



'De meerwaarde van fuzzy logic bij het taxeren van vastgoed'



Een onderzoek naar fuzzy logic als waarderingsmethode bij transformatie en of hiermee beter inzicht kan worden gegeven in risico's en onzekerheden.

Master of Science in Real Estate (MSRE)
Amsterdam School of Real Estate
Datum: 4 oktober 2018

Auteur: G.C. (Chris) Romein
Beoordelaar: W. van der Post
Tweede beoordelaar: A. Marquard

Voorwoord

Voor u ligt het onderzoek dat ingaat op fuzzy logic als waarderingsmethode. Dit onderzoek is de afronding van mijn opleiding Master of Science in Real Estate (MSRE) aan de Amsterdam School of Real Estate (ASRE). In 2015 koos ik ervoor om de module Real Estate Valuation te volgen aan de ASRE. Na voltooiing van deze module was ik zo enthousiast, dat ik besloot de volledige opleiding te volgen.

Het schrijven van deze scriptie is de afronding van een periode aan de ASRE waar ik met plezier op terugkijk.

Het idee voor mijn scriptie onderwerp is afkomstig van Philip Boswinkel en Robert Luyt. Doordat ik in mijn werk ook transformaties taxeer was ik direct enthousiast om een scriptie te schrijven over fuzzy logic en de toepassing hiervan bij transformatievastgoed. Philip en Robert, bedankt voor de inspirerende gesprekken over transformaties, fuzzy logic en het badkuipmodel. De case die in het onderzoek is gebruikt is afkomstig van De Maese Woningen. Bedankt voor de medewerking Jakko Dekker en voor je openheid over transformaties.

Wim van der Post en Arthur Marquard, bedankt voor het meedenken en jullie kritische opmerkingen bij het tot stand komen van mijn scriptie. Daarnaast gaat mijn dank uit naar Roy Middleton die mij bijzonder en constructief heeft geholpen.

Als laatste wil ik natuurlijk mijn vrouw Suzanne en mijn kinderen Julie en Filip bedanken voor het vele geduld en de tijd die zij mij hebben gegeven om tot dit resultaat te komen.

Voorschoten, oktober 2018

Samenvatting

Dit onderzoek beoogt inzicht te verkrijgen in de toepassing van fuzzy logic als waarderingsmethode bij transformatie. Het onderzoek richt zich daarnaast op de risico's en onzekerheden bij het taxeren van een transformatieobject. Het onderzoek kenmerkt zich als toegepast wetenschappelijk en is verkennend van aard. Het onderzoek bestaat uit een inleidend theoretisch kader en uit een single casestudy. Dit is een gangbaar transformatieobject, te weten het transformeren van een kantoorobject naar een appartementengebouw in een binnenstedelijk gebied.

Naast de traditionele waarderingsmethoden worden geavanceerde methoden toegepast in taxatievraagstukken. Een geavanceerde methode is onder meer fuzzy logic. Het onderzoeken van fuzzy logic is actueel en relevant door de toenemende mate van professionalisering in de taxatiepraktijk. Transformatie is een gebied waar de toepassing van fuzzy logic intuïtief geschikt voor is, omdat deze van nature onzeker en risicovol is. Door het woningtekort en de beperkte mogelijkheden om in een bestaande stad bij te bouwen, is het transformeren of herontwikkelen van kantoren naar woningen zeer actueel.

Bij transformaties is sprake van onzekerheden en risico's. Onzekerheid is al datgene dat niet bekend is over de uitkomsten van een project ten tijde van de besluitvorming. Risico is een voorspelbare gebeurtenis die leidt tot een negatieve afwijking van de rendementseis. Onzekerheid is niet meetbaar en risico wel. De risico's worden kleiner naarmate een transformatie vordert. De marktwaarde zou toe moeten nemen naarmate de risico's kleiner zijn.

De meest geschikte methode voor het waarderen van transformatieprojecten is de residuele waardemethode. Hierbij is het van belang dat de taxateur een goede inschatting maakt van de risico's en de invloed hiervan op de waarde. Om deze inzichtelijk te maken in het rapport wordt vaak een gevoeligheidsanalyse gepresenteerd, waarbij gebruik wordt gemaakt van een kwantitatieve sensitiviteitsanalyse, scenario analyse, Monte-Carlo-simulatie of ranking. Fuzzy logic kan hierop wellicht een aanvulling zijn en een duidelijker inzicht geven.

De mens gebruikt taal om te communiceren en hoewel dit binnen een bepaald begrippenkader is, kan er toch onduidelijkheid zijn. Bij begrippen als veel, lang, oud, dichtbij, goed etc. is niet eenduidig aan te geven wat hier wel of niet toe behoort. Wat voor de één lang is, hoeft dat voor een ander niet zijn. Bij het modelleren van stochastische onzekerheid (kansrekening) wordt in de klassieke logica gesteld dat een variabele wel of niet tot een verzameling behoort (iets is wel of niet lang). Door fuzzy logic te gebruiken kan dit lidmaatschap van een verzameling ook geleidelijk verlopen. In een fuzzy set is het mogelijk om deels lid te zijn. Hierdoor kan taalkundige onzekerheid worden gemodelleerd.

'Fuzzy' ofwel 'vaagheid' beschrijft de dubbelzinnigheid van een gebeurtenis en 'willekeur' beschrijft de onzekerheid in het optreden van een gebeurtenis. In klassieke sets is geen onzekerheid, waardoor scherpe grenzen ontstaan. Het menselijk handelen is gebaseerd op meerwaardige logica. Dit menselijk handelen heeft invloed op het ontstaan van de theoretische transactieprijs, waardoor de taxateur hier inzicht in zou willen hebben.

Het voordeel van het gebruik van fuzzy logic is dat het een meer realistische benadering is, door het gebruik van linguïstische variabelen in plaats van getallen. Het kan daardoor een ingewikkelde berekening vervangen. Er is een hiërarchische rangorde van elementen c.q. objecten (bijvoorbeeld gebouwen, percelen) en doordat het fuzzy is worden er geen elementen uitgesloten. Fuzzy logic kan gezien worden als een computertechniek die woorden gebruikt in plaats van getallen. Zelfs als woorden meer onnauwkeurigheid hebben dan getallen, ligt het gebruik van fuzzy logic dicht bij menselijk gedrag dat de tolerantie voor onnauwkeurigheid gebruikt.

Fuzzy logic is in de vastgoedmarkt in verschillende onderzoeken toegepast als alternatieve en flexibele benadering (voor het inzichtelijk maken) van onzekerheid. Onderzoekers hebben aangetoond dat door fuzzy logic de onzekerheid in waarderingsmetingen met bepaalde mate kan verminderen. Verschillende onderzoeken hebben plaatsgevonden naar het toepassen van fuzzy logic bij het taxeren van of investeren in vastgoed. Bagnoli en Smith (1998) pasten de theorie toe bij het taxeren van vastgoed door marktevidence te voorzien van een gewicht in het bepalen van de waarde.

Zij maakten gebruik van het Ratcliff-systeem waarbij een weging wordt gegeven aan variabelen. Het fuzzy systeem kan onzekerheid modelleren, maar door onnauwkeurige waardering van variabelen op basis van het Ratcliff-systeem zijn de uitkomsten onnauwkeurig gebleken.

Een relevant artikel voor dit onderzoek is van Kozlova, Collan en Luukka (2016) die twee reële optiewaarderingsmethoden, de Datar-Mathews-methode en de fuzzy pay-off-methode vergelijkt. De fuzzy pay-off methode is robuuster en is ook bruikbaar wanneer er niet genoeg informatie beschikbaar is voor een constructie van een simulatiemodel. Ondanks de brede toepassing van fuzzy gevolgtrekkingssysteem in verschillende technische gebieden, is de toepassing ervan voor analyse van investeringen beperkt. Het gebruik van fuzzy logic voor de analyse en modellering van vastgoed is een krachtig hulpmiddel. Het is een meer realistische benadering door het gebruik van linguïstische variabelen in plaats van getallen.

Het waarderingsmodel dat voor dit onderzoek wordt gebruikt, gaat uit van de residuele waardemethode als basismodel. Drie scenario's worden berekend met vijf variabelen. De vijf variabelen zijn de bouwkosten, verkoopopbrengsten, inflatie, correctie variabele op de bouwkosten en op de verkoopopbrengsten. De correctie variabelen zijn beïnvloedbaar en de andere drie variabelen zijn niet-beïnvloedbare variabelen. De belangrijkste inputvariabelen voor de residuele waardeberekening worden onderzocht met fuzzy logic. In het fuzzy inferentiesysteem (FIS) worden de input variabelen gekoppeld met de output met residuele waarden. De variabelen en de scenario's kunnen op deze wijze onderzocht worden.

Het onderzoek laat zien dat het fuzzy logic systeem in Matlab inzicht kan geven in de risico's en onzekerheden bij het taxeren van een transformatieobject. De variabelen die van invloed zijn op de uitkomst van de residuele waarde zijn onderzocht. Door de input van de risicovariabelen te verbinden met de output van residuele waarden kan het effect van risico's en onzekerheden op de uitkomst worden beoordeeld. Tevens wordt het effect van risico's en onzekerheden op de residuele waarde van transformatieobject geïllustreerd.

De uitkomst sluit aan op de eis van de IVS om inzicht te geven in de gevoeligheid van de gehanteerde uitgangspunten als de taxatie is gebaseerd op een residuele waardemethode. De uitkomsten van het model tonen aan dat de residuele waardeberekening van een transformatie gevoelig is voor veranderingen in de aanpassing van de opbrengen en kosten. Fuzzy logic kan voor elke significante factor een afzonderlijke gevoeligheidsanalyses verstrekken.

Door de residuele waardeberekening in het FIS op te nemen, kan een intelligent beslissingsondersteunend systeem worden gecreëerd, dat investeerders voorziet van bruikbare informatie over de invloed van risico's en onzekerheden van een transformatie. Het toepassen van het FIS voor het illustreren van risico's en onzekerheden is een intuïtief proces en daardoor gemakkelijk vorm te geven. De uitkomst heeft een brede acceptatie, doordat het effect wordt gevisualiseerd. Het systeem is zeer geschikt voor menselijke inbreng.

Traditioneel wordt het fuzzy logic model vooral toegepast in de regeltechniek, maar dit onderzoek laat zien dat in een systeem met risico's en onzekerheden het ook nuttig kan zijn om een vastgoedberekening op basis van linguïstische variabelen te evalueren.

De marktwaarde wordt er niet nauwkeurige door, maar onzekere inputgegevens kunnen worden weerspiegeld en dat komt tegemoet aan de behoefte van investeerders om beter inzicht te krijgen in een waardering en de effecten. Tevens kan een gemotiveerde beoordeling worden gemaakt van het effect van de risico's op de residuele waarden. Het hangt echter af van de redelijkheid van een aantal aannames van de variabelen die worden beoordeeld.

Inhoud

Voorwoord	2
Samenvatting	3
Inhoud	5
1. Inleiding	7
1.1 Aanleiding.....	7
1.2 Probleemstelling	7
1.3 Doelstelling	7
1.4 Onderzoeksvragen	8
1.5 Afbakening	8
1.6 Onderzoeksopzet	8
1.7 Conceptueel model.....	9
1.8 Leeswijzer	9
2. Taxatie en herontwikkeling	10
2.1 Definitie	10
2.2 Herontwikkeling	10
2.3 Projectrisico's	11
2.4 Risicocategorieën	12
2.5 Taxatie.....	15
2.6 Conclusie.....	18
3. Fuzzy logic.....	20
3.1 Geschiedenis	20
3.2 Introductie.....	21
3.3 Klassieke set en fuzzy set	22
3.4 Lidmaatschapsfunctie	23
3.5 Fuzzificatie.....	24
3.6 Fuzzy regels.....	25
3.7 Defuzzificatie	27
3.8 Fuzzy inferentiesysteem.....	27
3.9 Conclusie.....	29
4. Fuzzy logic en vastgoed	30
4.1 Inleiding	30
4.2 Fuzzy logic in vastgoed	30
4.3 Conclusie.....	34
5. Het waarderingsmodel	35
5.1 Risicovariabelen.....	35
5.2 Investeringskosten.....	36
5.3 Fuzzy model.....	38
5.4 Conclusie.....	39
6. Analyse en resultaten	40
6.1 Casus.....	40
6.2 Residuele waarde berekening	41

6.3	Fuzzy inferentiesysteem.....	42
6.4	Conclusie.....	45
7.	Conclusie en aanbevelingen.....	46
7.1	Deelvragen	46
7.2	Hoofdvraag	47
7.3	Aanbevelingen.....	47
7.4	Reflectie	48
8.	Bibliografie.....	49
9.	Bijlagen.....	51

1. Inleiding

In onderhavig hoofdstuk worden de aanleiding, de centrale vraag en de onderzoeksaanpak gepresenteerd. Aan de hand van deze verantwoording ontstaat niet alleen een valide maar ook een navolgbare onderzoeksstructuur.

1.1 Aanleiding

Een waarderingsmethode moet de denkprocessen van de betrokken partijen weerspiegelen. Dit vereist dat de taxateur de wijze van denken van de klant goed moet inschatten. Naast de traditionele waarderingsmethoden worden geavanceerde methoden toegepast in taxatievraagstukken. Het toepassen van geavanceerde waarderingsmodellen kan bijdragen om het verhoogde niveau van beschikbare gegevens en informatie te weerspiegelen in taxaties. Geavanceerde modellen proberen de markt te analyseren door de denkprocessen van de spelers op de markt direct na te bootsen om de marktwaaarde goed te bepalen. Deze modellen zijn meer kwantitatief. Een geavanceerde methode is onder meer fuzzy logic (French e.a., 2013).

Het onderzoeken van de methodiek fuzzy logic is actueel en relevant door de toenemende mate van professionalisering in de taxatiepraktijk. Niet-conventionele methoden voor de waardering van vastgoed zijn de laatste jaren sterk toegenomen. Ontwikkelingen in de gegevensverwerkingstechnieken hebben een grote impact op het taxatieproces en het gebruik van meer complexe analytische toepassingen. De toepassing fuzzy logic kan volgens onderzoekers de onzekerheid in taxaties in bepaalde mate verminderen (Del Giudice, 2017). Een veelvoorkomend taxatievraagstuk waar onzekerheid een grote rol speelt is transformatie.

Door een geavanceerde methode als fuzzy logic toe te passen bij taxatie van een transformatieobject, waar risico's en onzekerheden een rol spelen, worden twee onderwerpen gecombineerd die mij als taxateur empirisch verwonderen.

Transformatie heeft een gunstig effect op het terugdringen van leegstaand vastgoed. Voorbeelden van leegstaande kantoorgebouwen of gebouwen met een maatschappelijke functie (onderwijs, zorg) die succesvol zijn getransformeerd zijn: het voormalige ministerie in het Wijnhavenkwartier dat getransformeerd is naar woningen, commerciële ruimten en een onderwijscampus en het voormalige Shell-kantoor aan de Oostduinlaan dat getransformeerd naar een wooncomplex. Deze transformaties zorgen ervoor dat een omgeving weer levendig en dynamisch wordt en verhogen de waarde van gebieden.

Het transformeren van vastgoed brengt wel ontwikkelrisico's met zich mee en onzekerheid over exacte opbrengsten en kosten. De initiële investering bestaat niet uit grond, maar uit een gebouw met specifieke gebouwenkenmerken.

Transformatie is een gebied waar de toepassing van fuzzy logic intuïtief geschikt is, omdat deze van nature onzeker en risicovol is. Besluiten worden deels genomen op basis van intuïtie en met fuzzy logic is het mogelijk om dit te visualiseren en om beslissingen te rationaliseren op basis van de theorie. Dit onderzoek richt zich specifiek op deze ex ante taxatie en de risico's en onzekerheden van vastgoed dat getransformeerd wordt en de methodiek fuzzy logic.

Gedurende een transformatieproject zullen de investeringen, de hoeveelheid zekerheden en informatie toenemen. Tegelijkertijd nemen de risico's en onzekerheden af, waardoor de residuele gebouwwaarde stijgt. Het taxeren van transformatieprojecten gebeurt door taxateurs conform taxatierichtlijnen en op basis van traditionele en geavanceerde waarderingsmethoden.

1.2 Probleemstelling

Een beperkt inzicht in risico's en onzekerheden bij het taxeren van een transformatieobject. Een gebrek aan inzicht in de fuzzy logic methode en de toepassing hiervan bij het taxeren van een transformatieobject.

1.3 Doelstelling

Deze scriptie beoogt inzicht te verkrijgen in de toepassing van fuzzy logic in vastgoedtaxaties teneinde tot meer valide en betrouwbare uitkomsten te komen. In de literatuur is een brede theoretische achtergrond aanwezig over het taxeren van vastgoed, maar is een gebrek aan empirische ondersteuning in dit verband - een constatering die in het bijzonder geldt voor niet conventionele methoden voor de waardering van vastgoed zoals fuzzy logic.

1.4 Onderzoeksvragen

De centrale vraag van deze scriptie is:

Op welke wijze kan fuzzy logic worden toegepast als waarderingsmethode bij transformatie en een beter inzicht geven in risico's en onzekerheden?

De deelvragen die als middel dienen om tot een antwoord op de centrale vraag te komen zijn de volgende:

1. Welke risico's en onzekerheden zijn er bij transformatie en hoe wordt hiermee omgegaan in taxaties van transformatievastgoed? Welke taxatiemethode wordt toegepast en met welke taxatierichtlijnen moet rekening worden gehouden? (Hoofdstuk 2)
2. Wat is de achtergrond van de methodiek fuzzy logic? Hoe wordt fuzzy logic toegepast? Op welke manier werkt fuzzy logic? (Hoofdstuk 3)
3. In hoeverre is fuzzy logic al toegepast in vastgoedwaarderingen en wat waren de uitkomsten? Hoe kan fuzzy logic worden toegepast in het taxeren van transformatievastgoed? (Hoofdstuk 4)

1.5 Afbakening

Dit onderzoek heeft betrekking op de geavanceerde waarderingsmethode fuzzy logic, die wordt toegepast in het waarderen van een transformatieobject. Er is gekozen voor een specifieke toepassing in een van de meest gangbare transformatieprocessen, te weten het transformeren van een kantoorobject naar een appartementengebouw in een binnenstedelijk gebied.

Daarmee wordt gekozen voor een relatief courante opgave, die - met dien verstande dat ieder project uniek is - methodologisch gezien een aanzienlijk deel van de populatie transformaties kan vertegenwoordigen. Hiermee wordt een relatieve generalisatie van uitkomsten betracht te bewerkstelligen.

1.6 Onderzoeksopzet

Het onderzoek kenmerkt zich als toegepast wetenschappelijk en is verkennend van aard. Er wordt een verkennend onderzoek uitgevoerd om te onderzoeken wat fuzzy logic is. De resultaten die worden gevonden met fuzzy logic zijn voorafgaand aan dit onderzoek nog onduidelijk. Het is daarom moeilijk om vooraf een inschatting te maken welke richting het onderzoek opgaat. Met het onderzoek wordt beoogd een beter inzicht te krijgen in fuzzy logic en de toepassing hiervan in taxaties. Kwalitatief onderzoek is geschikt voor het doen van verkennend onderzoek.

Het verkennend onderzoek bestaat uit een literatuuronderzoek en een kwalitatief onderzoek in de vorm van een single casestudy. De bevindingen uit de theorie en praktijk worden toegepast om tot de toetsing van een waarderingsmodel te komen. Het model is gebaseerd op fuzzy logic en toepasbaar op het waarderen van transformatievastgoed. Het onderzoek bestaat uit verschillende onderdelen en zal de centrale vraag en de deelvragen beantwoorden volgens onderstaande onderzoeksopzet.

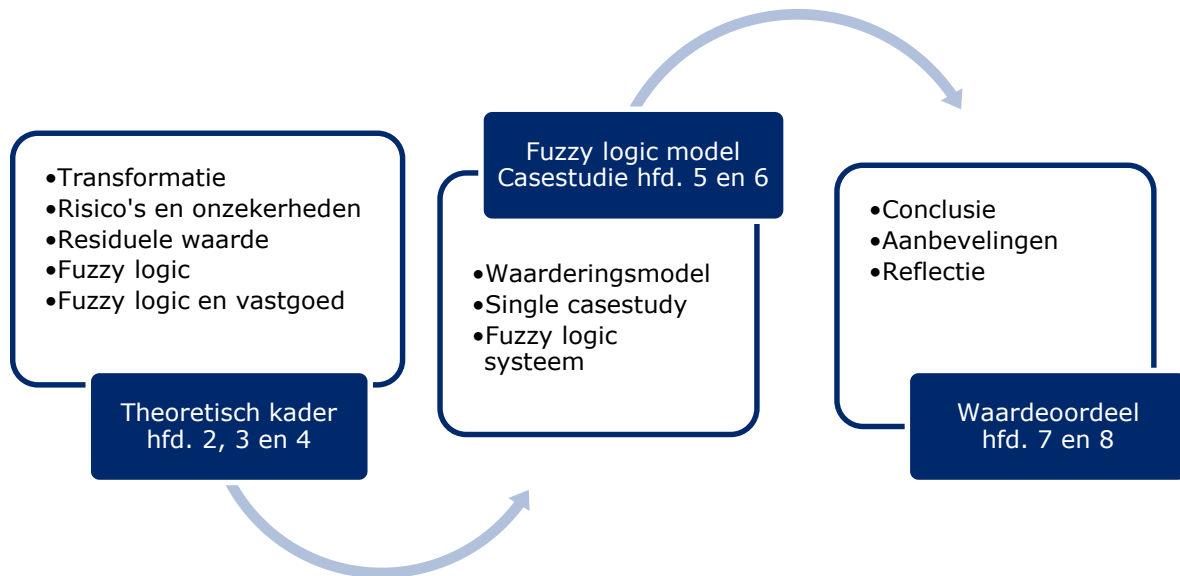
Theoretische kader

Het onderzoek start met een inleidend theoretisch kader over transformatie, de risico's en onzekerheden bij transformatie en de bestaande waarderingsmethoden en richtlijnen voor een transformatie. Tenslotte wordt fuzzy logic en de toepassing hiervan bij het waarderen van vastgoed behandeld. Het theoretische kader vormt de basis voor de input voor het waarderingsmodel dat wordt toegepast in het fuzzy logic systeem.

Methodologie

Het tweede deel van het onderzoek bestaat uit een single casestudy. Met een single case is het mogelijk een verdieping te maken. De selectie van een casus dient wel zorgvuldig te gebeuren (Yin, 1993, p.12), zodat het waarderingsmodel dat wordt toegepast in het fuzzy logic systeem het mogelijk maakt de modelvariabelen en de rol van fuzzy logic hierin te onderzoeken. Er wordt deels gebruik gemaakt van de fuzzy logic module in het programma. Op basis van de single casestudy worden de resultaten beschreven en geïnterpreteerd. Het gaat echter om de eerste inzichten in fuzzy logic en de toepassing als waarderingsmethode bij transformatie en nog niet om generaliserende uitspraken. Generalisatie van de uitkomsten is geen doel op zich, maar door te kiezen voor een relatief courante case zijn de resultaten gemakkelijk te toetsen met traditionele methoden. Het nadeel van een single casestudy is dat de opgenomen modelvariabelen geen rol kunnen spelen en dat geen verschillenanalyse kan plaatsvinden. Bij het interpreteren van de resultaten wordt nagegaan of fuzzy logic toegepast kan worden als waarderingsmethode bij transformatie en inzicht kan geven in risico's en onzekerheden.

1.7 Conceptueel model



Figuur 1: conceptueel model, eigen bewerking

1.8 Leeswijzer

Het eerste hoofdstuk vormt de inleiding tot het onderzoek, waarin probleemstelling, de doelstelling, de onderzoekingsvragen, de afbakening en de onderzoeksopzet worden behandeld.

Het inleidend theoretisch kader vormt het tweede, derde en vierde hoofdstuk. Hoofdstuk 2 gaat in op de definitie van transformatie, risico's en onzekerheden bij transformatie, hoe met deze risico's kan worden omgegaan in de taxatie en op welke wijze een transformatie wordt getaxeerd. Hoofdstuk 3 geeft een introductie van fuzzy logic, wat de achtergrond is van de methodiek en hoe het werkt.

Hoofdstuk 4 gaat in op de toepassing van fuzzy logic in vastgoedwaarderingen en hoe fuzzy logic kan worden toegepast in het taxeren van transformatievastgoed.

De opzet en de resultaten van de single casestudy worden behandeld in hoofdstuk 5 en 6. Hoofdstuk 5 behandelt het waarderingsmodel dat voor dit onderzoek is gebruikt. De belangrijkste inputvariabelen voor het model worden behandeld en de residuele waardemethode dient als basismodel. Hoofdstuk 6 gaat in op de resultaten van het onderzoek. Het basismodel en de inputvariabelen worden toegepast in het fuzzy logic systeem, waarbij gebruik wordt gemaakt van de softwareomgeving Matlab.

Hoofdstuk 7 behandelt de belangrijkste conclusies uit het onderzoek en zal ingaan op de aanbevelingen voor verder onderzoek en geeft een reflectie op het onderzoek. Na dit hoofdstuk volgen de bibliografie en de bijlagen.

2. Taxatie en herontwikkeling

Om transformatievastgoed te taxeren is het belangrijk kennis te hebben van het herontwikkelingsproces en de bijbehorende onzekerheden en risico's. Om een transformatie valide en betrouwbaar te taxeren is het noodzakelijk om de bestaande taxatiemethoden en -richtlijnen te volgen. Dit hoofdstuk gaat in op de definitie van transformatie, risico's en onzekerheden bij transformatie, hoe met deze risico's kan worden omgegaan in de taxatie en op welke wijze een transformatie wordt getaxeerd. De volgende onderzoeksvragen vormen de kern van dit hoofdstuk:

Welke risico's en onzekerheden zijn er bij transformatie en hoe wordt hiermee omgegaan in taxaties van transformatievastgoed? Welke taxatiemethode wordt toegepast en met welke taxatierichtlijnen moet rekening worden gehouden?

Transformatie en herbestemmen is een oplossing voor vastgoedobjecten als renovatie en hergebruik niet bijdraagt aan de vraagzijde en sloop en nieuwbouw financieel niet haalbaar is (Van Gool, 2013).

Herbestemmen of transformeren kan betrekking hebben op kantoor naar woningen, maar ook op andere deelmarkten van het vastgoed. Er kan gedacht worden aan maatschappelijk vastgoed, zoals scholen en zorggebouwen of het transformeren van structureel leegstaande winkels naar een andere bestemming.

2.1 Definitie

Om de (structurele) leegstand van een gebouw te verminderen zijn er vier verschillende opties: consolidatie, renovatie, sloop/nieuwbouw en transformatie (Remøy, 2010). Het herontwikkelen c.q. transformeren van een gebouw zal aan de orde zijn als een vastgoedeigenaar verwacht dat het gebouw in zijn huidige staat en bestemming niet meer zal voldoen aan de rendements- en risicodoelstellingen die zijn gesteld en/of andere afwegingen.

De definitie van herontwikkeling (naar Keeris, 2001):

Het geheel aan activiteiten met betrekking tot een zodanig ingrijpende aanpassing naar de eisen van de tijd van het prestatieniveau van een bestaand vastgoedobject op organisatorisch, financieel en architectonisch, bouwkundig en installatietechnisch niveau, dat daardoor - en mede ten gevolge van een wijziging van de oorspronkelijke functionele bestemming - voldaan kan worden aan de vraag van nieuwe (potentiële) doelgroep(en), dan wel invulling gegeven kan worden aan een (eventueel) toegekende maatschappelijke functie, waardoor het object vervolgens geclassificeerd dient te worden in een andere (beleggings)categorie.

Het begrip herontwikkeling is volgens Keeris (2001) niet eenduidig gedefinieerd, want de definitie geldt ook als het object niet van beleggingscategorie verandert. Er is een verschil tussen de begrippen 'herbestemming' en 'herontwikkeling'. Bij herontwikkeling en herbestemming van een vastgoedobject is in beide gevallen sprake van een wijziging van de functionele bestemming. Herontwikkeling heeft echter een ingrijpender karakter door het wijzen van de structurele opzet c.q. plattegrond van het object. Een herontwikkeling betreft dus wel een herbestemming, dat geldt echter niet omgekeerd (Keeris, 2001). Met de definitie van herontwikkeling wordt hetzelfde bedoeld als transformatie. In dit onderzoek worden de beide begrippen gebruikt.

2.2 Herontwikkeling

Herontwikkeling van bestaand vastgoed wordt gekenmerkt door een aantal punten van zorg, waaronder de financiële haalbaarheid, de motivering van betrokkenen, de financiering, het vinden van een goede herstemming (vooral op mindere locaties), het omgaan met regelgeving en voorwaarden van (lokale) overheden, het organiseren en managen van een herontwikkeling, de technische haalbaarheid en het omgaan met politieke aspecten (Van Gool, 2013).

Instrumenten voor het bepalen van de transformatiepotentie

Elk gebouw is uniek door de gebouwkenmerken, de locatie, het onderhoudsniveau, bouwjaar, e.d. Deze heterogeniteit zorgt ervoor dat geen enkele herontwikkeling hetzelfde is. Er is een aantal tools ontwikkeld om inzicht te geven in de potentie van een transformatie.

De belangrijkste bestaande instrumenten zijn onder meer:

- Leegstandsrisicometer (Geraedts & Van der Voordt)
- Transformatiepotentiometer (Geraedts & Van der Voordt)
- Herbestemmingswijzer (Hek, Kamstra & Geraedts)
- ABT-QuickScan (Hofmans, Schopmeijer, Klerkx en Herwijnen)

De instrumenten hebben veel overeenkomsten. De tools toetsen allemaal de locatie en het gebouw op basis van geformuleerde criteria, in verschillende stappen van globaal naar gedetailleerd. De verschillen hebben vooral betrekking op de onderwerpen die worden behandeld. De transformatiepotentiometer focust alleen op transformatie naar wonen (Van der Voordt, 2007). Schmidt (2012) concludeert dat van de bestaande instrumenten de transformatiepotentiometer het meest geschikt is voor het bepalen van technische en functionele haalbaarheid in relatie met financiële haalbaarheid. De hierboven genoemde instrumenten behandelen allemaal de financiële haalbaarheid, maar geen enkel instrument kan deze nauwkeurig bepalen omdat deze gebaseerd zijn op kengetallen. Daarnaast wordt onvoldoende rekening gehouden met de te realiseren vormfactor. De aanbeveling is om voor de financiële haalbaarheid aansluiting te zoeken met de door ontwikkelaars veel gebruikte stichtingskostenopstelling (Schmidt, 2012).

De tools kunnen gebruikt worden om de potentie van een project te bepalen en benoemen ook de risico's bij een transformatie, maar geven onvoldoende inzicht in de achtergrond van deze risico's. Deze worden in de volgende paragraaf behandeld.

2.3 Projectrisico's

De herontwikkeling van een project gaat gepaard met risico's. Een projectontwikkelaar initieert doorgaans een vastgoedproject, investeert in de ontwikkeling en realisatie van een project en draagt gedurende het project het financiële risico. De beloning is een opslag op de kostprijs van een project: de winst- en risicopremie. Een projectontwikkelaar is verantwoordelijk voor alle risico's van een project (Nozeman, 2008).

Elke vastgoedtransformatie is uniek omdat de locatie nooit hetzelfde is, de opgave varieert en de samenstelling van partijen steeds anders is. Er is sprake van een aantal fasen die zich tijdens het ontwikkelproces voordoen. Een herontwikkeling doorloopt dezelfde fasen als een nieuwbouw projectontwikkeling en bestaat uit de initiatiefase, de contractfase, de realisatiefase en de afzetfase. Naarmate het ontwikkelingsproces vordert met het doorlopen van de verschillende fasen, nemen de risico's van de herontwikkeling af en de totale investeringen toe.

Het risicobegrip in het kader van projectontwikkeling komt in de literatuur uitgebreid aan bod. Volgens Gehner (2011) geeft De Stichting Bouw Research een definitie van risico door de formule: 'Risico' = 'kans op falen' x 'gevolg'. Het risicobegrip bestaat uit een waarde- en een waarschijnlijkheidscomponent. De waardecomponent heeft betrekking op een effect of gevolg van een gebeurtenis, uitgedrukt in een positieve of negatieve afwijking en de waarschijnlijkheidscomponent is een gekwantificeerde kans dat een gebeurtenis ook daadwerkelijk optreedt (Gehner, 2011).

Kans

De kans dat een gebeurtenis plaatsvindt wordt uitgedrukt met een getal tussen de 0 en 1. Er wordt onderscheid gemaakt tussen objectieve en subjectieve kansuitspraken. Met beide kansuitspraken kan de kansverdeling worden toegepast op een variabele. Het kwantificeren van de kans van een variabele wordt stochastische modelleerbaarheid genoemd (Gehner, 2011).

Risico en onzekerheid

De begrippen risico en onzekerheid worden vaak willekeurig gebruikt, terwijl er wel degelijk onderscheid is. De verschillen tussen de begrippen hebben vooral betrekking op aspecten als voorspelbaarheid en modelleerbaarheid. Bij het modelleren van een gebeurtenis is het mogelijk om de waarde- en waarschijnlijkheidscomponent van de gebeurtenis te kwalificeren (Gehner, 2011).

De definitie van het begrip risico in relatie tot het vakgebied vastgoedontwikkeling wordt door Gehner als volgt gedefinieerd: *'Een risico is een voorspelbare en stochastisch modelleerbare gebeurtenis die leidt tot een negatieve afwijking van de rendementseis van een project'*.

Byrne en Cadman (1984) constateren dat onzekerheid kan worden omschreven als al datgene dat niet bekend is over de uitkomsten van een onderneming ten tijde van de besluitvorming. Dit impliceert dat een dergelijke onzekerheid niet meetbaar is. Risico daarentegen is wel meetbaar en kan worden omschreven als een kans op een bepaald verlies, voortvloeiende uit een genomen besluit.

In de vastgoedliteratuur is, volgens Byrne (1995), consensus dat onzekerheid het gevolg is van imperfecte informatie en een gebrek aan kennis. En aangezien investeringsbeslissingen meestal worden genomen met betrekking tot toekomstige rendementen, tijd de belangrijkste oorzaak van onzekerheid is. Hoe verder in de toekomst, hoe onzekerder hetgeen is wat er gaat gebeuren. Er kan echter wel een mening worden gegeven over wat er zou kunnen gebeuren. Dit wordt soms gedeeltelijke onzekerheid genoemd, omdat over het algemeen mogelijke resultaten kunnen worden geïdentificeerd, alleen niet kan worden gezegd hoe waarschijnlijk het is dat dit zal gebeuren.

Als mogelijke resultaten worden herkend en waarschijnlijkheden aan deze uitkomsten kunnen worden toegewezen, dan is sprake van een klassieke risicosituatie. Paradoxaal genoeg wordt risico dus klassiek gezien als een duidelijke vorm van onzekerheid en de twee termen worden zonder onderscheid gebruikt. Een investeringsbeslissing is alleen zonder risico wanneer de terugkeer ervan op enig moment in de toekomst met volledige zekerheid kan worden beschreven. De aanwezige hoeveelheid risico wordt dan aangegeven door het verschil tussen werkelijke en verwachte uitkomsten of rendementen. In het kader van een investering betekent dit met name de mate waarin het werkelijke rendement lager is dan verwacht, minder dan vereist, of het meest gevaarlijk, minder dan nul.

De mate waarin het risico aanwezig is in een investeringsbeslissing wordt bepaald door de mate waarin de uitkomst of het verwachte rendement beheerst kan worden. Dit is op zijn beurt weer afhankelijk van hoe de onzekere variabele factoren die de investering beïnvloeden, kunnen worden beheerst. De eerste stap is om deze variabelen te identificeren. In feite is het relatief eenvoudig om de variabele inputfactoren te herkennen in een taxatie of waardering. Bij het identificeren van de variabelen hoeft er geen enkele meting te zijn van het risico dat aan elk van deze variabelen is verbonden, maar de volgende stap is om variabelen in "typen" te sorteren, zodat dit kan worden gedaan. Regelbare variabelen hebben vaste of vastgestelde waarden, of hun waarden kunnen binnen een bekend bereik veranderen en kunnen worden afgehandeld door een gevoeligheidsanalyse. Variabelen die niet kunnen worden gecontroleerd hebben onvoorspelbare of onzekere waarden. In sommige gevallen is het ook handig om een derde categorie te onderscheiden; variabelen die gedeeltelijk worden gecontroleerd of afhankelijk zijn van de waarden van een van de andere typen in het systeem. Een model op zichzelf kan helpen bij het verminderen van de onzekerheid in een beslissing door een gedetailleerde beoordeling van de probleemstructuur te forceren (Byrne, 1995).

2.4 Risicocategorieën

Door Gehner (2008) zijn zeven risicocategorieën geïdentificeerd binnen de projectontwikkeling. Deze risico's zijn ook van toepassing bij de transformatie van een leegstaand kantoor naar woningen (Remøy & van der Voordt, 2014). Boswinkel en Martens (2016) onderscheiden zes risicocategorieën in het kader van transformatie van bestaande gebouwen:

1. Due diligence (asbest, bodem, archeologie).
2. Ontwerp (product marktcombinatie).
3. Buurt en politiek.
4. WABO (vergunningen).
5. Realisatie.
6. Verkoop en verhuur (afzetrisico).

Hamerslag (2018) constateert in zijn onderzoek dat in de literatuur verschillende risicocategorieën worden onderscheiden, maar dat deze min of meer overeenkomen. Tevens constateert hij dat een risicocategorie ontbreekt en dat betreft financiering. De eisen vanuit de banken zijn toegenomen en de verhouding eigen vermogen en vreemd vermogen is aangescherpt.

Niet alle risicocategorieën in het kader van transformatie zijn even goed beïnvloedbaar. De categorie ontwerp- en realisatierisico kan door project- en procesmanagement redelijk beheerst worden. De afzet-

en financieringsrisico's worden sterk beïnvloed door de economische omstandigheden. Buurt en politiek is door een actieve participatie van stakeholders in de initiatiefase beïnvloedbaar, waardoor het risico enigszins beperkt is. Het risico voor het verkrijgen van een vergunning is het hoogst (Hamerslag, 2018).

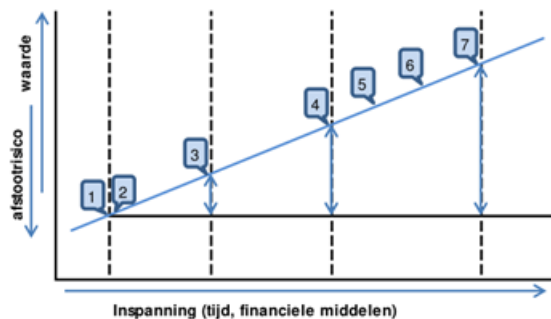
Sieverink (2014) benoemt in haar onderzoek naar incurant vastgoed, waarvoor binnen de huidige bestemming geen alternatieve aanwendbaar meer is, risicocategorieën die grotendeels overeenkomen met de bovengenoemde van Gehner en van Boswinkel en Martens. Daarnaast heeft zij een risicotabel opgesteld met drie hoofdeffecten van risico's: inkomstenderving, tijdsoverschrijding en kostenoverschrijding. De belemmeringen hebben een lagere opbrengst, een vertraging in het project of een kostenoverschrijding tot gevolg.

De risico's worden kleiner naarmate een transformatie vordert. De marktwaarde zou toe moeten nemen, naarmate de risico's kleiner zijn.

De kans op falen en het gevolg hiervan worden kleiner naarmate een herontwikkeling vordert. Het verloop van de zekerheid en de beïnvloedbaarheid gedurende de verschillende fasen van een project wordt goed weergegeven in de investeringscurve van Gehner (2003). Op basis van deze investeringscurve zou de marktwaarde moeten toenemen doordat de risico's afnemen. Op basis van deze curve zijn volgens Sieverink (2014) verschillende verkoopmomenten te onderscheiden.

1. Verkoop huidige staat
2. Verkoop na onderzoek herontwikkelmogelijkheden en belemmeringen
3. Verkoop na opstellen programma van randvoorwaarden
4. Verkoop na goedgekeurd Stedenbouwkundig Programma van Eisen of globaal bestemmingsplan
5. Verkoop na bestemmingswijziging
6. Verkoop na verlening bouwvergunning
7. Verkoop na realisatie

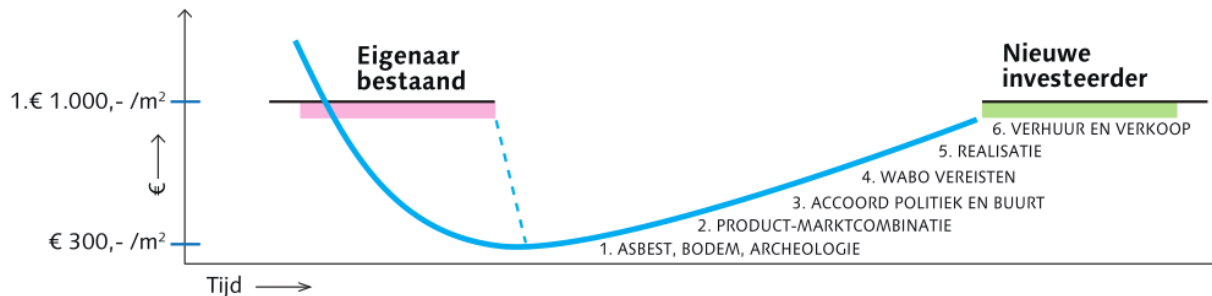
Deze fasen zouden elk een andere marktwaarde vertegenwoordigen, doordat de risico's kleiner worden.



Figuur 2: verkoop- c.q. taxatiemomenten (Sieverink, 2014)

Badkuipmodel

Het badkuipmodel (Boswinkel en Martens, 2016) is gebaseerd op de berekening van de residuele waarde en is een instrument waarin de maximum- en minimumwaarde van een transformatie object wordt berekend, door de residuele waardeberekening te corrigeren met zes risicocategorieën specifiek voor transformatievastgoed (asbest, ontwerp, buurt en politiek, milieuvergunning, bouw en verkoop). Het minimum wordt berekend door de risico's van het maximum af te trekken. Hierdoor verschijnt een waarde aan de boven- en onderkant.



Figuur 3: visualisatie badkuipmodel (Boswinkel en Martens, 2016)

Het badkuipmodel is ontworpen om inzicht te verkrijgen in de waardeontwikkeling van een transformatieproject, als gevolg van risico beperkende maatregelen. Het model richt zich op het schatten van de waarde die gedurende het ontwikkelingsproces optreedt.

In het model worden drie residuele waardeberekeningen gelijktijdig uitgevoerd. De eerste berekening kan worden beschouwd als een traditionele waardeberekening. Er wordt een correctie toegepast op de residuele waardeberekening op basis van de eerdergenoemde zes risicocategorieën.

Voor elk van deze risicocategorieën wordt een percentage bepaald door de gebruiker die ofwel de kosten verhoogt, ofwel de opbrengsten verlaagt. De tweede residuele waardeberekening veronderstelt geen risico. Elk van de zes definieerbare risico's kan op nul of één worden ingesteld, waarmee wordt aangegeven of het risico is opgelost of overgedragen aan een andere partij. De uitsluiting van bepaalde risico's leidt tot de derde berekening van de restwaarde, de "aangepaste residuele (gebouw) waarde". Door bepaalde risico's toe te voegen of uit te sluiten, kan een nieuwe waarde worden gevonden. Het model wordt voornamelijk gebruikt om inzicht te krijgen in de waardeontwikkeling van transformatieobjecten en kan daarom mede worden gebruikt als een onderhandelingsstool (Boswinkel en Martens, 2016; Luyt, 2016).

2.5 Taxatie

Bij het uitvoeren van een taxatie wordt een theoretische transactieprijs geschat. De vastgoedmarkt, waar de vastgoedprijs tot stand komt is dynamisch en voortdurend onderhevig aan veranderingen. De basisfactoren waardoor vastgoedprijzen differentiëren zijn tijd, plaats, technische en wettelijke voorwaarden en mensen die beslissingen nemen op basis van hun voorkeuren en kennis over de relaties met de vastgoedmarkt. De menselijke factor die de vastgoedprijs beïnvloedt, is het resultaat van bepaalde redenen, motieven en externe informatie. Het is meestal voorspelbaar. Onzekerheid en dynamiek zijn gekoppeld aan het verkrijgen van informatie van een deelnemer in de markt. Dit proces is meestal niet-lineair en heeft een aanzienlijke invloed op de uiteindelijke prijs van een onroerend goed (Renigier, 2009).

Het 'Highest and Best Use'-beginsel

Het taxatieproces gaat volgens principes en fundamenteën (Ten Have, 2011). Eén van de principes is optimale aanwending. Een onderwerp dat bij het taxeren van structureel leegstaand vastgoed een belangrijke rol speelt. De vraag naar vastgoed hangt af van de potentiele gebruiksmogelijkheden. Vastgoed is voor verschillende gebruiksmogelijkheden geschikt, maar lang niet alles is toegestaan volgens het bestemmingsplan. In de International Valuation Standards wordt gesproken over het 'Highest and Best Use'-beginsel (HABU). In de editie IVS 2017 staat het volgende:

30.4. The Market Value of an asset will reflect its highest and best use. The highest and best use is the use of an asset that maximises its potential and that is possible, legally permissible and financially feasible. The highest and best use may be for continuation of an assets existing use or for some alternative use. This is determined by the use that a market participant would have in mind for the asset when formulating the price that it would be willing to bid.

Marktwaaarde en HABU zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Het lijkt slechts aan de orde bij herontwikkeling of transformatie, maar het is altijd aan de orde. HABU moet fysiek mogelijk zijn, financieel haalbaar, wettelijk toegestaan en resulteren in de hoogste waarde. Als dit verschilt van het huidige gebruik, zijn de kosten voor het omzetten van een object in het hoogste en beste gebruik van invloed op de waarde (IVS, 2017).

Projectrisico's die optreden gedurende de herontwikkeling beïnvloeden het resultaat. Bij het taxeren van een herontwikkeling is het de taak van de taxateur om een goede inschatting te maken van de nog op te treden risico's. Het is daarom van belang dat de taxateur kennis heeft van het ontwikkelproces en de risicocategorieën.

Een taxateur conformeert zich aan taxatierichtlijnen. De belangrijkste taxatiestandaarden zijn: het Nederlands Register Vastgoed Taxateurs (NRVT), de International Valuation Standards (IVS) van de IVSC, de RICS taxatiestandaarden (Red Book) en de Europese taxatiestandaard EVS van TEGoVA.

De definitie van taxatiestandaarden (naar Van Arnhem, 2013)

Taxatiestandaarden zijn gezaghebbende (verzamelingen) vastgestelde praktijknormen ter bevordering van de kwaliteit en uniformiteit van vastgoedtaxaties.

Voor dit onderzoek zijn de belangrijkste aandachtspunten voor het taxeren van een herontwikkeling op basis van deze richtlijnen hieronder gegeven.

Taxateurs baseren zich in beginsel op informatie en richtlijnen zoals die op de taxatiedatum bekend zijn over het vastgoedobject. Het taxeren van leegstaand vastgoed, zoals een kantoor, winkel, verzorgingshuis vindt in de regel plaats op basis van de marktwaaarde in de huidige fysieke, planologische en juridische staat, (de waarde "as is"). Deze methodiek resulteert in een lagere marktwaaarde dan wanneer wordt uitgegaan van een meer rendabele bestemming zoals een woning.

Als het redelijk en relevant is om in een taxatie te veronderstellen dat de toekomstige bestemming wijzigt, omdat de gemeente in de toekomst voor de locatie ander gebruik zal toestaan, zal hiervoor een bijzonder uitgangspunt worden vastgesteld. Daarbij wordt de toekomstige status of gebeurtenis gedefinieerd (RICS, 2015). Taxateurs zullen op basis van conventionele waarderingsmethodieken, transparant en gemotiveerd tot een waardering komen. De hoogste van de diverse uitvoerbare gebruiksmogelijkheden bepaalt uiteindelijk de marktwaaarde, op basis van 'Highest and Beste Use' (IVS-framework, 2017).

Een taxatie van een transformatie omvat echter niet alleen bijzondere aannames over nieuwe functies, maar dient ook iets te zeggen over de risico's en onzekerheden die zich voordoen tussen de waarde in de huidige situatie en de waarde gebaseerd op het toekomstig eindproduct.

In de taxatie wordt extra aandacht besteed aan de onzekerheden en risico's die zich kunnen voordoen door een kwalitatieve en indien mogelijk een kwantitatieve onderbouwing te geven van de zaken die de zekerheid van de taxatie beïnvloeden. De RICS heeft een Valuation Practice Guidance - Application (VPGA) om 'best practice' aan te moedigen in taxatierapporten, waarin specifiek wordt ingegaan op markten die gevoelig zijn voor verandering.

In de taxatie worden de belangrijkste risico's benoemd, maar wat het effect op iedere fase van het transformatieproces is, wordt in de meeste taxaties niet gekwantificeerd en verwerkt in de marktwaarde. De risico's zullen kleiner zijn naarmate de transformatie bijna is voltooid. Dit zou een positief effect moeten hebben op de marktwaarde van het vastgoedobject.

Taxatierichtlijnen en taxatieonzekerheid

Ongeacht de gebruikte methode of hoe zorgvuldig de verschillende input wordt onderzocht in relatie tot de taxatiedatum, de residuele waarde van een herontwikkeling kan zeer gevoelig zijn voor wijzigingen in veronderstellingen of projecties met betrekking tot de inkomsten en uitgaven van een project. Een taxateur zal de aandacht moeten vestigen op het potentiële effect van mogelijke wijzigingen in de bouwkosten of eindwaarde op de winstgevendheid van een project en de waarde van het gedeeltelijk voltooide vastgoed, door bijvoorbeeld een gevoeligheidsanalyse (IVS, 2017).

Het Red Book van de RICS behandelt praktijkrichtlijnen (VPGA2) voor taxaties ten behoeve van de zekerheidsstelling voor leningen en stelt dat bij een project dat ontwikkeld of gerenoveerd wordt of zal worden, het taxatierapport commentaar moet bevatten over de navolgende onderdelen:

- De levensvatbaarheid van het voorgestelde project.
- De kosten en contractaanbesteding.
- De implicaties voor de waarde van budgetoverschrijdingen of vertragingen.
- Indien de taxatie is gebaseerd op een residuele-grondwaardemethode, een illustratie van de gevoeligheid van de taxatie voor de gehanteerde uitgangspunten.
- De verwachte duur van de herontwikkeling of renovatie, aangezien dit van invloed kan zijn op de actuele waarde als gevolg van ongemak en tijdelijk niet beschikbaar zijn.

De Valuation Practice Guidance behandelt onzekerheid in taxaties en stelt dat een taxatierapport niet misleidend mag zijn en geen valse indruk mag wekken. Tevens is het onaanvaardbaar om in het rapport een standaard voorbehoud op te nemen ten aanzien van taxatieonzekerheid. Als er sprake is van onzekerheid zal deze in kwalitatieve termen moeten worden uitgedrukt, waarbij het vertrouwen van de taxateur wordt weergegeven in de gekozen vorm van woorden. De reden hiervoor is dat door de omstandigheden die leiden tot de taxatieonzekerheid er vaak geen empirische gegevens zijn om de onzekerheid kwantitatief uit te drukken.

Het wordt dan ook als ongepast of onpraktisch bevonden om onzekerheid in een waarderingscijfer kwantitatief weer te geven. Het toepassen van een wiskundige maatstaf voor onzekerheid kan, mits de methode of het model adequaat wordt toegelicht en de eventuele beperkingen worden benadrukt.

Er kunnen zich omstandigheden voordoen waarbij een gevoeligheidsanalyse passend is om het effect te illustreren van de variabelen die kunnen veranderen en van invloed zijn op de gerapporteerde marktwaarde. Een dergelijke analyse zal gepaard moeten gaan met een geschikte toelichting. Door het inherente risico te kwantificeren van elke variabele, kan dit een indruk van risico geven die misleidend zou kunnen zijn (Red Book, VPGA 10, 2017).

De oorzaken voor taxatieonzekerheid zijn marktonzekerheid, modelonzekerheid en inputonzekerheid. Model- en inputonzekerheid komen tot stand gedurende het taxatieproces door het gebruik van de verkeerde taxatiemethodiek, doordat beschikbare informatie is begrensd of beperkt en omdat inputvariabelen kunnen variëren.

Marktonzekerheid - inactieve markt, inherente onzekerheid en markinstabiliteit - wordt veroorzaakt door omstandigheden waarop een taxateur geen invloed kan uitoefenen. Een aantal methodieken met een kwantitatieve benadering voor taxatieonzekerheid zijn de kwantitatieve sensitiviteitsanalyse, de scenarioanalyse, de Monte-Carlo-simulatie en ranking. Als sprake is van inputonzekerheid kunnen verschillende methoden worden gebruikt. In een eenvoudige taxatie kan worden volstaan met een sensitiviteitsanalyse waarbij maximaal twee variabelen in een bepaalde bandbreedte kunnen variëren en bij een complexe taxatie, waarbij meer inputvariabelen de bandbreedte beïnvloeden, kan de Monte-Carlo-simulatie van toegevoegde waarde zijn (Hoogendoorn, 2017).

Taxatiemethode

Het taxeren van een herontwikkeling gebeurt met behulp van één of meer taxatiemethoden. De waarderingmethode is een techniek om de marktwaarde kwantitatief te bepalen. Er zijn twee belangrijke taxatiemethoden voor de waardering van een herontwikkeling: de comparatieve methode en de residuele- of restwaardemethode (mengmethode), een hybride methode van de comparatieve benadering, de inkomensbenadering en de kostenbenadering. Het is gebaseerd op de voltooide bruto ontwikkelingswaarde en na aftrek van de ontwikkelingskosten en het rendement van de ontwikkelaar om te komen tot de residuele waarde van een ontwikkeling.

De taxatiemethode is afhankelijk van de vereiste basis van waarde en van specifieke feiten en omstandigheden, zoals het niveau van recente transacties, de ontwikkelingsfase van het project en bewegingen in vastgoedmarkten sinds het project is gestart (IVS, 2017).

Comparatieve benadering

De directe vergelijkende methode kan toegepast worden bij ontwikkelingsobjecten die voldoende homogeen zijn en vaak worden verhandeld in de markt, zodat er voldoende gegevens uit recente verkopen zijn om te gebruiken als een directe vergelijking voor de taxatie. De methode kan ook geschikt zijn om de marktwaarde van de ontwikkeling na realisatie vast te stellen als onderdeel van de input die vereist is volgens de residuele waardemethode. Als het aantal en de omvang van de variabelen tussen de vergelijkingsobjecten toeneemt, is de methode niet toepasbaar (IVS, 2017).

Inkomensbenadering

Het vaststellen van de residuele waarde van ontwikkelingsvastgoed kan in sommige markten op basis van een kasstroommodel plaatsvinden. De inkomensbenadering kan ook geschikt zijn om de waarde van een voltooide eigenschap vast te stellen als onderdeel van de inputvariabelen die vereist is voor de residuele waardemethode (IVS, 2017).

Kostenbenadering

Het vaststellen van de ontwikkelingskosten is een belangrijk onderdeel van de residuele waardemethode. De kostenbenadering kan uitsluitend worden gebruikt om de waarde te bepalen van een object waarvoor bij de voltooiing geen actieve markt bestaat. De kostenbenadering is gebaseerd op het economische principe dat een koper niet meer voor een object betaalt dan het bedrag om een object van gelijk nut te creëren. De kostenbenadering moet rekening houden met vergelijkbare verwervingskosten en met bepalen van een winstniveau dat een potentiële koper zou moeten maken. De methode is daarom moeilijk toe te passen bij ontwikkelingsvastgoed.

De residuele waardemethode

De residuele waardemethode wordt zo genoemd omdat het een restbedrag aangeeft. De bekende of verwachte kosten die zijn vereist om de ontwikkeling te realiseren, worden in mindering gebracht op de verwachte waarde van het project na realisatie en na overweging van de risico's die aan de voltooiing van het project zijn verbonden. Dit staat bekend als de residuele waarde. De residuele waarde kan al dan niet gelijk zijn aan de marktwaarde van de ontwikkeling in zijn huidige toestand.

De residuele waarde kan zeer gevoelig zijn voor relatief kleine veranderingen in de verwachte kasstromen. Een taxateur dient voor elke significante factor een afzonderlijke gevoeligheidsanalyse te verstrekken. De methode is gevoelig voor wijzigingen in de inputvariabelen die niet bekend zijn op de taxatiedatum en daarom geschat moet worden met behulp van aannames.

De rekenmodellen die worden gebruikt om de residuele waarde te bepalen variëren aanzienlijk in complexiteit en verfijning. De meer complexe modellen maken gebruik van een grote hoeveelheid aan inputvariabelen, meerdere ontwikkelingsfasen en geavanceerde analytische hulpmiddelen. Het meest geschikte model zal afhangen van de omvang, duur en complexiteit van de voorgestelde ontwikkeling.

De IVS geeft een aantal elementen die bij het toepassen van de residuele waardemethode om de marktwaarde van een ontwikkeling te bepalen moeten terugkomen in de berekening en toelichting.

- Marktwaarde van de ontwikkeling alsof deze gerealiseerd is conform eventuele plannen en specificaties.
- Bouwkosten.
- Honorarium.
- Marketingkosten.
- Tijdschema.
- Financieringskosten.
- Ontwikkelingswinst.
- Discontopercentage.

De Wild (2010) heeft onderzoek verricht naar de meest geschikte methode om de waarde van te ontwikkelen vastgoed te bepalen. Uit het onderzoek komt naar voren dat dit de comparatieve methode en de residuele waardemethode zijn. De comparatieve methode is het meest geschikt vanwege de aanwezigheid van marktevidence, waardoor de marktconformiteit veel beter is te vergelijken. De residuele waardemethode maakt gebruik van meer variabelen, die tevens subjectief en gevoelig zijn voor veranderingen. In het onderzoek werden naast deze methode ook de (residuele) discounted cashflow methode (DCF) en de reële optietheorie (ROA) onderzocht. De DCF-methode liet goede resultaten zien bij transformatie naar woningen.

De residuele- of restwaardebenadering is volgens Rodermond (2011) het meest geschikt om leegstaand vastgoed te taxeren. Zijn onderzoek naar hoe leegstaande kantoren worden getaxeerd en of dit juist is, heeft geleid tot een best practice. Bij het taxeren van structureel leegstaande kantoren moet een 'highest and best use analyse' worden toegepast, door middel van een residuele- of restwaardebenadering. Het heeft geen nut om een kantoorobject als kantoor te taxeren als het hiervoor niet meer geschikt is. De grondwaarde op basis van een mogelijk alternatief zal dan bepaald moeten worden (Rodermond, 2011).

2.6 Conclusie

Door het woningtekort en de beperkte mogelijkheden om in een bestaande stad bij te bouwen is het transformeren of herontwikkelen van kantoren naar woningen zeer actueel. Het is tevens een manier om structurele leegstand op te lossen.

Om transformatievastgoed te taxeren is het belangrijk kennis te hebben van het herontwikkelingsproces en de bijbehorende onzekerheden en risico's. Om deze taxatie valide en betrouwbaar uit te voeren is het noodzakelijk om de bestaande taxatiemethoden- en richtlijnen te volgen.

Bij transformaties is sprake van onzekerheden en risico's. Onzekerheid is al datgene dat niet bekend is over de uitkomsten van een project ten tijde van de besluitvorming. Risico is een voorspelbare gebeurtenis die leidt tot een negatieve afwijking van de rendementseis. Onzekerheid is niet meetbaar en risico wel.

In dit onderzoek worden zes risico categorieën bij transformatie onderscheiden:

1. Due diligence (asbest, bodem, archeologie).
2. Ontwerp (product marktcombinatie).
3. Buurt en politiek.
4. WABO (vergunningen).
5. Realisatie.
6. Verkoop en verhuur (afzetrisico).

Deze risico's kunnen in verschillende mate (redelijk of zeer beperkt) worden beïnvloed.

De hoofdeffecten van deze risico's zijn:

1. Inkomstenderving.
2. Tijdsoverschrijding.
3. Kostenoverschrijding.

De risico's worden kleiner naarmate een transformatie vordert. De marktwaarde zou toe moeten nemen naarmate de risico's kleiner zijn. Het effect hiervan is inzichtelijk gemaakt in de investeringscurve van Gehner of het badkuipmodel van Boswinkel en Martens.

Bij taxaties wordt een theoretische transactieprijs geschat. De basisfactoren waardoor vastgoedprijzen differentiëren zijn tijd, plaats, technische en wettelijke voorwaarden en mensen die beslissingen nemen op basis van hun voorkeuren en kennis van de relaties met de vastgoedmarkt.

De meest geschikte methode voor het waarderen van transformatieprojecten is de residuele waardemethode. Hierbij is het van belang dat de taxateur een goede inschatting maakt van de risico's en de invloed hiervan op de waarde. Om deze inzichtelijk te maken in het rapport wordt vaak een gevoeligheidsanalyse gepresenteerd waarbij gebruik wordt gemaakt van een kwantitatieve sensitiviteitsanalyse, scenario analyse, Monte-Carlo-simulatie of ranking. Fuzzy logic kan hierop wellicht een aanvulling zijn en een duidelijker inzicht geven.

Het volgende hoofdstuk zal ingaan op fuzzy logic en - daaropvolgend - op welke wijze fuzzy logic kan worden toegepast om de effecten van risico's en onzekerheden in taxaties te illustreren.

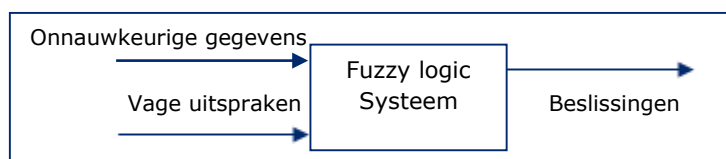
3. Fuzzy logic

Dit hoofdstuk geeft een introductie van fuzzy sets, fuzzy waarde en fuzzy logic. Wiskundig bewijs wordt weggelaten in dit onderzoek, hiervoor wordt verwezen naar de literatuur. In dit onderzoek wordt fuzzy logic toegepast als waarderingsmethode bij transformatie. Alvorens de toepassing van fuzzy logic in het waarderen van vastgoed te schetsen, worden vanuit de literatuur de volgende onderzoeksvragen beantwoord:

Wat is de achtergrond van de methodiek fuzzy logic?
Hoe wordt fuzzy logic toegepast?
Op welke manier werkt fuzzy logic?

De mens wordt beperkt in zijn vermogen om de wereld waar te nemen en hierover diepgaand te redeneren, doordat hij geconfronteerd wordt met onzekerheid. Dit is een gevolg door gebrek aan informatie en onnauwkeurigheid van metingen. Een beperkende factor is ook de taal die wordt gebruikt voor het beschrijven en delen van kennis. Want hoewel de mens in staat is nauwkeurig te communiceren met een duidelijk begrippenkader, kan er alsnog onduidelijkheid zijn over een enkel woord omdat taal op meerdere manieren uitlegbaar is. De waarneming van de echte wereld is doordrongen van concepten die geen scherp gedefinieerde grenzen hebben. Bijvoorbeeld: veel, lang, oud, dichtbij, goed, etc. Fuzzy logic heeft betrekking op vage concepten en is een techniek om onnauwkeurigheid van informatie aan te pakken. Het nut van fuzzy sets ligt in het vermogen om onzekere of dubbelzinnige gegevens te modelleren, figuur 4 (Sivanandam, 2010).

Een fuzzy logic systeem dat onnauwkeurige gegevens en vage uitspraken accepteert zoals 'laag', 'gemiddeld' en 'hoog' en beslissingen neemt.



Figuur 4.: Fuzzy systeem

3.1 Geschiedenis

De eerste publicatie over fuzzy logic, door de grondlegger, dateert uit 1965. Lotfi Zadeh, hoogleraar systeemtheorie aan de Universiteit van Californië, Berkeley, begint met het formuleren van de theorie van de vage verzamelingen. Fuzzy logic (vage logica) is een stroming binnen de logica en is een uitbreiding op de klassieke booleaanse logica. De klassieke logica is binair, dat wil zeggen dat een bepaald element tot de verzameling behoort of niet, terwijl fuzzy logic gebaseerd is op meerwaardige logica. In de vage verzamelingsleer kan een uitspraak ook ten dele waar zijn. Een vage verzameling kent dus niet zulke scherpe grenzen als een klassieke verzameling. De waarheidswaarden kunnen een waarde aannemen tussen de 0 (onwaar) en 1 (waar).

De benaming "fuzzy", letterlijk vertaald als vaag, doet geen recht aan de techniek. Fuzzy betekent vooral dat niet alles uitgebreid berekend hoeft te worden, om het systeem goed te kunnen karakteriseren. Het vage werd door critici echter gelijkgesteld aan onnauwkeurigheid (Giessen, 1991). Vanaf 1970 volgt de geschiedenis van fuzzy logic het patroon van veel recente sleuteltechnologieën: uitgevonden in de Verenigde Staten, ontworpen tot in de perfectie in Europa, en uitgebreid toegepast in Japan (Fuzzy Tech Application, 2018).

De eerste industriële toepassingen van fuzzy logic in Europa zijn van na 1970. Op het Queen Mary College in Londen, Engeland, gebruikte Ebrahim Mamdani fuzzy logic om een stoomgenerator aan te sturen die hij niet onder controle kon krijgen met conventionele technieken (Mamdani, 1975). De RWTH Universiteit van Aken, Duitsland, Hans-Jürgen Zimmermann gebruikte fuzzy logic voor beslissingsondersteunende systemen. Andere industriële toepassingen, zoals de besturing van een Deense cementfabriek (Østergaard), volgden als resultaat van dit eerste werk, maar fuzzy logic werd aanvankelijk in de industrie niet algemeen aanvaard (Giessel, 1991).

Fuzzy logic is vandaag de dag niet meer weg te denken bij productieprocessen en in (consumenten) elektronica, maar het wordt ook toegepast in de automobielinclusie en industriële automatisering waaronder chemische en biologische procesregeling, controle van machinemateriaal en intelligente sensoren (Fuzzy Tech Application, 2018).

3.2 Introductie

De abstractie en het denken in analogieën is slechts mogelijk door de flexibiliteit van "menselijke logica". Om deze menselijke logica in technische oplossingen te implementeren, is een wiskundig model vereist. Fuzzy logic is ontwikkeld als een dergelijk wiskundig model, waarmee menselijke beslis- en evaluatieprocessen in algoritmische vorm worden weergegeven.

Volgens Del Giudice (2017) constateert Zadeh in zijn artikel 'Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes' dat de belangrijkste elementen in het menselijk denken geen getallen zijn, maar etiketten van kennisregels. De overgang van lidmaatschap naar niet-lidmaatschap is hierbij geleidelijk in plaats van abrupt. De vaagheid in menselijke denkprocessen is niet de traditionele tweeledige of zelfs meerwaardige logica, maar een logica met fuzzy waarheden, kennisregels en fuzzy regels van gevolgtrekking. Vage logica speelt een fundamentele rol in het menselijke denken. Het menselijk brein is in staat om informatie samen te vatten uit een verzameling van gegevens en dan alleen die informatie te gebruiken die relevant is voor de uitvoering van een taak.

Veel wiskundige disciplines gaan over de beschrijving van onzekerheden, zoals informatietheorie waarschijnlijkheidsrekening en fuzzy set-theorie. Het is het gemakkelijkst om deze te classificeren op basis van het soort onzekerheid dat ze behandelen. Twee belangrijke soorten onzekerheid in dit kader zijn: stochastische en lexicale onzekerheid.

Stochastische en lexicale onzekerheid

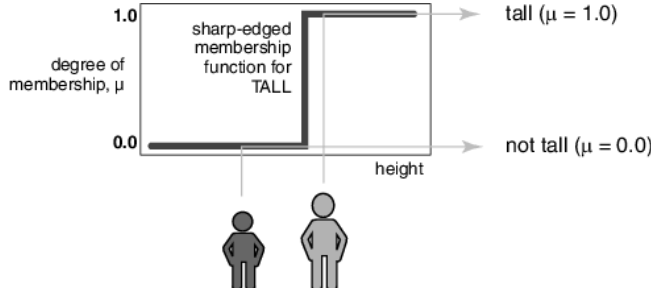
Stochastische onzekerheid gaat over de onzekerheid met betrekking tot het optreden van een bepaalde gebeurtenis. Lexicale onzekerheid heeft betrekking op de onnauwkeurigheid die inherent is aan de meeste woorden die mensen gebruiken om concepten te evalueren en conclusies te trekken. Overweeg woorden zoals 'lange mannen', 'warme dagen' of 'stabiele inflatie', waar geen exacte definities aan ten grondslag liggen. Of een man als lang wordt beschouwd, hangt van veel factoren af. Stochastische onzekerheid en taalkundige onzekerheid zijn verschillend van aard. Stochastische onzekerheid kan met kansberekening worden gemodelleerd. De lexicale onzekerheid behandelt de onzekerheid van de definitie als de gebeurtenis zelf, wat binnen de kansrekening niet kan worden gemodelleerd (Fuzzy Tech Application, 2018).

Zadeh implementeerde fuzzy logic als een techniek om de onwaarschijnlijkheid tussen gesproken en geschreven taal te modelleren. Om deze reden heeft fuzzy logic een aantal kwalitatieve taalfuncties opgenomen (Del Giudice, De Paola, & Cantisani, 2017).

3.3 Klassieke set en fuzzy set

Klassieke set

De klassieke (booleaanse) logica is binair, waarbij de variabelen alleen de waarden 'waar' of 'onwaar' kunnen hebben. Een klassieke set is een scherpe verzameling (crisp set). Een element, object of variabele behoort wel tot het domein en/of de verzameling of niet. Met een verzameling of set wordt een collectie van objecten of elementen bedoeld. Of een element lid is van de set wordt aangegeven in figuur 5 met de karakteristieke functie μ_A , die 1 is als een element lid is en 0 als een element geen lid is.



Het was Aristoteles die voor het eerst de wet van de uitgesloten derde of van het uitgesloten midden formuleerde, waarin staat dat een element wel of niet behoort tot een verzameling, ofwel een logische wet waarbij een uitspraak waar of onwaar is.

Figuur 5: Binaire benadering, website mathworks.com

Fuzzy set

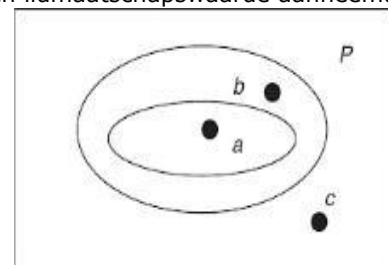
In de klassieke logica ben je lid van een set of niet, maar in een fuzzy set is het ook mogelijk om deels lid te zijn. In een fuzzy set kunnen verschillende lidmaatschapswaarden (*degree of membership*) zijn opgenomen in het interval tussen 0 en 1. Fuzzy sets vertegenwoordigen dan ook een manier om onzekerheid te beschrijven, omdat iets deels mogelijk kan zijn (Dubois en Prade, 1980).

Fuzzy set is naar het Nederlands vertaald een vage verzameling, of half vertaald een fuzzy verzameling. In de literatuur worden voor een vage verzameling verschillende aanduidingen gebruikt: fuzzy set, fuzzy waarde, fuzzy verzameling en linguïstische variabele. De terminologie wordt door elkaar heen gebruikt. De aanduiding 'lengte' kan een fuzzy set zijn of een vaag domein en de aanduidingen 'kort' of 'lang' zijn in dat geval respectievelijk de fuzzy waarden of de fuzzy set. De essentie is de vaagheid die betrekking heeft op de geleidelijke overgang van volledig waar tot volledig niet waar.

Met fuzzy logic kan taalkundige onzekerheid worden gemodelleerd. Een van de meest gebruikte voorbeelden van een fuzzy set is de reeks lange mensen. Voor individu X kan een persoon met een lengte van 1.80 m. lang zijn, maar voor individu Y is een lang persoon 1.95 m. De betekenis 'lang', wordt een taaldescriptor genoemd. De term is hetzelfde voor de individuen X en Y, maar beide individuen geven geen unieke definitie. Deze variabele 'lang' wordt de linguïstische variabele genoemd, die de onnauwkeurigheid vertegenwoordigt die in het systeem bestaat.

Met de linguïstische variabelen worden meerdere subjectieve categorieën gecombineerd die dezelfde context beschrijven. De mogelijke linguïstische waarden kunnen zijn: laag, medium, hoog, ver, gemiddeld, dichtbij, enz. Een linguïstische variabele vertaalt echte waarden in linguïstische waarden. Deze linguïstische waarden hebben met elkaar gemeen dat ze zeer moeilijk te beschrijven zijn door middel van scherp gedefinieerde grenzen.

Binnen de set theorie wordt eerst de set gedefinieerd, bijvoorbeeld: lange mensen. Vervolgens wordt een wiskundige functie gedefinieerd die voor elk geval aangeeft of een persoon lid is van die set of niet. Het voorbeeld lange mensen kent een scherpe grens zoals in de klassieke logica, waarbij iemand lang is vanaf 1,80 m. De linguïstische term lang kan wiskundig worden uitgedrukt door een waarheidswaarde toe te kennen naarmate de lengte toeneemt. Een fuzzy set is een generalisatie van een conventionele set. Uit fig. 6 kan worden opgemerkt dat a duidelijk een lid is van fuzzy set P en lidmaatschapswaarde aanneemt van 1, c is duidelijk geen lid van fuzzy set P en neemt een lidmaatschapswaarde aan van 0. Maar het lidmaatschap van b is vaag bevonden en zal een lidmaatschapswaarde aannemen van tussen 0 tot 1, zeg 0,4, 0,7, enz. Bij een fuzzy set is de lidmaatschapsfunctie μ_A een reëel getal tussen de 0 en de 1. Een fuzzy set is dus een set met elementen die een verschillende mate van lidmaatschap van de set hebben. Elementen in een fuzzy set kunnen, omdat hun lidmaatschap niet volledig hoeft te zijn, ook leden zijn van andere fuzzy sets in hetzelfde universum (Sivanandam, 2010).



Figuur 6: Fuzzy set P, in het domein, met elementen met een lidmaatschapswaarde

'Fuzzy' ofwel 'vaagheid' beschrijft de dubbelzinnigheid van een gebeurtenis en 'willekeur' beschrijft de onzekerheid in het optreden van een gebeurtenis. In klassieke sets kan algemeen gezien worden dat er geen onzekerheid is, vandaar de scherpe grenzen. Maar in het geval van een fuzzy set, kunnen de grenzen dubbelzinnig worden gespecificeerd omdat onzekerheid optreedt. Het menselijk handelen is gebaseerd op meerwaardige logica (Sivanandam, 2010).

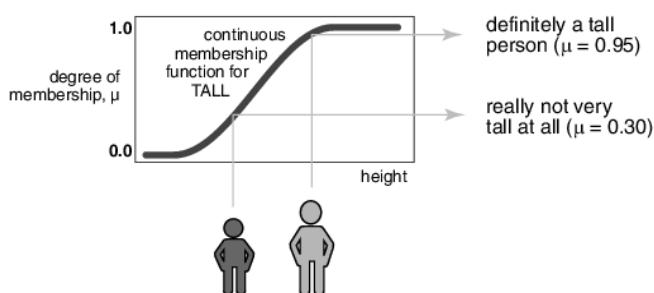
3.4 Lidmaatschapsfunctie

De functie die de lidmaatschapswaarde of waarheidswaarde (*degree of membership*) voor een fuzzy set vastlegt in het domein wordt de lidmaatschapsfunctie (*membership function*) genoemd. De lidmaatschapsfunctie voor een set wijst elk element van de set toe aan een lidmaatschapswaarde tussen 0 en 1 en beschrijft die set op een unieke manier. Het classificeert het element in de set, ongeacht of het discreet of continu is.

Een conventionele set bevat de waarde 0 of 1 en beschrijft het als "niet behorend tot" en "behorende tot" de reeks. Bij een fuzzy set bepaalt de lidmaatschapsfunctie de lidmaatschapswaarde van elk element in het domein. Het gebruik van fuzzy sets gedefinieerd door lidmaatschapsfuncties in logische expressies wordt fuzzy logic genoemd (Sivanandam, 2010).

Het bepalen van de lidmaatschapsfunctie is subjectief en afhankelijk van de situatie. Het hangt af van de perceptie van de ontwerper en van de gegevens in kwestie. De lidmaatschapsfuncties kunnen grafisch worden weergegeven. Deze grafische weergaven kunnen tevens verschillende vormen omvatten. Niet elke vorm is geschikt. De vorm is dan ook een belangrijk criterium dat moet worden overwogen (Sivanandam, 2010).

De vorm van de lidmaatschapsfunctie wordt geselecteerd op basis van de kenmerken van de mogelijke gebeurtenissen: ze kunnen driehoekig zijn, kwadratisch of trapeziumvormig, gammafunctie, Gaussiaans, dubbele bult enz. (D'Amato en Siniak, 2009).

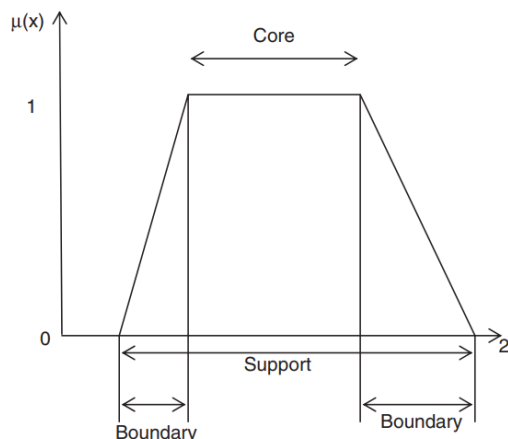


De output wordt gepresenteerd op de y-as en is de lidmaatschapswaarde. De curve is de lidmaatschapsfunctie (μ) die definieert hoe elk punt in de invoerruimte wordt toegewezen aan een lidmaatschapswaarde (waarheidswaarde) tussen 0 en 1. Een verzameling wordt begrensd door een zogenaamde lidmaatschapsfunctie.

Figuur 7: Fuzzy set benadering, website mathworks.com

Elke continue wiskundige functie kan worden benaderd door een fuzzy set. Verschillende soorten lidmaatschapsfuncties kunnen worden gebruikt. De lidmaatschapsfunctie geeft de kennis voor het specifieke object of evenement weer (French, 2003).

Het kenmerk van de lidmaatschapsfunctie wordt bepaald door drie eigenschappen: de kern, de ondersteuning en de grens.



De kern, die wordt gekenmerkt door volledig lidmaatschap is 1. De ondersteuning bevat de lidmaatschapswaarden die hoger zijn dan 0. De grens omvat de elementen waarvan het lidmaatschap tussen 0 en 1 ligt. Dit zijn de standaardregio's die zijn gedefinieerd in de lidmaatschapsfuncties.

Het cross-over punt van een lidmaatschapsfunctie heeft betrekking op de elementen in de fuzzy set, waarvan de lidmaatschapswaarde gelijk is aan 0,5.

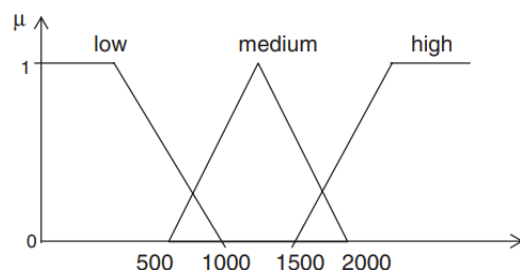
Figuur 8: kenmerken van de lidmaatschapsfunctie (Sivanandam, 2010).

De hoogte van een fuzzy set is de maximale waarde van de lidmaatschapsfunctie. De lidmaatschapswaarde ligt tussen 0 en 1. De lidmaatschapswaarde van een fuzzy waarde kan geïnterpreteerd worden als de mate van betrouwbaarheid en de spreiding vormt de onnauwkeurigheid van een meting.

De fuzzy sets kunnen worden geclassificeerd op basis van de lidmaatschapsfuncties. Als de lidmaatschapsfunctie ten minste één element in de set heeft waarvan de waarde gelijk is aan 1, wordt die set een normale fuzzy set genoemd. Als de lidmaatschapsfunctie een lidmaatschapswaarde bevat minder dan 1, wordt die set een sub normale fuzzy set genoemd.

3.5 Fuzzificatie

Fuzzificatie (vervaging) is een belangrijk concept in de fuzzy logic theorie. Fuzzificatie is het omzetten van de inputwaarden in lidmaatschapswaarden van de fuzzy waarden in die fuzzy set. Bij dit proces wordt een waarde tussen 0 en 1 toegekend aan de elementen (inputwaarden) van die verzameling (fuzzy waarde). Door de onzekerheden te identificeren die aanwezig zijn in numerieke waarden worden de fuzzy waarden gevormd. Als een variabele wordt gebruikt als uitvoer van een fuzzy systeem, kunnen de linguïstische variabelen opnieuw worden omgezet in concrete waarden. Deze berekening wordt defuzzificatie genoemd en komt in de volgende paragraaf aan de orde (Sivanandam, 2010).



Figuur 9: lidmaatschapsfunctie van de linguïstische variabelen of fuzzy waarden: laag, medium en hoog in de fuzzy set rotatiesnelheid (rpm).

De grondige kennis van het probleem moet bekend zijn, alsmede de kennis met betrekking tot de linguïstische variabele. Overweeg bijvoorbeeld de snelheid van een motorfiets. De vorm van het snelheidsuniversum gegeven in rotatiesnelheid (rpm) wordt getoond in figuur 9. Afgelezen kan worden dat bij 1900 rpm voor fuzzy waarde 'medium' ca. 0,2 oplevert en voor 'high' ca. 0,4.

Er zijn verschillende fuzzificatie methoden om de lidmaatschapswaarden en de lidmaatschapsfuncties toe te wijzen aan fuzzy variabelen. De toewijzingen kan worden gedaan op basis van intuïtie of door algoritmen of logische procedures te gebruiken. In dit onderzoek zal de intuïtie methode worden toegepast en zal de uitleg beperkt blijven tot deze methodiek. Intuïtie is gebaseerd op de intelligentie en het inzicht van een persoon om de lidmaatschapsfuncties te ontwikkelen.

3.6 Fuzzy regels

De regels van een fuzzy logic systeem geven de kennis weer van het systeem. Het is tevens het moeilijkste onderdeel van de fuzzy toepassing. De achilleshiel van een fuzzy systeem zijn kennisregels. Slimme regels geven slimme systemen. In de literatuur worden verschillende benamingen gebruikt voor dit proces: fuzzy regels, fuzzy inferentie, gevolgtrekking, kennisregels, etc. Het proces verbindt de input met de output.

Het definiëren van de kennisregels is een cruciale stap in de methodologische benadering van het fuzzy systeem. Deze regels zijn gebaseerd in de vorm van: "als ... dan ... en". De term fuzzy logic systeem verwijst naar de "als ... dan" regels waardoor het systeem wordt beheerd.

De kennis van het fuzzy systeem is gebaseerd op een aantal regels. Als bijvoorbeeld de input fuzzy set is ingesteld op: 'afstand', bestaande uit twee waarden genaamd: 'klein' en 'groot' en de output fuzzy set is ingesteld op: 'waarde', bestaande uit twee waarden genaamd: 'laag' en 'hoog', kunnen de twee regels zijn:

1. Als de afstand klein is, is de waarde laag.
2. Als de afstand groot is, dan is de waarde hoog (French, 2003).

Het als-deel van een implicatie wordt het antecedent genoemd, terwijl het dan-deel een consequentie is. Een fuzzy systeem is een verzameling fuzzy regels die ingangen omzet naar uitgangen. Een voorbeeld zou kunnen zijn: als de afstand naar het openbaar vervoer klein is, is de bereikbaarheid goed. Het fuzzy inferentie systeem (algoritme) combineert 'als' en 'dan' regels in de toewijzing van fuzzy sets in de input en de output van fuzzy sets op basis van fuzzy logic principes (Sivanandam, 2010).

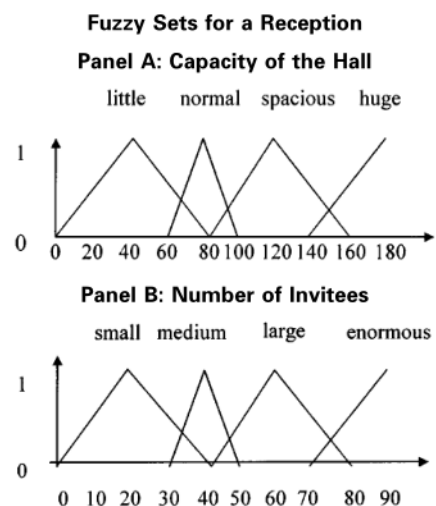
Voorbeeld

De voorgaande fuzzy logic theorie wordt in het onderzoek van Bagnoli en Smith (1998) heel duidelijk geïllustreerd aan de hand van een voorbeeld. Een organisator moet bepalen wat het meest geschikte aantal mensen is voor een receptie gezien de capaciteit van de zaal. Niet minder dan vijftien, want dan is de zaal te leeg en niet meer dan vijfendertig zodat iedereen comfortabel kan bewegen. Het juiste aantal personen wordt uitgedrukt in een fuzzy waarde.

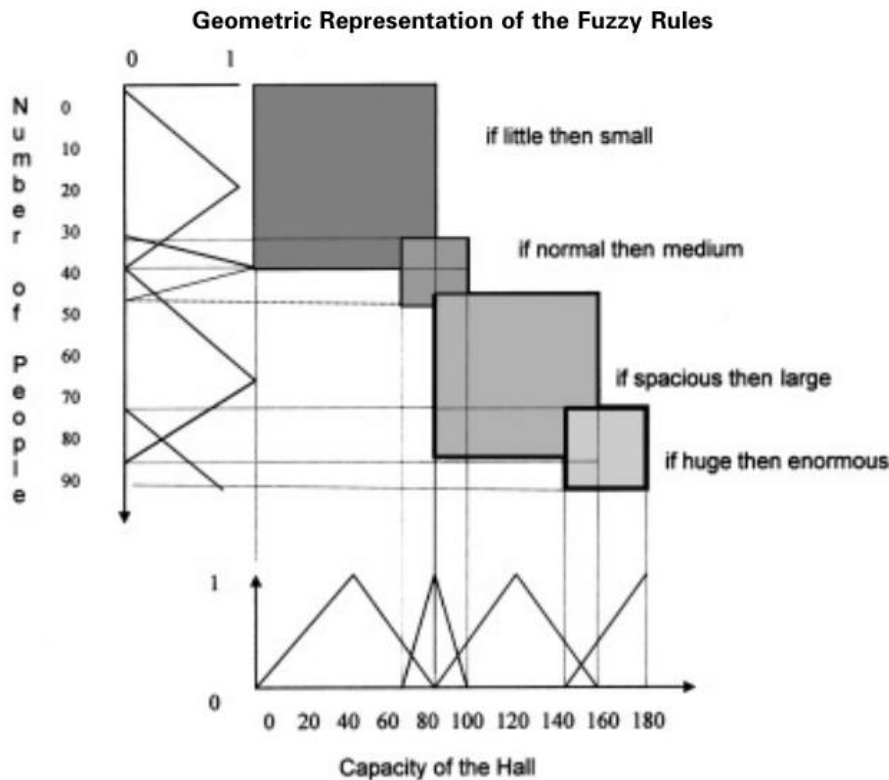
De lidmaatschapsfunctie maakt het mogelijk om oordelen te karakteriseren die de menselijk manier van redeneren kenmerken. Het toepassen van het fuzzy logic in dit voorbeeld door kennisregels te gebruiken voor het organiseren van recepties wordt getoond in figuur 10. De manier waarop de organisator bepaalt hoeveel mensen kunnen worden uitgenodigd, gezien de capaciteit van de zaal, kan worden uitgedrukt door de volgende vier kennisregel:

1. Als de hal klein is, dan moet het aantal uit te nodigen mensen klein zijn.
2. Als de hal normaal is, dan moet het aantal uit te nodigen personen middelmatig zijn.
3. Als de hal ruim is, dan moet het aantal uit te nodigen mensen groot zijn.
4. Als de hal groot is, dan moet het aantal mensen dat uitgenodigd wordt enorm zijn.

De kennisregels kunnen geometrisch worden weergegeven in de vorm die wordt getoond in figuur 11. Het lijkt op een tent met vier paletten op hun zij. Op de Y- en X-as staan de kennisregels. De Y-as toont de ingang en de X-as toont de uitgang van de fuzzy regelaar. De hoogte van de tent geeft de waarheidswaarde van de lidmaatschapsfunctie aan. Het middelpunt van de tent betekent 100% betrouwbaarheid en de andere punten zijn in mindere mate betrouwbaar. De punten buiten de vloer van de tent behoren niet tot het lidmaatschap. De breedte van de driehoek/vierkant geeft de spreiding weer en daarmee de onnauwkeurigheid.

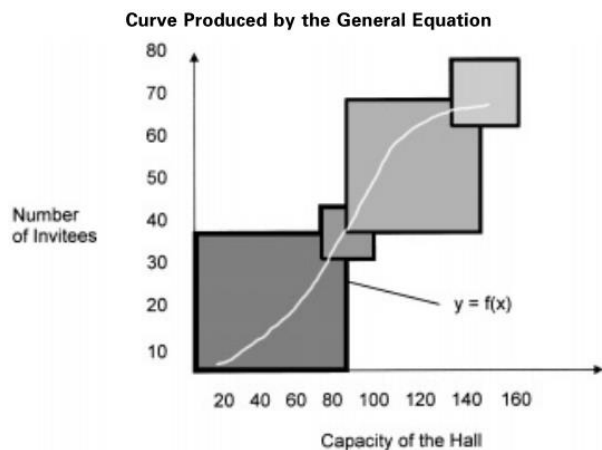


Figuur 10: Fuzzy sets (Bagnoli en Smith, 1998).



Figuur 11: Fuzzy regels (Bagnoli en Smith, 1998).

Het toepassen van fuzzy logic is een effectieve manier waarmee de organisator kennisregels kan toepassen. De rechthoeken geven de relatie aan die bestaat tussen de capaciteit van de hal en het aantal mensen dat kan worden uitgenodigd voor het feest. Het gearceerde gebied geeft de precisie weer waarmee een kennisregel wordt uitgedrukt en hangt af van de grootte van de verbonden driehoeken. De afmetingen van de driehoeken worden bepaald door de mate van wazigheid die de organisator moet accommoderen, om op zinvolle wijze het concept te vertegenwoordigen dat wordt gebruikt bij het uitvoeren van de taak. Hoe kleiner de basis van de driehoek, hoe minder vaag de regel is die resulteert. Bij de limiet, in het geval waarin alle driehoeken enkele verticale lijnen worden, zou de relatie precies worden gedefinieerd als een continue curve en zou deze worden uitgedrukt als een vergelijking van het type $Y = f(x)$. Hierbij is Y het 'aantal genodigden' en X is de 'capaciteit van de hal in vierkante meters'. De curve die de toepassing van de algemene vergelijking van figuur X weergeeft, zou verschijnen zoals getoond in figuur 12.



Figuur 12: Fuzzy regels (Bagnoli en Smith, 1998).

De conclusie van Bagnoli en Smith is dat fuzzy logic niet wordt uitgevoerd om wiskundig uitdrukking te geven aan de relaties die de gerepresenteerde verschijnselen kenmerken. Fuzzy logic is relevant als de intrinsieke complexiteit van de verschijnselen het onmogelijk maakt om de aard van de relaties nauwkeurig en zinvol te definiëren. Fuzzy logic is belangrijk in complexe contexten, waarbij één variabele afhankelijk is van een aantal onafhankelijke variabelen, niet slechts één onafhankelijke variabele zoals in het eenvoudige voorbeeld van de ontvangsthal. Als het resultaat dat kan worden verkregen door het gebruik van fuzzy logic een benadering is van de relaties die echte verschijnselen kenmerken, stelt deze benadering ons in staat om de verschijnselen weer te geven zonder terug te vallen op de intrinsieke complexiteit. In dat geval zou een ander resultaat worden verkregen door dergelijke relaties uit te drukken met wiskundige vergelijkingen (Bagnoli en Smith, 1998).

3.7 Defuzzificatie

Defuzzificatie is een proces dat een fuzzy set of fuzzy waarden omzet in een concrete waarde of getal. Defuzzificatie is het omgekeerde proces van fuzzificatie. Het wordt gebruikt in fuzzy modellering en in fuzzy logic besturing om de fuzzy output van de systemen naar concrete waarden om te zetten. Defuzzificatie kan ook worden aangeduid als "afroondingsmethode". Het interpreteert de lidmaatschapswaarden van de fuzzy sets in een (of meerdere) specifieke beslissing(en) of reële waarde(n).

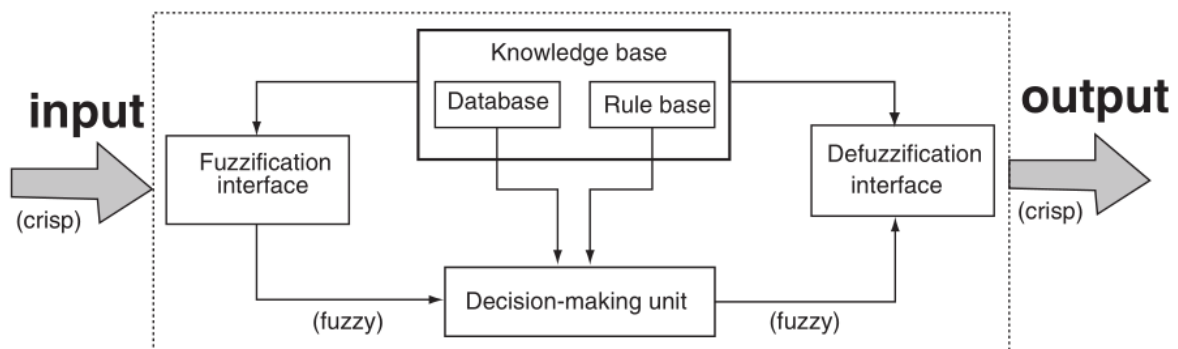
Er zijn verschillende technieken van defuzzificatie. De meest gebruikte methode is de zwaartepunt-methode. Bij de zwaartepunt-methode worden eerst de resultaten van de kennisregels bij elkaar opgeteld. De meest voorkomende fuzzy lidmaatschapsfunctie is de driehoek vorm. Als de driehoek ergens tussen de boven- en onderzijde in een rechte horizontale lijn moet worden doorsneden en het bovenste deel moet worden verwijderd, vormt het resterende deel een trapezoïde vorm. De trapezoiden worden vervolgens op elkaar gelegd en vormen een enkele geometrische vorm. Vervolgens wordt het zwaartepunt van deze vorm, het fuzzy zwaartepunt genoemd, berekend. De x-coördinaat van het zwaartepunt is de gedefuzzificeerde waarde.

3.8 Fuzzy inferentiesysteem

Het fuzzy inferentiesysteem (vertaald uit het Engels, fuzzy inference system, en afgekort FIS) wordt weergegeven in figuur 13. Het is gebaseerd op de concepten van de fuzzy set theorie met 'als' en 'dan' redeneringen. Het systeem bestaat uit een fuzzificatie interface, een regelbasis, een database, een beslissingseenheid en tot slot een interface voor defuzzificatie. De functie van elk onderdeel is als volgt:

1. Een regelbasis is een aantal fuzzy 'als' - 'dan' regels.
2. Een database die de lidmaatschapsfuncties definieert met de gebruikte fuzzy sets en fuzzy regels.
3. Een beslissingseenheid die de afhandeling verricht van de regels.
4. Een fuzzificatie interface die de heldere input omzet in linguïstische waarden.
5. Een defuzzificatie interface die de fuzzy resultaten omzet in een concrete waarden.

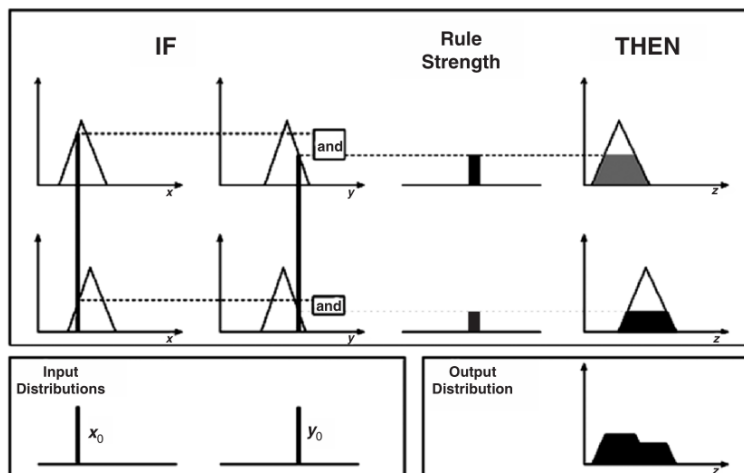
De werking van FIS is als volgt. De heldere invoer wordt geconverteerd naar fuzzy met behulp van de fuzzificatie methode. Na fuzzificatie wordt de regelbasis gevormd. De regelbasis en de database worden gezamenlijk de kennisbank genoemd. Defuzzificatie wordt gebruikt om fuzzy waarde om te zetten naar concrete waarde die de output is.



Figuur 14: Fuzzy inferentiesysteem (Sivanandam, 2010).

De belangrijkste twee soorten fuzzy deductiemethoden zijn die van Mamdani en Sugeno. De meest voorkomende is van Mamdani. Het belangrijkste verschil tussen de twee methoden ligt in de consequentie van fuzzy regels. Mamdani fuzzy systemen gebruiken fuzzy sets als regel consequent, terwijl Sugeno fuzzy systemen lineaire of constante functies van invoervariabelen gebruiken als consequent.

De methode van Mamdani was een van de eerste controlesystemen gebouwd met behulp van fuzzy set theorie. Het werd voorgesteld door Ebrahim Mamdani in 1975 als een poging om een combinatie van een stoommachine en een ketel te besturen door een reeks linguïstische controleregels samen te stellen die verkregen waren van ervaren menselijke operatoren. Mamdani's inspanning was gebaseerd op Zadeh's paper uit 1973 over fuzzy algoritmen voor complexe systemen en beslissingsprocessen.



Figuur 15 toont een Mamdani FIS met twee inputwaarden met twee regels (Sivanandam, 2010).

Om de output van dit FIS te berekenen, gegeven de input, worden zes stappen doorlopen:

1. Bepalen van een set met fuzzy regels.
2. Fuzzificatie van de invoer met behulp van de input lidmaatschapsfuncties.
3. Combineren van de gefuzzificeerde input volgens de fuzzy regels om een regelsterkte vast te stellen.
4. Vinden van de regel consequent door het combineren van de regelsterkte en de output lidmaatschapsfunctie.
5. Combineren van de regels om een outputverdeling te krijgen.
6. Defuzzificatie van de output distributie.

De fuzzificatie van de inputwaarden gebeurt door het vinden van de intersectie voor de concrete inputwaarde met de input lidmaatschapsfunctie. Het gebruikt de minimale operator voor het berekenen van de fuzzy waarde 'and' voor het combineren van de twee inputwaarden die is gefuzzificeerd om een regelsterkte te verkrijgen. Hierbij wordt een deel van de lidmaatschapswaarde als het ware grafisch afgeknipt bij de regelsterkte van de oorspronkelijke lidmaatschapswaarde per fuzzy set. Uiteindelijk gebruikt het de maximale operator voor het berekenen van de fuzzy waarde 'or' voor het combineren van de output van de twee regels.

Sugeno gebruikt zogenaamde *singletons*. De *singletons* geven voor één element een waarheidswaarde. Dit kan bijvoorbeeld het gemiddelde zijn van de elementen met een lidmaatschapswaarde 1. Bij defuzzificatie van de resultaten vormen de gemiddeld berekende lidmaatschapswaarde singeltons het resultaat.

De voordelen van de methoden: Sugeno is goed geschikt voor wiskundige analyse, is efficiënt te berekenen en werkt goed met lineaire technieken. Mamdani werkt intuïtief, heeft een brede acceptie en is geschikt voor menselijk inbreng (Sivanandam, 2010).

3.9 Conclusie

De mens gebruikt taal om te communiceren en hoewel dit binnen een bepaald begrippenkader is, kan er toch onduidelijkheid zijn. Bij begrippen als veel, lang, oud, dichtbij, goed etc. is niet eenduidig aan te geven wat hier wel of niet toe behoort. Wat voor de één lang is, hoeft dat voor een ander niet zijn. Bij het modelleren van stochastische onzekerheid (kansrekening) wordt in de klassieke logica gesteld dat een variabele wel of niet tot een verzameling behoort (iets is wel of niet lang). Door fuzzy logic te gebruiken kan dit lidmaatschap van een verzameling ook geleidelijk verlopen. In een fuzzy set is het mogelijk om deels lid te zijn. Hierdoor kan taalkundige onzekerheid worden gemodelleerd.

De achilleshiel van een fuzzy systeem zijn kennisregels. Slimme regels geven slimme systemen. De taxateur zal deze regels op een goede manier toe moeten passen. Fuzzy logic is belangrijk in complexe contexten, waarbij één variabele afhankelijk is van een aantal onafhankelijke variabelen, niet van slechts één onafhankelijke variabele.

'Fuzzy' ofwel 'vaagheid' beschrijft de dubbelzinnigheid van een gebeurtenis en 'willekeur' beschrijft de onzekerheid in het optreden van een gebeurtenis. In klassieke sets is geen onzekerheid, waardoor scherpe grenzen ontstaan. Het menselijk handelen is gebaseerd op meerwaardige logica. Dit menselijk handelen heeft invloed op het ontstaan van de theoretische transactieprijs, waardoor de taxateur hier inzicht in zou willen hebben.

Het voordeel van het gebruik van fuzzy logic is dat het een meer realistische benadering is, door het gebruik van linguïstische variabelen in plaats van getallen. Het kan daardoor een ingewikkelde berekening vervangen. Er is een hiërarchische rangorde van elementen c.q. objecten (bijvoorbeeld gebouwen, percelen) en doordat het fuzzy is worden er geen elementen uitgesloten. Fuzzy logic kan gezien worden als een computertechniek die woorden gebruikt in plaats van getallen. Zelfs als woorden meer onnauwkeurigheid hebben dan getallen, ligt het gebruik van fuzzy logic dicht bij menselijk gedrag dat de tolerantie voor onnauwkeurigheid gebruikt.

4. Fuzzy logic en vastgoed

Het uiteindelijke doel van dit onderzoek is inzicht geven in de toepassing van fuzzy logic in vastgoedtaxaties en hoe deze methode toegepast kan worden in het taxeren van transformatievastgoed. De hoofdstuk zal ingaan op de toepassing van fuzzy logic in vastgoedwaarderingen.

De volgende deelvraag vormt de kern van dit hoofdstuk:

In hoeverre is fuzzy logic al toegepast in vastgoedwaarderingen en wat waren de uitkomsten? Hoe kan fuzzy logic worden toegepast in het taxeren van transformatievastgoed?

4.1 Inleiding

Fuzzy logic wordt toegepast in consumentenelektronica en in de industrie als procesbesturing, maar fuzzy logic kan ook toegepast worden in de vastgoedmarkt die zich kenmerkt door onnauwkeurige en vage informatie. Het gebruik van fuzzy logic is vergelijkbaar met de menselijke hersenfunctie bij het nemen van beslissingen, waarbij alle kwantitatieve en kwalitatieve inputgegevens worden beschouwd ten behoeve van de beste oplossing (output). Het belangrijkste aspect en het sterke punt van fuzzy logic in de voorspelling van vastgoedprijzen of in de waardering van vastgoedbeleggingen, is het gebruik van minder kwantificeerbare gegevens (Del Giudice, 2017).

4.2 Fuzzy logic in vastgoed

Fuzzy logic is in de vastgoedmarkt in verschillende onderzoeken toegepast (Bagnoli en Smith, 1998; Byrne, 1995; Del Giudice, De Paola en Cantisani, 2017; French, 2003; d'Amato en Siniak, 2003 en 2009; Lee, 2004), als alternatieve en flexibele benadering (voor het inzichtelijk maken) van onzekerheid.

De onderzoeken zijn samengesteld uit wetenschappelijke werken die fuzzy logic en fuzzy sets gebruiken als een manier om vastgoedwaarde te definiëren in een vastgoedmarkt met onzekere informatie en om de waarderingsmethoden van vastgoed te verbeteren door de methoden dichter bij het menselijk handelen te brengen, waarbij gebruik wordt gemaakt van fuzzy logic, fuzzy sets en fuzzy-systeembesturingen.

Fuzzy logic is in verschillende onderzoeken voorgesteld als een alternatief voor de traditionele waarderingsmethoden. Onderzoekers hebben de toepassing van fuzzy logic onderzocht en aangetoond dat fuzzy logic de onzekerheid in waarderingen met bepaalde mate kan verminderen. Kunstmatige neurale netwerken en fuzzy logic zijn de twee belangrijkste niet-conventionele benaderingen die vaak zijn toegepast of gesuggereerd voor de waardering van vastgoed. Het belangrijkste aspect en het sterke punt van fuzzy logic in de voorspelling van vastgoedprijzen of in de waardering van vastgoedbeleggingen is het gebruik van minder kwantificeerbare gegevens (Del Giudice, 2017).

Del Giudice, De Paola en Cantisani (2017) hebben een basisraamwerk van fuzzy logic voor investeringen in vastgoed opgesteld. Fuzzy logic werd toegepast bij de aankoopbeslissing van een kantoorgebouw als belegging, waarbij sprake is van onvolmaakte marktinformatie. De resultaten toonden aan dat met een juiste toepassing van fuzzy logic investeringsbeslissingen in kwaliteit kunnen verbeteren, waardoor het risico dat voortvloeit uit de onzekerheden van input, wordt verkleind.

Bagnoli en Smith (1998) beweren dat de theorie van fuzzy sets en specifiek fuzzy logic zeer geschikt is om toe te passen in de vastgoedwaardering en besluitvorming. Fuzzy logic biedt een manier waarop oordelen, die onze manier van redeneren kenmerken, geformaliseerd kunnen worden zonder een kunstmatig proces te gebruiken om deze oordelen nauwkeurig te maken.

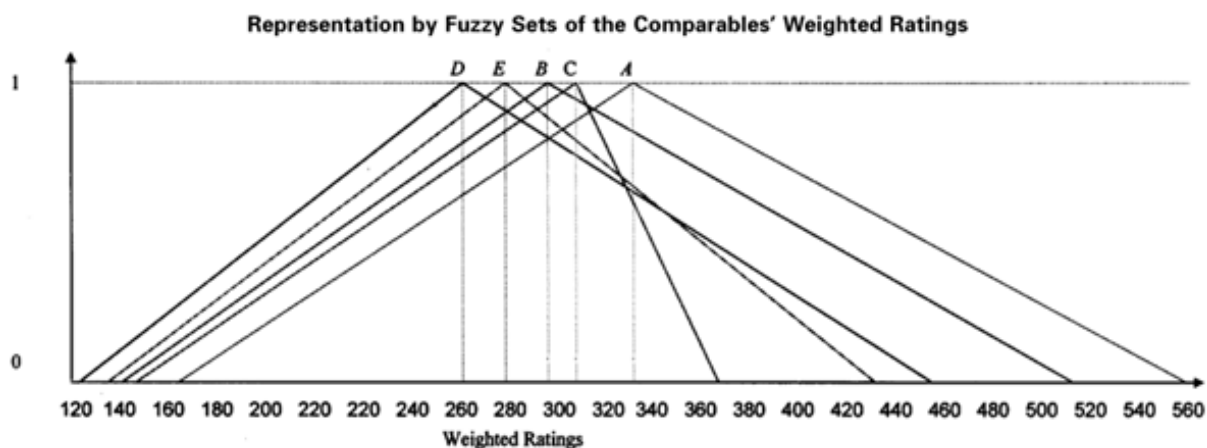
Bagnoli en Smith pasten de theorie toe bij het taxeren van vastgoed door marktevidence te voorzien van een gewicht in het bepalen van de waarde. Ze maakten hiervoor gebruik van het 'Ratcliffian'-systeem, dat als doel heeft om meer inzicht te geven in de afwegingen van een koper, ofwel om het denkproces van potentiële kopers te volgen, zie figuur 16.

Weighted Ratings of Properties																					
Productivity Feature	Weight			A			B			C			D			E			Subject		
Location	25	30	35	0	1	2	1	2	3	1	2	3	0	1	2	3	4	5	2	3	4
Space Arrangements	15	20	25	7	8	9	3	4	5	3	4	5	7	8	9	0	1	2	5	6	7
Physical Condition	5	10	15	7	8	9	5	6	7	9	10	0	2	3	4	0	1	2	1	2	3
Operating Ratio	5	10	15	2	3	4	1	2	3	0	1	2	0	1	2	4	5	6	3	4	5
Mechanical Equip.	5	10	15	0	1	2	2	3	4	0	1	2	1	2	3	2	3	4	0	1	2
Extra Services and Facilities	15	20	25	1	2	3	2	3	4	2	3	4	0	1	2	2	3	4	1	2	3
Degree of desirability				165	350	595	140	310	540	145	320	390	120	270	480	135	290	455	160	320	540
Selling Price (\$000)				860			875			895			925			910			?		

Figuur 16: Resultaten wegingsproces op basis van het 'Ratcliffian'-systeem

Het resultaat zijn vijf nauwkeurige uitkomsten met lidmaatschapsfuncties en als uitkomst een hypothetische fuzzy set 'marktwaaarde van het subject'. De fuzzy set van de marktwaaarde van het subject kan worden uitgedrukt in een concreet getal met behulp van een wiskundige methode. De marktwaaarde van het subject kan bepaald worden door het gebruik van een fuzzy logic, ook als de prijs verschilt van de vijf referenties.

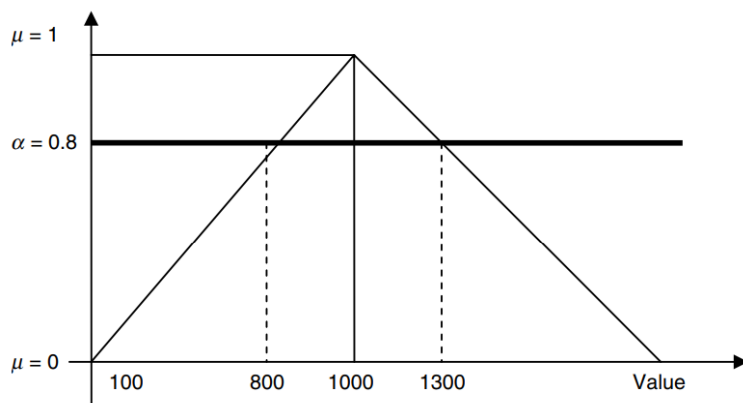
De reeks met mogelijke toekomstige verkoopprijzen met verschillende graden van lidmaatschap van de hypothetische fuzzy set 'marktwaaarde van het subject' lijkt het denkproces van de potentiële kopers beter te benaderen. Het uiteindelijke resultaat dat wordt geproduceerd door een fuzzy systeem zou dus realistischer moeten zijn dan een enkel getal met betrouwbaarheidsintervallen geproduceerd door lineaire regressie.



Figuur 17: Resultaten voor de vergelijkbare eigenschappen worden geometrisch weergegeven.

De conclusie van Bagnoli en Smith is dat het eindresultaat van de fuzzy-analyse de 'waarschijnlijke prijs' van Ratcliff niet zal produceren, omdat de wiskundige processen verschillen. Het resultaat moet vergelijkbaar zijn, maar er wordt meer informatie gegeven in termen van verschillende 'mogelijke' prijzen met verschillende lidmaatschapsfuncties en een fuzzy set 'marktwaaarde van het onderwerp', zie figuur 17. De fuzzy waarde met de hoogste graad van lidmaatschap van de fuzzy set zal alleen door toeval de 'meest waarschijnlijke prijs' zijn die door het gewogen waarderingssysteem van Ratcliff wordt geproduceerd (Bagnoli en Smith, 1998).

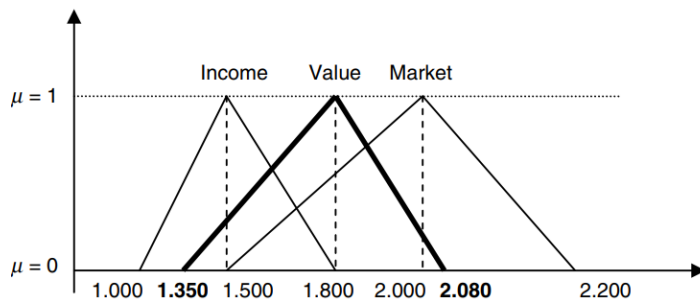
d'Amato en Siniak (2009) stellen dat fuzzy waarden gebruikt kunnen worden als oplossing voor de verschillende niveaus van lidmaatschapsfunctie bij het taxeren van vastgoed. Het is mogelijk om de oplossing te kiezen met een lidmaatschapsfunctie groter dan 0,8. Dit concept kan ook worden uitgedrukt als de gebeurtenissen waarvan de kans groter is dan 0,8. Het resultaat wordt gedefinieerd op een niveau van vertrouwen dat wordt aangeduid als α -cut, grafisch geïllustreerd in figuur 18. Dit proces is vergelijkbaar met de keuze voor een bepaald vertrouwensniveau bij het selecteren van de resultaten van een kansverdeling.



Figuur 18: Fuzzy nummers als een maat voor waarde met een α -cut of 0,8 (d'Amato en Siniak, 2009).

Kaufmann en Gupta (1985) onderzochten het gebruik van fuzzy waarden bij het taxeren van vastgoed. Uitgaande van twee driehoekige fuzzy-nummers (kan ook een andere vorm hebben) als benaderingen voor het taxeren van vastgoed. In dit geval hebben de verschillende benaderingen de volgende lidmaatschapsfuncties.

Fuzzy waarden kunnen worden gebruikt als normale nummers, waardoor het proces van het toewijzen van een waarde expliciet wordt gemaakt.



Figuur 19: Fuzzy waarden gebruikt als de som van een afstemmingsproces (d'Amato en Siniak, 2009).

Het defuzzificatie proces transformeert een fuzzy waarde in een concrete waarde. Het rekenkundig gemiddelde kan worden beschouwd als een belangrijke manier om deze resultaten te transformeren.

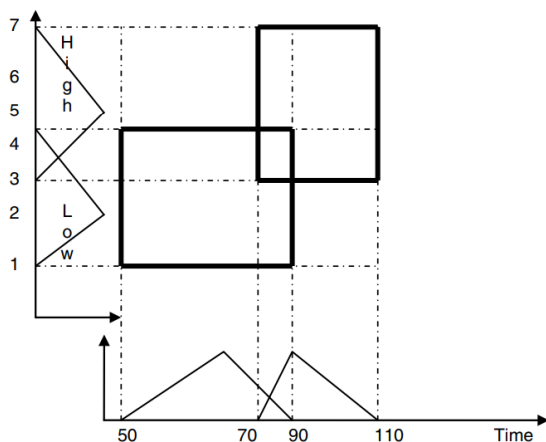
De waarde kan bijvoorbeeld worden aangegeven als:

$$\text{MKB} = (1.500, 2.000, 2.200) \times 70\% + \text{INCM} (1.000, 1.500, 1.800) \times 30\%$$

$$\text{MKB} = (1.050, 1.400, 1.540) + \text{INCM} (300, 450, 540)$$

$$V = (1.350, 1.850, 2.080) / 3 = 1.760$$

Het is mogelijk om een cartesisch product (verzameling van geordende paren) te definiëren, om twee variabelen te verbinden, zoals in figuur 20. Als gevolg hiervan kan de plaats met een grotere afstand en de plaats met een kleinere afstand op een andere manier worden gedefinieerd in relatie tot de tijd.



Figuur 20: Cartesisch product (conjunctie) over de relatie tussen tijd en de taalkundige variabele van afstand (d'Amato en Siniak, 2009).

De relatie wordt beschreven in figuur 21 (rijen). De gemarkeerde rij toont verschillende waarden met een kwantitatieve definitie van hoge en lagere afstand in relatie tot tijd. Meer dan twee kenmerken kunnen worden gebruikt om regels en waarde te vinden. Dit proces is ook toegepast in het werk van Bagnoli en Smith (1998).

		1	2	3	4
	μ	0	1	0.6	0
50	0	0	0	0	0
65	1	0	1	0.6	0
70	0.7	0	0.65	0.6	0
90	0	0	0	0	0

		3	4	5	6	7
	μ	0	0.4	1	0.7	0
70	0	0	0	0	0	0
90	1	0	0.4	1	0.7	0
110	0	0	0	0	0	0

Figuur 21: Fuzzy nummers en fuzzy sets gebruiken om kwalitatieve variabelen te beschrijven (d'Amato en Siniak, 2009).

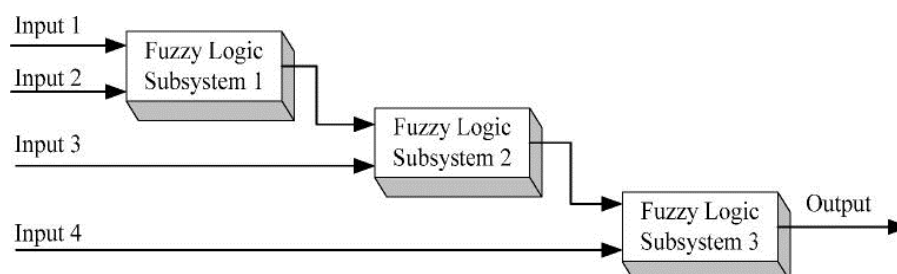
Het gebruik van fuzzy logic voor de analyse en modellering van vastgoed is een krachtig hulpmiddel. Het is een meer realistische benadering door het gebruik van linguïstische variabelen in plaats van getallen. Hiërarchische rangorde van de objecten (bijvoorbeeld gebouwen, percelen). Minder herhalingen van het model. Dit zijn de belangrijkste voordelen van fuzzy logic (French, 2003).

Lee, Ishii & Yeh (2004) richten zich op de vaagheid van de kwalitatieve factoren in linguïstische vorm. De fuzzy linguïstische logica kan worden vertaald in een redelijke concrete waarde voor praktisch gebruik in de taxatie van vastgoed. De kwalitatieve variabele waarden worden toegepast in fuzzy logic linguïstisch model. De aanpassing door de fuzzy theorie kan de onzekere omstandigheden gemaakt door menselijke kennis en gebrek aan informatie vereenvoudigen.

In het onderzoek wordt een weging gegeven aan kwalitatieve variabelen zoals de wenselijkheid van de buurt, bereikbaarheid van locaties en aantrekkelijkheid van een buurt. De variabelen die van invloed zijn op de waarde krijgen een score binnen het fuzzy linguïstisch logic model. De fuzzy linguïstische logica kan worden vertaald in een redelijk waardebereik voor praktisch gebruik in de taxaties van vastgoed. De kwalitatieve variabelen vormen meetwaarden in de toepassing van het fuzzy linguïstisch logic model. De toepassing van dit model kan de onzekere omstandigheden van de menselijke kennis en het gebrek aan informatie verlichten.

In het onderzoek van Zlateva (2011) wordt fuzzy logic gebruikt voor de risicobeoordeling voor potentiële overstromingsbedreigingen. Het fuzzy logic model is in de Matlab softwareomgeving met Fuzzy Logic Toolbox en Simulink ontworpen als een hiërarchisch fuzzy systeem met drie niveaus met vier ingangen. Elk niveau omvat één fuzzy logic subsysteem met twee ingangen. Een schema van het hiërarchische fuzzy-systeem met drie niveaus wordt gepresenteerd in figuur 22. Het aantal ingangen komt overeen met de taalvariabelen (indicatoren), die de natuurlijke gevaren beschrijven. De output vertegenwoordigt een complexe risicobeoordeling.

Figuur 22:
Een hiërarchisch fuzzy-systeem met drie niveaus met vier ingangen



Het onderzoek laat zien dat een fuzzy logic systeem verschillende niveaus met input kan hebben om een uiteindelijk resultaat te geven. De resultaten van de risicobeoordeling in dit onderzoek dragen bij tot het vergroten van de efficiëntie van het risicobeheer en kunnen de belanghebbenden ondersteunen om beter geïnformeerde beslissingen te nemen voor de duurzame ontwikkelingen (Zlateva, 2011).

Kozlova, Collan en Luukka (2016) vergelijken twee reële optiewaarderingsmethoden, de Datar-Mathews-methode en de fuzzy pay-off-methode. De Datar-Mathews-methode is gebaseerd op het gebruik van Monte Carlo-simulatie binnen een probabilistisch waarderingsraamwerk, terwijl de fuzzy pay-off methode berust op het modelleren van de reële optiewaardering door fuzzy getallen in een possibilistische ruimte te gebruiken. De resultaten laten zien dat de reële optiewaarde resultaten van de twee methoden consistent lijken te zijn met elkaar. De fuzzy pay-off methode is robuuster en is ook bruikbaar wanneer er niet genoeg informatie beschikbaar is voor een constructie van een simulatiemodel.

Door Kozlova, Collan en Luukka (2016) wordt een vervolg gegeven aan dit onderzoek door de fuzzy pay-off methode, die aanvankelijk in Excel is gemaakt op te nemen in het fuzzy inferentiesysteem (FIS) van Matlab. Ondanks de brede toepassing van het FIS in verschillende technische gebieden, is de toepassing ervan voor analyse van investeringen beperkt. FIS wordt vooral toegepast om invoerparameters te evalueren en samen te voegen met dynamische systeemmodellering.

Het raamwerk is een netto contante waardeberekening (NCW) van een investering. De variabelen die beïnvloedbaar zijn, worden onderzocht. De fuzzy outputwaarden zijn de uitkomsten van de NCW-berekening. Hierdoor kan de invloed van de variabelen op de uitkomst worden onderzocht. De analyse wordt aangevuld met een reële optieberekening, die mogelijk wordt gemaakt door de fuzzy pay-off-methode.

4.3 Conclusie

Fuzzy logic kan ook toegepast worden in de vastgoedmarkt die zich kenmerkt door onnauwkeurige en vage informatie. Het belangrijkste aspect en het sterke punt van fuzzy logic in de voorspelling van vastgoedprijzen of in de waardering van vastgoedbeleggingen is het gebruik van minder kwantificeerbare gegevens. De afwegingen van professionele partijen om vastgoed te kopen of te verkopen is een proces van geavanceerde afwegingen. De toepassing van de waarderingsmethode - voor het bepalen van de meest waarschijnlijke prijs waarvoor de transactie van het vastgoed zal plaatsvinden - moet hun denkprocessen weerspiegelen.

Fuzzy logic is in de vastgoedmarkt in verschillende onderzoeken toegepast als alternatieve en flexibele benadering (voor het inzichtelijk maken) van onzekerheid. Onderzoekers hebben aangetoond dat door fuzzy logic de onzekerheid in waarderungen met bepaalde mate kan verminderen.

Del Giudice, De Paola en Cantisani (2017) hebben een basisraamwerk van fuzzy logic voor investeringen in vastgoed opgesteld waarbij fuzzy logic werd toegepast bij de aankoopbeslissing van een kantoor.

Verschiedende onderzoeken hebben plaatsgevonden naar het toepassen van fuzzy logic bij het taxeren van of investeren in vastgoed. Bagnoli en Smith (1998) pasten de theorie toe bij het taxeren van vastgoed door marktevidence te voorzien van een gewicht in het bepalen van de waarde. Zij maken gebruik van het Ratcliff-systeem waarbij een weging wordt gegeven aan variabelen. Het fuzzy systeem kan onzekerheid modelleren, maar door onnauwkeurige waardering van variabelen op basis van het Ratcliff-systeem zijn de uitkomsten onnauwkeurig gebleken.

Een relevant artikel voor dit onderzoek is Kozlova, Collan en Luukka (2016) die twee reële optiewaarderingsmethoden, de Datar-Mathews-methode en de fuzzy pay-off-methode vergelijkt. De fuzzy pay-off methode is robuuster en is ook bruikbaar wanneer er niet genoeg informatie beschikbaar is voor een constructie van een simulatiemodel. Ondanks de brede toepassing van fuzzy gevolgtrekkingsysteem in verschillende technische gebieden, is de toepassing ervan voor analyse van investeringen beperkt.

Het gebruik van fuzzy logic voor de analyse en modellering van vastgoed is een krachtig hulpmiddel. Het is een meer realistische benadering door het gebruik van linguïstische variabelen in plaats van getallen.

In het volgende hoofdstuk wordt het waarderingsmodel opgezet dat gebaseerd is op de traditionele waarderingsmethode, de residuele waardemethode. Het fuzzy logic model wordt hierbij gebruikt om de risico's en onzekerheden te kunnen waarderen.

5. Het waarderingsmodel

Dit hoofdstuk behandelt het waarderingsmodel dat voor dit onderzoek is gebruikt. Ook worden de belangrijkste inputvariabelen voor het model behandeld. Het basismodel is de residuele waardemethode, waarmee meerdere scenario's worden berekend. De uitkomsten van de uitgerekende scenario's worden gebruikt in het fuzzy logic systeem. In hoofdstuk 2 is duidelijk geworden dat alleen een conventionele methode niet toereikend is om risico's en onzekerheden in een waardering te beoordelen en dat fuzzy logic dit in bepaalde mate wel kan (Del Giudice, 2017). Door de residuele waardemethode en fuzzy logic te combineren, wordt onderzocht of de centrale vraag van het onderzoek kan worden beantwoord.

Als de residuele waardemethode wordt toegepast bij de herontwikkeling van bestaand vastgoed, zal het restbedrag betrekking hebben op het bestaande vastgoed dat gekocht wordt om herontwikkeld te worden. Vooraf zal een inschatting gemaakt moeten worden over de verwachte kosten om de herontwikkeling te realiseren en de risico's en onzekerheden die aan de voltooiing van het project zijn verbonden. In de voorgaande hoofdstukken is duidelijk geworden dat de methode gevoelig is voor kleine veranderingen in de verwachte inputvariabelen. Dit hoofdstuk behandelt de belangrijkste inputvariabelen voor het waarderingsmodel. Andere inputvariabelen die niet bekend of relevant zijn vallen buiten dit onderzoek.

5.1 Risicovariabelen

In het model wordt de residuele waardeberekening gecorrigeerd door zes risicocategorieën, behandeld in hoofdstuk 2, specifiek voor transformatievastgoed. De zes risicocategorieën worden in tabel x gegeven en daaronder toegelicht. De kansen van de risico's zijn procentueel verdeeld. Door fuzzificatie worden de procentuele verdelingen omgezet naar vage waarden en krijgen de risico's een kwalitatieve verdeling.

variabelen	risicocategorieën	correctie	bereik van waarden		
			klein	mogelijk	aanzienlijk
1	Due diligence	bouwkosten	3,00%	5,00%	5,50%
2	Ontwerp	bouwkosten	3,40%	4,00%	4,60%
3	Buurt en politiek	opbrengsten	1,50%	3,00%	4,50%
4a	Bestemmingswijziging	opbrengsten	niet [0]	0,00%	wel [1]
4b	Omgevingsvergunning	bouwkosten	3,25%	4,00%	4,75%
5	Realisatie	bouwkosten	4,00%	8,00%	12,00%
6	Verkoop en verhuur	opbrengsten	2,00%	3,00%	6,00%
Totaal			17,2%	27,0%	37,4%

Tabel x: risicocategorieën (Luyt, 2016) eigen bewerking

In het onderzoek van Luyt (2016) is voor elk van deze risicocategorieën een percentage bepaald. Het identificeren van zowel de kans als het effect voor elk van deze risicocategorieën op de herontwikkeling gebeurt door een objectieve inschatting. Met de bepaalde percentages worden ofwel de bouwkosten verhoogd, ofwel de opbrengsten verlaagd. Elk van de zes definieerbare risico's kan op nul of één worden ingesteld, waarmee wordt aangegeven of het risico wel of niet aanwezig is. De bovengenoemde stochastische (continue) variabelen worden verondersteld normaal verdeeld te zijn en kunnen worden weergegeven als een driehoekige vorm. Door fuzzificatie worden de procentuele verdelingen omgezet naar vage waarden en krijgen de risico's een kwalitatieve verdeling, namelijk klein, mogelijk en aanzienlijk.

Due diligence

Deze variabele heeft betrekking op de fysieke eigenschappen van een gebouw en locatie, zoals de aanwezigheid van asbest en bodemverontreiniging, de constructie, de gevel, de overspanning. Het heeft ook betrekking op aspecten zoals juridische belemmeringen, verkeershinder, etc. Een uitgebreide due diligence van de locatie en het gebouw moet inzicht geven in de risico's en bepaalt het risicopercentage over de bouwkosten.

Ontwerp

Een goed vastgoedconcept komt tot stand door een analyse van de markt waarin het past. Gegeven het transformatieproject moet onderzocht worden welk vastgoedconcept zich het beste leent voor de beoogde functie en of daar vanuit de markt behoefte aan is.

Naast een marktanalyse zal het project stedenbouwkundig moeten worden onderzocht, alsmede de ruimte binnen het bestemmingsplan en/of de visie van de gemeente. Er wordt een correctie toegepast voor de te verwachten risico's omtrent dit onderwerp door een percentage te hanteren over de bouwkosten.

Buurt en politiek

Het verkennen van het maatschappelijk en politiek draagvlak voor de transformatie. De haalbaarheid van het plan en het draagvlak bepalen het risico als correctie op de opbrengsten.

Vergunning

De WABO-procedure resulteert in een onherroepelijke omgevingsvergunning. De vergunning is opgeknipt in een technische en ruimtelijke vergunning, ofwel goedkeuring op wijzigingen van de bestemming en de goedkeuring van het herontwikkelingsplan (bouwplan). Het risico dat bestemmingswijziging niet wordt goedgekeurd is van invloed op de opbrengsten. In het model wordt rekening gehouden met inkomsten die met minimaal 25% moeten worden gecorrigeerd. Het risico voor het niet verkrijgen van een omgevingsvergunning voor het bouwplan wordt gecorrigeerd op de bouwkosten.

Realisatie

De realisatie heeft betrekking op de technische haalbaarheid en of het ontwerp uitvoerbaar is. Hierom kan het zinvol zijn om in een vroeg stadium (initiatiefase) samen te werken met een aannemer. De technische haalbaarheid van het plan bepaalt het risico als correctie op de bouwkosten.

Marktrisico (verhuur en verkoop)

Dit betreft het risico dat de verkoop aan een koper en/of de afzet aan huurders een negatief effect heeft op de verwachte opbrengsten door concurrentie, rentestijging, consumentenvertrouwen.

5.2 Investeringskosten

De investeringskosten van een project bestaan uit de bouwkosten, grondkosten (aankoopkosten transformatieobject), de inrichtingskosten en de bijkomende kosten (NEN 2631). De bouwkosten hebben een relatie met de gebouweigenschappen. De eigenschappen hebben betrekking op het bestaande gebouw en het transformatieproduct. De bouwperiode bepaalt de hoogte van de kosten (Schmidt, 2012).

Bouwkosten

Clusters	min. €/m ² BVO	max. €/m ² BVO	gem. €/ m ² BVO	Band-breedte	Gewicht	Relevantie
Gevel	50,5	279,8	169,7	135%	20%	27%
AUK	70,8	248,2	138,8	128%	16%	21%
Binnenwanden	53,7	233,4	136,5	132%	16%	21%
W-installaties	44,4	153,8	92,0	119%	11%	13%
Skelet	13,2	241,3	71,8	318%	8%	27%
E-installaties	0,0	108,6	50,0	217%	6%	13%
Vloeren	0,0	137,1	41,3	332%	5%	16%
Plafonds	0,0	52,8	33,4	158%	4%	6%
Trappen en hellingen	8,4	93,8	32,7	261%	4%	10%
Vaste inrichtingen	0,0	121,9	31,8	383%	4%	14%
Lift en transport	0,0	55,3	22,1	251%	3%	6%
Daken	0,0	52,2	19,3	271%	2%	6%
Fundering	0,0	66,7	17,9	3,7	2%	8%
Terrein	0,0	7,1	1,9	3,7	0%	1%
Totaal	241,03	1.852,00	859,11			

Tabel X: Bouwkosten (Schmidt, 2012), bewerkt en gecorrigeerd voor prijsindex bouwkosten naar 2018
AUK = algemene uitvoeringskosten en zijn projectgebonden kosten. Bedragen zijn exclusief btw.

Uit het onderzoek van Schmidt (2012) blijkt dat de gevel, het skelet, de installaties en de binnenwanden de belangrijkste elementen zijn voor het nauwkeurig bepalen van transformatiekosten. Door de verschillen tussen de kengetallen is het maken van een nauwkeurige inschatting van de bouwkosten lastig. Uit het onderzoek van Mackay (2011) blijkt dat de transformatiekosten naar woningen gemiddeld € 759,- per m² (prijsspeil 2008, BVO, excl. btw) bedragen. Het nadeel van een kengetal is dat het sterk kan afwijken van de werkelijkheid. Het voordeel van het rekenen met een kengetal is dat het, vooral in een vroeg stadium van het bouwproces, een handige methode is om snel mee te rekenen (Mackay, 2011).

De bandbreedte van risicovariabelen die betrekking hebben op de directe kosten is gebaseerd op de bandbreedte van bouwkosten, de afwijkingen van de bouwkostencalculaties per fase, bouwjaar van het transformatieobject en het type gebouw (overspanning, gevel).

Bouwjaar	gem. €/m ² BVO
Vóór 1970	867,2
1970 - 1979	767,0
180 - 1989	917,9
Na 1989	1.054,2

Tabel X: Bouwkosten Mackay (2008), bewerkt en gecorrigeerd voor prijsindex bouwkosten naar 2018

De onderstaande tabel (Schmidt, 2012) toont de maximale toegestane afwijking van de gecalculeerde bouwkosten per fase die door gespecialiseerde bouwkostendeskundigen wordt gehanteerd. Waarderingen van residuele waarden vinden vaak plaats voor of tijdens de initiatief fase van ontwikkeling, waardoor de werkelijke bouwkosten 20 tot 25% boven de gecalculeerde bouwkosten mogen liggen.

Initiatief	Schetsontwerp	Voorlopig ontwerp	Definitief ontwerp	Bestek en uitvoering
20%	15%	10%	5%	0%
25%	20%	15%	10%	0%

Tabel X: afwijkingen bouwkostencalculaties per fase (Schmidt, 2012)

Staartkosten

De staartkosten in de bouwkostencalculatie hebben betrekking op de winst en risico en algemene kosten van de aannemer. Deze staartkosten zijn doorgaans hoger bij transformatieprojecten dan bij nieuwbouwprojecten. In bouwkostencalculaties van transformaties is het daarom zinvol om een hoger percentage op te nemen voor staartkosten (Schmidt, 2012).

Inrichtingskosten

De inrichtingskosten van het gebouw en terrein hebben betrekking op de bedrijfsinstallaties, losse inrichting en bouwkundige werken t.b.v. installaties en inrichting.

Bijkomende kosten

De bijkomende kosten hebben betrekking op de voorbereidings- en begeleidingskosten, onderhoudskosten van de grond of (met betrekking tot dit onderzoek) het transformatieobject en eventuele niet verrekenbare omzetbelasting. In tabel X is een overzicht gegeven van indicatieve bijkomende kosten.

Bijkomende kosten (%)	< 0,5 mln.	< 2,0 mln.	< 5,0 mln.	< 7,5 mln.	< 15,0 mln.	> 15,0 mln.
Honoraria en verschotten	10,50%	7,50%	6,20%	6,50%	6,70%	6,20%
Projectontwikkelingskosten	7,00%	6,50%	6,00%	5,50%	5,00%	5,00%
Heffingen en aansluitkosten	3,60%	3,50%	3,40%	3,20%	3,10%	3,00%
Verzekeringen	0,40%	0,40%	0,40%	0,40%	0,40%	0,40%
Financieringskosten	1,00%	2,80%	3,00%	3,70%	4,60%	5,40%
Aanloopkosten	1,00%	1,20%	1,80%	1,90%	1,90%	1,80%
Risico-verrekening	0,20%	0,70%	1,50%	1,90%	2,20%	2,50%
Onvoorziene uitgaven						
Totaal (%)	23,70%	22,60%	22,30%	23,10%	23,90%	24,30%

Bron: bijkomende kosten (website bouwkostenkompas.nl, 2018)

Opbrengsten

De opbrengsten in het residuele waarderingsmodel is de marktwaarde van het project na realisatie, die bepaald wordt door de comparatieve methode (ten Have, 2011).

Fiscaliteit

Fiscale optimalisatie binnen transformatieprojecten is mogelijk en kan leiden tot besparingen door bijvoorbeeld te werken met gescheiden koop-/ aannemingsovereenkomsten.

5.3 Fuzzy model

De residuele waarde methode gebruikt om in het fuzzy inferentiesysteem (FIS) residuele waarden met sub-verdelingen te verkrijgen voor elke combinatie van toestanden van de risicovariabelen. Het FIS wordt gebruikt om de invloed van de risicovariabelen op de residuele waarde uitkomsten te analyseren. Hiervoor worden concrete waarden omgezet naar vage (fuzzy) waarden. Zo wordt het mogelijk om de uitkomsten van de concrete inputwaarden te analyseren. De output van waarden zijn residuele waarden. Het model identificeert de risicovariabelen op de verkoopopbrengsten en de bouwkosten en biedt daarmee een model om de residuele waarde te schatten op basis van de relatieve invloed van de risicovariabelen. Het model volgt het afwegingsproces van een ontwikkelaar of een taxateur die een project taxeert. Het model is gebaseerd op het raamwerk van Kozlova, Collan en Luukka (2016). De uitkomsten worden geanalyseerd met de fuzzy verzamelingen van elke variabele.

De eerste stap in het fuzzy model is het maken van een residuele waardeberekening. De basisgegevens voor de residuele waardeberekening, zoals de verkoopopbrengst, bouwkosten, rente en inflatie kunnen leiden tot onzekerheid door imperfecte informatie en doordat investeringsbeslissingen van transformatieprojecten betrekking hebben op toekomstige opbrengsten en kosten. Tijd is de belangrijkste oorzaak voor onzekerheid bij herontwikkeling en hoe verder een project in de toekomst ligt, hoe onzekerder de opbrengsten en kosten worden. Daarom worden drie scenario's berekend, waarbij de verkoopopbrengst, bouwkosten en inflatie worden vastgesteld op een basisniveau (100%) en met een correctie naar boven (hoog, 105%) en naar beneden (laag, 95%) t.o.v. van de vastgestelde basiswaarde. De drie scenario's zijn pessimistisch (laag), realistisch (basis) en optimistisch (hoog).

De tweede stap en een belangrijk onderdeel in het model is het bepalen van de risico's die op de datum van de waardering nog van toepassing zijn. Het analyseren van de zes risicovariabelen, zoals omschreven in §2.4, wordt gedaan met behulp van de effectenmatrix. Deze onderzoekt wat de kans en het effect is gezien de fase waarin een transformatieproject zich bevindt (Gehner, 2011). De mate van risico's die aanwezig zijn in een transformatieproject wordt bepaald door de mate waarin de uitkomsten kunnen worden beïnvloed. De risicovariabelen kunnen een negatieve invloed hebben op de opbrengsten en/of de bouwkosten.

a. Verkoop opbrengsten [95%, 105%] Prijs €/m ²	b. Bouw kosten [95%, 105%] Prijs €/m ²	Inflatie [95%, 105%] CPI %	a. Correctie variabelen [2,0% - 10,0%] opbrengsten	b. Correctie variabelen [12,5% - 29,5%] bouwkosten
[95%, 100%, 105%]	[95%, 100%, 105%]	[95%, 100%, 105%]	[2,0%, 4,0%, 6,0%]	[12,5%, 17%, 21,0%]
			[4,0%, 6,0%, 8,0%]	[17,0, 21,0%, 25,0%]
			[6,0%, 8,0%, 10,0%]	[21,0%, 25,0, 29,5%]
niet beïnvloedbare onzekerheden			beïnvloedbare risico's	

Figuur 23: sortering van de geïdentificeerde variabelen.

De kosten, opbrengsten en inflatie zijn niet beïnvloedbare variabelen, die zoals eerder opgemerkt worden beïnvloed door onzekerheid. De correctie variabelen zijn beïnvloedbare risico's die zich binnen de fase van de herontwikkeling kunnen voordoen. Figuur 23 toont de matrix op basis waarvan de residuele waarde berekening wordt uitgevoerd en toegepast in het fuzzy logic systeem. De twee correctie variabelen bevatten ieder drie varianten, waardoor negen varianten mogelijk zijn met 27 uitkomsten, zoals getoond in de matrix van figuur 24.

Het fuzzy inferentiesysteem (FIS) dat in dit onderzoek wordt gebruikt is gebaseerd op het klassieke Mamdani-type fuzzy gevolgsysteem, behandeld in § 3.8. Het fuzzy logic systeem gebruikt de risico variabelen als input en de uitkomsten van de residuele waarden als output.

	a. Verkoop opbrengsten [95%, 105%] Prijs €/m ²	b. Bouw kosten [95%, 105%] Prijs €/m ²	Inflatie [95%, 105%] CPI %	a. Correctie variabelen [2,0% - 10,0%] opbrengsten	b. Correctie variabelen [12,5% - 29,5%] bouwkosten	f. Residuele waarden Fuzzy waarden output
1	95,0%	95,0%	95,0%	2,0% 4,0% 6,0%	12,5% 17,0% 21,0%	3 2 1
2	100,0%	100,0%	100,0%	2,0% 4,0% 6,0%	12,5% 17,0% 21,0%	6 5 4
3	105,0%	105,0%	105,0%	2,0% 4,0% 6,0%	12,5% 17,0% 21,0%	9 8 7
4	95,0%	95,0%	95,0%	4,0% 6,0% 8,0%	17,0% 21,0% 25,0%	12 11 10
5	100,0%	100,0%	100,0%	4,0% 6,0% 8,0%	17,0% 21,0% 25,0%	15 14 13
6	105,0%	105,0%	105,0%	4,0% 6,0% 8,0%	17,0% 21,0% 25,0%	18 17 16
7	95,0%	95,0%	95,0%	6,0% 8,0% 10,0%	21,0% 25,0% 29,5%	21 20 19
8	100,0%	100,0%	100,0%	6,0% 8,0% 10,0%	21,0% 25,0% 29,5%	24 23 22
9	105,0%	105,0%	105,0%	6,0% 8,0% 10,0%	21,0% 25,0% 29,5%	27 26 25

Figuur 24: sortering van de geïdentificeerde variabelen.

5.4 Conclusie

Het waarderingsmodel dat voor dit onderzoek wordt gebruikt, gaat uit van de residuele waardemethode als basismodel. Drie scenario's worden berekend met vijf variabelen. De vijf variabelen zijn de bouwkosten, verkoopopbrengsten, inflatie, correctie variabele op de bouwkosten en op de verkoopopbrengsten. De correctie variabelen zijn beïnvloedbaar en de andere drie variabelen zijn niet-beïnvloedbare variabelen. De belangrijkste inputvariabelen voor de residuele waardeberekening worden onderzocht met fuzzy logic. In het fuzzy inferentiesysteem worden de input variabelen gekoppeld met de output met residuele waarden. De variabelen en de scenario's kunnen op deze wijze onderzocht worden.

In het volgende hoofdstuk wordt de analyse en de resultaten van het waarderingsmodel gepresenteerd.

6. Analyse en resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken van het onderzoek. Hierbij zullen vooral de effecten van de risico's en onzekerheden op de residuele waarde met de toepassing van het fuzzy logic systeem worden beschreven. Bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van het programma Matlab, een veel gebruikte softwareomgeving voor onderzoeks- en onderwijstoepassingen op besturing en automatisering.

6.1 Casus

Om het gebruik van fuzzy logic te bestuderen is een transformatieobject geselecteerd waarbij een kantoor wordt herontwikkeld naar woningen. Hierbij transformeert projectontwikkelaar De Maese Woningen een kantoorpand aan het Stadhoudersplantsoen 2 in Den Haag naar een appartementengebouw met 21 appartementen. Het oorspronkelijke kantoorpand, ontworpen door architect Piet Zanstra, is gebouwd in 1965. De architectonische opzet is geïnspireerd door één van de vijf basisprincipes van Le Corbusier waarbij het gebouw op zuilen vrij van de grond staat. Het ontwerp voor de transformatie is afgestemd op het behoud van karakteristieke architectonische details van het gebouw. Er zijn aan de zuidzijde van het gebouw balkons aan de gevel aangebracht.



Project Rise Residences Sorghvliet in Den Haag van De Maese Woningen en artist impression van website De Maese Woningen.

De verschillende appartementen op de eerste t/m zesde verdieping hebben een woonoppervlak variërend van circa 100 m² tot 200 m². Op de zevende verdieping is een penthouse met een woonoppervlak van circa 300 m² en een terras van circa 150 m². De bouwlaag wordt toegevoegd aan het oorspronkelijke gebouw.

Het gebouw wordt door projectontwikkelaar De Maese Woningen in september 2016 gekocht voor een bedrag van € 4,3 mln. De bouwkosten van het project bedragen € 6,6 mln. Door planwijzigingen, extra kosten voor de gevel en een hogere aanneemsom na aanbesteding vielen de realisatiekosten € 1,3 mln hoger uit. Bij de aankoop van het kantoorobject is een asbestrapport aanwezig. De saneringskosten bedroegen

€ 187.500,-. Start sloopwerk is april 2017 en oplevering project is december 2018. In de bijlage is de residuele waarde berekening toegevoegd, waarin de details zoals bouwtijd, oppervlak, e.d. zijn terug te lezen. De input voor de berekening is gebaseerd op de theorie in dit onderzoek.

De transformatie wordt gezien als een functiewijziging voor het onderdeel bouwen. Hierbij is het zogenaamde 'rechtens verkregen niveau' van toepassing. Dat betekent dat bij transformatie de eisen gelden uit het bouwbesluit dat van toepassing was toen het bestaande gebouw werd gerealiseerd, alsook de eisen die gesteld werden aan een nieuwe gebruiksfunctie.

6.2 Residuele waarde berekening

De residuele waarde berekeningen met drie scenario's met de verkoopopbrengst, bouwkosten en inflatie vastgesteld op een basisniveau (en met een correctie naar boven en naar beneden), gecombineerd met de drie scenario's - 'klein', 'mogelijk' en 'aanzienlijk' - per risicovariabele, zoals toegelicht in het voorgaande hoofdstuk, resulteren in de uitkomsten zoals getoond in figuur 25. Een uitgebreide residuele waarde berekening is toegevoegd als bijlage.

	a. Verkoop opbrengsten [95%, 105%] Prijs €/m ²	b. Bouw kosten [95%, 105%] Prijs €/m ² (x 1.000)	Inflatie [95%, 105%] CPI %	a. Correctie variabelen [2,7% - 13,5%] opbrengsten klein	b. Correctie variabelen [13,5% - 34,9%] bouwkosten klein	f. Residuele waarden Fuzzy waarden output (x 1.000)
1 laag	4.513	824	1,9%	2,0% 4,0% 6,0%	12,5% 17,0% 21,0%	4.348 4.805 5.286
2 basis	4.750	867	2,0%	2,0% 4,0% 6,0%	12,5% 17,0% 21,0%	4.606 5.088 5.594
3 hoog	4.988	911	2,1%	2,0% 4,0% 6,0%	12,5% 17,0% 21,0%	4.865 5.370 5.902
				mogelijk	mogelijk	
4 laag	4.513	824	1,9%	4,0% 6,0% 8,0%	17,0% 21,0% 25,0%	3.890 4.348 4.805
5 basis	4.750	867	2,0%	4,0% 6,0% 8,0%	17,0% 21,0% 25,0%	4.125 4.606 5.088
6 hoog	4.988	911	2,1%	4,0% 6,0% 8,0%	17,0% 21,0% 25,0%	4.359 4.865 5.370
				aanzienlijk	aanzienlijk	
7 laag	4.513	824	1,9%	6,0% 8,0% 10,0%	21,0% 25,0% 29,5%	3.409 3.890 4.348
8 basis	4.750	867	2,0%	6,0% 8,0% 10,0%	21,0% 25,0% 29,5%	4.606 5.088 5.594
9 hoog	4.988	911	2,1%	6,0% 8,0% 10,0%	21,0% 25,0% 29,5%	4.359 4.865 5.370
				Input van concrete waarden		Output

Figuur 25: sortering van de geïdentificeerde variabelen en het bereik

De twee beïnvloedbare variabelen: de risicocorrectie op de opbrengsten en op de bouwkosten vormen de input van het fuzzy logic systeem. De output betreft de residuele waarde berekeningen. De fuzzy sets van het fuzzy logic systeem zijn de correctievariabelen op de verkoopopbrengsten, de correctievariabelen op de bouwkosten en de uitkomsten van de residuele waarden. De fuzzy set met correctievariabelen heeft als fuzzy waarden 'klein', 'mogelijk', en 'aanzienlijk'. De fuzzy set met residuele waarden heeft negen mogelijke fuzzy waarden.

De lidmaatschapsfunctie wordt gebruikt voor het afbeelden van de fuzzy waarden 'klein', 'mogelijk', en 'aanzienlijk'. De lidmaatschapsfunctie is een functie die de lidmaatschapswaarde van de fuzzy set vastlegt voor een fuzzy waarde. De waarden 'klein', 'mogelijk', en 'aanzienlijk', weergegeven in figuur 26 zijn de fuzzy waarden van de fuzzy set: correctie variabelen op de opbrengsten.

Fuzzy waarden	Lidmaatschapsfunctie [0, 1, 0]		
Klein	2,0%	4,0%	6,0%
Mogelijk	4,0%	6,0%	8,0%
Aanzienlijk	6,0%	8,0%	10,0%

Fuzzy set: correctie variabelen opbrengsten.

Fuzzy waarden	Lidmaatschapsfunctie [0, 1, 0]		
Klein	12,5%	17,0%	21,0%
Mogelijk	17,0%	21,0%	25,0%
Aanzienlijk	21,0%	25,0%	29,5%

Fuzzy set: correctie variabelen bouwkosten.

Figuur 26: fuzzificatie van de inputwaarden en de lidmaatschapsfuncties

De lidmaatschapswaarde van de fuzzy waarde 'klein' gaat van niet waar bij een percentage lager van 2%, dan geleidelijk toenemend van niet waar tot volledig waar tussen de 2% en 4% om weer geleidelijk af te nemen tot niet waar bij 6%, enz.

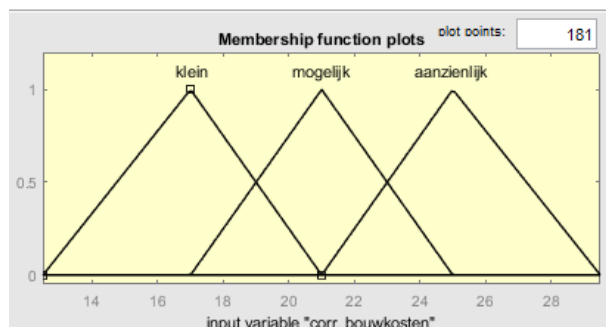
6.3 Fuzzy inferentiesysteem

De Fuzzy Logic Toolbox van Matlab wordt gebruikt voor het analyseren, ontwerpen en simuleren van een systeem gebaseerd op fuzzy logic. Het softwarepakket ontwerpt door een aantal stappen te doorlopen een fuzzy inferentiesysteem. Met de Matlab toolbox kan een model worden ontworpen op basis van logische regels. Deze regels worden vervolgens geïmplementeerd in een fuzzy-gevolgsysteem.

Fuzzificatie

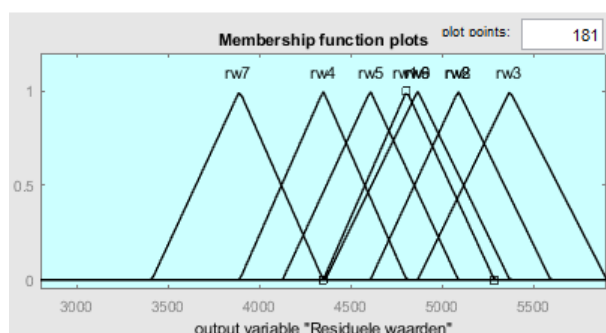
Deze eerste stap van fuzzy-systeem wordt fuzzificatie genoemd, waarbij de gegeven waarden in de fuzzy sets van invoervariabelen omgezet zijn in lidmaatschapswaarden van de fuzzy waarden in die fuzzy set.

De risico variabelen kunnen in drie vage verzamelingen worden opgedeeld, zoals geometrisch afgebeeld in figuur 27: klein, mogelijk, aanzienlijk. Door fuzzificatie worden de risicopercentsages omgezet naar een linguïstische verdeling. De vaagheid wordt bepaald door de lidmaatschapsfuncties, waarbij het bereik van de risico variabelen binnen de set een lidmaatschapswaarde tussen 0 en 1 toegekend krijgen.



De drie driehoekige lidmaatschapsfuncties hebben een bereik zoals gegeven in figuur 27. De lidmaatschapswaarde wordt weergegeven op de y-as en de risicopercentsages zijn af te lezen op de x-as.

Figuur 27: lidmaatschapsfuncties voor risico correctie op de bouwkosten (%).



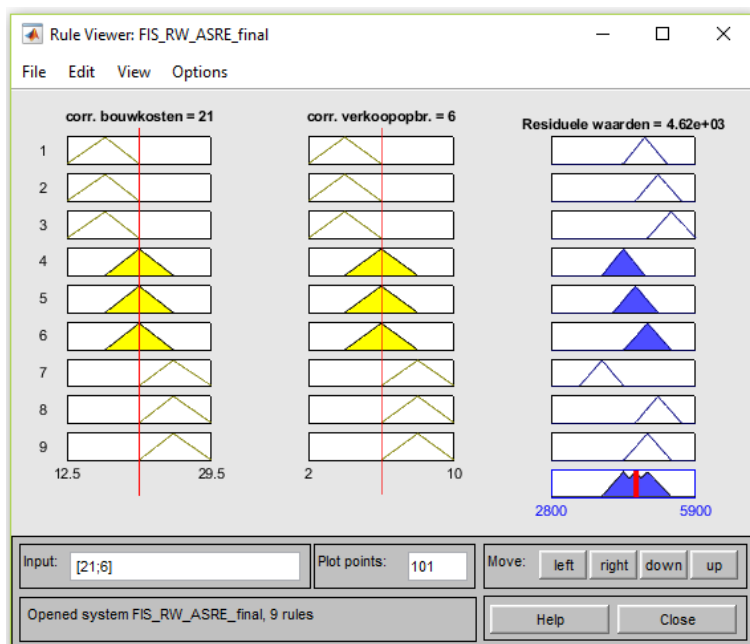
De output wordt geometrisch afgebeeld door negen lidmaatschapsfuncties met residuele waarden. De fuzzy waarden van de output set met residuele waarden zijn de uitkomsten van de berekening in figuur 28. Hierbij is bijvoorbeeld fuzzy waarde *rw7*: niet waar bij een waarde lager dan 3.409 en loopt dan geleidelijk toenemend van niet waar tot volledig waar tussen de 3.409 en 3.890 om weer geleidelijk af te nemen tot niet waar bij 4.348.

Figuur 28: negen lidmaatschapsfuncties met residuele waarden.

Als de variabelen in FIS zijn benoemd en de lidmaatschapsfuncties de juiste vorm hebben, zullen de input en de output met elkaar verbonden moeten worden door het toepassen van de kennisregels. Het construeren van regels in het programma is redelijk vanzelfsprekend.

De in- en outputvariabelen, gedefinieerd met de FIS-editor, worden met elkaar verbonden. De input met de risicovariabelen wordt verbonden met de output van de residuele waarde door het toepassen van de tweede stap in het fuzzy logic systeem: de kennisregels. De negen rijen vormen tevens de negen regels zoals weergegeven in figuur 29 in de bijlage. Als de correctie variabele 'opbrengsten' klein is en de correctie variabele 'bouwkosten' klein, dan is *RW1*, etc.

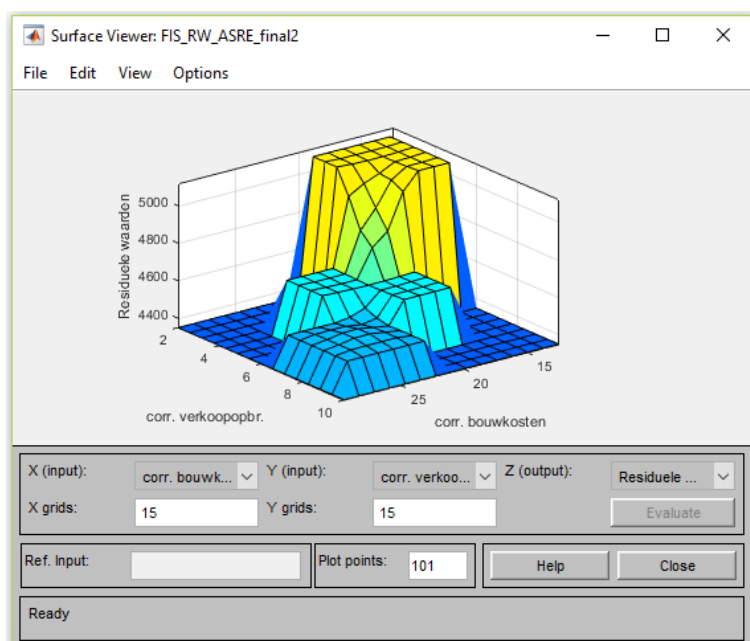
Het verwerken van de regels wordt gedaan met behulp van de fuzzy deductiemethoden van Mamdani, zoals behandeld in § 3.8, dit is de derde stap in het fuzzy logic systeem. In de laatste stap: defuzzificatie, worden er concrete waarden herleid uit de fuzzy waarden met residuele waarden tot concrete waarden uit de fuzzy set met de residuele waarde als output.



De input en de output van het FIS. Het FIS laat zien hoe concrete waarden corresponderen met de lidmaatschapswaarden en de output voor iedere kennisregel, wat resulteert in een output fuzzy-nummer. Het omzetten van een vage waarde naar een concrete waarde, defuzzificatie, resulteert in de output. De invloed van de input op de output is zichtbaar door een rode balk en kan in het programma verschoven worden.

Figuur 29: visualisatie FIS

De kolom met de gele grafieken geeft de lidmaatschapsfuncties weer en laat zien hoe de inputvariabelen worden gebruikt in de regels. De kolom met de blauwe grafieken laat zien hoe de outputvariabelen worden gebruikt. Elke rij vertegenwoordigt een regel. In totaal zijn twaalf regels mogelijk. In deze casus zijn negen regels gebruikt. De rode lijn in de gele grafieken kan worden verschoven om de inputwaarden te wijzigen en nieuwe output te genereren. De blauwe grafiek onderaan laat zien hoe de output van elke regel wordt gecombineerd tot een geaggregeerde output en wordt dan gedefuzzificeerd. De rode lijn in de blauwe grafiek laat de gedefuzzificeerde waarde zien.



Deze grafiek toont de output van het systeem gecombineerd met de input van het systeem. In figuur 30 zijn twee input variabelen gecombineerd met één output variabele. Er zijn echter meer combinaties mogelijk.

Figuur 30: grafiek met de gecombineerde in- en output.

De driedimensionale grafiek geeft de relatie weer van de correctie op de bouwkosten en verkoopopbrengsten met de residuele waarden. Hieruit is duidelijk af te lezen wat de invloed is van de risicovariabelen op de uitkomst. De uitkomst toont drie plots die overlopen van blauw, lichtblauw naar geel. Dit is de uitkomst van de bandbreedte van bouwkosten, verkoopopbrengsten en inflatie. Hiermee wordt de onzekerheid op deze waarden driedimensionaal in een grafiek weergegeven.

De x-as toont de correctie op de bouwkosten, de y-as toont de correctie op de verkoopopbrengsten en de z-as toont de output met de residuele waarden. De grafiek toont een verdeling van mogelijke uitkomsten waarbij in- en output gecombineerd worden. De mate waarin het risico zich voordoet en het effect hiervan op de residuele waarde is direct af te lezen op de z-as.

Voor elk scenario is de meest waarschijnlijke waarde af te lezen. Door de residuele waardeberekening op te nemen in fuzzy logic ontstaat een distributie van residuele waarden, waarbij de risicocorrecties af te lezen zijn en de scenario's met een lage, hoge en basis opbrengst, kosten en inflatie duidelijk zichtbaar worden door de drie plots. De verdeling is weliswaar gebaseerd op verschillende combinaties van scenario's met verschillende residuele waarden als uitkomst, zoals getoond in figuur 31, maar levert daardoor een duidelijke verdeling van uitkomsten. De basisberekening die hieraan ten grondslag ligt is een residuele waardeberekening.

Om dit in perspectief te plaatsen kan een vergelijking worden gemaakt met resultaten als gebruik wordt gemaakt van een scenario analyse. Met deze residuele waardeberekening kunnen ook scenario's worden doorgerekend zoals getoond in figuur 31.

Variabelen	Scenario's		
	laag	basis	hoog
Opbrengsten			
Verkoopopbrengst per m ² (GO)	4.513	4.750	4.988
Waarestijging	1,90%	2,00%	2,10%
Kostenbouw			
Bouw- kosten per m ² (BVO)	824	867	911
Risicocategorieën	klein	mogelijk	aanzienlijk
Totaal corr. opbrengsten (%)	4,00%	6,00%	8,00%
Totaal risico corr. bk (%)	17,00%	21,00%	25,00%
Totaal risico correcties (%)	17,15%	27,00%	37,35%
Residuele waarde gebouw	4.805.095	4.606.030	4.359.270

Figuur 31: scenario's met de residuele waarde berekening

Het berekenen van drie scenario's op basis van combinaties van vijf variabelen geeft drie uitkomsten van de residuele waarden. Figuur 31 toont deze berekening en de uitgebreide berekening is toegevoegd in de bijlage. Deze berekening toont een scenarioanalyse met de residuele waardeberekening.

In tegenstelling tot deze scenarioanalyse met drie uitkomsten, wordt door gebruik te maken van fuzzy logic het effect van gecombineerde in- en output duidelijker zichtbaar. Fuzzy logic is hierdoor goed geschikt als gevoeligheidsanalyse. Het geeft ten opzichte van een scenarioanalyse meer inzicht in de tussenliggende waarden en de methodiek is bij uitstek geschikt voor het uitvoeren van simulaties met verschillende scenario's.

Fuzzy logic maakt in tegenstelling tot de scenarioberekening de analyse beter visueel. Hierdoor is de mate waarin de uitkomsten - van residuele waarden - gevoelig zijn voor de risico's en onzekerheden die kunnen optreden gedurende een transformatieproject beter te analyseren.

Op basis van elk aannemelijke waarschijnlijkheid kunnen scenario's worden berekend die kunnen optreden. In dit onderzoek bewijst fuzzy logic zich als instrument om een berekening te analyseren, waarbij de inputvariabelen, die afhankelijk en van invloed zijn op de uitkomst van de residuele waarde, onderzocht kunnen worden. Ook is het mogelijk om met verschillende scenario's het effect van de onzekerheid op niet beïnvloedbare variabelen, zoals verkoopopbrengst, bouwkosten en inflatie te onderzoeken. De methodiek is geschikt om grip te krijgen op het herontwikkelingsproces en het mogelijke effect van risico's en onzekerheden op de residuele waarde.

Het resultaat is een duidelijke grafiek die inzicht geeft in de diverse risico's en onzekerheden met hun bijbehorende afwijkingen. Het zou gezien kunnen worden als een grafiek met een oneindig aantal scenario's waaruit gelezen kan worden wat het effect is op de residuele waarde (output) door combinaties van correcties op verschillende variabelen (input).

Fuzzy logic bewijst zichzelf als hulpmiddel om risico's en onzekerheden in berekening inzichtelijk te maken in deze single casestudy. Het resultaat is een spreiding met uitkomsten die visueel zichtbaar is gemaakt waarbij binnen het programma de input gewijzigd kan worden en de exacte uitkomst hiervan kan worden vastgesteld.

6.4 Conclusie

Het onderzoek laat zien dat het fuzzy logic systeem in Matlab inzicht kan geven in de risico's en onzekerheden bij het taxeren van een transformatieobject. De variabelen die van invloed zijn op de uitkomst van de residuele waarde zijn onderzocht. Door de input van de risicovariabelen te verbinden met de output van residuele waarden kan het effect van risico's en onzekerheden op de uitkomst worden beoordeeld. Tevens wordt het effect van risico's en onzekerheden op de residuele waarde van transformatieobject geïllustreerd.

De uitkomst sluit aan op de eis van de IVS om inzicht te geven in de gevoeligheid van de gehanteerde uitgangspunten als de taxatie is gebaseerd op een residuele waardemethode.

De uitkomsten van het model tonen aan dat de residuele waardeberekening van een transformatie gevoelig is voor veranderingen in de aanpassing van de opbrengen en kosten. Fuzzy logic kan voor elke significante factor een afzonderlijke gevoeligheidsanalyses verstrekken.

Door de residuele waardeberekening in het FIS op te nemen, kan een intelligent beslissingsondersteunend systeem worden gecreëerd, dat investeerders voorziet van bruikbare informatie over de invloed van risico's en onzekerheden van een transformatie. De uitkomst heeft een brede acceptatie, doordat het effect wordt gevisualiseerd. Het systeem is zeer geschikt voor menselijke inbreng. De variabelen die van invloed zijn op de marktwaarde kunnen worden omgezet naar linguïstische lidmaatschappen.

7. Conclusie en aanbevelingen

Het uiteindelijke doel van dit onderzoek is de toepassing van fuzzy logic in vastgoedtaxaties te onderzoeken. Om te onderzoeken hoe fuzzy logic kan worden gebruikt om de risico's en onzekerheden in een systeem te modelleren is een casus gebruikt waarbij de traditionele methode en fuzzy logic met elkaar zijn vergeleken.

7.1 Deelvragen

De deelvragen worden gebruikt om tot een antwoord op de centrale vraag te komen. Hieronder de deelvragen, voorzien van een antwoord.

Welke risico's en onzekerheden zijn er bij transformatie en hoe wordt hiermee omgegaan in taxaties van transformatievastgoed?

Bij een transformatie worden zes risicocategorieën onderscheiden:

1. Due diligence (asbest, bodem, archeologie).
2. Ontwerp (product marktcombinatie).
3. Buurt en politiek.
4. WABO (vergunningen).
5. Realisatie.
6. Verkoop en verhuur (afzetrisico).

Het effect van de risico's kan als correctiepost worden opgenomen in een taxatie.

Onzekerheid bij een transformatie gaat over een onzekerheid in de toekomst, zoals gebruikte informatie (inputonzekerheid) of de toestand binnen de markt (marktonzekerheid) en modelonzekerheid.

Een taxateur dient volgens de IVS afzonderlijke gevoeligheidsanalyses te geven over variabelen die een aanzienlijk effect hebben op de uitkomst.

Welke taxatiemethode wordt toegepast en met welke taxatierichtlijnen moet rekening worden gehouden?

De residuele waardemethode is het meest geschikt om bij de transformatie van bestaand vastgoed naar woningen de marktwaaarde van het bestaande vastgoed te bepalen.

De belangrijkste taxatiestandaarden zijn: het Nederlands Register Vastgoed Taxateurs (NRVT), de International Valuation Standards (IVS) van de IVSC, de RICS taxatiestandaarden (Red Book) en de Europese taxatiestandaard EVS van TEGoVA. Deze richtlijnen bevatten aandachtspunten voor het taxeren een (her)ontwikkeling

Wat is de achtergrond van de methodiek fuzzy logic? Hoe wordt fuzzy logic toegepast? Op welke manier werkt fuzzy logic?

Fuzzy logic (vage logica) is een stroming binnen de logica en is een uitbreiding op de klassieke booleaanse logica. Fuzzy logic is gebaseerd op meerwaardige logica. Een vage verzameling kent dus niet zulke scherpe grenzen als een klassieke verzameling, maar kan waarheidswaarden aannemen tussen de 0 (onwaar) en 1 (waar). Fuzzy logic wordt vooral toegepast in consumentenelektronica en in de industrie als procesbesturing. Het voordeel van het gebruik van fuzzy logic is dat het een meer realistische benadering is, door het gebruik van linguïstische variabelen in plaats van getallen. Het kan daardoor een ingewikkelde berekening vervangen.

In hoeverre is fuzzy logic al toepast in vastgoedwaarderingen en wat waren de uitkomsten? Hoe kan fuzzy logic worden toegepast in het taxeren van transformatievastgoed?

Fuzzy logic is in de vastgoedmarkt in verschillende onderzoeken toegepast als alternatieve en flexibele benadering (voor het inzichtelijk maken) van onzekerheid. Onderzoekers hebben aangetoond dat door fuzzy logic onzekerheid in waarderingen met bepaalde mate kan verminderen.

Het gebruik van fuzzy logic voor de analyse en modellering van vastgoed is een krachtig hulpmiddel. Het is een meer realistische benadering door het gebruik van linguïstische variabelen in plaats van getallen.

7.2 Hoofdvraag

De hoofdvraag is in de inleiding als volgt geformuleerd:

Op welke wijze kan fuzzy logic worden toegepast als waarderingsmethode bij transformatie en een beter inzicht geven in risico's en onzekerheden?

Hoewel fuzzy logic ook wordt toegepast als waarderingsmethode in de vergelijking van bijvoorbeeld marktevidence, wordt binnen de kaders van dit onderzoek duidelijk dat fuzzy logic niet toegepast kan worden als waarderingsmethode. De toepassing van fuzzy logic geeft in dit onderzoek een visualisatie van de onderzochte risico's en onzekerheden. Fuzzy logic is daarom geschikt als gevoeligheidsanalyse.

Traditioneel wordt het fuzzy logic model vooral toegepast in de regeltechniek, maar dit onderzoek laat zien dat in een systeem met risico's en onzekerheden het ook nuttig kan zijn om een vastgoedberekening op basis van linguïstische variabelen te evalueren.

De marktwaarde wordt er niet nauwkeuriger door, maar onzekere inputgegevens kunnen worden weerspiegeld en dat komt tegemoet aan de behoefte van investeerders om beter inzicht te krijgen in een waardering en de effecten. Tevens kan een gemotiveerde beoordeling worden gemaakt van het effect van de risico's op de residuele waarden. Het hangt echter af van de redelijkheid van een aantal aannames van de variabelen die worden beoordeeld.

Een taxatie is niet sec een waardering met een marktwaarde, maar ook een weerspiegeling van de effecten van de risico's en onzekerheden die zich op de taxatiedatum kunnen voordoen. Een investeerder kan voordeel behalen uit de illustratie van risico's en onzekerheden met behulp van fuzzy logic.

7.3 Aanbevelingen

De uitkomsten van het waarderingsmodel in dit onderzoek met residuele waarden kunnen worden toegepast in een reële optieberekening. Het elimineren van een risico zou volgens het theoretisch kader een hogere marktwaarde als gevolg hebben, die aangeduid kan worden als de optiewaarde. Met voldoende data tot beschikking kan de waardeontwikkeling gedurende een transformatieproject onderzocht worden.

In dit onderzoek is gekeken of fuzzy logic toegepast kan worden als waarderingsmethode bij transformatie. De uitkomst is dat het meer geschikt is als gevoeligheidsanalyse. Door de verdeling van mogelijke uitkomsten die het fuzzy logic systeem op basis van het model heeft gemaakt is een parallel gemaakt met scenario analyse. De vergelijking met andere gevoeligheidsanalyses zoals de Monte Carlo simulatie kan aanleiding zijn voor verder onderzoek.

De toepassing van fuzzy logic is in dit onderzoek toegepast in relatie tot vastgoedtaxaties. Fuzzy logic zou ook verder onderzocht kunnen worden in geautomatiseerde waarderingsmethodiek, waarbij het wordt geïntegreerd in bijvoorbeeld een multiële regressieanalyse (MRA). De kwalitatieve kenmerken van het vastgoed kan door fuzzy logic en de linguïstische variabelen een interessante onderzoeksrichting zijn in het waarderen van bijvoorbeeld woningen.

Fuzzy logic is beperkt onderzocht in het modelmatig taxeren. Hybride systemen kunnen worden gemaakt op basis van kunstmatige intelligentie voor het modelmatig taxeren (*mass appraisal*). Het model met vage regels kan worden ontleend aan de kunstmatige neurale netwerken (ANN) met als doel de regels en de berekeningen in het waarderingsproces te verklaren. Deze zouden worden opgevat als soorten hedonistische coëfficiënten (d'Amato en Siniak, 2009).

7.4 Reflectie

Het model is beperkt tot zes risicocategorieën maar kan worden uitgebreid. Een nadeel van het waarderingsmodel in dit onderzoek is het gebruik van een percentage als risicocorrectie op de opbrengsten en de bouwkosten. Hierdoor blijft het ondoorzichtig in zijn huidige vorm. Het maakt het nauwkeuriger om de genoemde risico's niet als een percentage te zien maar als harde getallen (euro's) die gecorrigeerd worden in de residuele waardeberekening.

Er is gekozen voor een single casestudy. Doordat het onderzoek gebruik maakt van één case zijn de resultaten afhankelijk van dit project en beperkt tot die specifieke situatie. In dit onderzoek is duidelijk geworden dat risico's en onzekerheden per definitie zullen verschillen per project en moeilijk zijn te generaliseren. De risico's zullen in de regel hetzelfde zijn, maar de mate waarin is afhankelijk van de gebouweigenschappen, dynamiek in een buurt, de politiek en cultuur in een gemeente, regelgeving, tijdsmoment, economie, etc. Het generaliseren van het model is daarom geen doel. Het model kan in transformatie gebruikt worden als een hulpmiddel bij gevoeligheidsanalyse.

De uitkomsten op basis van de gekozen risicovariabelen zijn een grove manier om een risicoafslag op de kosten en opbrengsten toe te passen. Het verfijnen van de risicopercentages kan het systeem en de residuele waarde nauwkeuriger maken. Als gevolg hiervan vertoont ook de grafiek een grof verloop en vertegenwoordigt deze grote bandbreedten van de onzekerheden en de risico variabelen. Om het beeld te verfijnen en de overgang in de grafiek minder grof te laten verlopen is het versmallen van de bandbreedten van zowel de risico's als onzekerheden aan te bevelen.

Simulatiemethoden zijn het meest bekritiseerd vanwege hun schijnbare statistische complexiteit, waardoor het voor de leek moeilijk is om ze effectief en voor eigen rekening te gebruiken. Hetzelfde soort kritiek is van toepassing op fuzzy logic.

Byrne relateert het feit dat het taxeren van vastgoed onderhevig is aan risico's en onzekerheden. Investeringsbeslissingen in het vastgoed zullen onderhevig blijven aan risico's en onzekerheden en beslissers in het vastgoed zullen hun eigen motivatie hebben bij een bepaalde transactie, waardoor deze niet altijd even transparant is. Desondanks bieden geavanceerde waarderingsmethoden, zoals fuzzy logic de mogelijkheid om de denkprocessen van vastgoedpartijen te weerspiegelen en om de risico's en onzekerheden kwantitatief beter weer te geven om te bepalen wat uiteindelijk de meest waarschijnlijke prijs is waarvoor de transactie van het vastgoed zal plaatsvinden.

8. Bibliografie

- Fuzzy Application Library*. (sd). Opgehaald van fuzzyTECH: <http://www.fuzzytech.com>
- Arnhem, v. P. (2013). *Taxatieleer Vastgoed 1*. Groningen/Houten: Noordhoff Uitgevers.
- Bagnoli, C. S. (1998). The Theory of Fuzzy Logic and its Application to Real Estate Valuation. *Journal of Real Estate Research, American Real Estate Society*, vol. 16 (2), pages 169-200.
- Boswink, F. M. (2016). Investeren is transformeren. *Vastgoedmarkt*, 13.
- Byrne, P. (1995). Fuzzy analysis: a vague way of dealing with uncertainty in real estate analysis? *Journal of property valuation and investment*, p. 22-41.
- Collan, M. F. (2009). A Fuzzy Pay-Off Method for Real Option Valuation. *Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences*, 14, artikel ID 238196.
- D'Amato, M. S. (2003). An Application of Fuzzy Numbers for Property Investment and Valuation. *International Journal of Strategic Property Management*, 129-143.
- d'Amato, M. S. (2009). Using Fuzzy Numbers in Mass Appraisal: The Case of the Belarusian Property Market. In T. d. Kauko, *Mass Appraisal Methods: An International Perspective for Property Valuers* (pp. 91-109). Verenigd Koninkrijk: Wiley-Blackwell.
- Del Giudice, V., De Paola, P., & Cantisani, G. (2017). Valuation of Real Estate Investments through Fuzzy Logic. *MDPI Journal Buildings*, 1-23.
- Dubois, D. P. (1980). *Fuzzy sets en systems*. Chestnut Hill: Academic Press.
- Foundations of Fuzzy Logic*. (sd). Opgehaald van MathWorks - Makers of MATLAB and Simulink: <https://nl.mathworks.com>
- French, N., Hatzichristos, T., Pagourtzi, E., & Assimakopoulos, V. (Vol. 21 No. 4, 2003). Real estate appraisal: a review of valuation methods. *Journal of Property Investment & Finance*, 383-401.
- Gehner, E. (2008). *Knowingly taking risk: investment decision making in real estate development*. Delft: Eburon Uitgeverij.
- Gehner, E. (2011). *Risicoanalyse bij projectontwikkeling*. Amsterdam: SUN.
- Giessel, v. G. (1992). *Fuzzy logic an introduction*. Scriptie Technische Universiteit Eindhoven.
- Gool van, P., Jager, P., Theebe, M., & Weisz, R. (2013). *Onroerend goed als belegging*. Groningen/Houten: Noordhoff Uitgevers.
- Hamerslag, T. (2018). *Faciliteren vóór investeren*. Amsterdam: Scriptie MSRE Gebieds- en Vastgoedontwikkeling.
- Have, G. t. (2011). *Taxatieleer vastgoed 1*. Groningen/Houten: Noordhoff Uitgevers.
- Hoogendoorn, J. (2017). *Taxaties "Zeker Onzeker"*. Masterthesis MSRE.
- International Valuation Standards Council (IVSC). (2017). *International Valuation Standards*. Londen: IVSC.
- Keeris, W. (2001). *Vastgoedbeheer Lexicon*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Keulen, F. (2002). Waardeoptimalisatie door herontwikkeling corporatevastgoed. *Real Estate Magazine*, 22.
- Kozlova, M. C. (2016). Comparison of the Datar-Mathews Method and the Fuzzy Pay-Off Method through Numerical Results. *Hindawi Publishing Corporation*, Volume 2016, Article ID 7836784, 7 pages.
- Kozlova, M. L. (2016). Fuzzy inference system for real option valuation with the fuzzy pay-off method. *Proceedings of NSAIS16 - 2016 Lappeenranta Finland*, 3-25.
- Lee, Y. I. (2004). Estimating Property Value with Fuzzy Linguistic Logic. *Number Analysis Institute Research Note 1373*, 26-34.
- Lucius, D. (2001, vol. 19 no. 1). Real optiouns in real estate development. *Journal of Property Invesment & Finance*, pp. 73-78.
- Luyt, R. (2016). *Leegstand Optioneel. Toepassing van de reële optie theorie in het waarden van leegstaand vastgoed*. Scriptie Technische Universiteit Delft, Real Estate & Housing.
- Mamdani, E. A. (January 1975). An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. *International Journal of Man-Machine Studies*, Volume 7, Issue 1, Pages 1-13.
- Myers, S. C. (1977). Determinants of corporate borrowing. *Journal of Financial Economics*, vol. 5, pp. 147-175.
- Nozeman, E. (2008). *Handboek Projectontwikkeling*. Voorburg: Neprom.

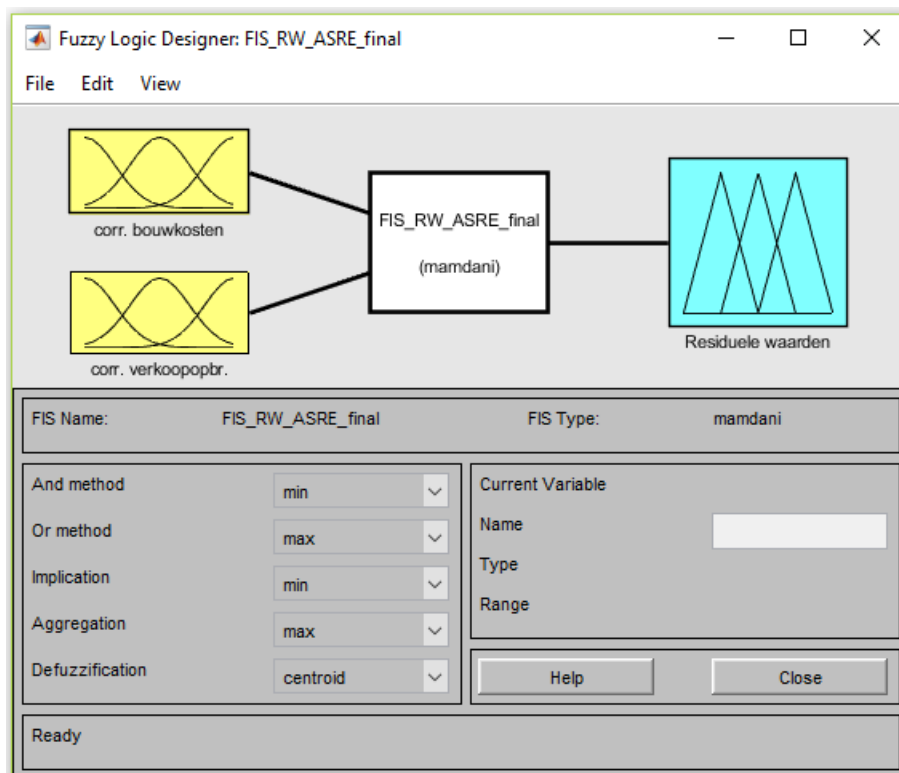
- Remøy, H. &. (2014). Adaptive reuse of office buildings into housing: opportunities and risks. *Building Research & Information*, 381-390.
- Remøy, H. (2007). *Typologie en transformatie. Uit boek: Voordt, van der, D.J.M., Gereadts, R.P., et al., Transformatie van kantoorgebouwen thema's, actoren, instrumenten en projecten* (p. 212). Rotterdam: 010.
- Renigier, M. (2009). Residuals Analysis for Constructing 'More Real' Property Value. In T. d. Kauko, *Mass Appraisal Methods: An International Perspective for Property Valuers* (pp. 148-163). Verenigd Koninkrijk: Wiley-Blackwell.
- Research, S. B. (2010). *Risicomanagement is winstmanagement*. Rotterdam: Stichting Bouwresearch.
- Schmidt, R. (2012). *Financiële haalbaarheid van herbestemming*. TU Delft: Delft University of Technology.
- Sieverink, A. (2014). *Incourant vastgoed te koop*. Master thesis MSRE, p. 20.
- Sivanandam, S. N. (2010). *Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB*. Tamil Nadu, India: Springer.
- Stichting Economisch Instituut voor de Bouw. (2015). *Investeren in Nederland*. Den Haag: EIB.
- Valuation Professional Group van de Royal Institution of Chartered. (2014). *RICS-taxatiestandaarden*. Londen: Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS).
- Verkerk, J. (1991). Fuzzy Logic. *Mikroniek*, p. 7-10.
- Voordt, v. d. (2007). Kansen en risico's bij herbestemming. *Real Estate Magazine*, 28-32.
- Wild de, G. (2010). *Financieringswaarde van te ontwikkelen onroerend goed*. Amsterdam: Scriptie MSRE.
- Yin, R. (2013). *Case Study Research: Design and Methods*. Applied Social Research Methods Series Volume 5, Engeland/India: Sage Publications.
- Zlateva, P. V. (2011). A Model for Fuzzy Logic Assessment of Real Estate Investment Risks. *Software, Services & Semantic Technologies, AISC 101*, pp. 89-93.

9. Bijlagen

Residuele waarde berekening van de single casestudy

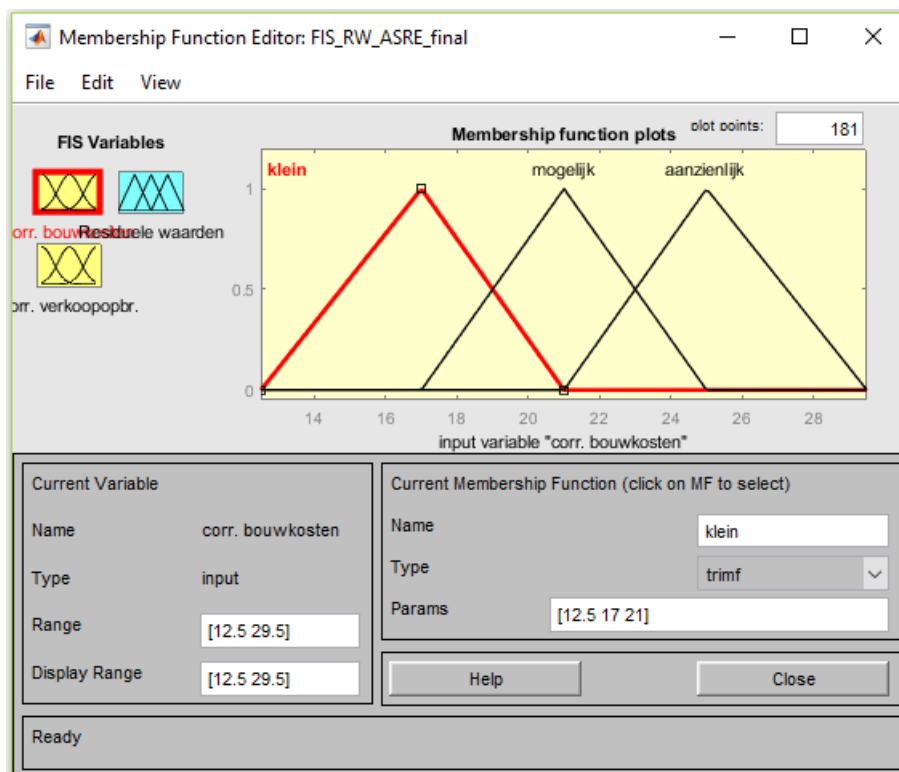
Uitgangspunten					
Project	Rise Residence		Inflatie	2,00%	woningen
Bouwjaar	1.968		Prijsindex	2,00%	bouwkosten
Vorbereidingstijd	8	in maanden	Rentekosten	5,00%	vreemd vermogen
Bouwtijd	21	in maanden	Winstmarge	7,00%	ontwikkelaar
BVO	5.206		Courtage	0,25%	verkoopkosten
GO	3.261		Kosten koper	7,00%	aankoop kantoor
Vormfactor	63%	is GO/BVO	LTV	60,00%	transformatie object
Aantal woningen	20				
a. Opbrengsten					
	laag	basis	hoog		
Verkoopopbrengst	4.513	4.750	4.988		
Waardestijging	1,90%	2,00%	2,10%		
Totaal datum nu	14.715.263	15.489.750	16.264.238		
Totaal datum start bouw	14.901.071	15.695.598	16.491.147		
Verkoopkosten (courtage)	37.253	39.239	41.228	af	
Winstmarge ontwikkelaar	1.043.075	1.098.692	1.154.380	af	
Totaal opbrengst oplevering	13.820.743	14.557.667	15.295.539		
b. Kostenbouw					
Bouw- kosten per m ² (BVO)	824	867	911		
Bijkomende kosten	16,0%	16,0%	16,0%		
Staartkosten	6,3%	6,3%	6,3%		
Totaal per m ² (BVO)	1.007	1.060	1.113		
Prijsindex bouwkosten	1,90%	2,00%	2,10%		
Totaal datum nu	5.243.181	5.519.138	5.795.095		
Totaal datum start bouw	5.309.386	5.592.484	5.875.945		
c. Risicocategorieën					
	klein	mogelijk	aanzienlijk		
Due diligence	3,00%	5,00%	5,50%		
Ontwerp	3,40%	4,00%	4,60%		
Buurt en politiek	1,50%	3,00%	4,50%		
Bestemmingswijziging	niet [0]	niet [0]	niet [0]	25%	
Omgevingsvergunning	3,25%	4,00%	4,75%		
Realisatie	4,00%	8,00%	12,00%		
Verkoop en verhuur	2,00%	3,00%	6,00%		
Totaal corr. opbrengsten (%)	4,00%	6,00%	8,00%		
Totaal risico corr. bk (%)	17,00%	21,00%	25,00%		
Totaal risico correcties (%)	17,15%	27,00%	37,35%		
Totaal risico correcties	1.317.724	1.877.458	2.486.230		
d. Correctieposten					
	laag	basis	hoog		
Sloopkosten € 100,-/m ² BVO	520.600	520.600	520.600	sloopkosten tot casco	
Rentekosten bouw	132.735	139.812	146.899	half jaar rente verlies	
Correctie btw	1.268.085	1.373.517	1.482.818		
Totaal correcties	1.921.420	2.033.929	2.150.316		
e. Residuele waarde					
	laag	basis	hoog		
Residuele waarde gebouw	5.272.213	5.053.796	4.783.048	waarde kantoor	
Rentekosten	105.444	101.076	95.661	over het gebouw tot start bouw	
Residuele waarde gebouw	5.166.769	4.952.720	4.687.387		
Verwervingskosten	361.674	346.690	328.117	transformatieproject	
f. Residuele waarde gebouw					
	4.805.095	4.606.030	4.359.270	kosten koper	

FIS editor



De FIS editor toont de input en output variabelen met de lidmaatschapsfuncties en de kennisregels van het Mamdani systeem.

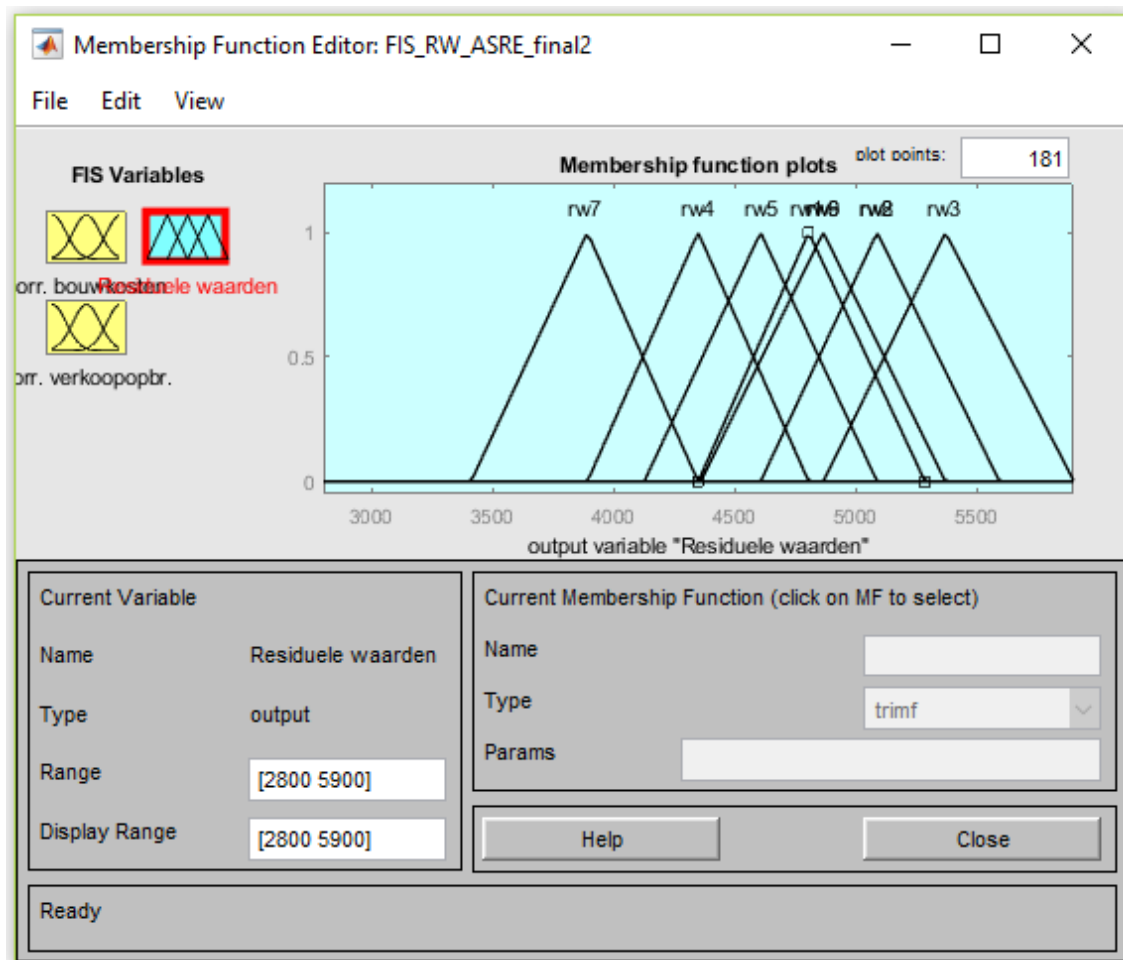
Lidmaatschapsfunctie input



Het type lidmaatschapsfunctie kan aangepast worden. In deze casus is gekozen voor de driehoek vorm.

X

Lidmaatschapfunctie output



Regel editor

Rule Editor: FIS_RW_ASRE_final

File Edit View Options

Rules List:

1. If (corr. bouwkosten is klein) and (corr. verkoopopbr. is klein) then (Residuele waarden is rw1) (1)
2. If (corr. bouwkosten is klein) and (corr. verkoopopbr. is klein) then (Residuele waarden is rw2) (1)
3. If (corr. bouwkosten is klein) and (corr. verkoopopbr. is klein) then (Residuele waarden is rw3) (1)
4. If (corr. bouwkosten is mogelijk) and (corr. verkoopopbr. is mogelijk) then (Residuele waarden is rw4) (1)
5. If (corr. bouwkosten is mogelijk) and (corr. verkoopopbr. is mogelijk) then (Residuele waarden is rw5) (1)
6. If (corr. bouwkosten is mogelijk) and (corr. verkoopopbr. is mogelijk) then (Residuele waarden is rw6) (1)
7. If (corr. bouwkosten is aanzienlijk) and (corr. verkoopopbr. is aanzienlijk) then (Residuele waarden is rw7) (1)
8. If (corr. bouwkosten is aanzienlijk) and (corr. verkoopopbr. is aanzienlijk) then (Residuele waarden is rw8) (1)
9. If (corr. bouwkosten is aanzienlijk) and (corr. verkoopopbr. is aanzienlijk) then (Residuele waarden is rw9) (1)

Rule Details:

If: corr. bouwkosten is klein and corr. verkoopopbr. is klein

Then: Residuele waarden is rw1

Connection: ☒ and ☐ or

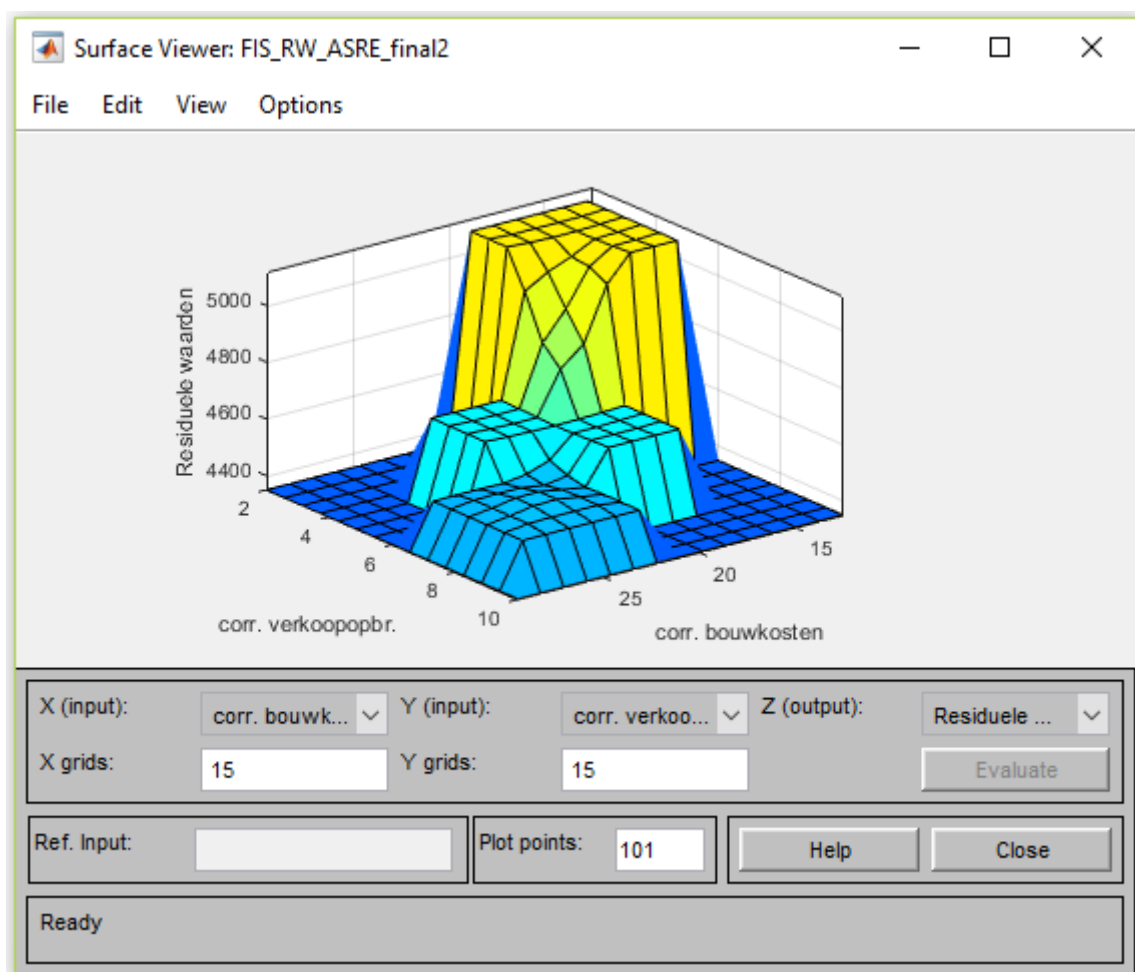
Weight: 1

Buttons: Delete rule, Add rule, Change rule, <<, >>

FIS Name: FIS_RW_ASRE_final

Buttons: Help, Close

Driedimensionale grafiek



Driedimensionale grafiek uitgelicht

