



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master handelsingenieur

Masterthesis

Onder welke voorwaarden kan CSR bijdragen aan een oplossing voor de financieringsnood voor meer groen-blauwe infrastructuur in steden?

Katoo Gahy

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master handelsingenieur, afstudeerrichting accountancy en financiering

PROMOTOR :

Prof. dr. Sebastien LIZIN



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

www.uhasselt.be
Universiteit Hasselt
Campus Hasselt:
Martelarenlaan 42 | 3500 Hasselt
Campus Diepenbeek:
Agoralaan Gebouw D | 3590 Diepenbeek

2023
2024



Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master handelsingenieur

Masterthesis

Onder welke voorwaarden kan CSR bijdragen aan een oplossing voor de financieringsnood voor meer groen-blauwe infrastructuur in steden?

Katoe Gahy

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master handelsingenieur, afstudeerrichting accountancy en financiering

PROMOTOR :

Prof. dr. Sebastien LIZIN

Woord vooraf

Het schrijven van deze masterproef markeert het einde van mijn studie Handelsingenieur met de optie Finance aan de Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen. Deze reis is gevuld met vele leermomenten, uitdagingen en persoonlijke groei. Het onderzoek naar de rol van Corporate Social Responsibility (CSR) in de financiering van groen-blauwe infrastructuur in steden heeft mij in staat gesteld om diepgaande kennis op te doen in zowel financiële als duurzaamheidsvraagstukken.

Dit werk zou niet mogelijk zijn geweest zonder de steun en begeleiding van vele mensen. Allereerst wil ik mijn promotor, Prof. Dr. Sebastien Lizin, oprecht bedanken. Zijn onophoudelijke steun, waardevolle feedback en inspirerende inzichten hebben mij door het hele proces geleid. Hij heeft me niet alleen academisch geholpen, maar ook gemotiveerd om kritisch en innovatief te denken. Zijn deskundigheid is van onschatbare waarde geweest voor het succes van deze masterproef.

Tenslotte zou ik mijn vrienden, mijn ouders en mijn vriend willen bedanken voor hun steun. Zij hebben me onvoorwaardelijk gesteund tijdens deze intensieve periode. Mijn ouders verdienen hierbij een extra woord van dank aangezien zij het voor mij mogelijk hebben gemaakt om deze studies aan te vatten en, meer nog, tot een goed einde te brengen.

Ik wens u veel leesgenot toe.

Samenvatting

Doel van het onderzoek

De wereldwijde verstedelijking heeft geleid tot diverse uitdagingen, vooral op het gebied van klimaatverandering. Stedelijke gebieden, vaak gekarakteriseerd als “grijze steden” vanwege hun beton- en asfaltstructuur, kampen met problemen zoals overstromingen en hitte-eilanden. Dit onderzoek richt zich op het potentieel van Corporate Social Responsibility (CSR) om de financieringsnood voor groen-blauwe infrastructuur (GBI) in steden aan te pakken. De centrale vraag is: Onder welke voorwaarden kan CSR bijdragen aan een oplossing voor de financieringsnood voor meer groen-blauwe infrastructuur in steden?

Onderzoeksopzet

Het onderzoek is opgebouwd rond een uitgebreide literatuurstudie die zich richt op de theoretische onderbouwing van CSR en GBI, en de mogelijke financiële en organisatorische voordelen en uitdagingen van dergelijke investeringen. Daarnaast wordt de Qualitative Comparative Analysis (QCA) methode bestudeerd als een potentieel instrument om de factoren te identificeren die bedrijven motiveren om te investeren in GBI als onderdeel van hun CSR-strategieën.

Bevindingen en resultaten

De literatuurstudie benadrukt de voordelen van GBI, zoals de vermindering van het hitte-eilandeffect, beter waterbeheer, en verhoogde biodiversiteit. Deze infrastructuur draagt bij aan zowel de ecologische als sociale duurzaamheid van stedelijke gebieden. Echter, de implementatie ervan wordt in veel gevallen belemmerd door financiële en organisatorische uitdagingen.

Traditionele financieringsbronnen zoals overheidsbudgetten zijn vaak ontoereikend. Alternatieve financieringsmodellen zoals publiek-private partnerschappen (PPP's), crowdfunding en groene obligaties worden als potentiële oplossingen besproken. CSR-financiering wordt hierbij gezien als een veelbelovende benadering waarbij bedrijven hun financiële middelen en expertise inzetten om duurzame projecten te ondersteunen.

Bedrijven die investeren in GBI via CSR profiteren van diverse voordelen. Allereerst verbeteren ze hun reputatie door zich te profileren als verantwoordelijke en milieubewuste entiteiten, wat de klantloyaliteit verhoogt. Bovendien kunnen bedrijven door middel van implementatie van CSR-initiatieven voldoen aan steeds strengere milieuwetgevingen en reguleringen, wat hen helpt om toekomstige boetes te vermijden en hun operationele continuïteit te waarborgen. Ook financiële overwegingen spelen een belangrijke rol. Bedrijven kunnen genieten van belastingvoordelen en subsidies die beschikbaar zijn voor duurzame initiatieven. Tenslotte is ook werknemersbetrokkenheid een belangrijk voordeel. Werknemers voelen zich vaak meer verbonden met hun bedrijf wanneer ze zien dat hun werkgever zich inzet voor milieuvriendelijke en maatschappelijk verantwoorde praktijken. Daarnaast trekken bedrijven die actief bezig zijn met CSR-initiatieven vaak talent aan

dat waarde hecht aan duurzaamheid en ethiek, wat bijdraagt aan een sterker en meer toegewijd personeelsbestand.

De analyse van de literatuur identificeert verschillende factoren die als drijfveer gezien kunnen worden voor bedrijven om te investeren in GBI. Deze factoren kunnen opgedeeld worden in interne en externe factoren. De interne factoren omvatten de grootte van het bedrijf, de financiële gezondheid en de sector waarin het bedrijf zich bevindt. Grotere bedrijven hebben doorgaans meer middelen voor omvangrijke GBI-projecten dan kleine bedrijven die niet voldoende kapitaal hebben. Dit principe hangt wat samen met de financiële gezondheid van een bedrijf aangezien winstgevende bedrijven makkelijker kapitaal kunnen vrijmaken voor lange termijn investeringen. De sector waarin het bedrijf actief is, speelt ook een rol; bedrijven in vervuilende sectoren hebben vaak een grotere ecologische voetafdruk en zijn gemotiveerd om meer te investeren in duurzame infrastructuur.

Aan de andere kant zijn er ook enkele externe factoren die een invloed kunnen hebben op de investeringsbereidheid van een bedrijf. Het regelgevend kader is een eerste externe factor die van belang is. Strikte milieuwetgevingen stimuleren bedrijven om te investeren in duurzame partijen en infrastructuren. Marktdruk en stakeholder druk zijn eveneens belangrijke factoren. Consumenten en concurrenten stimuleren bedrijven om duurzame praktijken te implementeren, terwijl investeerders, leveranciers en gemeenschappen steeds vaker verantwoording eisen over sociale en milieuprestaties. Economische stabiliteit en de economische ontwikkeling van de regio waarin een bedrijf opereert, beïnvloeden eveneens de mogelijkheden voor investeringen in GBI. In stabiele economische omgevingen hebben bedrijven meer vertrouwen om lange termijn investeringen te doen.

QCA blijkt een geschikte methode om deze condities te testen. QCA biedt een instrument om complexe causale relaties te analyseren en kan verschillende combinaties van factoren identificeren die leiden tot succesvolle CSR-investeringen in GBI. Door middel van QCA kan men inzicht krijgen in welke specifieke condities, of combinaties daarvan, noodzakelijk en voldoende zijn voor bedrijven om effectief te investeren in GBI. QCA is gebaseerd op de set-theorie uit de wiskunde, waarbij sets en hun relaties worden gebruikt om causale condities te analyseren.

QCA begint met een grondige dataverzameling, waarbij zowel kwalitatieve als kwantitatieve informatie wordt verzameld uit geselecteerde cases. Vervolgens wordt de verzamelde data gekalibreerd. Dit houdt in dat ruwe data wordt omgezet in setlidmaatschapsscores, gebaseerd op theoretisch onderbouwde drempelwaarden.

De analysefase omvat het identificeren van noodzakelijke en voldoende condities. Noodzakelijke condities zijn factoren die aanwezig moeten zijn voor een bepaalde uitkomst, terwijl voldoende condities, combinaties van, factoren zijn die samen de uitkomst veroorzaken. Deze analyses worden uitgevoerd met behulp van waarheidstabellen, die systematisch combinaties van causale condities en hun bijbehorende uitkomsten weergeven.

Na de analyse volgt een robuustheidsanalyse om de validiteit van de bevindingen te controleren. Dit omvat het testen van de gevoeligheid van de resultaten voor veranderingen in de data of kalibratie. Ten slotte worden de resultaten gekoppeld aan bestaande theorieën en modellen om hun bijdrage aan het begrip van het onderzochte fenomeen te evalueren.

Waarde van het onderzoek

Dit onderzoek biedt waardevolle inzichten voor beleidsmakers, bedrijfsleiders en andere belanghebbenden door te benadrukken hoe CSR kan bijdragen aan de financiering van GBI. Door interne en externe factoren te identificeren die bedrijven motiveren om in duurzame projecten te investeren, helpt dit onderzoek bij het ontwikkelen van effectievere CSR-strategieën.

Door de theoretische verkenning en toepassing van QCA wordt verdere empirische validatie aangemoedigd, waardoor deze masterproef toekomstige studies stimuleert die de effectiviteit van CSR-financiering voor GBI-projecten verder te kunnen onderzoeken en optimaliseren. Hiermee draagt het onderzoek bij aan de ontwikkeling van veerkrachtige en duurzame stedelijke ontwikkelingen.

Kritische beschouwingen

Een belemmering voor dit onderzoek is dat het empirisch gedeelte niet heeft kunnen plaatsvinden. Dit betekent dat de dataverzameling en analyse nog niet zijn uitgevoerd, waardoor de huidige studie beperkt is tot theoretische en methodologische beschouwingen. Het ontbreken van empirische data maakt het niet mogelijk om de vooropgestelde theoretische kaders te testen en te valideren. Dit is een aanzienlijk obstakel, aangezien empirisch bewijs cruciaal is voor het onderbouwen van de theoretische bevindingen en voor het aantonen van de praktische relevantie en toepasbaarheid van de beschreven benaderingen. De studie dient als voorbode van een volgend onderzoek waarin de empirische benadering zal worden uitgewerkt en toegepast.

Daarnaast kent QCA als methode ook enkele specifieke belemmeringen. QCA vereist een grondige kennis van zowel kwalitatieve als kwantitatieve analysetechnieken en een zorgvuldige kalibratie van data. Het proces van dataverzameling, kalibratie en analyse is tijdrovend en vereist theoretisch onderbouwde keuzes van drempelwaarden. Onjuiste kalibratie kan leiden tot misleidende resultaten en interpretaties, wat de validiteit van de bevindingen kan ondermijnen.

Een andere belemmering is de robuustheid van de analyse. QCA is gevoelig voor veranderingen in het aantal cases, de kalibratie van condities en de invloed van mogelijke meetfouten. Resultaten zijn vatbaar voor foutieve conclusies wanneer cases worden verwijderd, kalibratiedrempels worden aangepast of meetfouten worden meegenomen. Onderzoekers moeten daarom altijd een grondige en transparante rechtvaardiging bieden voor hun keuzes met betrekking tot deze zaken om de betrouwbaarheid van hun resultaten te waarborgen.

Inhoudsopgave

1.	Onderzoeksplan	9
1.1.	<i>Probleemstelling</i>	<i>9</i>
1.2.	<i>Centrale onderzoeksvraag</i>	<i>10</i>
1.3.	<i>Deelvragen</i>	<i>10</i>
1.4.	<i>Onderzoeksaanpak</i>	<i>11</i>
2.	Literatuurstudie	12
2.1.	<i>Kosten en baten van groen-blauwe infrastructuur</i>	<i>12</i>
2.1.1.	Nood aan duurzame ontwikkeling in stedelijke gebieden	12
2.1.1.1.	Trend van urbanisatie	12
2.1.1.2.	Gevolgen van urbanisatie	13
2.1.1.3.	Nood aan duurzame ontwikkeling	14
2.1.2.	Groen-blauwe infrastructuur in steden	14
2.1.2.1.	Baten bij groen-blauwe infrastructuur in steden	15
2.1.2.2.	Implementatie van groen-blauwe infrastructuur	17
2.1.2.3.	Moeilijkheden bij de implementatie van GBI	18
2.2.	<i>Financiering van GBI</i>	<i>19</i>
2.2.1.	<i>Financieringsmodellen</i>	<i>20</i>
2.2.1.1.	Corporate Social Responsibility (CSR)	22
2.2.1.2.	Voordelen van CSR-financiering voor GBI	24
2.2.1.3.	Conditie die aanleiding geven tot CSR-financiering	26
3.	Methodologie	29
3.1.	Motivatie voor QCA	29
3.2.	<i>Qualitative Comparative Analysis</i>	<i>30</i>
3.2.1.	Inleiding QCA	30
3.2.2.	Wiskundige achtergrond QCA	32
3.3.	<i>Operationalisering QCA</i>	<i>33</i>
3.3.1.	Dataverzameling en kalibratie	34
3.3.1.1.	Crisp-set QCA (csQCA)	35
3.3.1.2.	Fuzzy-set QCA (fsQCA)	36
3.3.2.	Analyse necessity ($X \leq Y$)	38
3.3.2.1.	Necessity in crisp-sets	38
3.3.2.2.	Necessity in fuzzy-sets	39

3.3.2.3.	Parameters of fit necessity	40
3.3.3.	Analyse sufficiency ($X \Rightarrow Y$)	43
3.3.3.1.	Sufficiency in crisp-sets	43
3.3.3.2.	Sufficiency in fuzzy-sets	44
3.3.3.3.	Parameters of fit sufficiency	45
3.3.3.4.	Waarheidstabellen	47
3.3.3.5.	Logische minimalisatie	51
3.3.3.6.	Praktisch voorbeeld logische minimalisatie	56
3.3.4.	Diagnose en robuustheid	59
3.3.5.	Resultaten linken aan theorie	65
3.3.5.1.	Theorie-evaluatie	65
3.4.	Onderzoeksontwerp.....	67
3.4.1.	Mogelijke opstelling dataverzamelingsinstrument	69
4.	Discussie	72
4.1.	<i>Belemmeringen van onderzoek</i>	<i>72</i>
4.2.	<i>Aanbevelingen voor toekomstig onderzoek.....</i>	<i>73</i>
5.	Conclusie	74
6.	Lijst van geraadpleegde werken.....	76

Lijst van tabellen

Tabel 1 - Overzicht alternatieve financieringsbronnen.....	22
Tabel 2 – Overzicht invloedrijke factoren op CSR-financiering voor GBI	28
Tabel 3– Operatoren toegepast op Booleaanse algebra & set-theorie (Mello, 2021)	32
Tabel 4 – Tabelweergave $X \leq Y$ gebaseerd op Duşa (2018).....	39
Tabel 5 - Tabelweergave $X \Rightarrow Y$, gebaseerd op Duşa (2018)	44
Tabel 6– Voorbeeld waarheidstabel met twee condities in csQCA	48
<i>Tabel 7– Voorbeeld waarheidstabel met drie condities in csQCA.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabel 8 - Voorbeeld Ragin matrix, gebaseerd op Oana et al. (2021)</i>	<i>49</i>
Tabel 9 – Omzetting tabel 8 naar waarheidstabel, gebaseerd op Oana et al. (2021)	49
Tabel 10 – Prime implicant chart, gebaseerd op Dusa (2018) en Mello (2021)	52
Tabel 11 – Voorbeeld waarheidstabel, gebaseerd op Mello (2021)	56
Tabel 12 - Voorbeeld verschillende oplossingsmethoden, gebaseerd op Mello (2021)	58
Tabel 13 – Overzicht gegevensverzameling interne condities.....	70
Tabel 14 - Overzicht gegevensverzameling externe condities.....	71

Lijst van figuren

Figuur 1 – Verdeling stedelijke en landelijke populatie tot 2050, Ritchie & Roser (2018).....	12
Figuur 2 – Tripple Bottom Line theorie, Coşkun & Kısacık (2017)	23
Figuur 3– Visuele voorstelling logische operatoren, gebaseerd op Oana et al. (2021)	32
Figuur 4 – Stappenplan QCA, gebaseerd op Oana et al. (2021).....	34
Figuur 5 – Visuele weergave van $X \leq Y$ gebaseerd op Duşa (2018)	39
Figuur 6– Visuele weergave XY-plot, gebaseerd op Mello (2021) & Oana et al. (2021)	40
<i>Figuur 7– Visuele weergave dekkingsgraad, gebaseerd op Oana et al., 2021</i>	<i>42</i>
<i>Figuur 8 - Output pof() commando (Dusa, 2018).....</i>	<i>42</i>
<i>Figuur 9– Visuele weergave van $X \Rightarrow Y$, gebaseerd op Duşa (2018)</i>	<i>44</i>
<i>Figuur 10 - Visuele weergave XY-plot, gebaseerd op Mello (2021) & Oana et al. (2021)</i>	<i>45</i>
<i>Figuur 11 - output pof() commando (Duşa, 2018).....</i>	<i>47</i>
Figuur 12 – Visuele weergave rij als deelverzameling van uitkomst	50
Figuur 13 – Visuele weergave PI chart, gebaseerd op Mello (2021)	53
Figuur 14 – Visuele weergave minimalisatieproces parsimonieuze oplossing, gebaseerd op Mello (2021).....	57
Figuur 15 - Visuele weergave minimalisatieproces intermediaire oplossing, gebaseerd op Mello (2021)	58
Figuur 16 – Visuele voorstelling oplossingsmethodes a.d.h.v. Venndiagrammen, gebaseerd op Mello (2021).....	59
Figuur 17 – Visuele voorstelling IS, minTS, maxTX & RC, gebaseerd op Oana et al. (2021)	61
Figuur 18 – Visuele voorstelling case-georiënteerde robuustheid, gebaseerd op Oana et al. (2021)	63
Figuur 19 – Visuele weergave XY plot (Oana et al., 2021)	63
Figuur 20 – Visuele weergave soorten cases theorie-evaluatie, gebaseerd op Oana et al. (2021).....	66

1. Onderzoeksplan

1.1. Probleemstelling

De wereldwijde trend van verstedelijking heeft de afgelopen decennia ongekeerde niveaus bereikt, waarbij steden de belofte van vooruitgang en welvaart belicamen en daardoor als magneet fungeren voor mensen die op zoek zijn naar economische kansen, sociale vooruitgang en een betere levenskwaliteit. Echter, deze exponentiële groei van stedelijke centra heeft ook een keerzijde, vooral wanneer het gaat om de impact van klimaatverandering (Aerts et al., 2022).

Klimaatverandering brengt een reeks aan uitdagingen met zich mee, waaronder extreme weersomstandigheden, stijgende temperaturen, toenemende overstromingen en droogtes. Deze fenomenen treffen stedelijke gebieden bijzonder hard vanwege de hoge concentratie van mensen en infrastructuur die aanwezig zijn. De term “grijze steden” wordt vaak gebruikt om stedelijke omgevingen te beschrijven, waar een traditionele, op beton en asfalt gebaseerde infrastructuur overheerst. Deze grijze steden zijn niet alleen vatbaar voor directe gevolgen van klimaatverandering, zoals overstromingen en hittegerelateerde gezondheidsproblemen, maar dragen ook bij aan fenomenen zoals het hitte-eilandeffect, luchtverontreiniging en wateroverlast (Kumar, 2021; Wilbers et al., 2022).

Als reactie op deze problematiek is er een groeiende erkenning van de waarde van groen-blaue infrastructuur als een cruciaal instrument voor het bevorderen van veerkrachtige steden. Groen-blaue infrastructuur omvat een gevarieerde verzameling aan elementen, waaronder groene daken, parken, waterrijke gebieden en regenwateropvangsystemen (Brears, 2018). Deze elementen dragen niet alleen bij aan het vergroenen van stedelijke gebieden, maar dienen ook als natuurlijke buffers tegen klimaatgerelateerde gevaren, zoals overstromingen, hitte en droogte (Aerts et al., 2022; Andersson et al., 2019; Wilbers et al., 2022).

Het realiseren van groen-blaue infrastructuurprojecten vereist aanzienlijke financiële investeringen, zowel voor de aanleg als voor het behoud op lange termijn (Brears, 2022). Traditionele financieringsbronnen, zoals overheidsbudgetten en subsidies, zijn vaak ontoereikend of niet beschikbaar. Een bijkomende complicatie hierbij komt voort uit de versnippering van de bevoegdheden tussen verschillende overheidsinstanties op verschillende bestuursniveaus. Deze versnippering zorgt voor een bemoeilijking van besluitvormingsprocessen, wat de financiering van dergelijke projecten kan vertragen, of in het meest ongunstige scenario, tot de volledige stopzetting ervan kan leiden (den Heijer & Coppens, 2023; Toxopeus & Polzin, 2021).

Een van de belangrijkste uitdagingen bij het financieren van groen-blaue infrastructuurprojecten is het gebrek aan specifieke financiële instrumenten die zijn afgestemd op de unieke kenmerken van deze projecten. De voordelen ervan zijn niet altijd gemakkelijk te kwantificeren waardoor het moeilijk wordt om de return van dergelijke projecten te beoordelen (Brears, 2022). Bovendien worden veel groen-blaue infrastructuurprojecten geconfronteerd met lange terugverdientijden en onzekere

rendementen, waardoor traditionele financiële instellingen en particuliere investeerders terughoudend kunnen zijn om te investeren (Toxopeus & Polzin, 2021).

Een mogelijke oplossing voor het financieringsprobleem is de rol die bedrijven kunnen hebben als financieringsbron voor groen-blaue infrastructuur. Hierbij kan gekeken worden naar Corporate Social Responsibility (CSR), ofwel Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen (MVO), financiering als een alternatief financieringsmechanisme dat niet alleen de financiële kloof kan overbruggen, maar ook kan bijdragen aan een meer duurzame, veerkrachtige stedelijke ontwikkeling (Yu & Choi, 2016). Bedrijven kunnen hun financiële middelen en expertise inzetten om groen-blaue infrastructuurprojecten te ondersteunen, terwijl ze gelijktijdig hun maatschappelijke verantwoordelijkheid vervullen en hun imago versterken als duurzame organisaties (Chaudary et al., 2016; Pérez & Rodríguez del Bosque, 2016; Yu & Choi, 2016).

Door groen-blaue infrastructuur te integreren in zowel stedelijke planning als nieuwe stedelijke ontwikkelingen en door bedrijven te betrekken bij de financiering via CSR, wordt er gestreefd naar een nieuwe aanpak om de uitdagingen van verstedelijking aan te pakken. Dit helpt steden te transformeren in veerkrachtige en duurzame leefomgevingen die bestand zijn tegen de uitdagingen van de 21^e eeuw (Depietri & McPhearson, 2017).

De nadruk van dit onderzoek wordt gelegd op groen-blaue investeringen als onderdeel van CSR-strategieën. Een belangrijke vraag hierbij is welke factoren bedrijven voldoende stimuleren om deze investeringen te doen. Qualitative comparative analysis (QCA), lijkt een geschikte methode om deze factoren te verkennen, en zowel de noodzakelijke als de voldoende factoren hiervoor te identificeren. Door cases te analyseren waarin investeringen plaatsvinden en deze te vergelijken met cases waarin dat niet gebeurt, kunnen essentiële factoren voor dergelijke investeringsbeslissingen worden bepaald (Greckhamer et al., 2018; Thomann & Maggetti, 2020; Bapitste & Befani, 2015).

1.2. Centrale onderzoeksvraag

Onder welke voorwaarden kan CSR bijdragen aan een oplossing voor de financieringsnood voor meer groen-blaue infrastructuur in steden?

1.3. Deelvragen

Deelvraag 1: Welke factoren hebben een invloed op de bereidheid van bedrijven om te investeren in groen-blaue infrastructuur als onderdeel van hun CSR-strategie?

Deelvraag 2: Kan Qualitative Comparative Analysis (QCA) dienen als methode om te onderzoeken welke factoren noodzakelijk en voldoende zijn voor bedrijven om te investeren in groen-blaue infrastructuur?

1.4. Onderzoeksaanpak

Dit onderzoek heeft als doel om de doeltreffendheid van CSR in het aanpakken van het financieringsprobleem rond GBI te onderzoeken. Door te begrijpen in welke mate bedrijven kunnen bijdragen aan GBI in steden en hoe CSR-financiering kan worden geoptimaliseerd, kan dit onderzoek waardevolle inzichten bieden voor beleidsmakers, bedrijfsleiders en andere belanghebbenden die betrokken zijn bij de transitie naar duurzamere en veerkrachtige steden.

De eerste fase van dit onderzoek omvat een uitgebreide literatuurstudie. Hierbij wordt gebruik gemaakt van secundaire bronnen om kwalitatieve gegevens te verzamelen over het onderwerp. De focus van deze literatuurstudie ligt op het verkrijgen van een diepgaand inzicht in de financieringsnood rond groen-blauwe infrastructuur en de rol die CSR hierbij speelt. Er wordt gekeken naar verschillende drijfveren die bedrijven motiveren om zich in te zetten voor het klimaat en de financiering van GBI. Door middel van diverse zoekmachines zoals Google Scholar en de (digitale) UHasselt-bibliotheek worden relevante wetenschappelijke bronnen geraadpleegd. Dit zal bijdragen aan het beantwoorden van deelvraag 1 en vormt de basis voor het verdere onderzoek.

De tweede fase van dit onderzoek bestaat uit een uitgebreide verkenning van Qualitative Comparative Analysis als onderzoeksmethode. Deze methode wordt gebruikt om diepgaand te begrijpen welke configuraties van factoren leiden tot specifieke uitkomsten. Deze fase richt zich op het identificeren en analyseren van de verschillende stappen die een QCA-studie doorloopt en hoe dit praktisch in zijn werk gaat. In dit onderdeel zullen ook R-codes uitgeschreven worden om de praktische implicatie van QCA duidelijker te maken. Op basis van dit onderdeel zal een antwoord op deelvraag 2 gegeven kunnen worden.

In de laatste fase van deze masterproef worden de inzichten uit de literatuurstudie gekoppeld aan de methodologische verkenning van QCA. Dit leidt tot een duidelijk beeld van hoe QCA kan worden ingezet om toekomstige empirische studies te ondersteunen. Door de condities te identificeren die bedrijven aanzetten tot investeringen in GBI, kan QCA helpen om de meest effectieve strategieën voor CSR-investeringen te bepalen. Deze gecombineerde benadering biedt een solide basis voor verder onderzoek en praktische toepassingen, waarmee beleidsmakers en bedrijven beter geïnformeerde beslissingen kunnen nemen om duurzame en veerkrachtige stedelijke omgevingen te bevorderen.

2. Literatuurstudie

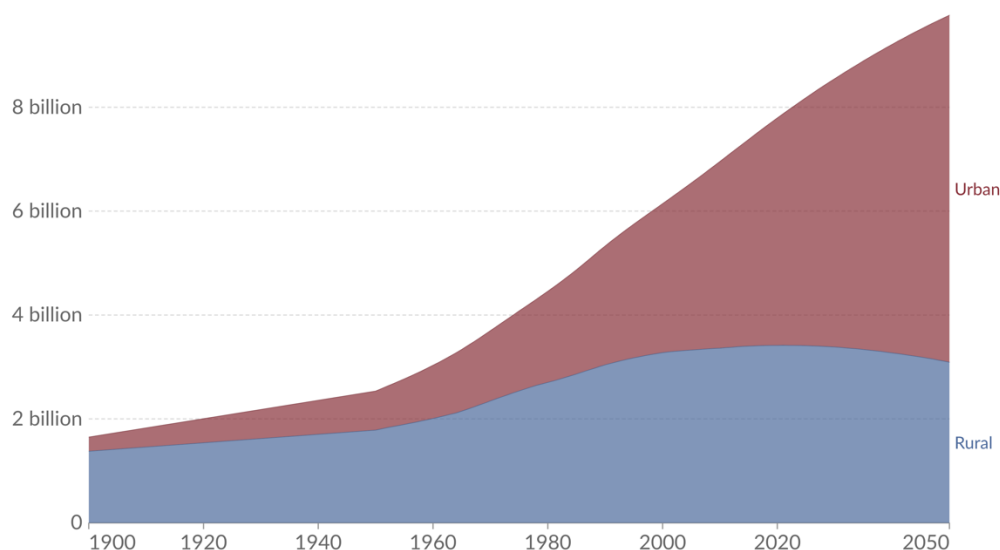
2.1. Kosten en baten van groen-blauwe infrastructuur

2.1.1. Nood aan duurzame ontwikkeling in stedelijke gebieden

2.1.1.1. *Trend van urbanisatie*

De wereldbevolking is de afgelopen decennia aanzienlijk gegroeid en het aantal bewoners op de wereld blijft toenemen. Voornamelijk gedurende de afgelopen eeuw heeft de wereld een ongekennde bevolkingsexplosie meegemaakt. Het bevolkingsaantal is hierbij gestegen van 2 miljard in 1927 tot bijna 8 miljard in 2022, wat meer dan het drievoudige is. De United Nations schat dat het aantal mensen tegen 2050 zal stijgen naar 9,7 miljard, voornamelijk als gevolg van stijgende levensverwachting en daarmee samenhangend de daling van de sterftcijfers. Deze groei brengt uitdagingen met zich mee, zoals het voorzien van behoeften van meer mensen en het verminderen van de ecologische impact. Dit vraagt om een anticiperend beleid, gericht op de socio-economische en politieke gevolgen van deze demografische verschuivingen (United Nations, 2022).

Naast het toenemende bevolkingsaantal is er ook nog een algemene trend van verstedelijking waarbij een groter aandeel van de bevolking in stedelijke gebieden woont. Deze trend is voornamelijk begonnen tijdens de industriële revolutie in de 18^e en de 19^e eeuw en zet zich sindsdien gestaag verder. De United Nations schatten dat deze trend zich de komende jaren nog zal verderzetten en dat er tegen 2050 meer dan twee derde van de populatie in een stedelijk gebied zal leven. Concreet betekent dit dat, in combinatie met de voorspelde bevolkingsgroei, naar schatting 6,6 miljard mensen in stedelijke gebieden zullen verblijven, tegenover 3,1 miljard mensen in landelijke gebieden (Caprioli et al., 2021; United Nations, 2018).



Figuur 1 – Verdeling stedelijke en landelijke populatie tot 2050, Ritchie & Roser (2018)

De trend van urbanisatie wordt beïnvloed door een complex samenspel van factoren en is in de loop der tijd geëvolueerd. Er bestaan verschillende drijfveren die deze trend kenmerken en de belangrijkste hiervan zijn voornamelijk de hogere industrialisatie in stedelijke gebieden en de toegankelijkheid tot meer economische kansen tegenover landelijke gebieden (Ritchie & Roser, 2018; Kumar, 2021).

2.1.1.2. Gevolgen van urbanisatie

In de schijnwerpers van vooruitgang en economische groei heeft de wereldwijde trend van verstedelijking een krachtige, doch dubbelzinnige impact op onze samenleving. Terwijl steden onbetwistbare kansen bieden op vlak van economische ontwikkeling, werkgelegenheid en culturele uitwisseling, brengen ze eveneens aanzienlijke uitdagingen met zich mee, met name op het gebied van milieu. De gevolgen van verstedelijking reiken verder dan de betonnen jungle, en het is cruciaal om de balans te vinden tussen stedelijke ontwikkeling en duurzaamheid (Verma & Raghubanshi, 2018).

Een direct en onontkoombaar gevolg van verstedelijking is de immense druk die het legt op natuurlijke hulpbronnen. Groeiende steden vergen enorme hoeveelheden energie, water en ruimte, vaak ten koste van nabijgelegen ecosystemen. De uitbreiding van stedelijke gebieden gaat hand in hand met ontbossing, wat niet alleen een directe bedreiging vormt voor biodiversiteit, maar ook bijdraagt aan klimaatverandering door het verminderen van de capaciteit van bossen om koolstofdioxide op te nemen. Bovendien dragen verstedelijkte gebieden bij aan lucht- en waterverontreiniging (Kumar, 2021). De concentratie van industriële activiteiten en transport in steden zorgt voor luchtvervuiling, met ernstige gevolgen voor de volksgezondheid en de levenskwaliteit van stadsbewoners. Waterbronnen worden vaak overbelast en vervuild door stedelijke afvalstoffen, waardoor ecologische systemen worden aangetast en drinkwatervoorzieningen in gevaar komen (Laforteza & Sanesi, 2019; Verma & Raghubanshi, 2018).

Recent onderzoek heeft uitgewezen dat het groeiende bewustzijn van milieuproblemen heeft geresulteerd in een groeiende vraag naar stedelijke duurzaamheid. Steden worden steeds meer uitgedaagd om innovatieve oplossingen te vinden die de negatieve gevolgen van verstedelijking verminderen en tegelijkertijd een veerkrachtige toekomst waarborgen. Duurzame stadsplanning, groene infrastructuur, en de integratie van hernieuwbare energiebronnen worden essentieel om de ecologische voetafdruk van steden drastisch te verlagen (Kaur & Garg, 2019).

Stedelijke duurzaamheid omvat niet alleen technologische oplossingen, maar ook het bevorderen van milieubewust gedrag bij stadsbewoners. Het creëren van groene ruimtes, het stimuleren van duurzaam transport, en het aanmoedigen van milieuvriendelijke praktijken op het gebied van afvalbeheer zijn cruciale stappen in de richting van een duurzame stedelijke toekomst (Bibri & Krogstie, 2017).

Kortom, de gevolgen van verstedelijking zijn veelomvattend en vragen om een geïntegreerde aanpak. Echter, door te streven naar stedelijke duurzaamheid, kan men een evenwicht vinden tussen menselijke behoeften en de bescherming van het milieu. Dit vormt een uitdaging, maar ook een kans om steden te transformeren in veerkrachtige, leefbare centra die niet alleen bloeien in de huidige tijd, maar ook een duurzame toekomst nalaten voor toekomstige generaties.

2.1.1.3. Nood aan duurzame ontwikkeling

Duurzame stadsontwikkeling vormt wereldwijd een essentiële reactie op de uitdagingen van de voortdurende trend van urbanisatie. Terwijl steden exponentieel groeien, duiken er diverse problemen op die een aanzienlijke invloed hebben op zowel het milieu als de levenskwaliteit van stadsbewoners (Kumar, 2021; Laforteza & Sanesi, 2019). In reactie op deze uitdagingen wordt duurzame stadsontwikkeling steeds dringender. De milieu-impact van stedelijke groei is een centraal zorgpunt. Luchtvervuiling, wat een gevolg is van intensievere industriële activiteiten en verhoogde transportbehoeften, heeft verstrekkende gevolgen voor de gezondheid en het ecologische evenwicht. Duurzame stadsontwikkeling zet zich in voor groene initiatieven en milieuvriendelijke praktijken om de luchtkwaliteit te verbeteren en een gezonde leefomgeving te waarborgen (Caprioli et al., 2021; Wu et al, 2018).

De uitbreiding van stedelijke gebieden gaat vaak gepaard met de bedreiging van groene ruimtes en biodiversiteit. Duurzame stadsontwikkeling bevordert het behoud en de uitbreiding van groene zones, parken en natuurgebieden binnen steden. Deze groene infrastructuur draagt bij aan de gezondheid en het welzijn van stadsbewoners, biedt recreatieve mogelijkheden en ondersteunt cruciale ecosystemen (Laforteza & Sanesi, 2019; Verma & Raghubanshi, 2018).

In deze context staat duurzame stadsontwikkeling centraal in het streven naar veerkrachtige, gezonde en leefbare steden. Dit wordt bereikt via een samenwerking tussen alle belanghebbenden en door het toepassen van een aanpak waarbij alle relevante aspecten van stedelijke ontwikkeling worden meegenomen biedt het niet alleen oplossingen voor de huidige uitdagingen van verstedelijking, maar vormt het ook een investering in een duurzame toekomst voor alle stadsbewoners.

2.1.2. Groen-blaauwe infrastructuur in steden

Een specifieke benadering binnen duurzame stadsontwikkeling is de integratie van groen-blaauwe infrastructuur (GBI). Deze term kan opgesplitst worden in twee delen, namelijk groene en blauwe infrastructuur (de Macedo et al., 2021).

Groene infrastructuur omvat netwerken van groene elementen zoals parken, bossen, groene daken, en straatbomen. Het doel hiervan is om ecologische voordelen te bieden, waaronder biodiversiteit, klimaatregulatie, en verbetering van de luchtkwaliteit. Groene infrastructuur dient als een natuurlijk

ecosysteem dat de omgeving verrijkt en leefbaarder maakt (de Oliveira et al, 2022; de Macedo et al., 2021).

Anderzijds is er het gedeelte van blauwe infrastructuur, wat verwijst naar de strategische planning van waterlichamen, zowel natuurlijke als kunstmatige, evenals de omgeving eromheen. Dit omvat rivieren, meren, maar ook voorzieningen voor regenwater zoals regentuinen en infiltratiegreppels. Blauwe infrastructuur is gericht op het duurzaam beheer van waterbronnen, het verminderen van overstromingsrisico's en de bevordering van de waterkwaliteit (de Oliveira et al, 2022; de Macedo et al., 2021; Shiiba et al., 2022; Sodiq et al., 2019).

Groen-blauwe infrastructuur verwijst dus zowel naar groene als blauwe infrastructuur, met als doel duurzame ontwikkeling, milieubescherming en het verbeteren van menselijke welzijn. Investerings in GBI richten zich op het creëren, onderhouden en optimaliseren van zowel natuurlijke als ontworpen gebieden binnen steden en landelijke omgevingen (de Oliveira et al., 2022).

Het concept van GBI legt de nadruk op samenhang en connectiviteit tussen beide soorten infrastructuur (de Macedo et al., 2021). Deze benadering erkent dat groene en blauwe systemen complementair zijn en samenwerken om gemeenschappelijke voordelen te bieden. Een voorbeeld hiervan zijn groene zones langs waterlichamen, die niet enkel de waterkwaliteit verbeteren, maar ook recreatieve ruimtes creëren. Duurzaamheid is een kernaspect van GBI, waarbij natuurlijke processen worden benut om bij te dragen aan milieubescherming op lange termijn (Veerkamp et al., 2021).

Een belangrijk aspect van GBI is het streven naar klimaatadaptatie en veerkracht van stedelijke gebieden. Door overstromingsrisico's te verminderen, het hitte-eiland-effect tegen te gaan en duurzaam waterbeheer te bevorderen, dragen GBI bij aan het vergroten van de veerkracht van steden tegen klimaatverandering. Bovendien gaan deze investeringen verder dan louter milieudoelinden; ze hebben ook directe voordelen voor het menselijk welzijn. Toegang tot groene ruimtes bevordert fysieke en mentale gezondheid, terwijl goed beheerde waterlichamen esthetische waarde toevoegen en recreatiemogelijkheden bieden. De multifunctionaliteit en veelvoud aan bijkomende voordelen maken GBI extra aantrekkelijk (Andersson et al, 2019; Lamon, & Everett, 2019; Zuniga-Teran et al., 2020).

2.1.2.1. Baten bij groen-blauwe infrastructuur in steden

In het licht van de snel veranderende klimaatomstandigheden spelen GBI een cruciale rol in het versterken van steden tegen de gevolgen van klimaatverandering. Een fundamenteel aspect van deze investeringen is het aanpakken van het toenemende hitte-eilandeffect in stedelijke gebieden. Door de integratie van groene elementen, zoals parken en bomen, wordt niet alleen schaduw geboden, maar ook verdamping gestimuleerd. Studies hebben weergegeven dat het in parken en groene ruimtes gemiddeld 1°C koeler is dan in de omliggende stedelijke gebieden (Depietri & McPhearson, 2017). Ook blauwe elementen dragen bij aan het verkoelend effect, waardoor de

algehele stedelijke temperatuur gematigder wordt. De mate van het verkoelende effect kan variëren van enkele graden Celsius tot meer subtiele veranderingen van enkele tienden van een graad, afhankelijk van de grootte en de uitgestrektheid van de GBI (Depietri & McPhearson, 2017; Gunawardena et al., 2017; Kimic & Ostrysz, 2021).

Daarnaast vormt blauwe infrastructuur een essentieel onderdeel van klimaatadaptatie. Waterpartijen en natuurlijke waterretentiegebieden spelen een sleutelrol bij het voorkomen van overstromingen, wat van bijzonder belang is in tijden van extreme weersomstandigheden. Het verminderen van de hoeveelheid water die naar het riool stroomt, draagt niet alleen bij aan overstromingspreventie, maar bevordert ook regenwaterbeheer (de Oliveira et al., 2022; Sodiq et al., 2019). Ook groene daken helpen bij aan bovenvermelde voordelen (Monteiro et al., 2023). Groen-blauwe investeringen omvatten vaak systemen voor regenwateropvang, waardoor regenwater niet alleen wordt opgevangen, maar ook kan worden gebruikt voor irrigatie van groene ruimtes, waardoor de druk op de watervoorziening wordt verminderd met ongeveer 30% (de Oliveira et al., 2022; Depietri & McPhearson, 2017; Monteiro et al., 2023).

De veerkracht van steden wordt verder vergroot door GBI, die steden beter voorbereiden op extreme weersomstandigheden zoals zware regenval, hittegolven en stormen. Het creëren van natuurlijke buffers en het bevorderen van groene infrastructures dragen bij aan het verminderen van schade en het handhaven van stedelijke stabiliteit. Onderzoek naar de gevolgen van dergelijke extreme weersomstandigheden heeft aangetoond dat overstromingsrisico's tot 70% kunnen afnemen als gevolg van een adequate natuurlijke buffer (Mabrouk et al., 2023). Naast hun rol in klimaatadaptatie hebben GBI ook positieve effecten op de waterkwaliteit. Natuurlijke waterpartijen en groene elementen fungeren als natuurlijke filters, waardoor verontreinigingen worden verminderd en de zuivering van oppervlaktewater wordt bevorderd (Staddon et al., 2018; Depietri & McPhearson, 2017). Uit een studie van Hamel en Tan (2023) die kijkt naar de verbetering in waterkwaliteit als gevolg van de aanleg van wetlands bleek dat er tot 60% minder stikstof en tot 65% minder fosfor in verschillende geobserveerde wateren verspreid over Azië gevonden werd.

In het streven naar klimaatadaptatie dragen GBI bij aan de biodiversiteit, versterken ze lokale ecosystemen en zorgen ze voor een langetermijn duurzaamheid (Kimic & Ostrysz, 2021). Door steden aan te passen aan veranderende klimaatomstandigheden dragen groen-blauwe investeringen bij aan het welzijn van stadsbewoners (Depietri & McPhearson, 2017). Daarnaast dragen GBI ook bij aan een duurzame en veerkrachtige stedelijke omgeving op de lange termijn. Naast de onmiskenbare bijdragen aan klimaatadaptatie, brengen GBI ook aanzienlijke sociale voordelen met zich mee, waardoor de levenskwaliteit van stadsbewoners wordt verbeterd en gemeenschappen worden versterkt (Kabisch et al., 2016).

De sociale voordelen beginnen bij de directe impact op de gezondheid van de stadsbewoners. Groen-blauwe investeringen creëren groen oases binnen stedelijke omgevingen, waardoor bewoners meer toegang hebben tot rustige, natuurlijke plekken. Deze groene ruimtes fungeren als ademruimtes, verminderen stress en bevorderen fysieke activiteit, wat essentieel is voor het welzijn van de gemeenschap (Andreucci et al., 2019; Kabisch et al., 2016; Macháč et al., 2022). Een ander aspect

van sociale voordelen is de bevorderen van gemeenschapsbetrokkenheid. Groene en blauwe voorzieningen bieden ontmoetingsplekken en stimuleren sociale interactie. Lokale bewoners hebben vaak een actieve rol in het onderhoud en de activiteiten in parken en recreatiegebieden, waardoor gemeenschappen sterker verbonden raken (Lamond & Everett, 2019). Bovendien dienen GBI als educatieve kansen. Natuurparken, educatieve tuinen en watereducatieprogramma's kunnen bewoners bewust maken van milieukwesties en duurzaamheid. Deze bewustwording draagt bij aan een groter begrip van en respect voor natuur binnen de gemeenschap (Alves et al., 2018).

Naast de positieve gevolgen als gevolg van milieuadaptatie en het bevorderen van sociaal welzijn brengen GBI ook nog andere aanzienlijke economische voordelen met zich mee, waardoor steden niet alleen duurzamer, maar ook welvarender worden. Een van de directe economische voordelen is de waardevermeerdering van onroerend goed. Goed ontworpen voor groene ruimtes, zoals parken en recreatiegebieden, worden vaak als aantrekkelijker ervaren door de bewoners en investeerders. Dit vertaalt zich in een stijging van de vastgoedwaarden in de omgeving, waardoor niet alleen de levenskwaliteit van de bewoners toeneemt, maar ook de economische waarde van de stad als geheel (Jia & Zhang, 2021; Wild et al., 2017). Een studie in Warschau heeft aangetoond dat de nabijheid van groene gebieden in een straal van 100 meter of minder zorgen voor een stijging van de plaatselijke prijzen van onroerend goed van maar liefst 8% (Trojanek et al., 2018).

Een ander economisch voordeel is de mogelijke besparing op lange termijn. Hoewel de initiële investeringen in groen-blauwe projecten substantieel kunnen zijn, leveren ze in veel gevallen op langere termijn economische besparingen op. Groene daken en gevels dragen bij aan energie-efficiëntie en kunnen tot 10% van de energiekosten dekken, wat resulteert in verminderde kosten voor koeling en verwarming van gebouwen (Depietri & McPhearson, 2017; Kasim et al., 2019). De innovatie en technologische ontwikkeling gestimuleerd door GBI dragen bij aan het aantrekken van investeringen in onderzoek en ontwikkeling (van der Jagt et al., 2019).

2.1.2.2. Implementatie van groen-blauwe infrastructuur

Er zijn dus talrijke voordelen verbonden aan van groen-blauwe investeringen in steden. De uitvoering ervan is echter niet altijd even eenvoudig. De implementatie van GBI in steden vergt een doordachte benadering en nauwe samenwerking tussen diverse belanghebbenden. Stadsplanners spelen een cruciale rol bij het integreren van GBI-concepten in de stedelijke planning en ontwikkeling. Dit omvat het identificeren van geschikte locaties voor groene ruimtes, evenals het plannen van waterpartijen en -filtratiesystemen. Deze integratie is essentieel om een gebalanceerde relatie tussen groene en waterrijke elementen te creëren (de Oliveira et al., 2022).

Deze implementatie van GBI-investeringen omvat een gediversifieerde aanpak, zoals geïllustreerd door analyses van steden met internationale reputaties en studies over de toepassing van multifunctionaliteit binnen Europese planningspraktijken door Liu en Jensen (2018). De bevindingen uit deze onderzoeken benadrukken het belang van multifunctionaliteit bij groen-blauwe planning, waarbij steden variëren in hun benaderingen. Sommige steden nemen een allesomvattende aanpak

aan, terwijl andere specifieke punten benadrukken, zoals evaluatie van de voordelen van GBI op basis van meerdere functies, of dat ze ervoor zorgen dat multifunctionaliteit een integraal onderdeel is van hun strategische planning (Depietri & McPhearson, 2017).

2.1.2.3. Moeilijkheden bij de implementatie van GBI

Ondanks de voordelen van GBI, gaat de implementatie ervan gepaard met aanzienlijke uitdagingen. De moeilijkheden rond deze implementatie kunnen opgedeeld worden in vijf categorieën, namelijk; politiek, socio-cultureel, kennis, technologisch en financieel.

De implementatie van GBI wordt vaak belemmerd door institutionele en bestuurlijke barrières, waarbij een gebrek aan duidelijk leiderschap en interinstitutionele samenwerking centraal staan. GBI-projecten vereisen integratie over verschillende beleidsdomeinen heen, zoals waterbeheer, stedelijke planning en milieu, wat een gecoördineerde aanpak noodzakelijk maakt (Hwang et al., 2017; Zhang et al., 2019). Echter, in veel gevallen bestaat er geen centrale autoriteit die de verantwoordelijkheid neemt voor het hele proces. Dit gebrek aan leiderschap kan leiden tot conflicten tussen verschillende overheidsniveaus en -afdelingen, waardoor projecten vertraagd worden of zelf stil kunnen vallen (O'Donnel et al., 2017). Bovendien is er vaak weerstand tegen het aanpassen van het reeds bestaande beleid, voornamelijk omdat traditionele infrastructuur beter begrepen en gevestigd is binnen bestaande juridische en financiële kaders. Voor de implementatie van innovatievere GBI-projecten is vaak aanpassing van bestaande wetgeving en beleidskaders nodig, wat zorgt voor een extra uitdaging (Darko & Chan, 2017; Deely, 2020). Het ontbreken van overheidsondersteuning en financiële stimulansen van institutionele instellingen wordt ook gezien als een belangrijke tekortkoming in het stimuleren van de opzet van GBI-projecten (Darko & Chan, 2017).

Socio-culturele barrières spelen ook een grote rol bij de implementatie van GBI. Deze barrières ontstaan door verschillen in de waarneming en waardering van groen-blaue infrastructuur door verschillende gemeenschappen. Misverstanden over de voordelen of de werking van GBI kunnen leiden tot weerstand binnen gemeenschappen die niet direct de voordelen zien van dergelijke projecten. Bovendien kan de implementatie invloed hebben op het bestaande landgebruikrecht en tradities, wat leidt tot conflicten en tegenstand. Het betrekken van lokale gemeenschappen en het weergeven van duidelijke, aantoonbare voordelen is essentieel om deze barrières te overkomen (Deely, 2020; Hwang et al., 2017).

Een ander significant obstakel wat samenhangt met de socio-culturele barrières, is het algemeen gebrek aan kennis en begrip over wat groen-blaue infrastructuur precies inhoudt en welke voordelen het biedt. Dit gebrek aan kennis is niet enkel aanwezig bij gemeenschappen, maar ook bij beleidsmakers en technici die projecten moeten ontwerpen en implementeren (Darko & Chan, 2017; O'Donnel et al., 2017; Zuniga-Teran et al., 2020). Zonder een duidelijk begrip van de multifunctionaliteit van GBI, zoals hoe het kan bijdragen aan waterbeheer en het verminderen van het hitte-eilandeffect, is het moeilijk om effectieve en ondersteunde projecten te ontwikkelen.

Daarnaast is er op dit moment nog een gebrek aan uitgebreid gedocumenteerde voorbeeldprojecten die succesvol zijn geïmplementeerd, wat het moeilijk maakt om de theoretische voordelen van GBI te vertalen naar praktische toepassingen (Deely, 2020; Hebb, 2019).

Technische en biologische barrières vormen eveneens een uitdaging. De fysieke locatie en omstandigheden van een project kunnen sterk variëren, wat specifieke ontwerpuitdagingen met zich meebrengt. Daarnaast heerst er een tekort aan technische krachten en onderzoeksfondsen, wat een barrière vormt bij het bevorderen van duurzame industriële ontwikkelingen (Hwang et al. 2017). Bijvoorbeeld het integreren van natuurlijke elementen zoals waterlichamen en groenstroken in dichtbebouwde stedelijke omgevingen vereist innovatieve oplossingen die vaak duur en complex zijn. Daarbij komen ook uitdagingen van het onderhouden van dergelijke infrastructuur, wat vaak intensiever en complexer is dan bij traditionele infrastructuur (Deely, 2020).

Tot slot zijn er aanzienlijke financiële en marktbarrières. De initiële kosten voor het opzetten van GBI kunnen hoog oplopen, met onzekere financiële terugverdientijden en rendementen. Veel traditionele financieringsmodellen en subsidies zijn niet aangepast aan de unieke kenmerken en voordelen van GBI, wat het aantrekken van kapitaal bemoeilijkt (Bielenberg et al., 2016; Toxopeus & Polzin, 2017; Zuniga-Teran et al., 2020). Naast hogere aanschafkosten zijn er ook kosten verbonden aan het voldoen van specifieke ontwerpspecificaties en hogere arbeidskosten (Darko & Chan, 2017). Daarbovenop wordt de economische waarde van de door GBI geleverde ecosysteemdiensten vaak onderschat in traditionele kosten-batenanalyses, waardoor het moeilijk is om de noodzakelijke financiële steun te verkrijgen (Deely, 2020; Hebb, 2019; Liberalleso et al., 2020).

In praktijk kunnen de economische baten van GBI echter aanzienlijk hoger zijn dan de kosten, wat kan leiden tot economische voordelen. Een onderzoek in de Hoeksche Waard, in Nederland, heeft aangetoond dat de baten van GBI de kosten vaak overstijgen. In dit onderzoek werden 3 verschillende GBI-scenario's met elkaar vergeleken met als doel de agrobiodiversiteit, natuurlijke plaagbestrijding en recreatie te verbeteren. Scenario 1 gebruikte zowel publieke als private ruimtes voor optimalisatie van agrobiodiversiteit, scenario 2 richtte zich op biologische bestrijding via publieke ruimtes, en scenario 3 combineerde agrobiodiversiteit, landbouw en recreatie met publieke en private ruimtes. Gemiddeld lagen de baten 60% hoger dan de kosten, wat aantoont dat de implementatie aanzienlijke economische voordelen kan opleveren (Gohfrani et al., 2017).

2.2. Financiering van GBI

Zoals aangegeven in sectie 2.1.2.3. is het vinden van financiering voor GBI een van de grootste uitdagingen waar men momenteel tegenaan loopt. Traditionele financieringsmodellen moeten worden aangevuld met innovatieve strategieën die de specifieke kenmerken van GBI omvatten. Hierin spelen overheden, bedrijven en maatschappelijke organisaties samen een sleutelrol in het creëren van financiële mechanismen die de overgang naar een groenere en blauwere economie mogelijk maken (Van Oijstaeijen et al., 2020; Mell, 2020).

2.2.1. Financieringsmodellen

Om een grondig begrip te verkrijgen van de verschillende financieringsmechanismen en innovaties die gebruikt worden voor de ontwikkeling van GBI, is het belangrijk elk mechanisme diepgaand te beschouwen.

Publieke financiering speelt een essentiële rol in de ondersteuning van GBI, vooral vanuit lokale en nationale overheden. Overheidsbudgetten, vaak gesteund door milieuwetgeving of beleidssubsidies, vormen een stabiele basis voor veel GBI-initiatieven. Deze fondsen kunnen worden toegewezen voor specifieke projecten zoals de aanleg van parken, groene daken, en stedelijke bosbouw, of voor bredere stedelijke vernieuwingsprogramma's die economische duurzaamheid bevorderen. Echter, deze financiering is gevoelig voor politieke veranderingen en economische fluctuaties, wat kan leiden tot onzekerheid in de langdurige beschikbaarheid van fondsen. Deze vorm van financiering wordt beschouwd als de traditionele vorm van financiering, maar deze is niet altijd voldoende om de volledige kost van GBI te dekken waardoor steeds meer gekeken dient te worden in de richting van alternatieve financieringsmodellen (den Heijer & Coppens, 2023; Mell, 2020).

Bij private financiering zijn commerciële entiteiten betrokken die investeren in GBI. Dit niet alleen als een filantropische inspanning, maar ook als een strategische zet voor duurzame groei op zowel financieel als milieuvriendelijk vlak. De acceptatie van maatschappelijke verantwoordelijkheid is tegenwoordig een integraal onderdeel van bedrijfsvoering. Investeren in groen-blauwe initiatieven biedt bedrijven niet alleen de mogelijkheid om duurzame groei te bevorderen, maar ook om een positieve impact op de samenleving te hebben (Mell, 2020). Het aangaan van partnerschappen met duurzame projectontwikkelaars opent de deur naar gezamenlijke innovatieve oplossingen die niet alleen economische doelen dienen, maar ook een aanzienlijke bijdrage leveren aan milieudoelstellingen. Door de expertise en kennis van bedrijven te bundelen met die van duurzame ontwikkelaars, kunnen unieke oplossingen ontstaan die zowel economisch als ecologisch waardevol zijn (Hebb, 2019). Private investeringen kunnen ook komen van bedrijven die GBI integreren om te voldoen aan corporate governance eisen, als onderdeel van de CSR-strategie van het bedrijf (Mell, 2020).

CSR-initiatieven binnen bedrijven kunnen een belangrijke bron van financiering voor GBI vormen. Bedrijven kunnen investeren in GBI-projecten als onderdeel van hun inspanningen om bij te dragen aan de gemeenschap of om milieudoelstellingen te bereiken (Mell, 2020; Yuan et al., 2020). Dit concept wordt uitgebreid toegelicht in secties 2.2.1.1. en 2.2.1.2.

In de realiteit is het echter vaak zo dat er niet een zuivere publieke of private financiering plaatsvindt, maar dat het eerder gaat over een samenspel van meerdere partijen die samen bijdragen aan de financiering van GBI. Het combineren van verschillende kapitaalbronnen kan de gemiddelde gewogen kapitaalkosten voor projecten verlagen en zo de financiering van duurzame infrastructuur aantrekkelijker maken (Brears, 2022).

Overheden en private sectoren kunnen samenwerken om GBI te financieren en te beheren aan de hand van publiek-private partnerschappen (PPP's). Deze modellen bieden een manier om de financiële lasten te delen en de voordelen van GBI-projecten te maximaliseren. PPP's kunnen bijvoorbeeld gebruikt worden voor de aanleg en onderhoud van grootschalige parken en recreatiegebieden, waarbij de overheid de regelgeving en het toezicht verzorgt en private partijen de bouw en het beheer voor hun rekening nemen (Chausson et al., 2023; den Heijer & Coppens, 2023).

Een andere vorm van alternatieve financiering zijn crowdfunding platforms zoals Kickstarter en GoFundMe. Deze platformen stellen individuen in staat om financieel bij te dragen aan specifieke GBI-projecten. Het biedt individuen de kans om met kleinere bedragen bij te dragen, wat de drempel tot investeren kan verlagen. Dit model vergoot de inspraak van individuen in het financieringsproces en vergroot de gemeenschapsbetrokkenheid, wat essentieel is voor de duurzaamheid van GBI-initiatieven (Sedlitzky & Franz, 2019; Testa et al., 2019). Community financing kan ook betrekking hebben op investeringen door lokale bewonersgroepen of door gemeenschapsgebaseerde milieufondsen, waarbij de lokale bevolking rechtstreeks investeert in hun leefomgeving (Mello, 2020).

Groene obligaties en fondsen zijn effecten die door bedrijven, overheden of financiële instellingen worden uitgegeven om kapitaal te verzamelen specifiek voor milieuprojecten. Groene obligaties bieden beleggers de mogelijkheid om direct te investeren in specifieke projecten die ecologisch duurzaam zijn. Deze obligaties worden vaak geprezen om hun transparantie, omdat uitgevers verplicht zijn te rapporteren over hoe de opgehaalde fondsen worden besteed. Groene obligaties trekken zowel particuliere als institutionele beleggers aan, zijn toegankelijk via de open markt en worden gezien als een veilige investeringsoptie, vooral als ze worden uitgegeven door stabiele entiteiten zoals overheden of grote bedrijven (Bhutta et al., 2020; Warshauer & Krosinsky, 2020). Groene fondsen, aan de andere kant, zijn beleggingsfondsen die investeren in een divers portfolio van bedrijven en projecten die voldoen aan bepaalde duurzaamheidscriteria. Deze fondsen worden beheerd door professionals die streven naar zowel financiële rendement als positieve milieu-impact. Groene fondsen zijn toegankelijk voor een breed scala aan beleggers, inclusief degenen die niet de middelen of expertise hebben om individuele projecten te evalueren, maar toch willen bijdragen aan duurzame ontwikkeling (Silva & Cortez, 2016).

Ten slotte bestaan er innovatieve contracten zoals prestatiecontracten en impactfinanciering, die kunnen worden gebruikt om de financiering van GBI te organiseren. Bij deze contracten worden betalingen gekoppeld aan het behalen van specifieke ecologische of sociale doelen. Dit zorgt voor sterke prikkels voor projectuitvoerders om hoogwaardige resultaten te leveren, en biedt financiers een duidelijke, meetbare return on investment. Een voorbeeld van een dergelijk contract zijn Environmental Impact Bonds (EIB's), die pay-for-succes mechanismen bevatten, waarbij investeerders hogere rendementen ontvangen bij positieve projectprestaties (Chausson et al., 2023).

Financieringsmechanisme	Beschrijving
Publieke fondsen	Traditionele subsidies en overheidsbudgetten, liggen vaak aan de basis maar onvoldoende voor brede implementatie
Private investeringen	Directe investeringen door bedrijven die specifieke voordelen in GBI. Kan gebeuren als onderdeel van CSR-initieven om bij dragen aan maatschappelijke en milieuverbeteringen.
Hybride modellen	Combinaties van publieke en private financiering, zoals publiek-private partnerschappen, waarbij risico's en voordelen gedeeld worden
Crowdfunding	Financiering door kleine bijdragen van een groot aantal mensen, meestal via platformen
Groene obligaties en fondsen	Obligaties en fondsen specifiek uitgegeven voor milieuprojecten door bedrijven of overheden

Tabel 1 - Overzicht alternatieve financieringsbronnen

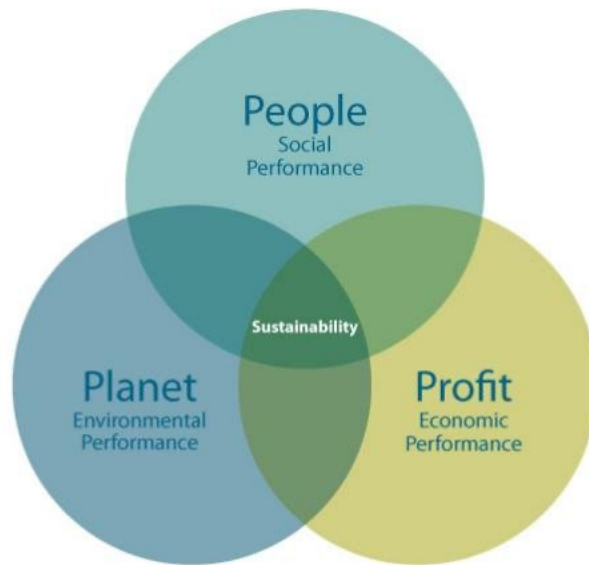
In de wereld van duurzame ontwikkeling spelen alternatieve financieringsmodellen zoals hierboven besproken een cruciale rol bij het mogelijk maken van GBI-projecten die zowel ecologische als economische voordelen bieden. Zoals reeds aangehaald is Corporate Social Responsibility een bijzonder interessant aspect. In de volgende secties zal hier dan ook dieper op ingegaan worden.

2.2.1.1. Corporate Social Responsibility (CSR)

Yu en Choi (2016) omschrijven Corporate Social Responsibility, oftewel CSR, als een bedrijfsbenadering die verder gaat dan louter winstmaximalisatie en zich richt op de bredere impact van een organisatie op de samenleving en het milieu. Bedrijven streven met andere woorden vrijwillig naar een positieve impact op de maatschappij, naast het vervullen van hun traditionele economische rol. CSR omvat een geïntegreerde aanpak van sociale, ecologische en ethische overwegingen binnen alle facetten van de bedrijfsvoering (Yu & Choi, 2016; Yuan et al., 2020).

In de kern van CSR staat het besef dat bedrijven niet alleen verantwoordelijk zijn voor het leveren van producten en diensten, maar ook voor de bredere gevolgen van hun activiteiten. Deze verantwoordelijkheid strekt zich uit tot interacties met verschillende stakeholders, waaronder werknemers, klanten, leveranciers, maar ook gemeenschappen en het milieu. CSR omvat een geïntegreerde aanpak van sociale, ecologische en ethische overwegingen, waarbij organisaties proactief streven naar een evenwicht tussen economische groei en maatschappelijke waarde (Barnett et al., 2020; Pan et al., 2021; Yuan et al., 2020).

In lijn met de Tripple Bottom Line (TBL)-theorie (Elkington, 1994), erkent CSR dat succesvolle bedrijfsprestaties niet uitsluitend worden gemeten aan de hand van financiële winst. Het omvat ook de invloed op mensen en de planeet. Door sociale, ecologische en ethische overwegingen in de bedrijfsstrategie te integreren, streven organisaties niet alleen naar een duurzaam economisch rendement, maar ook naar het bevorderen van positieve sociale relaties en het minimaliseren van hun economische voetafdruk. CSR wordt zo de leidraad voor bedrijven om niet alleen economische waarde te creëren, maar ook om hun bredere impact op de samenleving en op het milieu in overweging te nemen (Coşkun & Kısacık, 2017; Isil & Hernke, 2017; Książka & Fischbach, 2017)



Figuur 2 – Tripple Bottom Line theorie, Coşkun & Kısacık (2017)

Op sociaal gebied omvat CSR betrokkenheid bij gemeenschappen en het creëren van een positieve sociale impact. Bedrijven kunnen betrokken worden bij de gemeenschapsontwikkeling waarbij ze investeren in lokale projecten, zoals onderwijsinitiatieven en gezondheidsvoorzieningen. Dit draagt bij aan het versterken van de sociale structuur en het verbeteren van de levenskwaliteit van de gemeenschap (Carrera, 2022; Shabbir & Wisdom, 2020). Naast gemeenschapsontwikkeling kunnen ook arbeidspraktijken beïnvloed worden door CSR. Bedrijven die zich inzetten voor sociale verantwoordelijkheid, veilige werkomgevingen en kansen voor professionele ontwikkeling bevorderen het werknemerswelzijn en de arbeidsomstandigheden, wat een positieve impact heeft op de sociale dimensie (Arikan et al, 2016).

Naast het sociale aspect is het ecologisch aspect ook een heel belangrijk gegeven bij Corporate Social Responsibility. Op ecologisch vlak betekent CSR een bewuste erkenning van de impact van bedrijfsactiviteiten op het milieu (Brin & Nehme, 2019). Bedrijven streven naar duurzaamheid door milieuvriendelijke praktijken te omarmen door bijvoorbeeld de CO₂ uitstoot te verminderen, afvalproductie te minimaliseren en het gebruik van hernieuwbare energiebronnen te integreren. Daarnaast kunnen bedrijven zich engageren om zich in te zetten voor projecten ter bevordering van de biodiversiteit, herbebossing en het behoud van bedreigde diersoorten (Pan et al., 2021).

Duurzaamheid is een sleutelbegrip binnen CSR, waarbij bedrijven zich richten op het creëren van waarde op lange termijn en het voldoen aan de behoeften van de huidige generatie zonder de mogelijkheden van toekomstige generaties in gevaar te brengen (Isil & Hernke, 2017).

CSR impliceert niet alleen het nastreven van sociaal en ecologisch welzijn, maar houdt ook vast aan economische efficiëntie en rendabiliteit. Bedrijven kunnen economisch verantwoordelijk handelen door efficiëntie te bevorderen, kosten te beheersen en op lange termijn waarde te creëren. Dit aspect van CSR onderstreept dat zakelijk succes en maatschappelijk welzijn complementair zijn en geen tegenstrijdige doelstellingen hoeven te zijn (Berger-Walliser & Scott, 2018).

In essentie vertegenwoordigt CSR een evolutionaire stap in het begrip van de rol van bedrijven in de samenleving. Het gaat verder dan enkelvoudige winstmaximalisatie en streeft naar een evenwicht tussen economische, sociale en milieuoverwegingen (Shabbir & Wisdom, 2020). CSR vormt niet alleen een strategisch concurrentievoordeel voor bedrijven, maar draagt ook bij aan het creëren van een duurzamere, rechtvaardigere en etisch verantwoorde wereld. Het succes van CSR ligt niet enkel in de implementatie van beleid, maar ook in de integratie van deze waarden in de bedrijfscultuur en identiteit (Barnett et al., 2020; Yuan et al., 2020).

2.2.1.2. Voordelen van CSR-financiering voor GBI

Bedrijven erkennen steeds vaker het belang van CSR voor het financieren en implementeren van GBI. Deze initiatieven richten zich op het verbeteren van milieubeheer en het bevorderen van duurzame bedrijfspraktijken. Er zijn diverse voordelen die bedrijven motiveren om financiering voor GBI te implementeren en deze kunnen worden onderverdeeld in operationele, management en maatschappelijke overwegingen (O’Gorman, 2020).

Een van de belangrijkste operationele voordelen voor bedrijven om te investeren in GBI via CSR is de noodzaak om milieueffecten te verzachten en te voldoen aan steeds strengere regelgevingen (Hai Yen et al., 2023). Veel industrieën, met name de industriële sectoren, staan onder aanzienlijke druk om hun ecologische voetafdruk te verkleinen. Bovendien kunnen bedrijven door proactief milieuvriendelijke praktijken te omarmen, zoals CO₂-reductie en afvalbeheer, hun vergunningen makkelijker verkrijgen en vernieuwen (O’Gorman, 2020). Regelgevingen kunnen zich op verschillende manieren voordoen. Overheden kunnen boetes uitkeren wanneer bedrijven zich niet aan de vooropgestelde doelen houden of subsidies uitgeven wanneer bedrijven vooruitlopende initiatieven nemen en zich inzetten voor zijn omgeving. Een andere methode die in het verleden reeds een positieve impact gehad heeft op de implementatie van CSR in organisaties is bijvoorbeeld het uitkeren van awards en nominaties voor bedrijven die het goed doen, wat op zijn beurt een positieve impact heeft op de reputatie van een bedrijf en consumenten aantrekt (Lu et al., 2019).

Een ander operationeel voordeel is de verbetering van risicobeheer. Bedrijven die afhankelijk zijn van natuurlijke hulpbronnen of kwetsbaar zijn voor klimaatverandering, kunnen door te investeren in GBI hun risico’s verminderen. Dit kan variëren van het verbeteren van de waterkwaliteit en het voorkomen van overstromingen tot het bevorderen van biodiversiteit en het herstellen van

ecosystemen. Door deze risico's te beheersen, kunnen bedrijven hun operationele continuïteit waarborgen en de veerkracht van hun activiteiten vergoten (O'Gorman, 2020).

Strategisch gezien speelt de reputatie van het bedrijf een cruciale rol in het nastreven van CSR-financiering. In een tijdperk waar consumenten en investeerders steeds meer waarde hechten aan duurzaamheid en ethisch zakendoen, helpt een sterke betrokkenheid bij CSR-initiatieven bedrijven om een positief merkimago op te bouwen. Dit versterkt de klantloyaliteit en maakt het bedrijf aantrekkelijker voor investeerders die duurzaamheid als een belangrijke factor beschouwen bij hun investeringsbeslissingen (Cantele & Zardini, 2020; O'Gorman, 2020; Tetrault Sirsl & Lvina, 2019).

Daarnaast kunnen bedrijven door CSR en GBI een concurrentievoordeel creëren, wat ook een voordeel is voor bedrijven. Door te investeren in innovatieve milieuvriendelijke technologieën en praktijken, kunnen bedrijven efficiënter opereren en nieuwe marktkansen creëren. Dit kan leiden tot kostenbesparingen, verbeterde productiviteit en toegang tot nieuwe markten die waarde hechten aan duurzame producten en diensten (Kuitert & van Buuren, 2022; Marakova et al., 2021).

Financiële overwegingen spelen ook een belangrijke rol bij CSR-financiering. Samenwerkingen en partnerschappen vormen hierbij een belangrijk voordeel. Publiek-private partnerschappen (PPP) bieden bedrijven de mogelijkheid om samen te werken met overheidsinstanties en NGO's, waardoor ze toegang krijgen tot extra financiering en middelen voor GBI-projecten. Deze partnerschappen bevorderen niet alleen de financiële haalbaarheid van grote milieu-initiatieven, maar versterken ook de relatie met belanghebbenden en verbeteren de maatschappelijke acceptatie van het bedrijf (O'Gorman, 2020).

Interne financieringsmechanismes zijn eveneens cruciaal. Bedrijven kunnen specifieke duurzaamheidsfondsen opzetten door een deel van de besparingen uit energie-efficiëntieprogramma's en afvalreductie-initiatieven te herinvesteren. Dit maakt het mogelijk om voortdurend te investeren in GBI zonder afhankelijk te zijn van externe financiering. Bovendien kunnen bedrijven door het aantrekken van impactinvesteringen, waarbij investeerders zowel financieel rendement als positieve milieu-impact zoeken, extra kapitaal genereren voor hun CSR-projecten (Albuquerque et al., 2019; O'Gorman, 2020).

Maatschappelijke betrokkenheid en de verbetering van relaties met belanghebbenden vormen een ander belangrijk voordeel. Door te investeren in GBI kunnen bedrijven bijdragen aan de verbetering van de levenskwaliteit in gemeenschappen waar ze actief zijn. Dit kan door het ondersteunen van projecten zoals stadsvergroening, het verbeteren van waterbeheer en het bevorderen van biodiversiteit. Zulke initiatieven kunnen leiden tot een positieve relatie met de gemeenschap en een versterkte maatschappelijke goedkeuring om te opereren (O'Gorman, 2020).

Tenslotte speelt ook werknemersbetrokkenheid een cruciale rol. Werknemers voelen zich vaak meer verbonden met hun bedrijf wanneer ze zien dat hun werkgever zich inzet voor milieuvriendelijke en maatschappelijk verantwoorde praktijken. Dit kan naast het verhogen van de moraal, ook bijdragen aan hogere productiviteit en hogere personeelsretentie en -aantrekking (Arikan et al., 2016;

Bernardino, 2021; Glavas, 2016). Bedrijven die actief bezig zijn met CSR-initiatieven trekken vaak talent aan dat waarde hecht aan duurzaamheid en ethiek, wat bijdraagt aan een sterker en meer toegewijd personeelsbestand (Glavas, 2016; O’Gorman, 2020).

2.2.1.3. Conditie die aanleiding geven tot CSR-financiering

Om de effectiviteit van CSR als financiële oplossing voor GBI te maximaliseren, is het cruciaal om verschillende factoren in overweging te nemen die de implementatie en het succes van deze initiatieven beïnvloeden. Deze factoren kunnen zowel intern als extern van aard zijn en bieden inzicht in de complexiteit en diversiteit van bedrijfsomgevingen en sommige van deze condities zijn nauw verwant aan de voordelen die besproken werden in de vorige sectie.

Bij het onderzoeken van CSR als mogelijke financiële oplossing voor GBI zijn diverse factoren van belang. Allereerst speelt de grootte van het bedrijf een belangrijke rol. Grote bedrijven hebben doorgaans meer middelen en toegang tot geavanceerde financiële instrumenten zoals groene obligaties, waardoor ze in staat zijn om omvangrijke duurzame projecten te financieren. Kleinere bedrijven moeten daarentegen vaak creatiever zijn in hun benadering omdat zij de kostprijs van GBI als een aanzienlijke drempel aanschouwen door een gebrek aan middelen (Arkoh et al., 2023; Marano & Kostova, 2016; Weihong et al., 2022).

De financiële gezondheid van een bedrijf is eveneens essentieel. Bedrijven die stabiel en winstgevend zijn, kunnen gemakkelijker middelen vrijmaken voor lange termijn investeringen in duurzaamheidsprojecten. Deze bedrijven hebben vaak de financiële veerkracht om te investeren in innovatie en infrastructuurprojecten die niet direct rendabel zijn, maar die op langere termijn zowel milieu- als economische voordelen opleveren (Chițimiea et al., 2021; Marano & Kostova, 2016).

De sector waarin het bedrijf actief is, beïnvloedt eveneens de mogelijkheden en de benadering van CSR-initiatieven. Bedrijven in meer vervuulende sectoren, zoals de olie- en de productiesector hebben vaak een grotere ecologische voetafdruk, wat hen motiveert om meer te investeren in duurzame infrastructuur om zowel hun milieu-impact te verminderen als hun reputatie te verbeteren. Bedrijven die zich positioneren in de dienstensector hebben zijn hier vaak in mindere mate mee bezig (Chariri et al., 2019).

Het regelgevend kader waarin een bedrijf opereert heeft ook een significante invloed op de implementatie van CSR-financiering. In landen of regio’s met strikte milieuwetgeving worden bedrijven sterker gestimuleerd om te investeren in duurzame praktijken en infrastructuur. Strikte regelgeving kan bedrijven dwingen om hun bedrijfsmodellen aan te passen en duurzame initiatieven te integreren om te voldoen aan wettelijke vereisten en boetes te vermijden (Chițimiea et al., 2021; Marano & Kostova, 2016; Weihong et al., 2022).

Een andere belangrijke externe factor is de marktdruk. Klanten en concurrenten spelen een grote rol in het stimuleren van bedrijven om duurzame praktijken te implementeren. Bedrijven die opereren in markten waar consumenten hoge verwachtingen hebben van duurzaamheid, voelen de druk om

transparant te zijn over hun milieu-impact en om te investeren in groene initiatieven. Deze marktdruk kan een sterke drijfveer zijn voor bedrijven om hun CSR-strategieën te versterken en uit te breiden (Cantele & Zardini, 2020; Hu et al., 2018).

Stakeholderdruk is nauw verwant aan marktdruk, maar omvat een bredere groep van belanghebbenden, waaronder investeerders, leveranciers en gemeenschappen. Deze belanghebbenden eisen steeds vaker dat bedrijven verantwoording afleggen over hun sociale en milieuprestaties. Bedrijven die niet voldoen aan deze verwachtingen, riskeren reputatieschade en verlies van investeerdersvertrouwen. Daarom is het verkrijgen van steun en goedkeuring van belanghebbenden van cruciaal belang in het succesvol implementeren van CSR-initiatieven (Cantele & Zardini, 2020; Hu et al., 2018). In sommige artikels wordt echter wel aangegeven dat er ook investeerders zijn die zich terughoudend kunnen opstellen tegenover investeringen in GBI vanwege het onzekere rendement. Dergelijke investeerders zijn bezorgd over de risico's en de lange termijn rendabiliteit van duurzame projecten (Lin et al., 2018; Zhang et al., 2019).

Tot slot beïnvloeden de economische stabiliteit en ontwikkeling van het land of de regio waar een bedrijf opereert de mogelijkheden voor investeringen in GBI. In een stabiele economische omgeving hebben bedrijven meer vertrouwen en zekerheid om lange termijn investeringen te doen. Economische stabiliteit zorgt voor een meer voorspelbare bedrijfsomgeving waarin bedrijven kunnen plannen en investeren in duurzame infrastructuur zonder zich zorgen te maken over plotselinge economische schokken (Hu et al., 2018). Naast stabiliteit speelt ook de staat van economische ontwikkeling van de bedrijfsomgeving een rol. In vooraanstaande economieën is er doorgaans meer toegang tot kapitaal en geavanceerde technologieën. Daarnaast is de marktdruk in dergelijke economieën ook vaak groter waardoor bedrijven die zich hierin bevinden sneller geneigd zullen zijn om zich in te zetten voor de financiering van GBI (Marano & Kostova, 2016; O'Gorman, 2020). Op basis van deze twee condities kan ook gesteld worden dat de regio waarin een bedrijf opereert van belang is.

Deze factoren kunnen grof opgedeeld worden in twee categorieën, namelijk interne en externe factoren. De opdeling is terug te vinden in tabel 2, die hieronder weergegeven wordt.

Categorie	Factor
Intern	Grootte van bedrijf Financiële gezondheid Sector
Extern	Regelgevend karakter land/regio Marktdruk Stakeholderdruk Economische stabiliteit land/regio Economische ontwikkeling Regio waarin bedrijf opereert

Tabel 2 – Overzicht invloedrijke factoren op CSR-financiering voor GBI

3. Methodologie

In de literatuurstudie werd meermaals benadrukt dat groen-blauwe investeringen als onderdeel van CSR-strategieën door bedrijven steeds meer aan populariteit winnen en in de toekomst van cruciaal belang kunnen zijn. De vraag die bij deze trend reist is: welke specifieke factoren stimuleren bedrijven daadwerkelijk voldoende om over te gaan tot dergelijke investeringen? Deze vraag kan zelfs nog worden verfijnd door ons af te vragen of er bepaalde factoren zijn die noodzakelijk zijn die bedrijven in staat stellen om binnen hun CSR-omgeving tot deze investeringen over te gaan.

Qualitative comparative analysis, oftewel QCA, is bij uitstek geschikt voor het geschikt voor het verkennen van verschillende factoren die een mogelijke invloed kunnen hebben tot het doen van investeringen in GBI als onderdeel van de CSR-strategie. Deze methode laat toe om zowel de noodzakelijke als voldoende factoren die bedrijven aanzetten tot investeringen in GBI te identificeren. QCA stelt onderzoekers in staat om de noodzakelijke factoren te identificeren door te kijken naar cases waarin deze factoren aanwezig zijn en waarbij investeringen in groen-blauwe infrastructuur plaatsvinden. Door deze noodzakelijke factoren te analyseren en te vergelijken met cases waarin dergelijke investeringen niet plaatsvinden, kunnen patronen geïdentificeerd worden die aangeven welke factoren essentieel zijn bij het nemen van dergelijke beslissingen (Greckhamer et al., 2018; Thomann & Maggetti, 2020).

Daarnaast biedt QCA ook de mogelijkheid om voldoende factoren te identificeren door te kijken naar cases waarin investeringen in GBI plaatsvinden en te analyseren welke factoren consistent aanwezig zijn. Deze factoren worden beschouwd als voldoende omdat hun aanwezigheid alleen reeds voldoende lijkt te zijn om bedrijven te motiveren om tot zulke investeringen over te gaan (Baptist & Befani, 2015; Greckhamer et al., 2018).

Door zowel noodzakelijke als voldoende factoren te identificeren, biedt QCA een diepgaand inzicht in de complexe set van invloeden die de besluitvorming van bedrijven rondom groen-blauwe investeringen beïnvloeden. Dit stelt onderzoekers in staat om effectieve strategieën te ontwikkelen en voor te stellen om bedrijven aan te moedigen om duurzame investeringen te doen en bij te dragen aan een meer maatschappelijke verantwoorde bedrijfsaanpak (Baptist & Befani, 2015; Greckhamer et al., 2018).

3.1. Motivatie voor QCA

Het gebruik van QCA in deze masterproef kan worden gemotiveerd aan de hand van verschillende argumenten.

QCA is vooral van meerwaarde in onderzoeken met een gemiddeld aantal gevallen. Deze studies hebben een casusomvang die te groot is voor conventionele kwalitatieve analyses, waarbij onderzoekers gegevens gaan bestuderen zonder het gebruik van statistische technieken, zoals diepgaande interviews, observaties en documentenanalyse. Aan de andere kant is het aantal gevallen in QCA vaak te klein voor veelvoorkomende statistische analyses, waarbij kwantitatieve gegevens

worden geanalyseerd en geïnterpreteerd met behulp van methoden zoals ANOVA-tabellen en regressieanalyses. Met QCA kunnen onderzoekers diepgaande analyses uitvoeren zonder te worden beperkt door de beperkingen van kleine steekproeven. Er wordt vaak aangegeven dat de meeste QCA-studies tussen de 10 en de 50 cases bevatten (Ide & Mello, 2022; Kraus, 2018; Thomann & Maggetti, 2020).

Het medium aantal cases leent zich goed aan voor het onderzoek naar de CSR-financiering voor GBI, waar gezocht wordt naar factoren die een drijfveer zijn voor bedrijven om te gaan investeren in dergelijke investeringen. Een klein aantal cases bestuderen is in dit geval niet aangewezen omdat dit weinig zou vertellen over de algemene motivatie van bedrijven om te gaan investeren en dit kan leiden tot een vertekening van de resultaten. Met andere woorden zal dit dus leiden tot een beperkt kwalitatief onderzoek. Een groot aantal cases is anderzijds ook niet ideaal gezien de praktische complexiteit en als gevolg hiervan het gebrek aan voldoende data (Ide & Mello, 2022).

QCA biedt een geschikte aanpak voor het behandelen van "oorzaken-van-effecten" vraagstellingen, waarbij we willen begrijpen waarom bepaalde bedrijven ervoor kiezen te investeren in groen-blaue initiatieven als onderdeel van hun CSR-strategieën. Dit vereist een benadering die configuraties en relaties tussen variabelen analyseert om de causale mechanismes te begrijpen. Bovendien is het onderzoek het best te begrijpen in termen van set relaties van noodzakelijkheid en voldoendeheid, waarbij QCA zal helpen bij het identificeren van specifieke configuraties van factoren die nodig en/of voldoende zijn voor bedrijven om te investeren in GBI. Deze set relaties zijn cruciaal voor het begrijpen van de complexe dynamiek van het onderwerp (Oana et al., 2021; Thomann & Maggetti, 2020).

Deze methode zal nader worden toegelicht door eerst in te gaan op de uitleg over QCA, gevolgd door de wiskundige achtergrond achter het gebruik van deze methode voor de behandelde onderzoeksvraag. Ten slotte wordt er gekeken naar de operationalisering en de praktische aspecten van het uitvoeren van dergelijk onderzoek.

3.2. *Qualitative Comparative Analysis*

3.2.1. Inleiding QCA

QCA is een methode die vaak zijn toepassing vindt in sociale wetenschappen en milieustudies, maar vindt sinds enkele jaren ook steeds vaker toepassingen in andere velden (Fernandes-Esquinas et al., 2021). Dit is een onderzoeksmethode die zowel kwalitatieve als kwantitatieve elementen integreert (Thomann & Maggetti, 2020). Hierbij zijn kwalitatieve aspecten casestudies en interviews, om inzicht te krijgen in de context, processen en mechanismen achter de onderzochte verschijnselen (Schneider & Rohfling, 2013; Schneider & Rohfling, 2016). Dit aspect helpt om een diepgaande kijk te verkrijgen en contextuele factoren te begrijpen die een invloed kunnen hebben op de resultaten. Aan de andere kant maakt QCA gebruik van kwantitatieve aspecten, zoals gestandaardiseerde meetinstrumenten, enquêtes en databases, samen met statistische analyses zoals regressie en correlatie, om patronen

tussen verschillende variabelen te identificeren (Cooper & Glaesser, 2016). Door een combinatie tussen kwalitatieve en kwantitatieve inputfactoren kunnen niet enkel de belangrijkste factoren geïdentificeerd worden, maar kan ook inzicht verkregen worden over hoe deze factoren met elkaar interageren en onder welke omstandigheden ze bepaalde uitkomsten veroorzaken (Thomann & Maggetti, 2020). Uitkomsten verwijzen naar specifieke resultaten waarvan onderzoekers de bepalende factoren willen onderzoeken. Deze uitkomsten kunnen zowel binair zijn, met waarden van 0 of 1, als numeriek, waarbij de uitkomst een waarde tussen 0 en 1 krijgt. Dit onderscheidt wordt verder toegelicht in sectie 3.3.1.

De centrale doelstelling van QCA is om noodzakelijke en voldoende voorwaarden te vinden die de aan- of afwezigheid van een specifieke uitkomst binnen verschillende cases kunnen verklaren (Greckhamer et al., 2018). Een noodzakelijke voorwaarde is een conditie die altijd aanwezig is wanneer de uitkomst optreedt, maar deze conditie is niet altijd voldoende om de uitkomst te veroorzaken. Een voldoende voorwaarde, of een configuratie van voorwaarden, is daarentegen wel voldoende om de uitkomst te laten optreden telkens wanneer deze aanwezig is (Baptist & Befani, 2015; Greckhamer et al., 2018). QCA maakt gebruik van Booleaanse algebra om noodzakelijke en voldoende voorwaarden te identificeren (Thiem, 2021).

QCA gaat uit van de veronderstelling van "multiple conjunctural causation", wat betekent dat een uitkomst doorgaans wordt gerealiseerd door een combinatie van onafhankelijke condities. Deze condities worden geïdentificeerd aan de hand van vooropgestelde theorieën en uitgebreide literatuurstudies over het te onderzoeken onderwerp. Verschillende combinaties van condities kunnen tot dezelfde uitkomst leiden, en de invloed van een bepaalde conditie kan variëren afhankelijk van de context. Bij QCA wordt het aantal en de aard van verschillende causale paden binnen meerdere cases bepaald (Greckhamer et al., 2018; Fainshmidt et al., 2020).

Een voorbeeld van een studie waarbij gebruik gemaakt wordt van QCA is het Nederlandse onderzoek van Kort et al. (2016), waarbij er een optimalisatie van een configuratie van organisatievormen en managementstijlen wordt onderzocht. In dit onderzoek wordt onderzocht welke combinaties van organisatorische vormen en managementstrategieën leiden tot effectieve publiek-private samenwerkingen (PPP) bij stedelijke vernieuwingsprojecten in Nederland. Hiervoor wordt een fuzzy set qualitative comparative analysis (fsQCA) uitgevoerd op enquêtedata van 50 managers. De uitkomstvariabele is de effectiviteit van deze samenwerkingen, gemeten aan de hand van de kwaliteit en duurzaamheid van de projectvoorstellen.

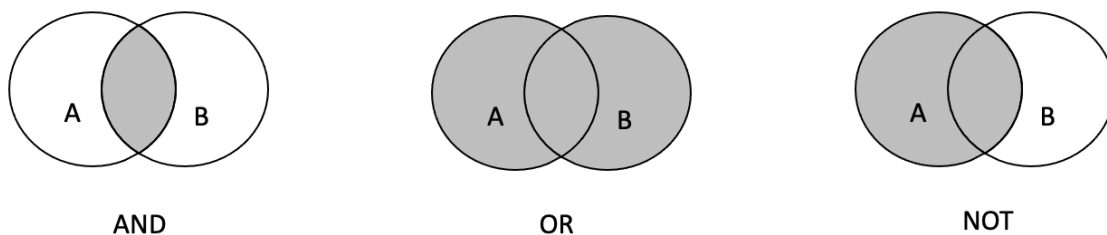
De studie van Arts & de Koning (2017) is een ander voorbeeld van een onderzoek waarbij gebruik gemaakt wordt van QCA. In deze studie wordt de effectiviteit van Community Forest Management (CMF) onderzocht met behulp van een praktijkgerichte benadering. Hiervoor maakten de auteurs gebruik van verschillende casestudies rondom CMF verspreid over landen in meerdere continenten. Ook in deze studie werden verschillende combinaties van CMF met elkaar vergeleken aan de hand van QCA om zo tot een inzicht te komen over de welke factoren zorgen voor de goede werking van CMF.

3.2.2. Wiskundige achtergrond QCA

QCA maakt gebruik van set-theoretische benadering, waarbij maatschappelijke verschijnselen worden beschouwd als behorende tot specifieke sets, waarin de configuraties van variabelen worden weergegeven. Met andere woorden, het benadrukt hoe verschillende variabelen samenwerken en zich tot elkaar verhouden om bepaalde patronen of configuraties te vormen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van set-theoretische concepten zoals necessity en sufficiency om dergelijke patronen te begrijpen (Fernández-Esquinas et al., 2021).

Deze benadering is gebaseerd op Booleaanse algebra, een tak uit de wiskunde die nauw verbonden is aan de verzamelingenleer, oftewel de set-theorie (Thiem, 2021). Booleaanse algebra houdt zich bezig met de manipulatie en analyse van logische uitspraken, waarbij logische waarden, zoals waarheid en onwaarheid, meestal aangeduid met respectievelijk 1 en 0, worden gebruikt om relaties tussen uitspraken uit te drukken. Deze tak van de wiskunde maakt gebruik van de zogenaamde logische operatoren waaronder AND, OR en NOT. Door deze operatoren toe te passen kunnen logische uitspraken worden geanalyseerd en geformuleerd (Duşa & Cernat, 2019).

De operatoren kunnen zowel visueel als in een tabelvorm gelinkt aan Booleaanse algebra en de set-theorie worden voorgesteld.



Figuur 3– Visuele voorstelling logische operatoren, gebaseerd op Oana et al. (2021)

Logische operator	Booleaanse algebra	Set-theorie
AND	Multiplicatie: $A \bullet B$	Intersectie: $A \cap B$
OR	Additie: $A + B$	Unie: $A \cup B$
NOT	Negatie: $1 - B$	Complement: $\sim B$

Tabel 3– Operatoren toegepast op Booleaanse algebra & set-theorie (Mello, 2021)

In relatie tot QCA biedt Booleaanse algebra een gestructureerde manier om logische relaties tussen variabelen te begrijpen. QCA behandelt variabelen als logische uitspraken en gebruikt Booleaanse

operatoren om de configuraties van variabelen te analyseren die leiden tot bepaalde uitkomsten (Baptist & Befani, 2015; Thiem, 2021).

3.3. Operationalisering QCA

QCA volgt doorgaans een gestructureerd proces, zoals visueel weergegeven wordt in figuur 4. Dit proces zal ook de leidraad zijn waarin het kader van de operationalisering van QCA-onderzoek geschetst wordt.

Het proces begint met een grondige literatuurstudie om het onderwerp te begrijpen en relevante theoretische kaders te identificeren, zoals in deze studie werd uitgevoerd in sectie 2.2.1.3. Op basis hiervan wordt een uitkomst bepaald, waarbij ook meteen wordt gezocht naar mogelijke factoren die een invloed kunnen hebben rond de besluitvorming over deze uitkomst. Vervolgens wordt een onderzoeksontwerp opgesteld waarbij de manier van dataverzameling wordt uitgewerkt en wordt nagegaan welke factoren en uitkomsten geanalyseerd zullen worden op basis van welke cases. Het is hierbij het eenvoudigst om te denken over condities als een set die tot een bepaalde uitkomst behoort of niet (Oana et al., 2021). Het onderzoeksontwerp voor deze studie staat uitgewerkt in sectie 3.4.

Na het opstellen van een onderzoeksontwerp volgt de fase van de effectieve dataverzameling, waarbij informatie wordt verzameld uit verschillende bronnen, gevolgd door een proces van kalibratie om ervoor te zorgen dat de gegevens op consistente wijze worden verzameld en geïnterpreteerd. Hier zal verder op worden ingegaan in sectie 3.3.1.

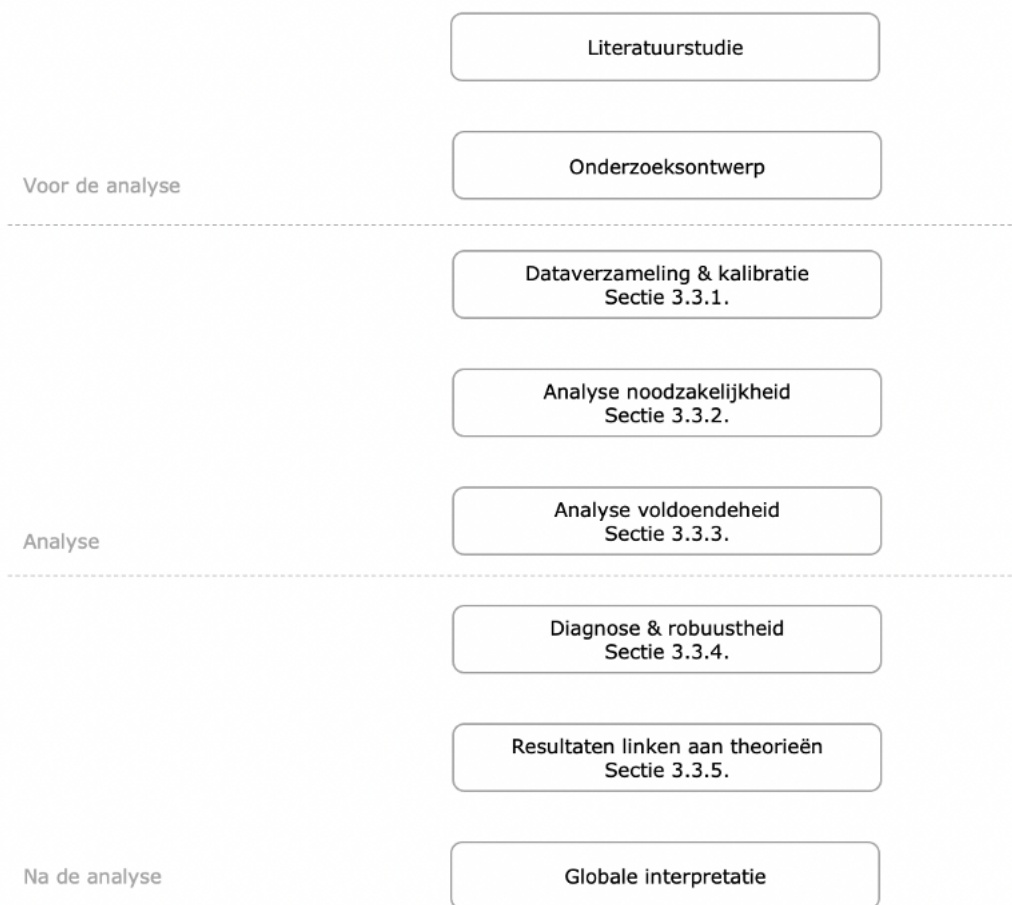
De eigenlijke analyse begint met het onderzoeken van de noodzakelijke factoren die aanwezig moeten zijn voor een bepaalde uitkomst. Vervolgens kan er ook gekeken worden naar de voldoende factoren. Een diepgaande uitleg van deze analyses wordt gegeven in respectievelijk secties 3.3.2. en 3.3.3.

Na de analyse van *necessity* en *sufficiency* volgt de diagnosefase, waarin de resultaten worden geïnterpreteerd en patronen worden onderzocht. Hierbij wordt vaak een robuustheidsanalyse uitgevoerd om de validiteit van de bevindingen na te gaan. Dit wordt besproken in sectie 3.3.4.

Ten slotte worden de resultaten gekoppeld aan bestaande theorieën en modellen, wat nader verklaard wordt in sectie 3.3.5., en vindt er een globale interpretatie plaats om de betekenis van de bevindingen te begrijpen en aan te tonen hoe ze bijdragen aan het begrip van het onderzochte fenomeen.

Bij de stappen waar het mogelijk is zal ook telkens de bijbehorende R-code gegeven worden om de beschreven stappen uit te voeren in R. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de handboeken van Duşa (2018), Mello (2021) en van Oana et al. (2021) en met behulp van het R-pakket "QCA".

Onderzoeksvraag: Welke factoren hebben een invloed op de bereidheid van bedrijven om te investeren in groen-blauwe infrastructuur als onderdeel van hun CSR-strategie?



Figuur 4 – Stappenplan QCA, gebaseerd op Oana et al. (2021)

3.3.1. Dataverzameling en kalibratie

Nog voor de effectieve analyse begint, moet de empirische data verzameld en voorbereid worden om de cases in de QCA te vergelijken. De eerste stap hierbij is de meting, er moet bedacht worden hoe het concept, dat de set vertegenwoordigd, geobserveerd kan worden in de realiteit. Zoals eerder reeds besproken kan dit zowel aan de hand van kwalitatieve als kwantitatieve informatie. Een belangrijk aspect bij het verzamelen van de data met betrekking tot de uitkomst, is dat er zowel cases moeten worden geselecteerd waar de uitkomst aanwezig als afwezig is (Duşa, 2018; Oana et al., 2021; Robinson et al., 2019).

Wanneer de dataverzameling volbracht is, moeten de beschikbare gegevens over de cases getransformeerd worden zodat ze de sets weerspiegelen waarin het onderzoek geïnteresseerd is. Het proces van het transformeren van ruwe data in setlidmaatschapsscores om te bepalen in hoeverre cases tot een bepaalde set behoren, wordt kalibratie genoemd. Dit proces moet gebaseerd zijn op

theoretisch onderbouwde keuzes van drempelwaarden, soms ook wel ankerpunten genoemd, en kan in de meeste gevallen niet volledig mechanisch worden uitgevoerd. In QCA bestaan twee fundamentele benaderingen om dit te doen: namelijk de crisp-set (csQCA) en de fuzzy-set (fsQCA) benadering (Duşa, 2018).

3.3.1.1. Crisp-set QCA (csQCA)

Bij csQCA worden causale condities en uitkomsten gecodeerd als ofwel aanwezig, gekenmerkt door waarde "1", ofwel afwezig, gekenmerkt door waarde "0". Hier zijn geen tussenliggende waarden, waardoor de variabelen binair worden behandeld. Een intuïtief voorbeeld hiervan is volwassen zijn. Wanneer een persoon ouder dan 18 is wordt deze beschouwd als volwassene, als een persoon jonger dan 18 jaar is wordt deze niet als een volwassene beschouwd. In dit geval zijn er geen tussenliggende waarde en kan een persoon slechts tot één van de twee categorieën behoren. Het doel van crisp-set QCA is om configuraties van causale condities te identificeren die nodig zijn om een bepaalde uitkomst te produceren. Deze configuraties worden weergegeven als logische formules waarin de condities worden gecombineerd met logische operatoren zoals hierboven besproken. Deze methode is vooral nuttig wanneer de aan- of afwezigheid van variabelen duidelijk is en wanneer er geen behoefte is aan tussenliggende waarden (Fainschmidt et al., 2020). De kalibratie van een crisp-set kan zowel manueel als geautomatiseerd gebeuren. Bij een handmatige input gaat de onderzoeker voor elke case bepalen welke waarde de condities en de uitkomsten krijgen. Aan de andere kant kan dit worden geautomatiseerd via software, waarbij bepaalde input zoals "ja" of "nee" respectievelijk de waarden 1 en 0 worden toegewezen. Voor numerieke input kan er gewerkt worden met een grenswaarde die door de onderzoeker wordt ingesteld. Alle inputwaarden boven de grenswaarde krijgen dan bijvoorbeeld de waarde 1 toegekend, terwijl alle inputwaarden onder de grenswaarde de waarde 0 krijgen toegewezen (Duşa, 2018).

Het onderzoek van Civera et al. (2020) over spanningen, conflicten en missie vervanging in sociale ondernemingen is een voorbeeld van een studie die gebruik maakt van csQCA. Hierbij wordt er onderzoek gedaan naar hoe sociale ondernemingen zich kunnen positioneren en welke strategieën ze kunnen toepassen om te voorkomen dat ze verschuiven naar puur commerciële of puur sociale resultaten. Het empirisch gedeelte maakt gebruik van csQCA, waarbij binaire waarden worden toegekend aan de implicatie van bepaalde strategieën. De data die de onderzoekers ter beschikking hadden was dichotoom, wat leidde tot de keuze van csQCA over fsQCA.

Om een crisp-set te kalibreren op basis van binaire input, zoals bijvoorbeeld "ja" en "nee" of "in" en "uit", kan je via de eenvoudige `cstar()` functie van het QCA pakket de data omzetten naar een crisp-set.

```
crisp_data <- cstar(data)
```

Wanneer er echter een set is met numerieke data heb je naast de data ook een drempelwaarde nodig. Deze kan zoals reeds aangehaald het best manueel bepaald worden, op basis van de literatuur en theoretische achtergrond. Indien dit echter niet mogelijk is kan R een drempelwaarde bepalen

aan de hand van de `findTh()` functie die op zoek gaat naar welke drempelwaarde de data het best scheid in een bepaald aantal groepen. Wanneer deze gevonden is kan deze ingevuld worden in de `calibrate()` functie om tot een volwaardige crisp-set te komen (Duşa, 2018).

```
Drempelwaarde <- findTh(data)
crisp_data <- calibrate(data, type = "crisp", threshold = drempelwaarde)
```

3.3.1.2. Fuzzy-set QCA (fsQCA)

In tegenstelling tot csQCA maakt fsQCA gebruik van een meer flexibele benadering met een spectrum van mogelijke waarden tussen 0 en 1. Deze benadering stelt onderzoekers in staat om complexiteit van data beter vast te leggen door gradaties van aan- of afwezigheid van condities en uitkomsten te erkennen. In fsQCA worden variabelen gekalibreerd voor hun mate van lidmaatschap in sets van gevallen wat resulteert in scores die variëren tussen 0 en 1 (Fainschmidt et al., 2020; Schatz & Welle, 2016). Het kalibreren van data is dus een essentieel aspect bij het gebruik van fuzzy-sets, dit kan zowel handmatig worden uitgevoerd op basis van de expertise van de onderzoeker, als met behulp van algoritmen (Chang & Cheng, 2014; Kraus et al., 2018).

In een onderzoek rond de werk-privébalans van R&D-professionals in high-tech industrieën, wordt onderzocht welke factoren belangrijk zijn voor de tevredenheid over hun baan. In dit onderzoek wordt een 7-punts Likert-schaal omgezet naar een fuzzy-set en wordt hier Booleaanse algebra op toegepast om tot de gewenste resultaten te komen. De waarden op de Likert schaal worden omgezet naar fuzzy-set lidmaatschapsscores via $(x-1)/6$. Volgens deze formule komt een score van 1 overeen met een lidmaatschapsscore van 0 (volledig niet-lidmaatschap) en een score van 7 met een lidmaatschapsscore van 1 (volledig lidmaatschap). Bijvoorbeeld, een Likert-score van 3 van de Likert wordt omgezet naar een lidmaatschapsscore van 0,33. Dit is een voorbeeld van een studie die gebruik maakt van fsQCA en de methode van directe toekenning toepast (Chang & Cheng, 2014).

De kalibratie van fuzzy-sets kan op meerdere manieren gebeuren. De directe toekenning van fsQCA is de meest eenvoudige manier om fuzzy-sets te kalibreren. Hierbij worden fuzzy scores gescheiden op basis van een aantal verschillende drempelwaardes die door de onderzoekers zelf vooropgesteld worden. Op deze manier worden een aantal gradaties van lidmaatschap voorgesteld. Ook op onderzoeken die gebruik maken van vragenlijsten met Likertschalen is deze methode toepasbaar. Om een lidmaatschap van maximale meerduidigheid (0.5) te vermijden, wordt doorgaans geopteerd om gebruik te maken van vier drempelwaarden om de ruwe data om te zetten in een fuzzy set. Op deze manier bekom je waarden van 0, 0.33, 0.66 en 1 en wordt elke waarde toegekend aan een van deze vier categorieën. De kalibratie in R hiervoor is ook relatief eenvoudig wanneer er gebruik gemaakt wordt van de `recode()` functie en de gekozen drempelwaarden (X,Y,Z) worden ingevuld (Duşa, 2018).

```
fuzzy_set <- recode(data, cuts = "X, Y, Z", values = "0, 0.33, 0.66, 1")
```

Als de data een waarde bevat die kleiner is dan X zal deze lidmaatschapsscore 0 krijgen. Wanneer er zich in de data een waarde voordoet die zich tussen drempelwaarden X en Y bevindt zal deze 0,33

als lidmaatschapsscore krijgen. Indien de waarde zich bevindt tussen drempelwaarden Y en Z wordt hier een lidmaatschapsscore van 0.66 toegekend. Als een waarde in de data groter is dan Z zal deze een lidmaatschapsscore van 1 krijgen.

Een andere manier om de kalibratie van fuzzy-sets te benaderen is de directe kalibratie methode. Deze methode is vooral geschikt wanneer de data bestaat uit continue waarden, maar is in principe ook bruikbaar bij niet-continue data. Voor deze methode kiezen onderzoekers waarden voor volledig niet-lidmaatschap (score = 0), aangeduid als "e" voor *exclusion*, volledig lidmaatschap (score = 1), aangeduid met "i" wat staat voor *inclusion*, en het crossover punt, dat maximale onzekerheid over het lidmaatschap aangeeft (score = 0.5), wat aangeduid wordt met "c". Deze waarden worden ook wel ankers genoemd in verschillende literatuur. In R kan dit worden toegepast aan de hand van onderstaande code (Duşa, 2018; Mello, 2021; Oana et al., 2021):

```
fuzzy_set <- calibrate(data, type = "fuzzy", thresholds = "i=X, c=Y, e=Z")
```

In deze functie in R zit een logistische functie ingebouwd om de ruwe data om te zetten in fuzzy-set scores. Wanneer we de kalibratie in een curve weergeven heeft deze een S-vorm. Omwille van het logistische karakter van de kalibratiemethode worden de uiterste waarden asymptotisch benaderd, wat betekend dat ze nooit exact zullen worden bereikt. Omdat 0 en 1 dus nooit zullen worden gebruikt, worden 0.05 en 0.95 vaak gebruikt als praktische conventionele grenswaarden om volledig niet-lidmaatschap en volledig lidmaatschap weer te geven (Oana et al., 2021). De output van deze R-code is een nieuw object "fuzzy-set", dat een data frame met gekalibreerde fuzzy-set scores bevat (Duşa, 2018).

In het handboek van Oana et al. (2021) wordt dit geïllustreerd aan de hand van een voorbeeld van cijfers die studenten behaalden op een test, geschaald van 0 tot 100. De set van goede studenten krijgt een volledige lidmaatschapsscore "i", namelijk 70. Dit betekent dat een student tot de set van goede studenten behoort als hij 70 of meer op de test behaalde. Als waarde voor een volledige niet-lidmaatschapsscore, aangeduid met "e" wordt in het voorbeeld 40 gebruikt. Wanneer een student dus 40 of minder op de test haalde, behoort hij volledig tot de set van de niet-goede studenten. Als crossover punt, "c", werd gekozen voor 59.9. Als een student dit cijfer behaalde heerst er dus maximale onzekerheid over tot welke set hij behoort. De auteurs van het boek geven aan dat deze score bewust gekozen is en geen geheel getal is, omdat deze score nooit gegeven wordt en op deze manier cijfers op het crossover punt vermeden kunnen worden. De bijbehorende R-code voor de kalibratie van deze set ziet er als volgt uit:

```
fuzzy_set <- calibrate(data, type = "fuzzy", thresholds = e = 40, c = 59.9, i = 70)
```

Voor dit voorbeeld worden de cijfers van de studenten gekalibreerd op basis van bovenstaande ankerpunten. Wanneer een student een testscore behaald heeft van 50, zal deze dus een lidmaatschapsscore krijgen van ongeveer 0.25 omdat dit tussen de volledig niet-lidmaatschapsscore (40) en het crossover punt (59.9) ligt.

Zoals Mello (2021) weergeeft in zijn handboek is een veelvoorkomende misconceptie over fuzzy-sets dat de toegekende waarden waarschijnlijkheden weergeven. Dit is echter niet het geval. In het

handboek wordt een voorbeeld gegeven aan de hand van pikante pepers om dit te schetsen. Stel dat je twee pepers hebt, peper A met een kans van 1% om erg pittig te zijn, en peper B, met een fuzzy-lidmaatschapsscore van 0.01. Op het eerste zicht kan het lijken alsof er geen verschil is in de keuze tussen de pepers wanneer je graag een niet pikant-gerecht wil koken zonder hete peper. Echter, bij nadere beschouwing zou het duidelijk moeten worden dat bij peper A de kans 1 op 100 is dat je een pikante peper hebt, waar je voor peper B zeker weet dat de peper bijna volledig buiten de set van pikante pepers valt. Op deze manier is peper B dus de betere keuze voor het koken van een mild gerecht.

3.3.2. Analyse necessity ($X \leq Y$)

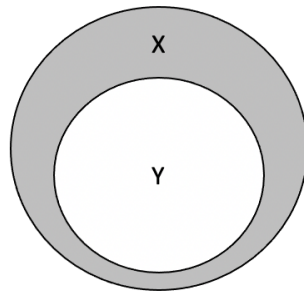
Een conditie X wordt als noodzakelijk beschouwd voor uitkomst Y als elke keer dat Y optreedt, conditie X ook aanwezig is. Deze relatie wordt aangeduid als $X \leq Y$, wat betekent dat X noodzakelijk is voor Y. Een belangrijk aspect hierbij is dat hoewel de aanwezigheid van X impliceert dat ook Y aanwezig is, het omgekeerde niet altijd waar is. Met andere woorden, omdat een geval onder conditie X valt, betekent dit niet automatisch dat het ook onder uitkomst Y valt. Deze asymmetrie benadrukt dat een verklaring van noodzaak alleen betrekking heeft op gevallen met uitkomst Y, waar X ook aanwezig moet zijn. Het biedt geen informatie over gevallen zonder uitkomst Y en hun relatie met conditie X (Oana et al., 2021). Er wordt ook geen causaal verband gesuggereerd door necessity. De aanwezigheid van Y leidt niet tot de aanwezigheid van X, maar als uitkomst Y aanwezig is, is X dat ook (Duşa, 2018).

Dit concept kan worden geïllustreerd aan de hand van een eenvoudig en alledaags voorbeeld: het bakken van een cake. Om een cake te bakken, moet men noodzakelijkerwijs beschikken over alle ingrediënten die nodig zijn voor het beslag. Zonder een van deze ingrediënten, zoals bloem, is het niet mogelijk om de cake te bakken. Echter, het hebben van alle benodigde ingrediënten garandeert niet automatisch dat de persoon de cake daadwerkelijk zal bakken.

In bovenstaand voorbeeld, is de aanwezigheid van alle essentiële ingrediënten een noodzakelijke voorwaarde bij het bakken van de cake. Als een van de ingrediënten ontbreekt, zal het niet mogelijk zijn om het gewenste resultaat, namelijk een gebakken cake, te bereiken.

3.3.2.1. *Necessity in crisp-sets*

In zijn handboek geeft Duşa (2018) deze relatie voor crisp-sets visueel weer aan de hand van een Euler/Venn-diagram als onderdeel van de set-theorie. Een bijkomend gegeven hierbij is dat wanneer conditie X noodzakelijk is voor uitkomst Y, Y een subset van X moet zijn.



Figuur 5 – Visuele weergave van $X \leq Y$ gebaseerd op Duşa (2018)

Dit gegeven kan ook weergegeven worden in een 2 bij 2 tabelvorm. Hierbij wordt er steeds weergegeven of conditie X en uitkomst Y al dan niet aanwezig zijn. Op deze manier wordt duidelijk welke gevallen wel en niet moeten samenvallen om necessity aan te tonen. Om de necessity na te gaan moet er gekeken worden in de rechterbovenhoek. Hier moeten gevallen voor gevonden worden, wat betekent dat zowel conditie X als uitkomst Y aanwezig zijn. In de linkerbovenhoek mogen echter geen gevallen voorkomen omdat deze gevallen de uitkomst tonen zonder dat de noodzakelijke conditie aanwezig is. Gevallen die geen lid zijn van de uitkomst ($Y = 0$) zijn niet direct relevant om te bepalen of X een noodzakelijke conditie is voor Y (Duşa, 2018; Oana, 2021).

Uitkomst Y	1	Geen cases	Cases
	0	Niet relevant	Niet relevant
		0	1
		Conditie X	

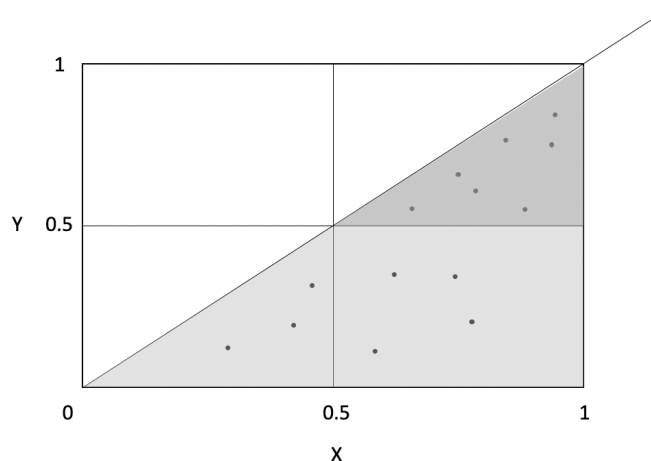
Tabel 4 – Tabelweergave $X \leq Y$ gebaseerd op Duşa (2018)

3.3.2.2. Necessity in fuzzy-sets

Bij fuzzy-sets wordt necessity anders benaderd dan bij crisp-sets. Ook hier moet een noodzakelijke voorwaarde X een superset zijn van uitkomst Y, maar in het geval van fuzzy-sets betekent dit dat elke lidmaatschapsscore voor conditie X minstens zo hoog, of hoger moet zijn dan de lidmaatschapsscore van de bijbehorende uitkomst Y. Dit principe wordt visueel weergegeven in zogenaamde XY-plots, waar de conditie X op de horizontale as wordt geplaatst en de uitkomst Y op

de verticale as. De gevallen worden als punten weergegeven op deze plot, afhankelijk van hun lidmaatschapswaarden in X en Y (Mello, 2021; Oana et al., 2021).

In een dergelijke plot is het van belang om te zien waar de punten zich bevinden in relatie tot de diagonaal en de grenslijn bij $X = 0.5$ en $Y = 0.5$. Gevallen onder de diagonaal, voornamelijk in het kwadrant rechts boven waar $X > 0.5$ en $Y > 0.5$, zijn indicaties voor necessity. Dit betekent dat ze niet alleen een hoger lidmaatschap hebben in X dan in Y, maar ook overwegend meer binnen dan buiten zowel de conditie- als de uitkomstsets vallen (Duşa, 2018; Oana et al., 2021).



Figuur 6– Visuele weergave XY-plot, gebaseerd op Mello (2021) & Oana et al. (2021)

Het gaat bij necessity in fuzzy-sets dus niet alleen hebben over het hebben van een hoger lidmaatschap in X dan in Y, maar ook om de mate waarin gevallen binnen beide sets vallen, zoals weergegeven in XY-plots.

3.3.2.3. *Parameters of fit necessity*

In de realiteit zijn perfecte setrelaties eerder de uitzondering dan de norm in onderzoek. Vaak zijn er enkele gevallen die toch ingaan tegen de algemene trend. Dit kan te wijten zijn aan verschillende redenen waaronder vage theorieën, onnauwkeurige gegevens of door toevalligheden. De consistentiemaatstaf geeft numeriek weer in hoeverre empirisch bewijs overeenkomt met een setrelatie, met name noodzakelijkheid. Deze maat varieert van 0 tot 1, waarbij hogere waarden een meer consistente noodzakelijkheidsrelatie aangeven. Over het algemeen wordt een consistentiedrempel van minstens 0.90 gebruikt om een bepaalde voorwaarde als noodzakelijk te beschouwen. Een consistentiewaarde kleiner dan 1 duidt bij crisp-sets op de aanwezigheid van gevallen die de uitkomst vertonen, maar niet de veronderstelde noodzakelijke voorwaarde. Bij fuzzy-sets duidt een consistentiescore die lager dan 1 is erop dat de conditieset niet altijd groter is dan de uitkomstset, wat wijst op de aanwezigheid van afwijkende gevallen. Voor noodzakelijke voorwaarden wordt een minimale consistentiescore van 0.90 aanbevolen (Ide & Mello, 2021; Mello, 2021; Oana et al., 2021).

De consistentiescores worden berekend met de hulp van een formule die de mate van overeenstemming tussen de condities en de uitkomsten van een analyse meet. Deze formule deelt de som van de minimumlidmaatschapsscore voor de conditie en de uitkomst door de totale score voor de uitkomst. Deze formule om consistentie voor noodzakelijkheid te berekenen kan wiskundig weergegeven worden als:

$$Cons_{noodz} \frac{\sum \min(X_i, Y_i)}{\sum Y_i}$$

Deze formule kan omgevormd worden naar een formule die gebruik maakt van de logische operatoren:

$$Cons_{noodz} \frac{X_i \cap Y_i}{Y_i}$$

Een andere parameter die belangrijk is in QCA is de dekking, oftewel *coverage*. Het meet de mate waarin een voorwaarde relevant is voor het begrijpen van de uitkomst. Een hoge dekkingsmaat duidt op een sterke relatie tussen de voorwaarde en de uitkomst, terwijl een lage dekkingsmaat wijst op een minder sterke relatie. Het kan ook helpen om te bepalen of een voorwaarde triviaal is, wat betekent dat deze bijna altijd aanwezig is en weinig variatie vertoont binnen de dataset (Duşa, 2018; Mello, 2021; Oana et al., 2021).

De score voor dekking wordt berekend met behulp van een formule die de mate van relevantie van een voorwaarde ten opzichte van de uitkomst meet. Deze formule deelt de som van de minimale lidmaatschapsscores voor de voorwaarden en de uitkomst door de totale score voor de voorwaarden (Duşa, 2018). Deze formule kan wiskundig worden weergegeven als:

$$Dekking_{noodz} \frac{\sum \min(X_i, Y_i)}{\sum X_i}$$

Ook deze formule kan omgevormd worden naar een formule die gebruik maakt van de logische operatoren:

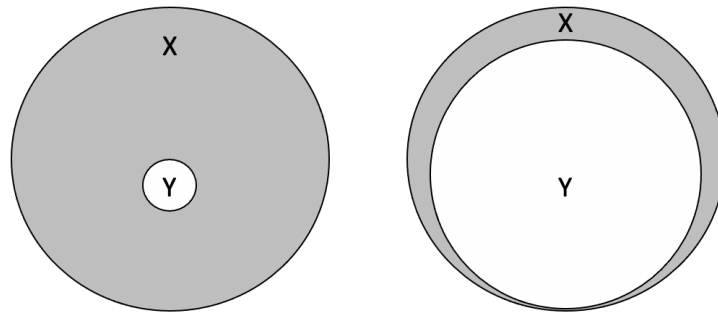
$$Dekking_{noodz} \frac{X_i \cap Y_i}{X_i}$$

Als een noodzakelijke voorwaarde, zoals "democratie" voor het uitbreken van politieke instabiliteit, wordt geïdentificeerd, wordt de dekkingsmaat gebruikt om te beoordelen hoe relevant deze voorwaarde is voor het verklaren van gevallen van politieke instabiliteit. Als bijna alle gevallen van politieke instabiliteit voldoen aan de voorwaarde van democratie, zou een hoge dekkingsmaat worden verkregen. Hieruit zou worden gesuggereerd dat democratie een sterke relatie heeft met politieke instabiliteit (Oana et al., 2021).

Echter, kan de dekkingsmaat ook aangeven wanneer een noodzakelijke voorwaarde triviaal is. Dit gebeurt wanneer de voorwaarde bijna altijd aanwezig is en weinig variatie vertoont. Bijvoorbeeld, als zuurstof wordt geïdentificeerd als een noodzakelijke voorwaarde voor een reeks gebeurtenissen, maar zuurstof bijna overal aanwezig is, heeft deze verklaring weinig analytische waarde. De dekkingsmaat kan ons helpen te onderscheiden tussen relevante en triviale noodzakelijke

voorwaarden door aan te geven of de voorwaarde wijdverspreid is en weinig variatie vertoont in de dataset (Duşa, 2018; Mello, 2021).

Bovenstaande voorbeelden kunnen visueel weergegeven worden aan de hand van Venn/Euler diagrammen zoals figuur 5. In het linkse geval wordt een heel hoge dekking graad weergegeven, zoals dat het geval is in het voorbeeld rond democratie en politieke instabiliteit. In het rechtse geval wordt de omgekeerde situatie weergegeven waar er zich een heel lage dekking graad voordoet, zoals dat het geval is in het voorbeeld rond zuurstof en vuur.



Figuur 7– Visuele weergave dekking graad, gebaseerd op Oana et al., 2021

Tenslotte is er ook nog de *relevance of necessity* (RoN) parameter. Deze parameter werd het leven ingeroepen omwille van de triviale verklaring die dekking geeft in gevallen waar X zowel de aanwezigheid als de afwezigheid van uitkomst Y omvat. De RoN houdt hier rekening mee door zowel de grootteverschillen tussen X en Y als tussen X en $\sim X$ in overweging te nemen. De formule hiervoor is:

$$RoN = \frac{\sum(1 - X_i)}{\sum(1 - \min(X_i, Y_i))}$$

In de praktijk worden vaak zowel de dekking als de RoN meegenomen in QCA-studies. Hiervoor is nog geen consensus over drempelwaarden, maar auteurs geven aan dat een RoN waarde dicht bij 0.5 voor extra voorzichtigheid van de onderzoekers moet zorgen (Oana et al., 2021).

De drie bovenstaande parameters of fit; consistentie, dekking en RoN, kunnen weergegeven worden in R aan de hand van de `pof()` functie uit het QCA pakket.

```
pof("X", "Y", data, relation = "necessity") of pof("X <= Y", data)
```

De verkregen output van bovenstaand commando ziet er als volgt uit:

		inclN	RoN	covN
1	X	1.00	0.800	0.800

Figuur 8 - Output `pof()` commando (Dusa, 2018)

De output van het commando geeft allereerst de consistentiescore weer, aangeduid als inclN. Zoals eerder reeds aangehaald, bestaat er voor deze score een drempelwaarde van 0.9. Als dit het geval is moeten onderzoekers nagaan of de conditie in kwestie wel voldoende verklaringskracht voor de uitkomst heeft. Naast de inclN kunnen respectievelijk de RoN en de dekkingswaarde teruggevonden worden. Het is pas nuttig om naar deze waarden te kijken wanneer de consistentie boven de drempelwaarde ligt (Duşa, 2018; Oana et al., 2021).

Elke potentiële noodzakelijke voorwaarde moet ook conceptueel zinvol zijn. Dit impliceert dat, zelfs wanneer een bepaalde voorwaarde een hoge waarde heeft voor de consistentiescore, dekking en de RoN, het nog steeds essentieel is om een theoretische uitleg te zoeken voor de relatie tussen de voorwaarde X en de uitkomst Y. Op deze manier kan de validiteit en de relevantie van de onderzoeksresultaten gewaarborgd worden (Oana et al., 2021)

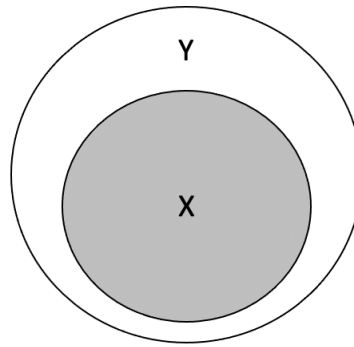
3.3.3. Analyse sufficiency ($X \Rightarrow Y$)

Sufficiency is een ander fundamenteel begrip binnen QCA. Dit verwijst naar de mate waarin een bepaalde conditie of configuratie van voorwaarden voldoende is om een bepaalde uitkomst te veroorzaken. Met andere woorden, als een bepaalde conditie, of set van condities aanwezig is, is de gewenste uitkomst gegarandeerd. In termen van logische notatie wordt sufficiency vaak uitgedrukt als $X \Rightarrow Y$, wat betekent dat als X aanwezig is, Y ook aanwezig moet zijn. Conditie X is dus voldoende om uitkomst Y te veroorzaken en is nooit aanwezig in de afwezigheid van Y. Het is daarentegen wel zo dat Y ook kan optreden zonder de aanwezigheid van conditie X (Duşa, 2018; Mello, 2021; Oana et al., 2021).

Terwijl noodzakelijkheid zich richt op de aanwezigheid van condities die essentieel zijn voor het optreden van een bepaalde uitkomst, draait sufficiency om de vraag of een specifieke conditie voldoende is om diezelfde uitkomst te garanderen. In dit opzicht zijn beide concepten in zekere mate spiegelbeelden van elkaar. Dit wordt ook duidelijk weergegeven in de visuele representaties van beide concepten (Duşa, 2018).

3.3.3.1. *Sufficiency in crisp-sets*

Duşa (2018) visualiseert deze relatie voor crisp-sets, net zoals voor noodzakelijkheid, aan de hand van een Euler/Venn diagram, als onderdeel van de set-theorie. Een belangrijk aspect hierbij is dat wanneer conditie X voldoende is voor uitkomst Y, Y een superset van X moet zijn. De vaststelling dat Y een grotere set is dan X geeft aan dat er nog andere condities zijn die de rest van set Y kunnen verklaren.



Figuur 9– Visuele weergave van $X \Rightarrow Y$, gebaseerd op Duşa (2018)

Dit concept kan voor crisp-sets ook worden weergegeven in de vorm van een 2 bij 2 tabel, zoals ook werd gedaan voor noodzakelijkheid in tabel 2. In deze tabel wordt aangegeven of conditie X en uitkomst Y al dan niet aanwezig zijn. Om sufficiency na te gaan moet er gekeken worden naar de tweede kolom. De rechterbovenhoek, die aangeeft dat zowel X als Y aanwezig zijn moet cases bevatten. Het kwadrant rechtsonder, waar conditie X voorkomt zonder de aanwezigheid van uitkomst Y mag daarentegen geen cases bevatten opdat X een voldoende voorwaarde zou zijn voor Y. Gevallen die geen lid zijn van de conditie ($X = 0$) zijn niet direct relevant om te bepalen of X een voldoende voorwaarde is voor Y.

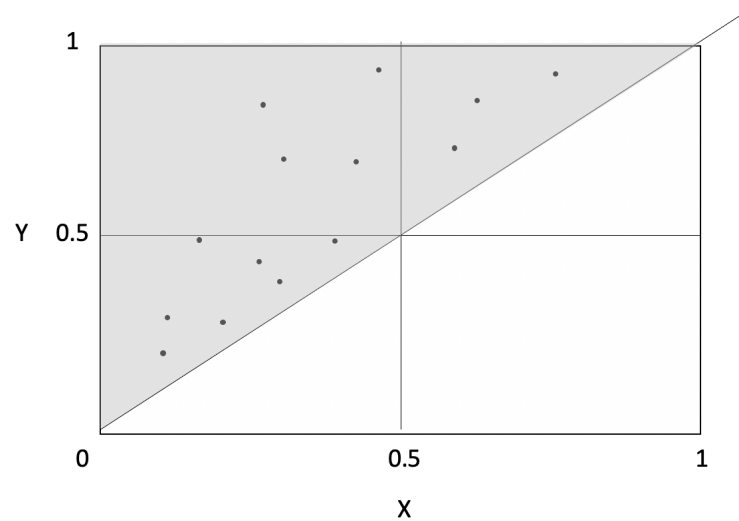
Uitkomst Y	1	Niet relevant	Cases
	0	Niet relevant	Geen cases
		0	1
		Conditie X	

Tabel 5 - Tabelweergave $X \Rightarrow Y$, gebaseerd op Duşa (2018)

3.3.3.2. Sufficiency in fuzzy-sets

Bij fuzzy-sets moet een voldoende voorwaarde X een subset zijn van uitkomst Y. Een subsetrelatie wordt weergegeven wanneer voor elke case geldt dat de lidmaatschapsscore voor conditie X kleiner of gelijk aan de lidmaatschapsscore voor de uitkomst Y. Net als voor noodzakelijkheid, zijn ook voor sufficiency XY-plots een krachtig element om setrelaties tussen fuzzy-sets te visualiseren (Oana et al., 2021).

Om te voldoen aan de kenmerken van een voldoende voorwaarde is het dus noodzakelijk dat de gevallen zich positioneren boven of op de hoofddiagonaal omdat het gebied boven of op de hoofddiagonaal het gebied is waar $X \leq Y$.



Figuur 10 - Visuele weergave XY-plot, gebaseerd op Mello (2021) & Oana et al. (2021)

Deze figuur geeft duidelijk weer dat noodzakelijkheid en sufficiency elkaars spiegelbeeld zijn. In het geval van noodzakelijkheid moeten de cases zich onder de hoofddiagonaal bevinden, terwijl in het geval van sufficiency de cases zich in het grijze gebied boven de hoofddiagonaal moeten bevinden (Duşa, 2018).

3.3.3.3. Parameters of fit sufficiency

Net zoals bij noodzakelijkheid wordt er bij sufficiency gebruik gemaakt van enkele parameters of fit. Consistentie is redelijk gelijkaardig aan de interpretatie van noodzakelijkheid, maar voor dekking is de werking in de omgeving van sufficiency verschillend. Daarnaast is er nog een bijkomende parameter, namelijk de PRI-score (Duşa, 2018; Ide & Mello, 2021; Mello, 2021; Oana et al., 2021).

Consistentie duidt zoals besproken in sectie 3.3.2.3. op in hoeverre de aanwezigheid van een specifieke conditie, X, overeenkomst met het optreden van de gewenste uitkomst, Y. Hier wordt dan een consistentiescore aan toegekend, die varieert tussen 0 en 1, waarbij hogere waarden een sterker verband tussen X en Y aangeven. Deze score wordt berekend door de verhouding te nemen van de minimale lidmaatschapsscore tussen X en Y tot de som van alle lidmaatschapsscores van de cases in X. Dit kan wiskundig worden weergegeven aan de hand van volgende formule (Duşa, 2018; Oana et al., 2021; Mello, 2021):

$$Cons_{voldoende} = \frac{\sum \min(X_i, Y_i)}{\sum X_i}$$

Omgevormd naar een formule in termen van logische operatoren wordt volgende formule bekomen:

$$Cons_{voldoende} \frac{X_i \cap Y_i}{X_i}$$

Een score van 1 geeft perfecte consistentie aan, maar lagere scores zijn niet per se onbruikbaar. Over het algemeen wordt een drempel gezet voor de consistentiescore bij sufficiency van 0.80.

Een tweede parameter of fit bij sufficiency is de PRI, ofwel de *proportional reduction in inconsistency*, score. Deze maatstaf wordt gebruikt om te bepalen in hoeverre een bepaalde conditie een subset is van alleen de gewenste uitkomst en niet van de tegengestelde uitkomst, $\sim Y$. De PRI-score wordt berekend aan de hand van volgende formule (Duşa, 2018; Oana et al., 2021; Mello, 2021):

$$PRI = \frac{\min(X_i, Y_i) - \min(X_i, Y_i, \sim Y)}{\min(X_i) - \min(X_i, Y_i, \sim Y)}$$

PRI meet dus in feite de mate waarin een bepaalde conditie X exclusief geassocieerd is met de gewenste uitkomst Y, en niet met de tegengestelde uitkomst $\sim Y$. Een hogere PRI-waarde geeft aan dat X meer een subset is van Y dan van $\sim Y$, wat suggereert dat X een betrouwbare conditie is voor het voorspellen van Y (Duşa, 2018; Mello, 2021; Oana et al., 2021).

Een belangrijk aspect van PRI is dat het symmetrisch is: als PRI voor Y hoog is, betekent dit dat PRI voor $\sim Y$ laag zal zijn en vice versa. Dit betekent dat als een voorwaarde sterk geassocieerd is met de gewenste uitkomst, het minder waarschijnlijk is dat deze ook geassocieerd is met de tegengestelde uitkomst. Hieruit volgt dat hoe dichter de PRI bij 0.50 ligt, hoe minder men geneigd zou moeten zijn om de gegeven set als voldoende voor een bepaalde uitkomst te beschouwen (Oana et al., 2021).

Voor een crisp-set is de PRI-score steeds identiek aan de consistentiescore. Wanneer men de formule voor PRI invult voor een crisp-set valt de $\min(X, Y, \sim Y)$ term zowel in de teller als in de noemer weg omdat deze term bij crisp-sets 0 is. De formule van PRI wordt dan dezelfde formule als die van consistentie (Mello, 2021; Oana et al., 2021).

De laatste parameter waar rekening mee gehouden dient te worden bij sufficiency is de dekkingscore. In tegenstelling tot noodzakelijkheid, waarbij dekking een maatstaf is voor hoe triviaal een conditie is voor de uitkomst, wordt bij de voldoende relatie dekking gebruikt als een maatstaf om te berekenen hoeveel van de uitkomst, Y, wordt verklaard door conditie X. Dit concept kan worden vergeleken met de R^2 in regressieanalyse, die aangeeft hoeveel van de variantie in de afhankelijke variabele wordt verklaard door een bepaald regressiemodel (Duşa, 2018).

In het geval van sufficiency, wordt de dekking berekend door te kijken naar de mate waarin de set X overlapt met de set van Y. Dit kan worden uitgedrukt in lidmaatschapsscores van zowel X als Y. Hoe hoger de dekking, hoe meer van de uitkomst Y als het ware wordt gedekt door de conditie X. Als een conditie de volledige uitkomst dekt, wordt het naast een voldoende voorwaarde ook een

noodzakelijke voorwaarde. De formule om dekking voor sufficiency te berekenen ziet er als volgt uit (Duşa, 2018):

$$Dekking_{voldoende} = \frac{\sum \min(X_i, Y_i)}{\sum Y_i}$$

Ook deze formule kan omgevormd worden naar een formule die gebruik maakt van de logische operatoren:

$$Dekking_{voldoende} = \frac{X_i \cap Y_i}{Y_i}$$

Het begrip dekking voor sufficiency kent twee vormen, namelijk rauwe dekking en unieke dekking. Rauwe dekking geeft aan hoeveel van de uitkomst wordt door een set, terwijl unieke dekking aangeeft hoeveel van die verklaring kan worden toegeschreven aan die set, zonder dat dit aan een andere set zou kunnen worden toegeschreven. Het onderscheid tussen de verschillende soorten dekking is vooral nuttig wanneer het gaat over een configuratie van verschillende condities, zoals besproken in sectie 3.3.2.4. en kan eenvoudig worden uitgevoerd door in plaats van de volledige som van de lidmaatschappen van X, individuele condities in te vullen (Duşa, 2018; Mello, 2021; Oana et al., 2021).

Deze parameters kunnen net als voor noodzakelijkheid berekend worden aan de hand van het pof() commando.

```
pof("X", "Y", data, relation = "sufficiency" of pof ("X => Y", data)
```

De verkregen output van bovenstaand commando ziet er als volgt uit:

		inclS	PRI	covS	covU
1	X	0.800	0.800	1.000	-

Figuur 11 - output pof() commando (Duşa, 2018)

De output van het commando geeft allereerst de consistentiescore weer, aangeduid als inclS. Hiervoor stelt de meeste literatuur een drempelwaarde van 0.8 voor. Als de waarde hieronder ligt moeten onderzoekers nagaan of de conditie in kwestie wel voldoende verklaringskracht voor de uitkomst heeft. Naast de inclS staat de PRI-score, die idealiter zo ver mogelijk van 0.50 verwijderd is, maar dit is geen strenge drempelwaarde. Tenslotte geeft de output ook nog respectievelijk de rauwe en de unieke dekkingsscores weer (Duşa, 2018; Oana et al., 2021).

3.3.3.4. Waarheidstabellen

Om de sufficiency systematisch te organiseren en te analyseren wordt er gebruik gemaakt van waarheidstabellen waar alle mogelijke combinaties van de aan- en afwezigheid van de causale condities evenals de bijbehorende uitkomst worden opgelijst. Waarheidstabellen nemen exponentieel

toe naarmate het aantal condities toeneemt volgens 2^k , waarbij k het aantal condities weergeeft. Dit exponentieel karakter benadrukt het belang van het zorgvuldig selecteren van relevante condities en het beperken van het aantal variabelen om de analyse uitvoerbaar te houden. In de meeste studies wordt gebruik gemaakt van vier tot zeven condities om een goede balans te behouden tussen complexiteit en uitvoerbaarheid. Hieronder worden twee schetsen van tabellen weergegeven voor respectievelijk twee en drie condities om het exponentieel karakter van een dergelijk waarheidstabel duidelijk te maken (Duşa, 2018; Fainschmidt et al., 2020).

Conditie 1 (X_1)	Conditie 2 (X_2)
1	1
1	0
0	1
0	0

Tabel 6– Voorbeeld waarheidstabel met twee condities in csQCA

Conditie 1 (X_1)	Conditie 2 (X_2)	Conditie 3 (X_3)
1	1	1
1	1	0
1	0	1
0	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	1
0	0	0

Tabel 7– Voorbeeld waarheidstabel met drie condities in csQCA

Voor crisp-sets is het eenvoudig om cases aan een rij in de waarheidstabel toe te wijzen. Voor fuzzy-sets is dit echter wat complexer, omdat voor elke case afzonderlijk moet worden bepaald welke rij van de waarheidstabel het beste past bij de mate van het lidmaatschap. De Ragin-matrix biedt hierbij een nuttig instrument om dit proces te vereenvoudigen. Elke rij in deze matrix vertegenwoordigt in wezen een Boolean-verklaring en voor elke verklaring wordt een lidmaatschapsscore berekend. Hieronder staat een voorbeeld van een dergelijke matrix met fictieve cijfers om het achterliggende concept helder te kunnen uitleggen.

In tabel 8 worden verschillende aspecten weergegeven. De cases representeren de verschillende observaties van de analyse. De kolommen met condities X_1 en X_2 tonen de lidmaatschapsscores van

elke case voor de respectievelijke condities. De kolommen onder "rij in waarheidstabel" tonen de mogelijke combinaties van aan-of afwezigheid van condities, waar 1 staat voor de aanwezigheid en 0 staat voor afwezigheid van een conditie.

Cases	Conditioes		Rij in waarheidstabel			
			1	2	3	4
	X ₁	X ₂	X ₁ X ₂ (11)	X ₁ ~X ₂ (10)	~X ₁ X ₂ (01)	~X ₁ ~X ₂ (00)
A	0.6	0.8	0.6	0.2	0.4	0.2
B	0.55	0.3	0.3	0.55	0.3	0.45
C	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6
D	0.7	0.55	0.55	0.45	0.3	0.3
E	0.2	0.6	0.2	0.2	0.6	0.4
F	0.7	0.4	0.4	0.6	0.3	0.3
Aantal cases in rij van waarheidstabel			2	2	1	1

Tabel 8 - Voorbeeld Ragin matrix, gebaseerd op Oana et al. (2021)

Aan de hand van bovenstaande tabel kan duidelijk geschetst worden hoe de Ragin matrix in elkaar zit. Elk geval krijgt op basis van de oorspronkelijk toegekende lidmaatschapsscores een nieuwe lidmaatschapsscore op basis van de logische AND-operator voor elke rij van de waarheidstabel. Vervolgens wordt elk geval toegewezen aan de rij waarvoor het de hoogste lidmaatschapsscore boven 0.5 heeft. Een score van hoger dan 0.5 verzekert dat het geval logischerwijs tot de meest relevante combinatie van condities behoort. Als een geval toch een score heeft van 0.5 is er onduideligheid over in welke situatie het geval het best past. Om deze reden moeten scores van 0.5 zoveel als mogelijk vermeden worden, zoals reeds eerder vermeld werd (Duşa, 2018; Mello, 2021; Oana et al., 2021).

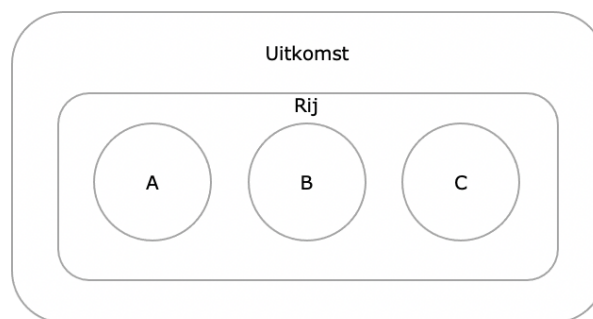
Als tabel 8 wordt omgevormd tot een waarheidstabel wordt onderstaande tabel bekomen:

Rij	X ₁	X ₂	Cases
1	1	1	A, D
2	1	0	B, F
3	0	1	E
4	0	0	C

Tabel 9 – Omzetting tabel 8 naar waarheidstabel, gebaseerd op Oana et al. (2021)

Een waarheidstabel geeft niet alleen weer welke combinaties mogelijk kunnen voorkomen, maar ook hoe vaak deze combinaties voorkomen. In dit geval is het zo dat elke rij in de tabel minstens één case heeft die hiertoe behoort maar in de praktijk is dit zelden het geval. Dan zijn er combinaties waar geen case voor gevonden is en waar dus ook geen uitspraken over gedaan kunnen worden. Dit worden *logical remainders* genoemd en dit concept zal besproken worden in sectie 3.3.3.5.

Hetgeen nu nog ontbreekt in de uitleg van waarheidstabellen is de aan- of afwezigheid van de uitkomst, Y. Om uitkomsten toe te wijzen moet vastgesteld worden welke van de waarheidsrijen voldoende zijn voor de uitkomst en welke niet. Dit vertaalt zich in de vraag: "Welke rij is een deelverzameling van de uitkomst?". In sommige gevallen is het antwoord op deze vraag eenvoudig. Bijvoorbeeld bij crisp-sets, wanneer alle gevallen die lid zijn van de rij ook lid zijn van de uitkomst, is de rij duidelijk een deelverzameling van de uitkomst.



Figuur 12 – Visuele weergave rij als deelverzameling van uitkomst

Echter, in de praktijk hebben onderzoekers vaak te maken met fuzzy-sets of kunnen inconsistenties optreden doordat gevallen afwijken van een perfect patroon van sufficiency. Zulke inconsistenties worden contradictorische waarheidsrijen genoemd, omdat dezelfde combinatie van voorwaarden in verschillende gevallen zowel tot het voorkomen als het niet-voorkomen van de uitkomst leidt. Onderzoekers kunnen verschillende strategieën hanteren om met contradictorische rijen om te gaan, zowel voor als tijdens het analytisch moment. Voor het analytisch moment kunnen onderzoekers proberen deze tegenstrijdigheden op te lossen door terug te gaan naar hun onderzoeksopzet en de case-selectie of kalibratie aan te passen, condities toe te voegen, en/of de uitkomst opnieuw te conceptualiseren. Tijdens het analytisch moment, anderzijds, kunnen onderzoekers terugvallen op de parameters of fit en controleren op de consistentie van afwijkende gevallen om te beslissen of een waarheidsrij als voldoende moet worden beschouwd voor de uitkomst. Voor elke rij worden de parameters of fit consistentie en PRI berekend. Rijen die goed presteren in deze tests worden beschouwd als voldoende voor de uitkomst en krijgen de waarde 1 voor Y in de waarheidstabel. Rijen die niet voldoen aan de sufficiencytests krijgen een waarde van 0 voor Y. Naast de parameters of fit is het ook steeds aan te raden om alle cases visueel weer te geven in een binaire tabelvorm zoals geïllustreerd in tabel 3 of in een XY-plot voor fuzzy-sets, zoals geïllustreerd in figuur 10, om te kijken of de uitkomst visueel aan- of afwezig is. In de uitkomstkolom kan dus het antwoord op de vraag: "is de rij voldoende voor de uitkomst?" teruggevonden worden (Duşa, 2018; Mello, 2021; Oana et al., 2021).

In R zijn alle bovenstaande stappen om een waarheidstabel op te stellen geïntegreerd in de `truthTable()` functie. Deze functie ziet er voor twee condities ziet er als volgt uit:

```
waarheidstabel <- truthTable(data, "OUT", complete = TRUE,
                             show.cases = TRUE, incl.cut = 0.80, pri.cut = 0.51,
                             conditions = c("X1", "X2"),
                             sort.by = "incl, n")
```

3.3.3.5. Logische minimalisatie

Na het construeren van een waarheidstabel kan worden overgegaan tot het proces van logische minimalisatie, dat de kern van de QCA-methodologie vormt. Het doel hiervan is om de eenvoudigste verklaring te vinden die overeenkomt met de waargenomen uitkomst. Hierbij wordt het begrip uitdrukking gebruikt om verschillende manieren aan te duiden waarop causale condities worden gecombineerd, zoals sommen van producten of verenigingen van intersecties. Het proces van logische minimalisatie bestaat uit twee hoofdstappen, namelijk het elimineren van redundante conjuncten en het elimineren van logische redundante primaire implicanten (Duşa, 2018; Mello, 2021; Oana et al., 2021).

De eerste stap is het elimineren van redundante conjuncten, waar alle rijen in de waarheidstabel waar de uitkomst aanwezig is worden bekeken om overlappende of overbodige elementen te identificeren en te verwijderen. Dit resulteert in zogenaamde primaire implicanten. Volgens de regel van Booleaanse minimalisatie kan een causale voorwaarde die de enige conditie is die twee uitdrukkingen onderscheidt, als irrelevant worden beschouwd en worden verwijderd om een eenvoudigere, gecombineerde uitdrukking te creëren (Mello, 2021).

$$X_1X_2\sim X_3 + X_1X_2X_3 \rightarrow Y$$

Dit principe kan worden geïllustreerd aan de hand van een eenvoudig voorbeeld. De bovenstaande uitdrukkingen zijn slechts verschillend in één conditie, namelijk de aan- of afwezigheid van X_3 . Volgens de regel van Booleaanse minimalisatie, zoals hierboven gedefinieerd, kan de afwijkende voorwaarde in zo een geval als irrelevant worden beschouwd om tot een nieuwe, eenvoudigere uitdrukking te komen. Toegepast op het voorbeeld van hierboven wordt dan onderstaande uitdrukking bekomen (Mello, 2021):

$$X_1X_2 \rightarrow Y$$

Dit is een simplistisch voorbeeld, maar het helpt om het idee achter de Booleaanse minimalisatie beter te begrijpen.

Na het identificeren van alle primaire implicanten, is de volgende stap het verwijderen van redundantie tussen deze implicanten zelf. Dit zorgt ervoor dat de uiteindelijke uitdrukking zo simpel mogelijk is, maar nog steeds alle noodzakelijke en voldoende condities voor de uitkomst bevat.

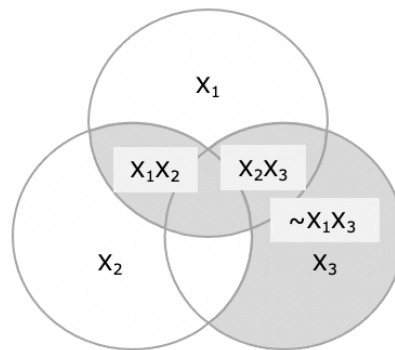
Door de primaire implicanten te vergelijken kan bepaald worden of sommige implicanten andere implicanten volledig of gedeeltelijk overlappen. Overlappende implicanten betekenen vaak dat er een meer fundamentele implicant is die de rol van meerdere andere implicanten kan overnemen. De uiteindelijke stap is het kiezen van een set implicanten die samen alle gevallen van de uitkomst dekken zonder enige overlapping of redundantie. Dit wordt vaak ondersteund zoals technieken zoals de Quine-McCluskey algoritme of grafische methoden zoals Karnaugh-kaarten, die helpen bij het visueel identificeren van vereenvoudigingsmogelijkheden (Dusa, 2018).

In de handboeken wordt gebruik gemaakt van prime implicant charts (PI chart). Dit soort chart organiseert de resultaten van de eerste minimalisatiestap door prime implicanten als rijen en voldoende configuraties, uit de rijen van de waarheidstabel, als kolommen te presenteren. In de chart worden kruisjes geplaatst in de cellen als de primaire implicant de configuratie in de kolom omvat. Dit betekent dat de primaire implicant een grotere set is die de configuratie bevat. In praktijk betekent dit dat als de primaire implicant waar is, de configuratie ook waar is (Duşa, 2018; Mello, 2021; Oana et al., 2021).

	$X_1X_2X_3$	$\sim X_1X_2X_3$	$X_1X_2\sim X_3$	$\sim X_1\sim X_2X_3$
X_1X_2	x	-	x	-
$\sim X_1X_3$	-	x	-	x
X_2X_3	x	x	-	-

Tabel 10 – Prime implicant chart, gebaseerd op Dusa (2018) en Mello (2021)

In bovenstaand voorbeeld bedekt elke primaire implicant twee configuraties. Echter, de expressie X_2X_3 , die een van de primaire implicanten is, blijkt overbodig. Dit komt omdat de configuraties die door X_2X_3 worden gedekt, reeds gedekt zijn door de andere twee primaire implicanten, X_1X_2 en $\sim X_1X_3$. Dit kan ook gevisualiseerd worden aan de hand van een Venndiagram, waaruit blijkt dat de gebieden van X_1X_2 en $\sim X_1X_3$ samen het gebied van X_2X_3 volledig bedekken. Daarom kan X_2X_3 worden weggelaten, wat leidt tot een eenvoudigere oplossing. Met andere woorden zijn X_1X_2 en $\sim X_1X_3$ al voldoende om uitkomst Y te verklaren, dus het toevoegen van X_2X_3 voegt geen nieuwe informatie toe.



Figuur 13 – Visuele weergave PI chart, gebaseerd op Mello (2021)

De logische minimalisatie van een waarheidstabel kan in R gebeuren aan de hand van volgend commando:

```
min_waarheidstabel = minimize(waarheidstabel, details = TRUE)
```

In QCA kunnen drie soorten oplossingstermen worden afgeleid aan de hand van de logische minimalisatieprocedure die hierboven beschreven werd, namelijk de conservatieve, de parsimonieuze en de intermediaire oplossing. Het verschil tussen de verschillende oplossingstermen zit hem in de manier waarop logical remainders behandeld worden (Duşa, 2018; Mello, 2021; Oana et al., 2021).

Logical remainders verwijzen naar de set van mogelijke combinaties van condities binnen een waarheidstabel die theoretisch plausibel zijn, maar niet vertegenwoordigd zijn door empirische gegevens in een bestudeerde dataset. In eenvoudigere termen zijn dit de potentiële scenario's of uitkomsten die, hoewel logisch consistent met de theorie, niet zijn waargenomen in de verzamelde gegevens. Voor deze combinaties bestaat geen empirisch bewijs om een specifieke uitkomst te ondersteunen, waardoor ze onbepaald of niet ondersteund zijn door de beschikbare gegevens. Dit concept benadrukt de beperkingen in de dekking van gegevens, wat aangeeft dat sommige theoretische mogelijkheden ongetest blijven door het beschikbare empirisch bewijs. Omdat de uitkomsten van dit soort waarheidsrijen onmogelijk te voorspellen is wordt deze kolom voor een logical remainder aangeduid met een "?" (Mello, 2021; Oana, 2021).

De conservatieve oplossing is strikt in haar gebruik van data. Ze hanteert alleen de empirisch ondersteunde rijen die voldoen aan vooraf bepaalde consistentie- en frequentiedrempels. Lege rijen, of logical remainders zonder empirische data, worden volledig genegeerd. Dit resulteert vaak in langere en complexere oplossingstermen, omdat er geen aannames worden gedaan over de mogelijke waarden van ontbrekende configuraties. Het conservatieve karakter van deze oplossing waarborgt dat alleen bewezen configuraties worden gebruikt om conclusies te trekken, wat de betrouwbaarheid verhoogt, maar ook de reikwijdte van de oplossing van beperken.

In R kan de conservatieve oplossing na minimalisatie bekomen worden aan de hand van volgend commando:

```
con_opl <- minimize (input = data, details = TRUE)
```

Een tweede soort oplossing is de parsimonieuze oplossing. In tegenstelling tot de conservatieve oplossing maakt deze oplossing actief gebruik van logical remainders door vereenvoudigde aannames toe te passen. Deze aannames speculeren dat, als de ontbrekende configuraties zouden bestaan, ze dezelfde uitkomst zouden opleveren als vergelijkbare empirische gevallen. Dit stelt onderzoekers in staat om een minder conservatieve oplossing af te leiden, die echter berust op minder stevige empirische gronden. Dergelijke aannames kunnen leiden tot krachtige, maar potentieel onrealistische verklaringen, waardoor de geldigheid van deze oplossingen kritisch moet worden bekeken en de mogelijkheid van foutieve conclusies toeneemt.

Het commando in R dat gebruikt kan worden om een parsimonieuze oplossing te bekomen is:

```
pars_opl <- minimize (input = data, details = TRUE, include = "?")
```

De laatste mogelijke oplossingsmethode is de intermediaire oplossing. Deze oplossing positioneert zich tussen de conservatieve en de parsimonieuze benaderingen. Hier wordt gebruik gemaakt van logical remainders, maar enkel degene die als plausibel beschouwd worden op basis van theoretische kennis. Dit betekent dat gemakkelijke counterfactuals, configuraties die theoretisch zinvol zijn en ondersteund worden door bestaande theorieën, worden opgenomen, terwijl moeilijke counterfactuals, die in strijd zijn met de bekende feiten, moeten worden uitgesloten. Deze methode streeft naar een evenwicht tussen theoretische geldigheid en empirische zuiverheid, waarbij geprobeerd wordt om een robuuste oplossing te bieden die nog steeds gebaseerd is op realistische aannames.

Het commando dat voor een intermediaire oplossing gebruikt kan worden in R is het onderstaande:

```
int_opl <- minimize (input = data, details = TRUE, include = "?",  
                    dir.exp = "~A, B, ~C")
```

Waar dir.exp weergeeft wat de verwachte invloeden van de condities zullen zijn. In bovenstaand commando zou enkel B een bijdrage leveren aan het behalen van de vooropgestelde uitkomst.

Deze oplossingstypes zijn niet hiërarchisch geordend, maar eerder gekenmerkt door hun onderlinge afhankelijkheid. Idealiter zouden alle drie de oplossingen afgeleid en onderzocht moeten worden. Ze zouden ook allemaal gerapporteerd moeten worden in publicaties. Vaak is het echter zo dat studies de nadruk leggen op de intermediaire oplossing omdat deze methode onderzoekers in staat stelt de behandeling van logical remainders te bepalen op basis van hun theoretische verwachtingen en substantiële kennis van het onderzoeksgebied (Mello, 2021).

Het ontwerp van de standaardanalyse, zoals hierboven beschreven, sluit niet uit dat onderzoekers onthoudbare aannames kunnen maken. Dergelijke aannames kunnen logisch tegenstrijdig zijn of vloeken met fundamentele kennis over de realiteit. Een onderzoeker zou in zijn model zowel de

condities “hoog” en “laag” kunnen opnemen zonder te realiseren dat deze combinatie tegenstrijdig is. Om deze problematiek aan te pakken, is de Enhanced Standard Analysis (ESA), ontwikkeld. Deze methode voorkomt de integratie van onhoudbare logical remainder rijen in het minimalisatieproces, nog voordat de drie typen oplossingen worden gegenereerd. Dit zorgt ervoor dat ongeacht welke oplossing voortkomt uit de analyse, deze zeker vrij is van tegenstrijdigheden en meer in lijn ligt met de werkelijkheid (Oana et al., 2021).

In het bijzonder worden er drie soorten onhoudbare aannames geïdentificeerd. Een eerste soort zijn aannames die noodzakelijkheidsclaims tegenspreken. Als een onderzoeker stelt dat een bepaalde conditie noodzakelijk is voor een uitkomst, maar vervolgens in de analyse een tegengestelde configuratie als aanneemt, ontstaat er een onhoudbare aanname. Bijvoorbeeld, als “actieve participatie” als een noodzakelijke conditie wordt gezien voor “projectsucces”, maar de analyse toont aan dat projecten ook succesvol kunnen zijn zonder actieve participatie, dan is er sprake van een tegenstrijdigheid.

Omgezet naar een commando compatibel met R zou gebruikt moeten worden van `nec_cond()` argument in de `esa()` functie. Dit argument stelt de gebruiker in staat om een claim van noodzakelijkheid te specificeren zoals $\sim X + \sim A$. Door dit te doen configureert de functie alle waarheidstabellerijen die X en A bevatten zodanig dat hun uitkomst op 0 wordt gezet. Met andere woorden, er wordt van uitgegaan dat deze rijen niet voldoende zijn voor het resultaat en daarom worden ze niet opgenomen in het logische minimalisatieproces.

```
#vermijdt tegenstrijdige vereenvoudigde aannames en uitspraken die in strijd zijn met  
noodzakelijkheidsclaims  
waarheidstabel_zonder_tegenstrijdige_noodzakelijkheidsclaims <- esa(waarheidstabel_~Y,  
                                                                    nec_cond = "~X+~A")
```

Tegenstrijdige vereenvoudigde aannames zijn een tweede soort onhoudbare aanname. Dit gebeurt wanneer dezelfde logical remainder rij wordt gebruikt in de minimalisatieprocessen voor zowel het optreden van een uitkomst (Y), als voor de afwezigheid ervan ($\sim Y$). Als bijvoorbeeld een remainderrij aangeeft dat “lage investeringen” zowel tot hoge als lage winsten kunnen leiden, ontstaat er een logische tegenstrijdigheid.

Dit kan in R vermeden worden aan de hand van het `LR.intersect()` commando uit het `SetMethods` pakket. Deze functie helpt bij het identificeren van overlappende logical remainders die potentieel tegenstrijdige vereenvoudigde aannames vormen. In de functie geven `opl_Y` en `opl_~Y` parsimonieuze of intermediaire oplossingen waar van respectievelijk een uitkomst of de negatie van een uitkomst, bekomen via de `minimize()` functie. Nadien kan ook hier gebruik gemaakt worden van de `esa()` functie (Oana et al., 2021).

```
#identificeren van contradictorische vereenvoudigde assumpties  
CVA <- LR.intersect(opl_Y, opl_~Y)  
Waarheidstabel_zonder_CVA <- esa(waarheidstabel_~Y, contrad_rows = c(CVA))
```

Tenslotte bestaan er ook nog aannames over onmogelijke remainders. Deze treden op wanneer de analyse combinaties van condities voorstelt die in de praktijk onmogelijk zijn. Een klassiek voorbeeld hiervan is het opnemen van “mannelijk geslacht” en “zwanger” in dezelfde configuratie voor een onderzoek. Gezien een man nooit zwanger kan zijn verstoort een dergelijke aanname de validiteit van de onderzoeksresultaten (Oana et al., 2021).

In R moet hier binnen de `esa()` functie nog een argument `untenable_LR` moeten toegevoegd om de onmogelijke remainders te vermijden. Ten voorbeeld van de R functie is de combinatie X en $\sim Y$ zo een onmogelijke combinatie van condities. De volledige functie, die rekening houdt met de drie soorten van onhoudbare aannames ziet er dan als volgt uit:

```
waarheidstabel_zonder_onhoudbare_aannames <- esa(waarheidstabel_~Y, contrad_rows =  
c(CVA), nec_cond = "~X+~A", untenable_LR = "X*~Y")
```

In de ESA-aanpak worden dit soort problemen aangepakt door middel van voorafgaande filtering van de waarheidstabel. Onhoudbare logische remainders worden geïdentificeerd en uitgesloten voor de aanvang van het eigenlijke minimalisatieproces. Dit waarborgt de integriteit en de bruikbaarheid van de resultaten van een QCA-studie (Oana et al., 2021).

3.3.3.6. Praktisch voorbeeld logische minimalisatie

Aan de hand van een praktisch voorbeeld kunnen de besproken stappen van logische minimalisatie duidelijk geschetst worden. Het gaat in dit geval over de waarheidstabel van fuzzy-set met 3 condities en 25 gevallen.

Rij	X_1	X_2	X_3	Uitkomst	N	Consistentie	PRI
6	1	0	1	1	6	0.95	0.95
4	0	1	1	1	5	0.95	0.94
7	1	1	0	1	5	0.95	0.94
2	0	0	1	0	5	0.37	0.16
5	1	0	0	0	5	0.26	0.14
1	0	0	0	?	0	-	-
3	0	1	0	?	0	-	-
8	1	1	1	?	0	-	-

Tabel 11 – Voorbeeld waarheidstabel, gebaseerd op Mello (2021)

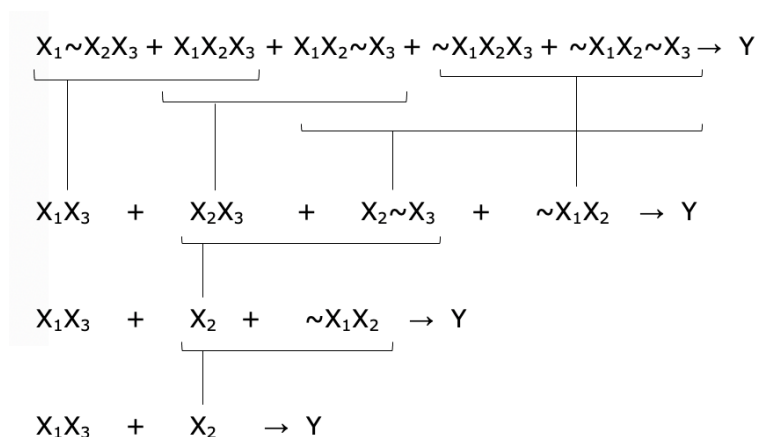
In de waarheidstabel zijn drie waarheidsrijen geassocieerd met de aanwezigheid van het resultaat, namelijk rijen 6, 4 en 7. Daarnaast zijn ook drie logical remainder rijen waarvoor geen empirische gevallen beschikbaar zijn. Gezien de patronen in de eerste drie rijen en hoe de condities zijn ingesteld, zou men verwachten dat de gecombineerde aanwezigheid van alle drie de condities ook tot de uitkomst zou leiden, als zulke gevallen bestonden. Dit is het geval voor rij 8 ($X_1X_2X_3$), wat een eenvoudige counterfactual aanname is. Rij 1 en rij 3 vormen complexere counterfactual scenario's omdat de condities niet lijken te leiden naar de verwachte uitkomst. Uit de drie rijen die verbonden

zijn met de uitkomst kan gesteld worden dat minstens twee van de drie condities nodig lijkt te zijn om de uitkomst te veroorzaken. Daarom is de volledige afwezigheid van de condities, zoals in rij 1 ($\sim X_1 \sim X_2 \sim X_3$), of de afwezigheid van twee ervan, zoals het geval is in rij 3 ($\sim X_1 X_2 \sim X_3$), waarschijnlijk niet voldoende om tot het gewenste resultaat te leiden.

Op basis van deze analyse kunnen de drie oplossingstermen afgeleid worden uit de waarheidstabel. In dit specifieke voorbeeld is de conservatieve oplossing gelijk aan de bovenste drie rijen van de waarheidstabel, omdat deze niet verder kunnen worden gereduceerd zonder logical remainders te gebruiken.

$$X_1 \sim X_2 X_3 + \sim X_1 X_2 X_3 + X_1 X_2 \sim X_3 \rightarrow Y$$

Vervolgens kan de meest parsimonieuze oplossing afgeleid worden. Voor deze benadering neemt de software, zoals R, alle logical remainders in overweging en worden deze gebruikt om een eenvoudigere oplossingsterm af te leiden. Dit proces baseert zich op vereenvoudigde aannames voor logical remainders in rijen 3 en 8, waarbij wordt aangenomen dat beide voldoende zijn voor het resultaat. Rij 1 wordt niet meegenomen omdat het gewenste resultaat hiervoor verondersteld wordt afwezig te zijn. De minimalisatie van deze oplossing wordt stap voor stap uitgevoerd door de combinaties van deze remainders te verwerken aan de hand van Booleaanse logica, wat in dit voorbeeld de oplossing simplificeert van vijf uitdrukkingen naar uiteindelijk twee.



Figuur 14 – Visuele weergave minimalisatieproces parsimonieuze oplossing, gebaseerd op Mello (2021)

De parsimonieuze oplossing die niet meer verder vereenvoudigd kan worden is dan:

$$X_1 X_3 + X_2 \rightarrow Y$$

Deze oplossing is afhankelijk van het opnemen van een complexe counterfactual aanname, rij 3. Daarom moet er nog een intermediaire oplossing worden voorgesteld die de mogelijkheid geeft om aan te geven welke logical remainders gebruikt moeten worden. In deze aanpak wordt rij 8 behandeld als een eenvoudige counterfactual situatie, omdat alle voorwaarden aanwezig zijn. Daarentegen wordt aangegeven dat de software rij 3 moet uitsluiten van de oplossing omdat deze rij slechts één

relevante voorwaarde bevat, wat het een complexe counterfactual situatie maakt. Wanneer hetzelfde gedaan wordt als in figuur 13, wordt onderstaande uitkomst bekomen.

$$\begin{array}{c} X_1 \sim X_2 X_3 + X_1 X_2 X_3 + X_1 X_2 \sim X_3 + \sim X_1 X_2 X_3 \rightarrow Y \\ \hline X_1 X_3 + X_1 X_2 + X_2 X_3 \rightarrow Y \end{array}$$

Figuur 15 - Visuele weergave minimalisatieproces intermediaire oplossing, gebaseerd op Mello (2021)

De intermediaire oplossing, die berust op de inclusie van logical remainders van rij 3 en rij 8 geeft dan de volgende oplossing:

$$X_1 X_3 + X_1 X_2 + X_2 X_3 \rightarrow Y$$

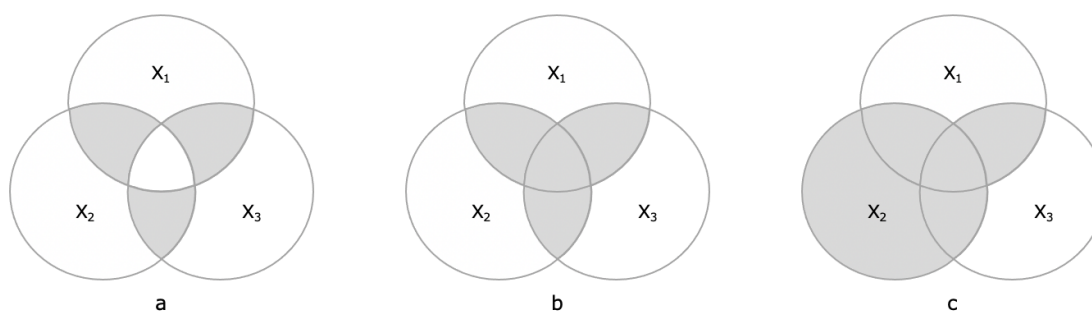
In onderstaande tabel worden de drie verschillende oplossingstypes en hun maatstaven voor geschiktheid weergegeven. Dit bevestigt dat de parsimonieuze oplossing de superset is van de andere oplossingen en dat de conservatieve oplossing een subset is van de intermediaire en de parsimonieuze oplossingen. Deze algemene relatie tussen de oplossingstypes is altijd aanwezig.

Pad		Relatie	Consistentie	PRI	Rauwe dekking	Unieke dekking
<i>Conservatieve oplossing</i>						
1	$X_1 \sim X_2 X_3$	+	0.97	0.97	0.87	-
2	$\sim X_1 X_2 X_3$	+	0.95	0.95	0.37	0.29
3	$X_1 X_2 \sim X_3$	-> Y	0.95	0.94	0.32	0.24
<i>Intermediaire oplossing</i>						
1	$X_1 X_3$	+	0.97	0.97	0.88	-
2	$X_2 X_3$	+	0.96	0.95	0.40	0.29
3	$X_1 X_2$	-> Y	0.96	0.95	0.35	0.24
<i>Parsimonieuze oplossing</i>						
1	$X_1 X_3$	+	0.96	0.96	0.90	-
2	X_2	-> Y	0.96	0.95	0.40	0.29
			0.96	0.95	0.61	0.51

Tabel 12 - Voorbeeld verschillende oplossingsmethoden, gebaseerd op Mello (2021)

Wat betreft de maatstaven voor geschiktheid, waarmee de consistentie, PRI en dekking bedoeld worden, leveren in dit voorbeeld de intermediaire en de conservatieve oplossing bijna identieke scores op, terwijl de parsimonieuze oplossing een iets hogere dekking heeft en minder consistentie heeft dan de andere oplossingen. Afhankelijk van de empirische gegevens kunnen de verschillen meer of minder uitgesproken zijn. Typisch is wel dat de parsimonieuze oplossing de hoogste dekking heeft terwijl de conservatieve oplossing de neiging heeft de hoogste consistentie te hebben.

De relaties tussen de oplossingstypes worden samengevat in figuur 15, waar de drie oplossingen in Venndiagrammen worden voorgesteld.



Figuur 16 – Visuele voorstelling oplossingsmethodes a.d.h.v. Venndiagrammen, gebaseerd op Mello (2021)

In deze visuele voorstelling worden respectievelijk de conservatieve (a), de intermediaire (b) en de parsimonieuze (c) oplossingen weergegeven. Deze illustratie toont aan dat de parsimonieuze oplossing de meest algemene is omdat deze het grootste gebied in het diagram beslaat. Een belangrijke notitie die hier echter bij moet worden gemaakt is dat deze oplossing gebaseerd is op een complexe counterfactual situatie. Daarom moet deze oplossing altijd kritisch worden bekeken en vergeleken met de andere oplossingen. De conservatieve en intermediaire oplossing zijn subsets van de parsimonieuze oplossing, en daarom kan gezegd worden dat ze specifiekere zijn, wat ook blijkt uit de kleinere gebieden die in Venndiagrammen a en b worden bedekt.

3.3.4. Diagnose en robuustheid

In voorgaande secties werd besproken hoe een QCA uitgevoerd kan worden, vanaf het ontwerp van het onderzoek tot het vinden van oplossingen voor een bepaalde uitkomst. Maar een goede QCA stopt niet bij dat punt, het omvat ook de evaluatie van de robuustheid van de resultaten en hun verband met theoretische concepten en empirische bevindingen.

Bij het uitvoeren van een QCA-analyse moet een onderzoeker verschillende beslissingen nemen, zoals het plaatsen van kalibratieankers en het bepalen van drempelwaarden. Dit kan lastig zijn, vooral bij grote datasets waarbij conceptuele grenzen vaag zijn en cases niet altijd even netjes in de analyse passen. Om de betrouwbaarheid van de resultaten te beoordelen werd het Robuustheid Test Protocol geïntroduceerd dat volledig gebruik maakt van R-functies voor een systematische en geautomatiseerde evaluatie. Het protocol omvat het beoordelen van verschillende bronnen van robuustheid en hun effecten op de QCA-oplossingen, zoals veranderingen in kalibratie en drempelwaarden. Dit bestaat uit drie hoofdstappen; het evalueren van sensitiviteit, fit-georiënteerde robuustheid en case-georiënteerde robuustheid. Hierdoor kunnen onderzoekers de robuustheid grondig analyseren zonder handmatige controles die tijdrovend zijn.

De eerste stap in het QCA Robuustheid Test Protocol bestaat uit het evalueren van sensitiviteitsbereiken voor de verkregen oplossing. Sensitiviteitsbereiken representeren de intervallen voor de verschillende bronnen van robuustheid waarbinnen de Booleaanse expressie voor de oplossing onveranderd blijft. Deze bereiken worden verkregen door geleidelijk de waarden van de kwalitatieve ankers, de consistentiedrempel en het frequentieafkappingspunt te verhogen en te verlagen totdat de Booleaanse expressie van de oplossing verandert. Op deze manier kan men beoordelen hoe gevoelig een specifieke QCA-oplossing is voor verschillende analytische keuzes. Een breder sensitiviteitsbereik duidt op een minder gevoelige oplossing, de oplossing is dus met andere woorden robuuster (Oana et al., 2021).

Belangrijk is dat sensitiviteitsbereiken berekend worden door alternatieve analytische keuzes afzonderlijk te bekijken, terwijl andere parameters constant gehouden worden. Op deze manier worden aparte bereiken gecreëerd voor elk aspect van de robuustheid. Hoewel het analyseren van elk bereik op zichzelf nuttig is, is het ook nuttig om te weten hoe robuust een oplossing is wanneer er meerdere analytische beslissingen tegelijk veranderen.

Om sensitiviteitsbereiken te berekenen in R, wordt gebruik gemaakt van de `rob.inclrange()`, `rob.ncutrange()` en `rob.calibrange()`. Deze functies hebben een vergelijkbare werking als de `minimize()` functie, maar dan met enkele bijkomende opties. De functies hebben respectievelijk betrekking op de consistentiedrempel, het frequentieafkappingpunt en de kalibratieankers.

In R zien de commando's voor bovenstaande functies er als volgt uit:

```
rob.inclrange (data, step = 1, max.runs = 20, outcome, conditions, incl.cut = 1, n.cut = 1, include = "")
```

```
rob.ncutrange (data, step = 1, max.runs = 20, outcome, conditions, incl.cut = 1, n.cut = 1, include = "")
```

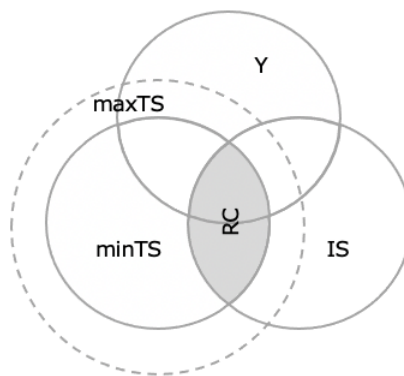
```
rob.calibrange (raw.data, calib.data, test.cond.raw, test.cond.calib, test.thresholds, type = "fuzzy", step = 1, max.runs = 20, outcome, conditions, incl.cut = 1, n.cut = 1, include = "")
```

Met het argument "step" wordt aangegeven hoeveel we de specifieke drempel willen verhogen en verlagen, en met het argument "max.runs" wordt gespecificeerd hoe vaak deze drempel aangepast moet worden om de boven- en ondergrenzen van het sensitiviteitsbereik te vinden. Voor de `rob.calibrange()` functie moet ook de ruwe data (`raw.data`), de kalibreerde data (`calib.data`), de naam van de conditie waarop de bereiken getest moeten worden in beide datasets (`test.cond.raw` en `test.cond.calib`), en tot slot ook de initiële drempels voor het kalibreren van deze condities (`test.tresholds`) gespecificeerd worden. De output van bovenstaande functies geven de onder- en bovengrenzen van het sensitiviteitsbereik weer. Tussen deze grenzen verandert de Booleaanse formule voor de oplossing niet (Oana & Schneider, 2020; Oana et al., 2021).

Naast sensitiviteitsbereiken zijn er nog andere analytische beslissingen mogelijk die ook inhoudelijk geldig kunnen zijn. Soms worden deze beslissingen tegelijkertijd genomen, wat het aantal mogelijke oplossingen aanzienlijk verhoogt en het vergelijken ervan ingewikkeld maakt.

Om hiermee om te gaan, stellen Oana en Schneider (2020) voor om deze alternatieve oplossingen samen te voegen in een testset (TS). Deze set vertegenwoordigt alle mogelijke oplossingen die kunnen ontstaan door verschillende analytische beslissingen te nemen binnen redelijke grenzen. Deze oplossingen worden verdeeld in een minimale TS (minTS) en een maximale TS (maxTS) door respectievelijk de intersectie en de unie van verschillende alternatieven te nemen. In plaats van elke individuele oplossing te vergelijken met de initiële oplossing die door onderzoeker gekozen werd, volstaat het om de initiële oplossing te vergelijken met de minTS en maxTS.

Een bijkomend concept dat wordt geïntroduceerd, is de robuuste kern (RC). Dit vertegenwoordigt het deel van de initiële oplossing dat bestand is tegen alle robuustheidstests. Door de mate van overlap tussen de initiële oplossing, de minTS, de RC en de maxTS te evalueren, kan de robuustheid van de initiële oplossing beoordeeld worden vanuit zowel een fit- als een case-georiënteerd perspectief.



Figuur 17 – Visuele voorstelling IS, minTS, maxTX & RC, gebaseerd op Oana et al. (2021)

Een tweede check van robuustheid die op de concepten hierboven gebaseerd is, is de fit-georiënteerde aanpak. Deze houdt voornamelijk in dat verschillende fit-parameters vergeleken worden voor de IS, de RC, de minTS en maxTS. Met deze benadering kunnen onderzoekers vergelijken hoe goed de RC presteert in vergelijking met de IS, maar ook of en hoeveel de minTS, maxTS en de IS overlappen (Oana & Schneider, 2020; Oana et al., 2021).

Er zijn vier verschillende parameters of fit relevant voor robuustheid. De eerste twee, namelijk de robuustheid fit consistentie (Robustness Fit Consistency), aangeduid als RF_{cons} , en de robuustheid fit dekking (Robustness Fit Coverage), aangeduid als $RF_{dekking}$, omvatten in wezen de vergelijking van de consistentie en de dekking van de IS en de RC. Deze parameters stellen onderzoekers in staat om te vergelijken hoe goed de RC, dat wil zeggen het deel van de oplossing dat alle veranderingen doorstaat, presteert qua consistentie en dekking in vergelijking met de gehele initiële oplossing, IS. Dit wil zeggen dat hoe meer IS en RC overlappen, hoe hoger de waarde van deze parameter wordt en hoe hoger de robuustheid van de initiële oplossing is (Oana et al., 2021).

De berekeningen voor RF_{cons} en RF_{cov} zien er als volgt uit:

$$RF_{cons} = Cons_{IS} / Cons_{RC}$$

$$RF_{dekking} = Dekking_{IS} / Dekking_{RC}$$

Naast de RF_{cons} en de $RF_{dekking}$ zijn er nog twee andere parameters of fit nodig om de mate van overlap tussen minTS en maxTS en de IS meer algemeen te evalueren. Hoewel de initiële oplossing perfect zou kunnen samenvallen met de robuuste kern, kunnen er nog steeds andere gevallen zijn die zijn opgenomen door de minimale en maximale testset die de initiële oplossing niet dekt. Om dit te evalueren drukken de parameters of fit voor setovereenkomst (Robustness Fit Set Coincidence), RF_{SC_minTS} en RF_{SC_maxTS} , de setovereenkomst uit tussen de initiële oplossing en de geaggregeerde testsets.

Voor deze twee parameters zien de berekeningen er als volgt uit:

$$RF_{SC_minTS} = \Sigma \min (IS_i, \min TS_i) / \Sigma \max (IS_i, \min TS_i)$$

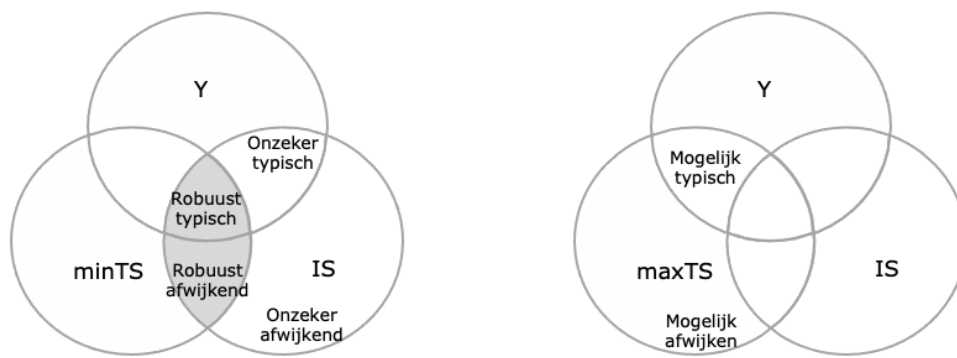
$$RF_{SC_maxTS} = \Sigma \min (IS_i, \max TS_i) / \Sigma \max (IS_i, \max TS_i)$$

De bekomen waarde van deze vier besproken parameters varieert tussen 0 en 1, waarbij hogere waarden duiden op een hogere robuustheid en dus beter is voor de betrouwbaarheid van de resultaten.

Deze vier parameters kunnen worden weergegeven in R aan de hand van de `rob.fit()`, wat een onderdeel van het `SetMethods` pakket is.

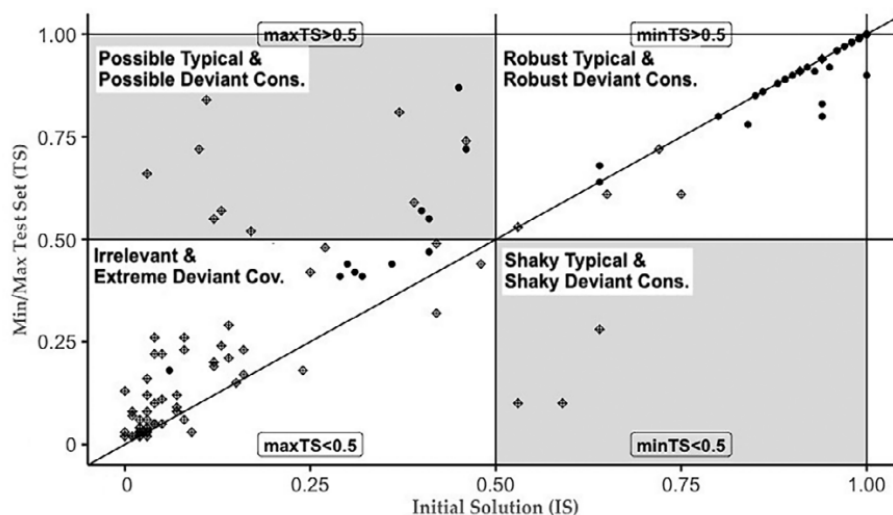
```
RF <- rob.fit (test_sol, initial_sol, outcome)
```

De bovenstaande fit-georiënteerde aanpak zegt veel over de deilverhouding en de mate van overlap tussen de IS, RC, minTS en maxTS, maar verduidelijkt niet hoeveel gevallen van typische naar afwijkende gevallen veranderen, of andersom, wanneer we robuustheidstests uitvoeren. Deze veranderingen in casustypes zijn belangrijk, en de case-georiënteerde aanpak van robuustheid identificeert en kwantificeert deze (Oana & Schneider, 2020; Oana et al., 2021).



Figuur 18 – Visuele voorstelling case-georiënteerde robuustheid, gebaseerd op Oana et al. (2021)

De Venndiagrammen hierboven geven weer waar elke case zich bevindt in de overlappende gebieden tussen de IS, minTS, maxTS en de uitkomst Y. Gevallen die lid zijn van de robuuste kern kunnen zowel robuuste typisch ($Y \geq 0.5$) als robuuste afwijkende ($Y \leq 0.5$) gevallen zijn, afhankelijk van lidmaatschap in Y. Gevallen die alleen lid zijn van de IS, maar geen deel uitmaken van de RC (en dus de minTS), worden als onzeker beschouwd omdat hun status kan veranderen wanneer alternatieve analytische beslissingen worden genomen. Gevallen die alleen lid zijn van de maxTS, maar niet van de IS, worden als mogelijk beschouwd omdat ze “nieuw” worden gedekt door alternatieve oplossingen wanneer er veranderingen worden aangebracht in analytische beslissingen, en daarom kunnen ze mogelijke typische of mogelijke afwijkende gevallen worden, afhankelijk van hun lidmaatschap in de uitkomst Y (Oana et al., 2021).



Figuur 19 – Visuele weergave XY plot (Oana et al., 2021)

Bij fuzzy-sets kunnen relevante cases voor robuustheid gevisualiseerd worden aan de hand van XY-plots van de IS, minTS en maxTS. In bovenstaand figuur, afkomstig uit het handboek van Oana et al. (2021) wordt een voorbeeld van een dergelijke plot weergegeven. Hierbij staat de initiële oplossing op de X-as en de twee testsets zijn terug te vinden op de y-as. Elk kwadrant in deze plot vertegenwoordigt specifieke casustypen. De robuuste gevallen bevinden zich steeds in het kwadrant

rechtsboven omdat ze meer dan uit de minTS en IS zijn (≥ 0.5). Het kwadraat daar links van, het –kwadrant linksboven, geeft mogelijke typische en mogelijke afwijkende gevallen aan ($\max TS \geq 0.5$ & $IS \leq 0.5$). Het kwadrant rechtsonder geeft de onzekere typische en afwijkende gevallen aan ($\max TS \leq 0.5$ & $IS \geq 0.5$). Het laatste kwadrant, hetgeen linksonder staat, geeft de irrelevante en sterk afwijkende gevallen weer (Oana et al., 2021).

De twee gearceerde kwadranten, waar mogelijke en onzekere gevallen terug te vinden zijn, zijn het belangrijkste voor de robuustheid. Hoe meer gevallen hierin zitten, hoe lager de robuustheid van de initiële oplossing.

Om een dergelijke XY plot in R na te maken kan gebruik gemaakt worden van onderstaand commando:

```
rob.xyplot(test_sol, initial_sol, outcome, ...)
```

De case-georiënteerde aanpak laat onderzoekers toe om niet alleen de specifieke gevallen identificeren, maar ook te kijken naar hun relatieve frequenties. Hoe meer robuuste gevallen er zijn, hoe hoger de robuustheid van de IS.

Er zijn drie parameters voor case-georiënteerde robuustheid. De robuustheid case ratio voor typische gevallen vergelijkt het aantal robuuste typische gevallen (RCR_{typ}) met alle typische gevallen, waarmee zowel de mogelijke, de onzekere en de robuuste typische gevallen bedoeld worden. Een waarde van 1 voor deze ratio betekent dat er een perfecte overlap is tussen IS, minTS en maxTS, wat wijst op maximale robuustheid (Oana & Schneider, 2020; Oana et al., 2021).

$$RCR_{typ} = \text{robuust}_{typisch} / (\text{onzeker}_{typisch} + \text{mogelijk}_{typisch} + \text{robuust}_{typisch})$$

Daarnaast is er nog de robuustheid casus ratio voor afwijkende gevallen (RCR_{afw}), die een vergelijkbare werking heeft als de robuustheid case ratio voor typische gevallen, maar dan voor afwijkende gevallen.

$$RCR_{afw} = \text{robuust}_{afw} / (\text{onzeker}_{afw} + \text{mogelijk}_{afw} + \text{robuust}_{afw})$$

En ten slotte is er de Rob_case_rank parameter, die een rangschikking geeft van de verschillende relaties tussen de IS en de minTS en maxTS in termen van cases in vier rangen. Rang 1 geeft de beste robuustheidssituatie, waarin alle relevante gevallen robuust zijn en er dus geen onzekere of mogelijke gevallen zijn. Rang 2 is op een na beste rang, waar geen onzekere gevallen zijn maar wel mogelijke gevallen zijn. In rang 3 zijn er onzekere gevallen, maar geen mogelijke gevallen. Ten slotte zijn er in rang 4, zowel onzekere als mogelijke gevallen en zijn dus beide soorten niet-robuuste gevallen aanwezig. Een hogere rang wijst dus met andere woorden op een slechtere robuustheid.

Deze drie parameters kunnen in R uitgevoerd worden aan de hand van het `rob.cases()` commando dat een onderdeel is van het `SetMethods` pakket.

```
rob.cases(test_sol, initial_sol, outcome)
```

3.3.5. Resultaten linken aan theorie

In deze sectie wordt de theorie-evaluatie geïntroduceerd als een methode om theoretische modellen te herzien in het licht van empirische resultaten verkregen met QCA. Het hoofddoel van theorie-evaluatie is om de delen van een theorie te identificeren die ondersteund worden door empirisch bewijs evenals de delen die dat niet zijn, en om aanpassingen aan de theorie voor te stellen. Daarnaast kan theorie-evaluatie dienen als instrument om gevallen te selecteren voor within-case analyse (Mello, 2021; Oana et al., 2021).

3.3.5.1. *Theorie-evaluatie*

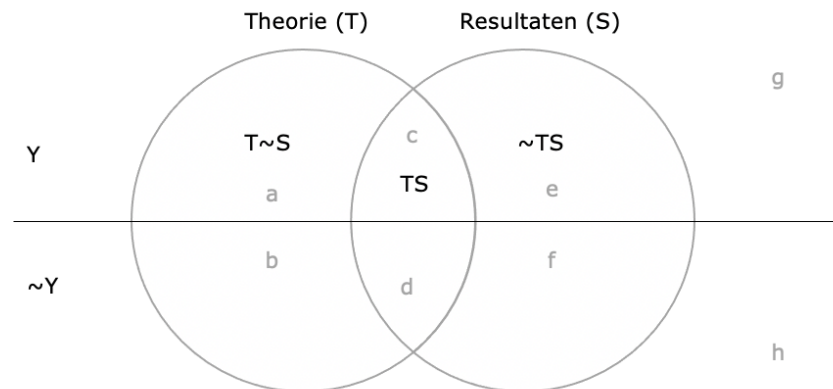
QCA heeft sterke banden met kwalitatieve methoden. Het is een iteratief proces waarbij heen en weer gegaan wordt tussen theorie en bewijs. In dit proces spelen initiële theoretische vermoedens een belangrijke rol, bijvoorbeeld bij het bepalen van lidmaatschapsscores, het selecteren van condities en het specificeren van verwachtingen voor de resultaten. De iteratieve aard van QCA in combinatie met de complexe oplossingsformules, maken van QCA een methode die niet goed past bij de traditionele hypothesetoetsing (Mello, 2021; Oana et al., 2021).

De formele set-theoretische theorie-evaluatie is om deze reden geïntroduceerd als manier voor QCA-onderzoekers om eerder geformuleerde theoretische verwachtingen te vergelijken met empirische QCA-resultaten. In tegenstelling tot traditionele hypothesetoetsing is dit een procedure om na te gaan welke delen van de theorie worden ondersteund door empirisch bewijs en welke niet. Wanneer zowel de theorie, aangeduid als T , als de empirische resultaten verkregen via QCA, aangeduid als S , worden weergegeven in Booleaanse termen. Specifiek kan gekeken worden naar de vier intersecties van T (de verwachtingen), S (de bevindingen), $\sim T$ (wat niet verwacht wordt) en $\sim S$ (wat niet gevonden wordt). Deze gebieden vertegenwoordigen delen van de theorie die in overeenstemming zijn met empirische bevindingen, en delen waarin de theorie moet worden uitgebreid of beperkt in overeenstemming met deze bevindingen (Oana et al., 2021).

Het idee achter de verfijning van de theorie-evaluatie is om rekening te houden met het feit dat QCA-resultaten vaak niet perfect overeenkomen met theoretische verwachtingen. In de praktijk ziet men echter vaak dat set-relaties niet altijd volledig consistent zijn, wat betekent dat niet alle gevallen die worden gedekt door een QCA-oplossing het verwachte resultaat laten zien. Evenzo kunnen QCA-resultaten niet alle gevallen verklaren, waardoor sommige gevallen onverklaard blijven (Oana et al., 2021).

Door deze minder-dan-perfecte consistentie en dekking te erkennen, wordt een meer genuanceerd begrip verkregen van hoe theoretische verwachtingen zich verhouden tot empirische-bevindingen in de context van QCA-analyse. Dit leidt tot een meer gedetailleerde evaluatie, waarbij niet alleen wordt

gekeken naar de lidmaatschapsscores van elke zaak in T en S, maar ook in hun lidmaatschap in het resultaat Y. Dit resulteert in acht verschillende gebieden die elk een ander type case definiëren, waardoor onderzoekers een beter inzicht kunnen krijgen in welke delen van de theorie worden ondersteund door het bewijs, en welke gebieden nog verdere verfijning of herziening vereisen.



Figuur 20 – Visuele weergave soorten cases theorie-evaluatie, gebaseerd op Oana et al. (2021)

In bovenstaande figuur worden de acht verschillende gebieden duidelijk geïllustreerd aan de hand van letters. Bijvoorbeeld gebied c, die gevallen bevat die zowel T als S omvatten en ook het resultaat ondersteunen. De gevallen in dit gebied worden “gedekte meest waarschijnlijke gevallen” genoemd omdat ze worden bestreken door de oplossing en het resultaat hebben volgens theoretische verwachtingen. Hoe meer gevallen zich in dit gebied bevinden, hoe sterker de ondersteuning van de theorie. In tegenstelling hiermee bevinden zich in gebied d de gevallen die in de TS-intersectie liggen, maar die het verwachte resultaat niet vertonen ($\sim Y$). Deze gevallen zijn zowel in strijd met de theoretische verwachtingen als met de empirische bevindingen. Ze worden ook wel “inconsistent meest waarschijnlijke gevallen” genoemd, omdat ze in strijd zijn met de oplossing en theoretisch werden verwacht het resultaat te tonen, maar dat niet deden. Deze gevallen zijn verwarrend en als ze talrijk zijn, wordt de empirische ondersteuning voor de theorie ondermijnd (Oana et al., 2021).

Alle gevallen in intersecties e en f zijn “minst waarschijnlijke” gevallen omdat ze niet worden verwacht door de theorie maar wel deel uitmaken van de oplossing. Ze komen in twee varianten, namelijk “gedekt” (Y) en “inconsistent” ($\sim Y$). Gevallen in intersectie e suggereren de noodzaak om deze typen gevallen op te nemen in de theorie, terwijl gevallen in intersectie d zowel niet in lijn liggen met de theorie, als in strijd zijn met de empirische oplossing (Oana et al., 2021).

Gevallen in sectie a en b worden respectievelijk “ongedekt meest waarschijnlijke” en “consistente meest waarschijnlijke” gevallen genoemd. Gevallen in a ondersteunen de theorie maar zijn in strijd met de oplossing terwijl gevallen in b in lijn liggen met de oplossing, maar een afbakening van de theorie suggereren (Oana et al., 2021).

Tot slot zijn gevallen in de $\sim T \sim S$ intersectie noch verwacht door de theorie, noch maken ze deel uit van de oplossing. Als ze het resultaat tonen, geïllustreerd door g, zijn ze “ongedekte minst

waarschijnlijke” gevallen. Als ze dat niet doen, wat te zien in h, zijn ze “consistente minst waarschijnlijke” gevallen. Ongedekte minst waarschijnlijke gevallen zijn bijzonder verwarrend omdat zowel de theorie als de oplossing suggereren dat het resultaat niet zouden moeten laten zien, maar dat doen ze toch (Oana et al., 2021).

In R kan weergegeven worden hoe de Booleaanse expressie er voor elk van de beschreven intersecties eruitziet, wat het aantal en percentage gevallen dat hierin zit is, en wat de bijbehorende namen van de gevallen in elke intersectie zijn. Dit kan gedaan worden aan de hand van de `theory.evaluation()` functie:

```
theory.evaluation(theory, empirics, outcome, sol = 1, ...)
```

3.4. Onderzoeksontwerp

QCA biedt een waardevolle aanpak om de complexe vraagstukken rond de drijfveren en de barrières bij de financiering van groen-blauwe investeringen in steden in de context van CSR-benaderingen te verkennen. Deze methode onderzoekt relaties tussen de verschillende factoren binnen dit vraagstuk, zoals CSR-initiatieven, economische omstandigheden en overheidsbeleiden. Door zowel kwantitatieve als kwalitatieve gegevens te integreren, biedt QCA een allesomvattend begrip van deze kwestie. Hierbij worden niet alleen individuele variabelen geanalyseerd, maar ook configuraties van variabelen die leiden tot specifieke uitkomsten. Dit is cruciaal om de combinaties van CSR-initiatieven, financieringsmodellen en andere factoren te begrijpen die het succes van groen-blauwe investeringen beïnvloeden. Op deze manier zal ook duidelijk worden welke factoren noodzakelijk aanwezig moeten zijn bij de besluitvorming van een bedrijf om over te gaan tot investeren in GBI.

Zoals in sectie 3.1. reeds beschreven werd is QCA voornamelijk geschikt in situaties met een beperkt aantal cases ter beschikking, wat vaak de realiteit is bij complexe vraagstukken zoals deze. Het biedt methodologische benaderingen die effectief zijn bij het werken met een klein aantal cases, terwijl het nog steeds waardevolle inzichten oplevert. In tegenstelling tot louter kwantitatief onderzoek, dat vaak moeite heeft met het vaststellen van causale verbanden tussen variabelen, biedt QCA een gestructureerde aanpak om deze verbanden te identificeren. Dit aspect is van cruciaal belang bij het onderzoeken van de relatie tussen CSR en de financieringsnood voor GBI, waarbij het belangrijk is om te begrijpen hoe verschillende factoren elkaar beïnvloeden (Mello, 2021).

Een onderzoek dat gelijkaardige aspecten bestudeerd als in dit onderzoek is dat van Halme et al. (2018), waar onderzocht werd wanneer en hoe CSR leidt tot daadwerkelijke verbeteringen in milieu- en sociale prestaties. Het doel van het onderzoek was om de routes van institutionele druk via CSR-management naar duurzaamheidsverbeteringen te identificeren. Hiervoor gebruikten de auteurs een fuzzy-set QCA-dataset van 19 grote Europese bedrijven uit verschillende sectoren. Hun belangrijkste onderzoeksvraag was: “Welke configuraties van omstandigheden leiden tot verbeterde milieu- en sociale prestaties?”.

Het dataverzamelinstrument van Halme et al. (2018) bestond uit verschillende onderdelen. In de eerste fase werden casestudies uitgevoerd rond de algemene karakteristieken van de betrokken 19 bedrijven. Nadien werden er 101 interviews afgenomen met vertegenwoordigers van de casebedrijven, waaronder topmanagers, CSR-professionals, HR-medewerkers, marketing/communicatie-experts en R&D-verantwoordelijken. De focus hierbij lag op externe CSR-druk, CSR-management en milieu- en sociale prestaties. Daarna verzamelden de auteurs kwantitatieve gegevens door prestaties te meten aan de hand van een set indicatoren, afkomstig uit zowel interne bedrijfsbronnen als openbare duurzaamheidsrapporten. Tenslotte werden er nog 66 interviews afgenomen met stakeholders, waaronder vakbonden en regelgevende autoriteiten om de druk en prestaties van de bedrijven te beoordelen.

De onderzoekers definieerden vervolgens fuzzy-set waarden voor vijf condities; externe druk, verantwoordelijke van eigendom, sterkte van CSR-organisatie, gebruik van CSR-managementsystemen en de integratie van CSR in de kernactiviteiten. Deze condities werden gemeten door middel van interviews en documentenanalyse en werden gekalibreerd op basis van hun intensiteit en aanwezigheid. De uitkomst van dit onderzoek betrof de milieu- en sociale prestaties, die afzonderlijk werden gemeten met behulp van diverse indicatoren, zoals CO₂-uitstoot, gebruik van grondstoffen, omstandigheden op de werkvloer en mensenrechten.

Een ander relatief gelijkaardig onderzoek is uitgevoerd door Xiao et al. (2023), waarin werd onderzocht hoe strategisch groen innovatief gedrag (SGIB) kan worden gestimuleerd in Chinese productiebedrijven. Het doel van dit onderzoek was om de drijvende mechanismen achter SGIB te identificeren door te kijken naar de institutionele druk en interne hulpbronnen. De auteurs gebruikten hiervoor een QCA op een dataset van 199 Chinese productiebedrijven uit verschillende sectoren. Hun centrale onderzoeksvraag was: "Welke configuraties van omstandigheden leiden tot positief en negatief strategisch groen innovatief gedrag?".

Het dataverzamelinstrument in de beschreven studie bestond uit verschillende fasen. Gedurende de eerste fase werd een vragenlijst ontwikkeld die factoren zoals institutionele druk, hulpbronnen en groene dynamische capaciteiten moest beoordelen aan de hand van een 5pt. Likert-schaal. Deze vragenlijst werd vervolgens verspreid over 199 productiebedrijven in China. Nadien werden de gegevens geanalyseerd met behulp van QCA om de configuraties van factoren te identificeren die bijdragen aan zowel positief als negatief SGIB.

De onderzoekers definieerden fuzzy-set waarden voor zes condities; command-control regelgeving, incentive regelgeving, normatieve druk, milieu-ethiek, organisatorische spelling en groene dynamische capaciteit. Deze condities werden gemeten aan de hand van de vragenlijst en geanalyseerd op basis van de beoordelingen van de respondenten op de Likert-schaal. De kalibratie van de fsQCA werd uitgevoerd op basis van zowel theoretische kennis als praktische ervaring.

Deze onderzoeken biedt een waardevolle methodologische leidraad voor het onderzoek naar CSR-financiering voor GBI. Door gebruik te maken van een vergelijkbare QCA-benadering en een

gedetailleerd dataverzamelinstrument, kunnen configuraties van factoren identificeren die bijdragen aan succesvolle CSR-financiering voor GBI.

3.4.1. Mogelijke opstelling dataverzamelinstrument

Voor het grondig onderzoeken van de factoren die de bereidheid van bedrijven om te investeren in GBI beïnvloeden, is een gestructureerd dataverzamelinstrument essentieel. Dit instrument zal in verschillende stappen worden opgesteld om nadien de noodzakelijke en voldoende voorwaarden te identificeren die bedrijven motiveren tot dergelijke investeringen. In deze sectie worden de drie hoofdfasen van de opstelling van het dataverzamelinstrument beschreven, met specifieke aandacht voor de methode van gegevensverzameling voor elke conditie en de toepassing van QCA.

De eerste stap in de opstelling van een dataverzamelinstrument is het identificeren van de relevante condities en uitkomsten op basis van een uitgebreide literatuurstudie, zoals in dit geval reeds gebeurd is in sectie 2.2.1.3. Hierbij werden zowel interne als externe condities met ene mogelijke invloed op de investeringsbereidheid geïdentificeerd. De interne factoren zijn de grootte van het bedrijf, de financiële gezondheid en de sector waarin geopereert wordt. De externe factoren omvatten het regelgevende kader, marktdruk, stakeholderdruk, de geografische regio, en de economische stabiliteit en ontwikkeling van de regio. Deze factoren vormen de basis voor het verdere onderzoeksproces. De uitkomst die onderzocht wordt is de mate van bereidheid van bedrijven om te investeren in GBI.

De tweede stap is de identificatie van geschikte cases, in dit geval bedrijven, die in de analyse zullen worden opgenomen. Het is cruciaal om een representatieve steekproef te selecteren die zowel bedrijven omvat die wel investeren in GBI als bedrijven die dat niet doen. Deze selectie zorgt ervoor dat een vergelijkende analyse kan worden uitgevoerd en factoren kunnen worden geïdentificeerd die bedrijven motiveren of juist weerhouden om te investeren. De bedrijven worden geselecteerd op basis van criteria zoals sector, bedrijfsomvang en geografische locatie om een diverse en representatieve steekproef te waarborgen. Door een breed scala aan bedrijven te onderzoeken, kunnen meer generaliseerbare en robuuste conclusies getrokken worden (Mello, 2021; Oana et al., 2021). Zoals reeds aangehaald werd in sectie 3.1. is het voor QCA-studies typisch om tussen de 10 en 50 cases te omvatten (Ide & Mello, 2022; Thomann & Maggetti, 2020).

De derde stap is het verzamelen van gedetailleerde gegevens over de eerder geïdentificeerde condities bij de geselecteerde bedrijven. Dit gebeurt door een combinatie van kwantitatieve en kwalitatieve methoden. Hieronder volgt een overzicht van de methoden die geschikt zijn voor het verzamelen van gegevens over elke specifieke conditie, evenals een bespreking van de toepassing van QCA. Omdat de meeste variabelen niet binair zijn en kunnen variëren wordt er geopteerd voor de opstelling van een fsQCA-set.

De interne condities zijn relatief eenvoudig te achterhalen aan de hand van jaarverslagen en interviews met bedrijfsleiders. De grootte van een bedrijf kan vastgesteld worden door het aantal werknemers, de totale omzet en de marktwaarde te analyseren, zoals vermeld in de jaarverslagen.

De financiële gezondheid kan beoordeeld worden door financiële ratio's zoals solvabiliteitsratio, liquiditeitsratio en rentabiliteitsratio te berekenen uit de gegevens in jaarverslagen. De sector waarin een bedrijf actief is, kan worden bepaald door de sectie over bedrijfsactiviteiten en marktsegmenten in de jaarverslagen te analyseren of door hier tijdens interviews of enquêtes naar te vragen. De conditie sector vormt echter wel een probleem in QCA aangezien het discrete categorieën zijn die niet omgezet kunnen worden naar een fsQCA set.

Conditie	Methode	QCA-toepassing
Grootte van bedrijf	Aan de hand van jaarverslagen en interviews met mensen uit geselecteerd bedrijf	De grootte van een bedrijf kan variëren en is niet binair. Bedrijven kunnen worden gecategoriseerd op een fuzzy schaal van 0 tot 1 op basis van omzet en aantal werknemers.
Financiële gezondheid	Aan de hand van jaarverslagen, financiële rapporten en interviews met mensen uit geselecteerd bedrijf	De financiële gezondheid kan variëren en is daarom geschikt voor fsQCA. Ratio's, zoals bijvoorbeeld de solvabiliteitsratio, kunnen worden geschaald van 0 tot 1.
Sector	Aan de hand van jaarverslagen, bedrijfsdocumenten en interviews met mensen uit geselecteerd bedrijf	Sectoren zijn discrete categorieën zoals technologie of gezondheidszorg en kunnen niet gemakkelijk in een binaire of fuzzy set worden omgezet voor QCA.

Tabel 13 – Overzicht gegevensverzameling interne condities

De externe condities zijn iets lastiger om gegevens over te verkrijgen omdat bedrijven hier zelf niet altijd even gedetailleerde informatie over hebben en deze informatie dus extern moet worden gezocht. Het regelgevens kader kan worden vastgesteld door interviews met beleidsmakers en bedrijfsleiders, evenals door beleidsdocumenten te analyseren die de regelgeving beschrijven waaraan bedrijven moeten voldoen. Marktdruk kan worden beoordeeld door enquêtes en interviews uit te voeren met bedrijfsleiders en sectoranalisten om inzicht te krijgen in de mate van concurrentie en klantverwachtingen in de markt. Stakeholderdruk kan worden vastgesteld door enquêtes en interviews met verschillende stakeholders, waaronder investeerders, leveranciers en gemeenschapsleiders. De conditie regio is complex om uit te drukken in een QCA set omdat het hierbij niet gaat over een binaire of numerieke variabele. De economische ontwikkeling van een regio kan onderzocht worden door economische rapporten en statistieken te analyseren. Economische ontwikkeling kan geschaald worden aan de hand van indicatoren zoals GDP en BBP. De economische stabiliteit van een regio kan ook worden onderzocht door dezelfde methoden toe te passen. Hierbij kunnen de gegevens geschaald worden op basis van indicatoren zoals GDP-groei en het werkloosheidscijfer.

Conditie	Methode	QCA-toepassing
Regelgevend kader	Aan de hand van interviews met beleidsmakers en bedrijfsleiders, analyse van beleidsdocumenten	Het regelgevend kader kan variëren en is niet binair. Kaders kunnen worden gecategoriseerd op een fuzzy schaal van 0 tot 1 op basis van subsidies en boetes die zij uitreiken.
Marktdruk	Aan de hand van enquêtes en interviews met bedrijfsleiders en sectoranalisten	Marktdruk kan variëren, daarom is fsQCA geschikt. Marktdruk kan worden geschaald van 0 tot 1 op basis van de intensiteit van de concurrentie en klantverwachtingen.
Stakeholderdruk	Aan de hand van enquêtes en interviews met interne en externe stakeholders	Stakeholderdruk kan worden gecategoriseerd op een schaal van 0 tot 1 op basis van de intensiteit van de druk.
Regio	Aan de hand van bedrijfs- en marktgegevens	Regio's zijn discrete categorieën en kunnen niet gemakkelijk in een binaire of fuzzy set worden omgezet voor QCA.
Economische stabiliteit en ontwikkeling	Aan de hand van Economische rapporten en statistieken, interviews met lokale economische experts	Economische stabiliteit kan worden geschaald van 0 tot 1 op basis van indicatoren zoals GDP-groei en werkloosheidscijfers

Tabel 14 - Overzicht gegevensverzameling externe condities

4. Discussie

In deze discussie zullen de verschillende belemmeringen die zich voordeden tijdens dit onderzoek omtrend investeringen in groen-blauwe infrastructuur als gevolg van de CSR-strategie van bedrijven besproken en geanalyseerd worden. Bovendien zullen ook beperkingen van QCA als onderzoeksmethode besproken worden, aangezien deze methode een centrale rol speelt in dit onderzoek. Tot slot zullen er ook aanbevelingen gedaan worden voor toekomstig onderzoek om deze belemmeringen in rekening te brengen.

4.1. Belemmeringen van onderzoek

Een eerste belemmering voor dit specifieke onderzoek is dat het empirisch gedeelte niet heeft kunnen plaatsvinden. Dit betekent dat de dataverzameling en analyse nog niet zijn uitgevoerd, waardoor de huidige studie beperkt is tot theoretische en methodologische beschouwingen. Het ontbreken van empirische data maakt het niet mogelijk om de vooropgestelde theoretische kaders te testen en te valideren. Dit is een aanzienlijk obstakel, aangezien empirisch bewijs cruciaal is voor het onderbouwen van de theoretische bevindingen en voor het aantonen van de praktische relevantie en toepasbaarheid van de beschreven benaderingen. Deze studie heeft eigenlijk gediend als voorbode van een volgend onderzoek waar de empirische benadering wel uitgewekt en toegepast zal worden. Deze toekomstige inspanningen zullen een belangrijke aanvulling vormen op de huidige theoretische basis en zullen bijdragen aan het ontwikkelen van meer solide en breed toepasbare inzichten

QCA heeft naast zijn vermogen om complexe causale relaties te analyseren ook enkele belemmeringen die kort aangehaald dienen te worden. Een van de meest voorkomende belemmeringen van QCA is de inherente complexiteit van de methodologie. QCA vereist een grondige kennis van zowel kwalitatieve als kwantitatieve analysetechnieken en een zorgvuldige kalibratie van data (Fernández-Esquinas et al., 2021; Thomann & Maggetti, 2020). Het proces van dataverzameling, kalibratie en analyse is tijdrovend en vereist veel uitzoekwerk. Specifiek vereist kalibratie van ruwe data naar setlidmaatschapsscores theoretisch onderbouwde keuzes van drempelwaarden, wat ook een brede literaire kennis vereist. Onjuiste kalibratie kan leiden tot misleidende resultaten en interpretaties, wat de validiteit van de bevindingen kan ondermijnen. Bovendien is de interpretatie van causale condities vaak complex en vereist het een diepgaand begrip van de onderlinge relaties tussen de verschillende condities (Ide & Mello, 2021; Oana et al., 2021).

Een andere belemmering is de robuustheid van de analyse. QCA is gevoelig voor veranderingen in het aantal cases, de kalibratie van condities, en de invloed van mogelijke meetfouten. QCA-resultaten zijn vatbaar voor foutieve conclusies wanneer cases worden verwijderd, kalibratiedrempels anders worden ingesteld, of meetfouten worden meegenomen. Dit kan leiden tot inconsistenties en twijfelachtige robuustheid van de bevindingen (Mello, 2021). Onderzoekers moeten daarom altijd een grondige en transparante rechtvaardiging bieden voor hun keuzes met betrekking tot case-selectie, conditionele kalibratie en analytische procedures om de betrouwbaarheid van hun resultaten te waarborgen (Oana et al., 2021; Thomann & Maggetti, 2020).

4.2. Aanbevelingen voor toekomstig onderzoek

Op basis van de huidige studie over de voorwaarden waaronder CSR-financiering voor GBI plaatsvindt zijn er verschillende routes voor verder onderzoek die waardevolle inzichten kunnen opleveren en bijdragen aan het versterken van dit onderzoeksveld.

Toekomstig onderzoek zou zich kunnen richten op het evalueren van verschillende soorten groen-blauwe infrastructuur waarin bedrijven kunnen investeren als onderdeel van hun CSR-strategie. Onderzoekers kunnen zich bijvoorbeeld richten op de implementatie van groene daken, regenopvangwatersystemen, stedelijke bossen en groene muren. Een grondige evaluatie kan verschillende aspecten omvatten, zoals de effectiviteit, kostenefficiëntie en de voordelen van de verschillende infrastructuren op lange termijn.

De effectiviteit van GBI kan onderzocht worden door te kijken naar de mate waarin verschillende soorten infrastructuur bijdragen aan duurzaamheid, zoals het verminderen van de CO₂-uitstoot, het verbeteren van de luchtkwaliteit en het bevorderen van biodiversiteit. Kostenefficiëntie kan worden geanalyseerd door de initiële kosten te vergelijken met de lange termijn besparingen op bijvoorbeeld energieverbruik, waterbeheer en onderhoudskosten van de infrastructuur van het bedrijf. Hierbij kunnen economische modellen en kosten-batenanalyses worden toegepast. Voordelen op lange termijn kunnen worden onderzocht door te kijken naar de duurzame voordelen op lange termijn, zoals de vermindering van stedelijke hitte-eilandeffecten, verbeterde waterbeheerpraktijken en de verbetering van de algemene leefbaarheid in stedelijke gebieden. Dit kan door middel van langdurige veldstudies en continue observaties. Sociale en ecologische impact kan worden beoordeeld door te kijken naar de impact van groen-blauwe infrastructuur op gemeenschappen en ecosystemen. Dit kan door middel van enquêtes, interviews en casestudies.

Technologische innovaties kunnen worden geëvalueerd door te kijken naar de nieuwste technologische ontwikkelingen en hun potentieel om de effectiviteit van groen-blauwe infrastructuur te verbeteren. Dit kan door middel van pilotprojecten en samenwerkingen met technologische innovators. Door gebruik te maken van een combinatie van kwantitatieve en kwalitatieve onderzoeksmethoden, zoals experimentele studies, veldonderzoeken, enquêtes en economische analyses, kunnen toekomstige onderzoekers gedetailleerde inzichten verschaffen. Deze inzichten kunnen bedrijven helpen om weloverwogen beslissingen te nemen bij de implementatie van duurzame praktijken en het versterken van hun CSR-inspanningen. Verder onderzoek en diepgaande analyses zullen bedrijven in staat stellen beter te begrijpen welke vormen van GBI het meest geschikt zijn voor hun specifieke behoeften en doelstellingen. Dit kan uiteindelijk bijdragen aan een meer duurzame stedelijke omgeving en een versterkte maatschappelijke verantwoordelijkheid van bedrijven.

5. Conclusie

Groen-blauwe infrastructuur is van groot belang voor stedelijke gebieden vanwege haar vermogen om klimaatverandering tegen te gaan en duurzame stedelijke ontwikkeling te bevorderen. GBI, waaronder parken, groene daken en regenopvangsystemen, biedt diverse voordelen zoals de vermindering van het hitte-eilandeffect, verbetering van waterbeheer, en verhoging van de biodiversiteit. Dit draagt bij aan een hogere levenskwaliteit voor stadsbewoners door bijvoorbeeld schaduw en verkoeling te bieden tijdens hittegolven en wateroverlast te verminderen bij hevige regenval.

Het financieren vormt echter een aanzienlijke uitdaging voor gemeenten. Traditionele financieringsbronnen zoals overheidsbudgetten en subsidies zijn vaak ontoereikend. De complexiteit van besluitvormingsprocessen en de versnippering van de bevoegdheden tussen verschillende overheidsinstanties vertragen of verhinderen soms zelf de financiering van dergelijke projecten. Hierdoor wordt de realisatie van GBI bemoeilijkt, ondanks de duidelijke voordelen ervan voor stedelijke gebieden.

Een potentiële oplossing voor het financieringsprobleem ligt in het inschakelen van bedrijven via Corporate Social Responsibility. Bedrijven kunnen hun financiële middelen en expertise inzetten om GBI-projecten te ondersteunen als voordeel van hun maatschappelijke verantwoordelijkheid. CSR-financiering kan niet alleen de financiële kloof overbruggen, maar ook het imago van bedrijven versterken als duurzame en maatschappelijk verantwoorde organisaties.

Er werd een theoretisch kader opgesteld dat aangeeft welke condities waarschijnlijk tot succes leiden bij CSR-financiering van GBI. Deze condities worden onderverdeeld in interne en externe factoren. Interne factoren omvatten de grootte van het bedrijf, de financiële gezondheid en de sector waarin het bedrijf actief is. Externe factoren omvatten de regelgevingscontext, marktdruk, stakeholdersdruk en economische stabiliteit en ontwikkeling van de regio waarin het bedrijf zich bevindt. Door deze condities te onderzoeken kunnen beleidsmakers en bedrijven beter begrijpen welke factoren van cruciaal belang zijn voor succesvolle investeringen in GBI.

Qualitative Comparative Analysis is een geschikte methode om deze condities empirisch te onderzoeken. QCA maakt het mogelijk om zowel noodzakelijke als voldoende factoren te identificeren die bedrijven aanzetten tot investeringen in GBI als onderdeel van hun CSR-strategie. Deze methode integreert zowel kwalitatieve als kwantitatieve elementen, waardoor het mogelijk is om complexe causale relaties te analyseren en configuraties van factoren te identificeren die tot succes leiden. QCA stelt onderzoekers in staat om de specifieke combinaties van condities te bepalen die essentieel zijn voor het nemen van investeringsbeslissingen door bedrijven.

Samenvattend toont dit onderzoek aan dat CSR een veelbelovende route is voor het aanpakken van de financieringsuitdagingen van GBI. Door gebruik te maken van QCA kunnen de specifieke condities en drijfveren voor succesvolle CSR-investeringen worden geïdentificeerd, wat kan leiden tot meer effectieve en duurzame stedelijke ontwikkelingen. Verdere empirische studies met behulp van QCA

zijn nodig om deze theoretische inzichten te bevestigen en te verfijnen, zodat beleidsmakers en bedrijven samen kunnen werken aan de realisatie van veerkrachtige en duurzame steden.

6. Lijst van geraadpleegde werken

- Aerts, J., Geussens, K., Couderé, K., & Konijnendijk, C. (2022). *Groenblauwe ruimtes als bouwsteen van veerkrachtige gezonde leefomgevingen*.
- Albuquerque, R., Koskinen, Y., & Zhang, C. (2019). *Corporate social responsibility and firm risk: Theory and empirical evidence*. *Management Science*, 65(10), 4451-4469.
- Alves, A., Patiño Gómez, J., Vojinovic, Z., Sánchez, A., & Weesakul, S. (2018). *Combining co-benefits and stakeholders' perceptions into green infrastructure selection for flood risk reduction*. *Environments*, 5(2), 29.
- Andersson, E., Langemeyer, J., Borgström, S., McPhearson, T., Haase, D., Kronenberg, J. & Baró, F. (2019). *Enabling green and blue infrastructure to improve contributions to human well-being and equity in urban systems*. *BioScience*, 69(7), 566-574.
- Andreucci, M. B., Russo, A., & Olszewska-Guizzo, A. (2019). *Designing urban green blue infrastructure for mental health and elderly wellbeing*. *Sustainability*, 11(22), 6425.
- Arikan, E., Kantur, D., Maden, C., & Telci, E. E. (2016). *Investigating the mediating role of corporate reputation on the relationship between corporate social responsibility and multiple stakeholder outcomes*. *Quality & Quantity*, 50, 129-149.
- Arts, B., & De Koning, J. (2017). *Community forest management: An assessment and explanation of its performance through QCA*. *World Development*, 96, 315-325.
- Barnett, M. L. (2019). *The business case for corporate social responsibility: A critique and an indirect path forward*. *Business & Society*, 58(1), 167-190.
- Barnett, M. L., Henriques, I., & Husted, B. W. (2020). *Beyond good intentions: Designing CSR initiatives for greater social impact*. *Journal of Management*, 46(6), 937-964.
- Baptist, C. and Befani, B. (2015). *'Qualitative Comparative Analysis – A rigorous qualitative method for assessing impact.'*
- Berger-Walliser, G., & Scott, I. (2018). *Redefining corporate social responsibility in an era of globalization and regulatory hardening*. *American Business Law Journal*, 55(1), 167-218.
- Bernardino, P. (2021). *Engaging employees through corporate social responsibility programs: Aligning corporate social responsibility and employee engagement*. *Journal of Organizational Psychology*, 21(1), 105-113.

- Bhutta, U. S., Tariq, A., Farrukh, M., Raza, A., & Iqbal, M. K. (2022). Green bonds for sustainable development: Review of literature on development and impact of green bonds. *Technological Forecasting and Social Change*, 175, 121378.
- Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2017). Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. *Sustainable cities and society*, 31, 183-212.
- Bielenberg, A., Kerlin, M., Oppenheim, J., & Roberts, M. (2016). Financing change: How to mobilize private-sector financing for sustainable infrastructure. *McKinsey Center for Business and Environment*, 24-25.
- Brears, R. C. (2018). *Blue and green cities: The role of blue-green infrastructure in managing urban water resources* (1st ed.). Palgrave Macmillan UK
- Brears, R. C. (2022). *Financing Nature-Based Solutions*. In *Financing Nature-Based Solutions: Exploring Public, Private, and Blended Finance Models and Case Studies* (pp. 29-50). Cham: Springer International Publishing.
- Brin, P. V., & Nehme, M. N. (2019). *Corporate social responsibility: analysis of theories and models*.
- Carrera, L. *Corporate social responsibility* (2022). A strategy for social and territorial sustainability. *Int J Corporate Soc Responsibility* 7, 7.
- Cantele, S., & Zardini, A. (2020). What drives small and medium enterprises towards sustainability? Role of interactions between pressures, barriers, and benefits. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 27(1), 126-136.
- Caprioli, C., Oppio, A., Baldassarre, R., Grassi, R., & Dell'Ovo, M. (2021). A multidimensional assessment of ecosystem services: from grey to green infrastructure. In *Computational Science and Its Applications-ICCSA 2021: 21st International Conference, Cagliari, Italy, September 13-16, 2021, Proceedings, Part VII* 21 (pp. 569-581). Springer International Publishing.
- Chang, M. L., & Cheng, C. F. (2014). How balance theory explains high-tech professionals' solutions of enhancing job satisfaction. *Journal of Business Research*, 67(9), 2008-2018
- Chariri, A., Nasir, M., Januarti, I., & Daljono, D. (2019). Determinants and consequences of environmental investment: An empirical study of Indonesian firms. *Journal of Asia Business Studies*, 13(3), 433-449.
- Chaudary, S., Zahid, Z., Zahid, Z., Shahid, S., Shahid, S., . . . Azar, S. (2016). Customer perception of CSR initiatives: its antecedents and consequences. *Social Responsibility Journal*, 12(2), 263-279.

- Chițimiea, A., Minciu, M., Manta, A. M., Ciocoiu, C. N., & Veith, C. (2021). The Drivers of green investment: a bibliometric and systematic review. *Sustainability*, 13(6), 3507.
- Civera, C., Cortese, D., Mosca, F., & Murdock, A. (2020). Paradoxes and strategies in social enterprises' dual logics enactment: A csQCA between Italy and the United Kingdom. *Journal of Business Research*, 115, 334-347.
- Cooper, B., & Glaesser, J. (2016). Exploring the robustness of set theoretic findings from a large n fsQCA: an illustration from the sociology of education. *International Journal of Social Research Methodology*, 19(4), 445-459.
- Coşkun Arslan, M., & Kısacık, H. (2017). The corporate sustainability solution: Triple bottom line.
- Darko, A., & Chan, A. (2017). Review of Barriers to Green Building Adoption. *Sustainable Development*, 25, 167-179.
- de Macedo, L. S. V., Picavet, M. E. B., de Oliveira, J. A. P., & Shih, W. Y. (2021). Urban green and blue infrastructure: A critical analysis of research on developing countries. *Journal of Cleaner Production*, 313, 127898.
- de Oliveira, J. A. P., Bellezoni, R. A., Shih, W. Y., & Bayulken, B. (2022). Innovations in Urban Green and Blue Infrastructure: Tackling local and global challenges in cities. *Journal of Cleaner Production*, 362, 132355.
- Deely, J., Hynes, S., Barquín, J., Burgess, D., Finney, G., Silió, A., ... & Ballé-Béganton, J. (2020). Barrier identification framework for the implementation of blue and green infrastructures. *Land Use Policy*, 99, 105108.
- den Heijer, C., & Coppens, T. (2023). Paying for green: A scoping review of alternative financing models for nature-based solutions. *Journal of Environmental Management*, 337, 117754.
- Depietri, Y., & McPhearson, T. (2017). Integrating the grey, green, and blue in cities: Nature-based solutions for climate change adaptation and risk reduction. *Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas: Linkages between science, policy and practice*, 91-109.
- Duşa, A. (2018). *QCA with R: A comprehensive resource*. Springer.
- Duşa, A., & Cernat, A. (2019). *Comparative analysis using Boolean algebra*. SAGE Research Methods Foundations: Bucharest, Romania.
- Elkington J. (1997). *Cannibals with Forks: Triple Bottom Line of 21st Century Business*.

- Fainshmidt, S., Witt, M. A., Aguilera, R. V., & Verbeke, A. (2020). The contributions of qualitative comparative analysis (QCA) to international business research. *Journal of international business studies*, 51, 455-466.
- Fernández-Esquinas, M., Sánchez-Rodríguez, M. I., Pedraza-Rodríguez, J. A., & Muñoz-Benito, R. (2021). The use of QCA in science, technology and innovation studies: a review of the literature and an empirical application to knowledge transfer. *Scientometrics*, 126(8), 6349-6382.
- Glavas, A. (2016). Corporate social responsibility and employee engagement: Enabling employees to employ more of their whole selves at work. *Frontiers in psychology*, 796.
- Greckhamer, T., Furnari, S., Fiss, P. C., & Aguilera, R. V. (2018). Studying configurations with qualitative comparative analysis: Best practices in strategy and organization research. *Strategic Organization*, 16(4), 482-495.
- Ghofrani, Z., Sposito, V., & Faggian, R. (2017). A comprehensive review of blue-green infrastructure concepts. *International Journal of Environment and Sustainability*, 6(1)
- Gunawardena, K. R., Wells, M. J., & Kershaw, T. (2017). Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity. *Science of the Total Environment*, 584, 1040-1055.
- Halme, M., Rintamäki, J., Knudsen, J. S., Lankoski, L., & Kuisma, M. (2020). When is there a sustainability case for CSR? Pathways to environmental and social performance improvements. *Business & Society*, 59(6), 1181-1227.
- Hamel, P., & Tan, L. (2022). Blue-green infrastructure for flood and water quality management in Southeast Asia: evidence and knowledge gaps. *Environmental Management*, 69(4), 699-718.
- Hebb, T. (2019). Investing in sustainable infrastructure. *Challenges in Managing Sustainable Business: Reporting, Taxation, Ethics and Governance*, 251-273.
- Hwang, B., Zhu, L., & Tan, J. (2017). Green business park project management: Barriers and solutions for sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 153, 209-219.
- Hu, J., Wang, S., & Xie, F. (2018). Environmental responsibility, market valuation, and firm characteristics: Evidence from China. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 25(6), 1376-1387.
- Ide, T., & Mello, P. A. (2022). QCA in international relations: A review of strengths, pitfalls, and empirical applications. *International Studies Review*, 24(1), viac008.

- Isil, O., & Hernke, M. T. (2017). *The triple bottom line: A critical review from a transdisciplinary perspective. Business Strategy and the Environment*, 26(8), 1235-1251.
- Jia, J., & Zhang, X. (2021). *A human-scale investigation into economic benefits of urban green and blue infrastructure based on big data and machine learning: A case study of Wuhan. Journal of Cleaner Production*, 316, 128321.
- Kabisch, N., Frantzeskaki, N., Pauleit, S., Naumann, S., Davis, M., Artmann, M., ... & Bonn, A. (2016). *Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. Ecology and society*, 21(2).
- Kasim, J. A., Yusof, M. J. M., & Shafri, H. Z. M. (2019). *The many benefits of urban green spaces. CSID Journal of Infrastructure Development*, 2(1), 103-116.
- Kaur, H., & Garg, P. (2019). *Urban sustainability assessment tools: A review. Journal of cleaner production*, 210, 146-158.
- Kimic, K., & Ostrysz, K. (2021). *Assessment of blue and green infrastructure solutions in shaping urban public spaces—spatial and functional, environmental, and social aspects. Sustainability*, 13(19), 11041.
- Kort, I. M., Verweij, S., & Klijn, E. H. (2016). *In search for effective public-private partnerships: An assessment of the impact of organizational form and managerial strategies in urban regeneration partnerships using fsQCA. Environment and Planning C: Government and Policy*, 34(5), 777-794.
- Kraus, S., Ribeiro-Soriano, D., & Schüssler, M. (2018). *Fuzzy-set qualitative comparative analysis (fsQCA) in entrepreneurship and innovation research—the rise of a method. International Entrepreneurship and Management Journal*, 14, 15-33.
- KsiężaK, P., & FischBach, B. (2017). *Triple bottom line: The pillars of CSR. Journal of corporate responsibility and leadership*, 4(3), 95-110.
- Kuitert, L., & van Buuren, A. (2022). *Delivering Blue-Green Infrastructure: Innovation Pathways for Integrating Multiple Values. Frontiers in Sustainable Cities*, 4, 885951.
- Kumar, P. (2021). *Climate Change and Cities: Challenges Ahead. Frontiers in Sustainable Cities*, 3.
- Lafortezza, R., & Sanesi, G. (2019). *Nature-based solutions: Settling the issue of sustainable urbanization. Environmental research*, 172, 394-398.

- Lamond, J., & Everett, G. (2019). *Sustainable Blue-Green Infrastructure: A social practice approach to understanding community preferences and stewardship*. *Landscape and Urban Planning*, 191, 103639.
- Liberalesso, T., Cruz, C. O., Silva, C. M., & Manso, M. (2020). *Green infrastructure and public policies: An international review of green roofs and green walls incentives*. *Land use policy*, 96, 104693.
- Lin, X., Ho, C. M., & Shen, G. Q. (2018). Research on corporate social responsibility in the construction context: a critical review and future directions. *International Journal of Construction Management*, 18(5), 394-404.
- Liu, L., & Jensen, M. B. (2018). *Green infrastructure for sustainable urban water management: Practices of five forerunner cities*. *Cities*, 74, 126-133.
- Lu, J., Ren, L., Lin, W., He, Y., & Streimikis, J. (2019). *Policies to promote corporate social responsibility (CSR) and assessment of CSR impacts*.
- Mabrouk, M., Han, H., Fan, C., Abdrabo, K. I., Shen, G., Saber, M., ... & Sumi, T. (2023). *Assessing the effectiveness of nature-based solutions-strengthened urban planning mechanisms in forming flood-resilient cities*. *Journal of Environmental Management*, 344, 118260.
- Macháč, J., Brabec, J., & Arnberger, A. (2022). *Exploring public preferences and preference heterogeneity for green and blue infrastructure in urban green spaces*. *Urban Forestry & Urban Greening*, 75, 127695.
- Marakova, V., Wolak-Tuzimek, A., & Tučková, Z. (2021). *Corporate social responsibility as a source of competitive advantage in large enterprises*. *Journal of Competitiveness*.
- Marano, V., & Kostova, T. (2016). *Unpacking the institutional complexity in adoption of CSR practices in multinational enterprises*. *Journal of Management Studies*, 53(1), 28-54.
- Mell, I. (2021). *'But who's going to pay for it? 'Contemporary approaches to green infrastructure financing, development and governance in London, UK*. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 23(5), 628-645.
- Mello, P. A. (2021). *Qualitative comparative analysis: An introduction to research design and application*. Georgetown University Press.
- Metaxas, T., & Tsavdaridou, M. (2014). *Green CSR practices: a European approach*. *International Journal of Environment and Sustainable Development*, 13, 261.

- Monteiro, R., Ferreira, J. C., & Antunes, P. (2020). Green infrastructure planning principles: An integrated literature review. *Land*, 9(12), 525.
- O’Gorman, M. (2020). Understanding business drivers. *Strategic Corporate Conservation Planning: A Guide to Meaningful Engagement*, 23-57.
- Oana, Ioana-Elena, and Carsten Q. Schneider. (2020). Robustness tests in QCA: A fit-oriented and case-oriented perspective using R. *Unpublished Manuscript*.
- Oana, I. E., Schneider, C. Q., & Thomann, E. (2021). *Qualitative comparative analysis using R: A beginner's guide*. Cambridge University Press.
- O'Donnell, E. C., Lamond, J. E., & Thorne, C. R. (2017). Recognising barriers to implementation of Blue-Green Infrastructure: a Newcastle case study. *Urban Water Journal*, 14(9), 964-971.
- Pan, X., Sinha, P., & Chen, X. (2021). Corporate social responsibility and eco-innovation: The triple bottom line perspective. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 28(1), 214-228.
- Pérez, A., & Rodríguez del Bosque, I. (2016). The stakeholder management theory of CSR. *International Journal of Bank Marketing*, 34(5), 731-751
- Ritchie, H., & Roser, M. (2018). *Urbanization. Our world in data*.
- Rubinson, C., Gerrits, L., Rutten, R., & Greckhamer, T. (2019). Avoiding common errors in QCA: A short guide for new practitioners. *Sociology*, 9(2019), 397-418.
- Schneider, C. Q., & Rohlfing, I. (2013). Combining QCA and process tracing in set-theoretic multi-method research. *Sociological Methods & Research*, 42(4), 559-597.
- Schneider, C. Q., & Rohlfing, I. (2016). Case studies nested in fuzzy-set QCA on sufficiency: Formalizing case selection and causal inference. *Sociological Methods & Research*, 45(3), 526-568.
- Shiiba, N., Wu, H. H., Huang, M. C., & Tanaka, H. (2022). How blue financing can sustain ocean conservation and development: A proposed conceptual framework for blue financing mechanism. *Marine Policy*, 139, 104575.
- Silva, F., & Cortez, M. C. (2016). The performance of US and European green funds in different market conditions. *Journal of Cleaner Production*, 135, 558-566.

- Sodiq, A., Baloch, A. A., Khan, S. A., Sezer, N., Mahmoud, S., Jama, M., & Abdelaal, A. (2019). *Towards modern sustainable cities: Review of sustainability principles and trends. Journal of Cleaner Production*, 227, 972-1001.
- Staddon, C., Ward, S., De Vito, L., Zuniga-Teran, A., Gerlak, A. K., Schoeman, Y., ... & Booth, G. (2018). *Contributions of green infrastructure to enhancing urban resilience. Environment Systems and Decisions*, 38, 330-338.
- Testa, S., Nielsen, K. R., Bogers, M., & Cincotti, S. (2019). *The role of crowdfunding in moving towards a sustainable society. Technological Forecasting and Social Change*, 141, 66-73.
- Tetrault Sirsly, C.-A., & Lvina, E. (2019). *From Doing Good to Looking Even Better: The Dynamics of CSR and Reputation. Business & Society*, 58(6), 1234-1266.
- Thiem, A. (2022). *Qualitative comparative analysis (QCA). In Handbook of research methods in international relations (pp. 607-628). Edward Elgar Publishing.*
- Thomann, E., & Maggetti, M. (2020). *Designing research with qualitative comparative analysis (QCA): Approaches, challenges, and tools. Sociological Methods & Research*, 49(2), 356-386.
- Toxopeus, H., & Polzin, F. (2021). *Reviewing financing barriers and strategies for urban nature-based solutions. Journal of Environmental Management*, 289, 112371.
- Trojanek, R., Gluszek, M., & Tanas, J. (2018). *The effect of urban green spaces on house prices in Warsaw. International Journal of Strategic Property Management*, 22(5), 358-371.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2022). *World Population Prospects 2022: Summary of Results. UN DESA/POP/2022/TR/NO. 3.*
- United Nations Global Compact, 2019. *Scaling Finance for the Sustainable Development Goals.*
- van der Jagt, A. P., Smith, M., Ambrose-Oji, B., Konijnendijk, C. C., Giannico, V., Haase, D., ... & Cvejić, R. (2019). *Co-creating urban green infrastructure connecting people and nature: A guiding framework and approach. Journal of Environmental Management*, 233, 757-767.
- Van Oijstaeijen, W., Van Passel, S., & Cools, J. (2020). *Urban green infrastructure: A review on valuation toolkits from an urban planning perspective. Journal of environmental management*, 267, 110603.
- Vogel, J. R., Moore, T. L., Coffman, R. R., Rodie, S. N., Hutchinson, S. L., McDonough, K. R., ... & McMaine, J. T. (2015). *Critical review of technical questions facing low impact development*

- and green infrastructure: A perspective from the Great Plains. *Water Environment Research*, 87(9), 849-862.
- Veerkamp, C. J., Schipper, A. M., Hedlund, K., Lazarova, T., Nordin, A., & Hanson, H. I. (2021). A review of studies assessing ecosystem services provided by urban green and blue infrastructure. *Ecosystem Services*, 52, 101367.
- Verma, P., & Raghubanshi, A. S. (2018). Urban sustainability indicators: Challenges and opportunities. *Ecological indicators*, 93, 282-291.
- Warshauer, E., & Krosinsky, C. (2020). Financing the Transition to Green Infrastructure. *Values at Work: Sustainable Investing and ESG Reporting*, 111-125.
- Weihong, J., Kuo, T. H., Wei, S. Y., Hossain, M. S., Tongkachok, K., & Imran, A. (2022). Relationship between trade enhancement, firm characteristics and CSR: key mediating role of green investment. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 35(1), 3900-3916.
- Wilbers, G., de Bruin, K., Seifert-Dähnn, I., Lekkerkerk, W., Li, H., & Budding-Polo Ballinas, M. (2022). Investing in urban Blue-Green Infrastructure—Assessing the costs and benefits of stormwater management in a peri-urban catchment in Oslo, Norway. *Sustainability (Basel, Switzerland)*, 14(3), 1934.
- Wild, T. C., Henneberry, J., & Gill, L. (2017). Comprehending the multiple 'values' of green infrastructure—Valuing nature-based solutions for urban water management from multiple perspectives. *Environmental research*, 158, 179-187.
- Wu, J., Guo, S., Huang, H., Liu, W., & Xiang, Y. (2018). Information and communications technologies for sustainable development goals: state-of-the-art, needs and perspectives. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 20(3), 2389-2406.
- Xiao, J., Zeng, P., Ren, G., & Zhang, L. (2023). How to drive strategic green innovation behavior? A qualitative comparative analysis (QCA) based on Chinese manufacturing enterprises. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(31), 77784-77797.
- Yu, Y., & Choi, Y. (2016). Stakeholder pressure and CSR adoption: The mediating role of organizational culture for Chinese companies. *The Social Science Journal*, 53(2), 226-235.
- Yuan, Y., Lu, L. Y., Tian, G., & Yu, Y. (2020). Business strategy and corporate social responsibility. *Journal of Business Ethics*, 162, 359-377.
- Zhang, Q., Oo, B. L., & Lim, B. T. H. (2019). Drivers, motivations, and barriers to the implementation of corporate social responsibility practices by construction enterprises: A review. *Journal of cleaner production*, 210, 563-584.

Zuniga-Teran, A. A., Staddon, C., de Vito, L., Gerlak, A. K., Ward, S., Schoeman, Y., ... & Booth, G. (2020). Challenges of mainstreaming green infrastructure in built environment professions. Journal of Environmental Planning and Management, 63(4), 710-732.