenten verschillen per innovatie, maar de meeste innovaties zullen binnen 10 jaar opgenomen zijn in de vastgoedsector. Dit zal echter niet van de een op de andere dag gebeuren. De onderzochte technologieën staan nog in de kinderschoenen en zijn nog niet geschikt voor een brede toepassing in de commerciële vastgoedsector.

Ondanks dat de datasets in de vastgoedsector misschien niet tot Big Data gerekend mogen worden, is de vastgoedsector wel degelijk datagedreven. Data is dé voeding voor de onderzochte technologieën. De data in de vastgoedsector is van lage kwaliteit, ongestructureerd en niet gestandaardiseerd. Voor het succesvol kunnen adopteren van de innovaties, IoT daargelaten, is het verbeteren van de kwaliteit en de structuur van data en het opstellen van standaard voor iedereen in de markt essentieel. De vastgoedsector is echter gebaat bij informatieasymmetrie en heeft weinig belang bij het doorbreken van deze status quo. De onbereidheid om data te delen in de vastgoedsector, creëert een onbereidheid om te investeren in innovaties. Vastgoedadviseurs zien geen business case in het ruim investeren in nieuwe technologieën. “De schoorsteen moet blijven roken en zolang anderen geen data delen, waarom zou ik het dan doen?” Maar innovatie komt van buiten, dus de blik van de taxateur zal naar buiten gericht moeten zijn. Nieuwe toetreders in de vastgoedsector zien wel de mogelijkheden om nieuwe technologie toe te passen op vastgoedprocessen en worden niet gehinderd door de conservatieve houding van bestaande partijen.

5.2. Reflectie

Dit verkennende onderzoek wil iets voorspellen over de toekomst. Zelfs als de voorspelling gedaan wordt door een complex AI-algoritme, zal er een kanseffect in zitten. Of de toekomst er inderdaad uitziet zoals geschetst in de conclusie, is sterk de vraag. De gebruikte data, beperkt beschikbare wetenschappelijke literatuur en elf deskundige respondenten, past al zeker niet in de definitie van Big Data. Het gebruikte algoritme is niet getraind, wat de foutmarge aanzienlijk maakt. De onderzochte innovaties zijn veelal vrij holistisch gedefinieerd en zijn vaak paraplutermen voor een heleboel specifieke technologische ontwikkelingen. Dit maakt het lastig om specifieke uitspraken te doen over toekomstige toepassingen binnen een specifieke sector als de vastgoedsector en de kinderziekten die de technologieën zullen bevatten. Er kan ook niet voorbijgegaan worden aan de correlatie tussen de technologische innovaties. De ontwikkeling en progressie die per innovatie geboekt wordt loopt parallel en beïnvloeden elkaar. Vanwege deze afhankelijkheid, is het nog lastiger om specifieke uitspraken te doen over de toekomst per innovatie.

De interviews met de respondenten duurde gemiddeld zo'n 50 minuten. Dit is weinig tijd om vijf grote technologische trends en hun invloed op het taxatieproces te bespreken. De kans is groot dat respondenten bepaalde toepassingen, invloeden of hordes niet hebben kunnen benoemen, omdat het gesprek een bepaalde richting op ging of omdat er geen tijd meer was. Op Artificial Intelligence na, is geen complete consensus bereikt. Het toepassen van de Delphi-methode, waarbij de resultaten van de analyse worden voorgelegd aan de respondenten, zou een goede manier zijn om de conclusies beter te kunnen funderen. Helaas past dit niet binnen de scope van dit onderzoek.

De respondenten zijn geselecteerd op basis van hun kennis en expertise over de technologie-, vastgoed- en/of taxatiesector. Opvallend is dat er maar één geregistreerde taxateur gevonden is, die ook daadwerkelijk het taxatieproces herhaaldelijk heeft doorlopen. Dit toont aan dat de conclusies minder betrouwbaar zijn, door het ontbreken van praktische kennis over het taxatieproces. Het toont ook aan dat er nog een grote brug te slaan is tussen digitale techneuten en de taxateur. Iemand die kennis heeft van zowel de technologie, als praktische kennis over het taxatieproces, kan een belangrijke bijdrage leveren.

Er zijn ook maar twee respondenten gevonden die zichzelf expert noemden op het gebied van IoT en één respondent gaf aan er eigenlijk niets mee te hebben. De conclusies voor IoT en toepassingen op het taxatieproces zijn dus minder sterk onderbouwd, dan voor de overige innovaties.

Het is aan de respondenten overgelaten op welke innovatie zij zichzelf expert noemen. Zonder aan hun oordeel te willen twifelen, kan de subjectiviteit in het oordelen over hun eigen expertise niet ongenoemd blijven. Over- en onderschatting van de eigen expertise heeft zeker een invloed op de gewogen meningen in de resultaten.

5.3. Aanbevelingen

Dit onderzoek is een van de eerste stappen om inzichtelijk te krijgen wat de onderzochte technologieën voor invloed kunnen gaan hebben op het taxatieproces. Er zijn maar liefst vijf verschillende technologieën onderzocht. Dit is op hoofdlijnen gedaan en de conclusies zijn vrij algemeen. Het zou interessant kunnen zijn om de volgende stappen te zetten om een dieper inzicht te vergaren, door van elke innovatie los te onderzoeken wat de invloed zou kunnen zijn op het taxatieproces. Dezelfde onderzoeksvraag kan herhaald worden, met slechts één technologische innovatie.

Het kan ook interessant zijn om een specifieke toepassing, genoemd in dit onderzoek, verder te onderzoeken. De term 'innovatie komt van buiten' is veel herhaald in de interviews. Een toepassing als het scannen van juridische documenten voor het verzamelen, analyseren en schrijven van jurisprudentie in de advocatuur, kan goed onderzocht worden voor het juridisch onderzoek en de analyse van de huurcontracten in het taxatieproces. Met een dergelijk onderzoek komt een daadwerkelijke toepassing van deze toepassingen een stap dichterbij de praktijk.

De grootste horde voor het toepassen van de meeste technologische innovaties is het gebrek aan kwalitatieve, gestructureerde en gestandaardiseerde data. Als laatste, maar zeker niet als minste aanbeveling, zou het bijzonder interessant zijn om te onderzoeken hoe data in de vastgoedsector gestructureerd en gestandaardiseerd kan worden. Mocht hier een wetenschappelijke basis voor gelegd kunnen worden, dan kan dit vertaald worden naar de praktijk en kunnen grote stappen gezet worden in het overtuigen van stakeholders om data te delen. Als deze horde genomen is, kan dit uiteindelijk leiden tot objectieve, betrouwbare en gevalideerde taxaties met een lagere taxatieonzekerheid.

6. Bibliografie

Literatuur

- Asaftei, G.M., Doshi, S., Means, J. & Sanghvi, A. (2018, oktober) Getting ahead of the market: How big data is transforming real estate, *McKinsey & Co.*
- Atzori, L., Iera, A. & Morabito, G. (2014) From “Smart Objects” to “Social Objects”: The Next Evolutionary Step of the Internet of Things, *IEEE Communications Magazine*, pag 97-105
- Beimer, J. & Francke, M. (2019), Out-of-Sample House Price Prediction by Hedonic Price Models and Machine Learning Algorithms. *Real Estate Research Quarterly* pag. 13-20
- Blein, S. (2018), A real estate coin has two sides, (master thesis MSRE) Amsterdam School of Real Estate
- Braun, J., Hausler, J. & Schäfers, W. (2019) Artificial intelligence, news sentiment, and property market liquidity, *Journal of Property Investment & Finance*, International Real Estate Business School, University of Regensburg
- Brinkman, A. (2014) Het modelmatig waarderen van kantoorobjecten: Een onderzoek naar de mogelijkheden om de waarde van kantoorobjecten modelmatig vast te stellen, (master thesis) Amsterdam School of Real Estate
- Buehler, M.M. (2016, 4 april), 10 ways the real estate industry is changing, Geneva: *World Economic Forum*
- Businesswire (2019, 4 april) DC Forecasts Revenues for Big Data and Business Analytics Solutions Will Reach \$189.1 Billion This Year with Double-Digit Annual Growth Through 2022
- Cam, A., Chui, M. & Hall, B. (2019, november) Global AI Survey: AI proves its worth, but few scale impact, *McKinsey & Co.*
- Capgemini (2020, 17 oktober) Blockchain domineert de supply chain tegen 2025
- Chen, M., Mao, S. and Liu, Y. (2014) Big Data: A Survey. *Mobile Networks and Applications*, Vol. 19, 171-209.
- Columbus, L. (2020, 19 januari) Roundup Of Machine Learning Forecasts And Market Estimates, 2020, *Forbes*
- Constantinescu, M. (2018) Machine Learning Real Estate Valuation: not only a data affair, *The Valuation Journal*, Vol. 13(1)/2018
- Crosman, P. (2018), 'Better and Cheaper': Blockchain makes inroads in real estate lending. *American Banker Magazine*, Feb2018, Vol. 128 Issue 2, p10-11
- Dahlqvist, F., Patel M., Rajko, A. & Shulman, J. (2019, juli) Growing opportunities in the Internet of Things, *McKinsey & Co.*
- Deloitte (2015) Big Data and analytics in the automotive industry, Automotive thought piece
- deRidder, C.A., Tunstall, M.K., Grosser, J.M., & Holtan, N. (2016, 27 december), Blockchain: The Impact on the Real Estate Industry, *Pillsbury*
- Domingos, P. (2015), *The Master Algorithm: How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World*, New York: Basic Books
- Fidelity Research Institute (2018) *The Fidelity Global Institutional Investor Survey: The Future of Investment Management*, 11de editie
- Frey, C.B. & Osborne, M.A. (2013, 17 september) The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?," *Technological Forecasting and Social Change*, Elsevier, Vol. 114(C), pag. 254-280.
- Frick, W. (2014, mei 2019) An Introduction to Data-Driven Decisions for Managers Who Don't Like Math, *Harvard Business Review*
- Gartner (2019, 7 mei), Gartner Predicts 90% of Blockchain-Based Supply Chain Initiatives Will Suffer 'Blockchain Fatigue' by 2023
- Geophy (2019, 7 februari) Inside the Geophy AVM: The Evolution of Commercial Real Estate

(CRE) Valuations, Versie 1.2.6

- Golić, Z. (2019) Finance and Artificial Intelligence: The fifth industrial revolution and its impact on the financial sector, *Proceedings of the Faculty of Economics in East Sarajevo*, Issue 19, pag. 67-81
- Groot, A. (2020), De toepassingsmogelijkheden van blockchain op het aan- en verkoopproces van vastgoed, (master thesis MSRE) Amsterdam School of Real Estate
- Grover, P., Kar, A.K. & Janssen, M. (2019, juli) Diffusion of blockchain technology: Insights from academic literature and social media analytics, *Journal of Enterprise Information Management*, 10.1108/JEIM-06-2018-0132
- GSMA (2014), Understanding the Internet of Things (IoT), *GSM Association*
- Gupta, A., Christie, R. & Manjula, R. (2017) Scalability in Internet of Things: Features, Techniques and Research Challenges, *International Journal of Computational Intelligence Research*, Vol. 13, Nr. 7, pag. 1617-1627
- Hendriks, S. (2016) The Internet of Things: How the world will be connected in 2025, (master thesis Innovation Sciences) Universiteit Utrecht
- Hesp, M. (2020, 12 februari) Innovatie dwingt tot ethische discussies in de vastgoedsector, *Vastgoedmarkt*
- Higginson, M., Nadeau, M.C. & Rajgopal, K. (2019, januari), Blockchain's Occam problem, *McKinsey & Company*
- Hilgers, B.A.J. (2018), Automated valuation models for commercial real estate in the Netherlands traditional regression versus machine learning techniques, (master thesis) Eindhoven University of Technology
- Hoar, C., Atkin, B. & King, K. (2017, oktober) Artificial intelligence: What it means for the built environment, *Royal Institute of Chartered Surveyors*
- Holdowski, J., Mahto, M., Raynor, M.E., Cotteleer, M. (2015) Inside the Internet of Things, *Deloitte University Press*
- Hoskins, M., (2014) Common Big Data Challenges and How to Overcome Them, *Big Data*, Vol. Nr. 3, pag.142-143
- Huang, M.H., Rust, R. & Maksimovic, V. (2019) The Feeling Economy: Managing in the Next Generation of Artificial Intelligence (AI), *California Management Review*, Vol. Nr. 61(4), pag. 43-65
- IDC (2019, 18 juni), The Growth in Connected IoT Devices Is Expected to Generate 79.4ZB of Data in 2025, According to a New IDC Forecast
- IDC (2020, 18 juni) Worldwide Spending on the Internet of Things Will Slow in 2020 Then Return to Double-Digit Growth, According to a New IDC Spending Guide
- ING Economisch Bureau (2018, juni), Technologie in de vastgoedsector, PropTech verlaagt risico's en verhoogt waarde
- JLL (2020, 23 juli), Blockchain was set to transform real estate. What happened?
- Johnston, C. (2018), Accelerating innovation in commercial real estate, *Canadian Property Valuation Magazine*, 2018, Vol. 6, Book 2
- Kalksma, R. (2018) Big (Vastgoed) Data Analyse, (master thesis MRE) Amsterdam School of Real Estate
- Kejriwal, S. & Mahajan, S. (2016) Smart buildings: How IoT technology aims to add value for real estate companies, *Deloitte University Press*
- Kelnar, D. (2019) The state of AI 2019: Divergence, *MMC Ventures Research*
- Kleemans, J. en Jongeneel, M. (2018, 12 februari), Blockchain: transparantiemotor of gehypte techtoepassing?, *Vastgoedmarkt*
- Krasniqi, X. & Hajrizi, E. (2016) Use of IoT Technology to Drive the Automotive Industry from Connected to Full Autonomous Vehicles, *International Federation of Automatic Control Hosting by Elsevier Ltd*, 49-29, pag. 269-274

- Larson, J., Mattu, S., Kirchner, L. & Angwin, J. (2016, mei) How We Analyzed the COMPAS Recidivism Algorithm, *ProPublica*
- Madakam, S. & Kollu, S. (2019), Blockchain Technologies Fundamentals – Perceptions, Principles, Procedures and Practices, *Prajnan*, Vol. XLVIII, No. 4, 2019-20
- Maier, M.V. (2016) The Internet of Things (IoT): What is the potential of Internet of Things Applications for Consumer Marketing? bachelor thesis (University of Twente)
- Manyika, J., Chui, M., Bisson, P., Woetzel, J., Dobbs, R., Bughin, J. & Aharon, D. (2015, juni), The Internet of Things: mapping the value beyond the hype, *McKinsey & Company*
- Markow, W., Braganza, S., Taska, B. (2017) The quant crush: How to demand for data science skills is disrupting the job market, *IBM*
- Marr, B. (2020, 20 april) These 25 Technology Trends Will Define The Next Decade, 2020, *Forbes*
- Matthias, O., Fouweather I., Gregory, I. & Vernon, A. (2017). Making sense of Big Data – can it transform operations management? *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 37 (1), pag. 37-55.
- Matysiak, A. (2017), The Accuracy of Automated Valuation Models (AVMs): *TEGoVA*
- Mehdi, N. (2018, maart) Big data, smart cities, intelligent buildings – surveying in a digital world, *Royal Institute of Chartered Surveyors*
- Nagorny, K., Lima-Monteiro, P., Barata, J. & Colombo, A.W. (2017) Big Data Analysis in Smart Manufacturing: A Review, *International Journal of Communications, Network and System Sciences*, Vol. 10, pag. 31-58
- NRVT (2019, 10 oktober), Reglement Definitives NRVT
- NRVT (2020, 3 februari), Praktijkhandreiking Bedrijfsmatig Vastgoed
- NRVT (2020, 31 januari), International Valuation Standards
- Oracle (2020, mei) Emerging Technologies: Driving Financial and Operational Efficiency, onderzoek in samenwerking met ESG
- Patrick, B. & Williams, K.L. (2020, 1 februari) What is artificial Intelligence, *Journal of Accountancy*, Vol. 229, Issue 2, pag. 1-4
- Porter, M.E. & Heppelmann, J.E. (2014) How smart, connected products are transforming competition, *Harvard Business Review*
- Poursaeed, O., Matera, T. & Belongie, S. (2018) Vision-based Real Estate Price Estimation, *Machine Vision and Applications*, Vol. 29(4), pag. 667-676
- PR Newswire (PR Newswire, 2019, 22 april), Blockchain Solutions By HashCash Increases Affordability And Accessibility To Real Estate Investment,
- Quispel, E. (2019, 7 februari) Kunstmatig èn klantgericht?, *Vastgoedmarkt*
- Raghupathi, W. & Raghupathi, V. (2014) Big data analytics in healthcare: promise and potential, *Health Information Science and Systems*, Vol. 2, Nr. 3, pag. 1-10
- Resing, W., & Drenth, P. (2007), Intelligentie: weten en meten, *Uitgeverij Nieuwezijds*
- Romonesco, P. (2017) Blockchain; Toekomstmuziek voor het Rijksvastgoedbedrijf? (Master Thesis MRE) Tias
- Sagiroglu, S. and Sinanc, D. (2013) Big Data: A Review, Collaboration Technologies and Systems (CTS), *International Conference on Digital Object Identifier*, pag. 42-47
- Suzuki, B., Taylor, T. & Marchant, G. (2018, juli), Blockchain: How It Will Change Your Legal Practice. *The Computer & Internet Lawyers*, Volume 35, nummer 7, pag. 5-9
- Tapscott, D. en Kirkland, R. (2016). How blockchains could change the world, *McKinsey TNO*
- The Economist (2017, 6 mei) The world's most valuable resource is no longer oil, but data
- Arnhem, P., & Berkhout, T. (2013). *Taxatieleer vastgoed 1* (6de editie). Noordhoff
- Van der Laan, S. (2020, 19 februari) 'Algoritme is sneller, goedkoper en beter dan makelaar', *Vastgoedmarkt*
- Van Dijk, R. & De Zwart, G. (2015), De digitale evolutie van de beleggingsanalyse, *VBA*

beleggingsprofessionals Journaal, nr. 22, pag. 30 - 35

- Vastgoedmarkt (2019, 12 maart) Privacy graag; ook in slimme gebouwen
- Vastgoedmarkt (2019, 18 december) 'Proptech gaat veel verder dan technische oplossing'
- Vastgoedmarkt (2019, 5 april) Achterhouden data grootste rem automatisch taxeren
- Vastgoedmarkt (2020, 5 februari), 'Big data en AI hulpmiddel maar geen vervanger taxateur'
- Veldhuizen, J. & Santing, J.W. (2017, juli), Meer transparantie en vertrouwen door blockchain, *Vastgoedmarkt*, pag. 53
- Veuger, J. (2018, februari) Trust in a viable real estate economy with disruption and blockchain, *Emerald Publishing*, Vol. 35, nr. 1, pag 103-120
- Ward, M. (2015) 'How big data is transforming real estate', *CNBC*
- Zaat, M. (2017, 15 juni) Torch schijnt nieuw licht op commercieel vastgoed sector, *ABN Amro*
- Ziermans, B.O. (2017, maart) Big data: game changer voor vastgoed?! *Tijdschrift voor huurrecht bedrijfsruimte*, Nr. 2, pag. 83-87
- Ziermans, B.O. & Boes, J. (2018, maart) Het potentieel van algoritmes in het huurrecht, *Tijdschrift voor huurrecht bedrijfsruimte*, Nr. 2, pag. 66-69

Websites

- 50five (z.d.) Wat is het Internet of Things, geraadpleegd op 28 september 2020, <https://www.50five.nl/blog/wat-is-internet-of-things-iot.html>
- About crypto (z.d.), Wat is cryptografie? geraadpleegd op 24 augustus 2020, <http://www.about-crypto.nl/nieuws/wat-is-cryptografie>
- Blockchain now (z.d.), Blockchain voor dummies, geraadpleegd op 20 augustus 2020, <https://www.blockchainnow.nl/blockchain-voor-dummies/>
- Chalimov, A. (2020, 7 juli), IoT in agriculture: 8 technology use cases for smart farming (and challenges to consider), Eastern Peak, geraadpleegd op 29 september 2020, <https://easternpeak.com/blog/iot-in-agriculture-technology-use-cases-for-smart-farming-and-challenges-to-consider/>
- Cryptouniversity.nl (z.d.), Wat is blockchain? De betekenis en praktijkvoorbeelden, geraadpleegd op 20 augustus 2020, <https://www.cryptouniversity.nl/cryptocurrency/blockchain/>
- Cryptouniversity.nl (z.d.), Wat is een consensus algoritme?, geraadpleegd op 20 augustus 2020, <https://www.cryptouniversity.nl/consensus-algoritme/>
- Deloitte (z.d.), The Blockchain Practice, A specialist team dedicated to applying distributed ledger technologies, geraadpleegd op 27 augustus 2020, <https://www2.deloitte.com/uk/en/pages/innovation/solutions/deloitte-blockchain-practice.html>
- GeeksforGeeks (2019, 26 augustus), Applications of Big Data, geraadpleegd op 30 september 2020, <https://www.geeksforgeeks.org/applications-of-big-data/>
- Oracle (z.d.) What is the Internet of Things, geraadpleegd op 24 september 2020, <https://www.oracle.com/nl/internet-of-things/what-is-iot.html>
- PropTechNL (z.d.), Wat is PropTech?, geraadpleegd op 20 juli 2020, <https://www.proptech.nl/wat-is-proptech/>
- Social Elephant (z.d.) Wat is big data?, geraadpleegd op 21 september 2020, <https://www.socialelephant.nl/artikel/wat-is-big-data>
- Towards Data Science (2019, 18 maart), Tree-Based Methods: Regression Trees, geraadpleegd op 17 september 2020, <https://towardsdatascience.com/tree-based-methods-regression-trees-4ee5d8db9fe9>
- Wat is blockchain (z.d.), Wat is Blockchain?, geraadpleegd op 20 augustus 2020, http://www.watisblockchain.nl/wat_is_blockchain.php
- Wikipedia (2020), Interoperabiliteit, geraadpleegd op 25 september 2020, <https://nl.wikipedia.org/wiki/Interoperabiliteit>
- Wikipedia (2020), Smart Industry, geraadpleegd op 28 september 2020, https://nl.wikipedia.org/wiki/Smart_Industry
- Wikipedia (2020), Social Media, geraadpleegd op 30 september 2020, https://en.wikipedia.org/wiki/Social_media