

De bèta als basis voor het bepalen van een verwacht rendement: een realistische benadering?

SCRIPTIE MASTER OF SCIENCE IN REAL ESTATE (MSRE)

Amsterdam School of Real Estate (ASRE)

Auteur:	Nico Jonk
1e beoordelaar:	Hans Op 't Veld
2e beoordelaar:	Arthur Marquard
Datum:	26 november 2025

Voorwoord

Voor u ligt mijn scriptie, het afsluitende onderdeel van mijn studie Master of Science in Real Estate (MSRE) aan de Amsterdam School of Real Estate (ASRE). Met het afronden van deze scriptie komt een einde aan een intensieve studieperiode van 2,5 jaar.

Mijn interesse in het Capital Asset Pricing Model (CAPM) is gedurende de studie tot stand gekomen, en ik ben blij dat ik dit onderwerp heb gekozen voor mijn scriptie. Ondanks de hoge tijdsinvestering heb ik het scriptieonderzoek als leuker dan verwacht ervaren. Dit kwam voornamelijk door het sparren over de inhoud en het delen van de onderzoeksresultaten met collega's, docenten, opdrachtgevers en medestudenten.

Het literatuuronderzoek was het meest uitdagende onderdeel van de scriptie, maar tegelijkertijd ontzettend interessant. Ik ben erachter gekomen dat er veel relevante literatuur voorhanden is, maar dat deze veelal generiek van aard is. Het vinden, sorteren en destilleren van relevante en bruikbare informatie bleek complexer en vergde veel geduld. Vooral het tevergeefs zoeken naar data, waarvan ik zelf een duidelijke verwachting dat deze beschikbaar zou zijn heeft mij tot inzichten gebracht over mijzelf.

Terugkijkend op deze periode heb ik veel geleerd en ook met plezier samengewerkt met mijn medestudenten en docenten. De opleiding vergde veel tijd, met name rond de tentamens en bij afronding van de groepsopdrachten, wat in combinatie met de dagelijkse werkzaamheden soms een uitdaging vormde. Desalniettemin ben ik ontzettend blij dat ik de MSRE-opleiding heb gevolgd en heb ik de opgedane inzichten direct kunnen toepassen in mijn werk en zullen de waardevolle contacten ook na de studie blijven.

Ik zou graag dit voorwoord willen gebruiken om mijn vriendin te bedanken voor haar onvoorwaardelijke steun tijdens mijn studie. Zonder haar hulp had ik niet de benodigde tijd en energie kunnen vrijmaken om de studie succesvol af te ronden.

Met het afronden van mijn scriptie wil ik graag CBRE als werkgever bedanken voor de mogelijkheid om deze opleiding te volgen. In het bijzonder wil ik Lorenzo Martin-Kruger bedanken voor zijn aanmoediging om aan de MSRE te beginnen. Zonder zijn advies was ik wellicht niet aan deze studie begonnen.

Bedankt Arthur Marquard voor het sparren in de verkenningsfase van mijn scriptie en het delen van je eerdere ervaringen. Je inzichten en aanbevelingen hebben mij geprikkeld en mede bijgedragen aan de keuze van mijn onderzoeksrichting.

Tot slot wil ik Hans Op 't Veld bedanken voor zijn begeleiding als scriptiebegeleider. Een inhoudelijker en kundiger begeleider had ik mij niet kunnen wensen. Bedankt voor je ondersteuning en begeleiding gedurende dit proces. Vooral je kritische vragen hebben mij tot nieuwe inzichten gebracht. Achteraf gezien had ik wellicht vaker een sparsessie moeten inplannen, ik vond deze namelijk niet alleen leerzaam, maar ook gezellig. Dank!

Managementsamenvatting

Deze scriptie onderzoekt in welke mate de bèta valide en betrouwbaar is voor het vaststellen van het marktrisico op de directe Nederlandse commerciële vastgoedmarkt, met als doel het vaststellen van het verwachte rendement. De aanleiding voor dit onderzoek ligt in de toenemende onzekerheid op de vastgoedmarkt, de behoefte aan theoretisch onderbouwde waarderingsmodellen en de vraag of het Capital Asset Pricing Model (CAPM) geschikt is voor toepassing op direct vastgoed.

Het onderzoek combineert een literatuurstudie met een kwantitatieve analyse van historische rendementen (2006–2024) van vier vastgoedsegmenten: 'all segments', 'retail', 'office' en 'industrial'. Daarbij zijn drie marktportefeuille proxies gehanteerd: een Mixed-asset portefeuille, een Aandelenindex en een Vastgoedindex. De bèta's zijn berekend via regressieanalyses en getoetst op significantie en verklaringskracht. Vervolgens is het verwachte rendement op basis van het CAPM vergeleken met het gemiddelde gerealiseerde. Hiermee is inzichtelijk gemaakt of een belegging in het verleden meer of minder heeft opgeleverd dan verwacht kan worden op basis van het marktrisico.

Het theoretisch kader bespreekt de fundamenteën van het CAPM, waaronder de Moderne Portefeuille Theorie (MPT) en de Efficiënte Markthypothese (EMH). De onderliggende aannames blijken uit de literatuurstudie slechts beperkt toepasbaar op de vastgoedmarkt, die wordt gekenmerkt door informatie-asymmetrie, beperkte transparantie en heterogene beleggers. Deze theoretische afwijkingen kunnen leiden tot een incorrecte vaststelling van het verwachte rendement bij het gebruik van het CAPM op de commerciële vastgoedmarkt.

De regressieanalyse toont aan, zoals verwacht, dat de keuze van de marktportefeuille een significante invloed heeft op de uitkomsten van het CAPM. De Vastgoedindex levert de hoogste verklaringskracht en meest consistente resultaten op. De Aandelenindex onderschat het rendement structureel en toont geen statistische verklaringskracht. De Mixed-asset portefeuille levert gemengde resultaten. De resultaten van dit onderzoek sluiten grotendeels aan bij de bevindingen uit de bestaande literatuur.

De vergelijking tussen het verwachte rendement op basis van het CAPM en de gerealiseerde total return laat zien dat in tien van de elf gevallen het rendement wordt onderschat. Alleen de vastgoedindex benadert het gerealiseerde rendement enigszins nauwkeurig, met name voor het segment 'industrial'. Voor 'office' leidt deze proxy echter tot een overschatting, ondanks de hoge verklaringskracht in de regressieanalyse. De onderschatting van het verwachte rendement correspondeert met de literatuur die stelt dat de onderschatting mogelijk verklaard kan worden door de vertekening door appraisal smoothing in directe vastgoeddata, waarvoor in dit onderzoek geen correctie is toegepast.

De resultaten bevestigen dat de toepasbaarheid van het CAPM binnen de vastgoedmarkt sterk afhankelijk is van de gekozen marktportefeuille en inputdata. De bèta's variëren aanzienlijk per vastgoedsegment en het verwachte rendement wijkt af van het gemiddelde gerealiseerde total return. Dit onderstreept de noodzaak om segment-specifieke risicoprofielen te hanteren in plaats van één generiek model. Bovendien blijkt dat taxatie gebonden data, door smoothing en lagging, het marktrisico structureel kunnen onderschatten.

Het verdient aanbeveling om het CAPM in te zetten als aanvullend instrument binnen waarderingsprocessen, waarbij expliciete aandacht nodig is voor de beperkingen van het model, de gevoeligheid voor de gehanteerde aannames en datagrondslag.

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	1
Managementsamenvatting.....	2
1. Inleiding	6
1.1 Aanleiding	6
1.2 Probleemstelling	6
1.3 Doelstelling.....	7
1.4 Centrale vraagstelling.....	7
1.5 Subvragen.....	7
1.6 Hypothese	7
1.7 Afbakening	7
1.8 Relevantie.....	7
1.9 Onderzoeksmodel:	8
1.10 Leeswijzer.....	9
2. Theoretisch kader	10
2.1 Literatuuronderzoek.....	10
2.1.1 Relatie tussen direct vastgoed en bredere markten	10
2.1.2 Toepassing CAPM en bèta op de vastgoedmarkt.....	10
2.2 Economische theorieën	11
2.3 Efficiënte Markthypothese	11
2.4 Moderne Portefeuille Theorie (MPT)	12
2.5 Capital Asset Pricing Model	13
2.6 De aannames van de CAPM op de vastgoedmarkt	16
2.6.1 Generieke aannames (1, 4 en 5)	16
2.6.2 Vastgoed specifieke aannames (2, 3 en 6)	16
2.7 De toepassing van het CAPM bij vastgoedbeleggen	17
2.7.1 Gehanteerde methoden om de rendementseis te bepalen	17
2.7.2 Marktportefeuille	18
2.8 Deelconclusie	19
3. Onderzoeksmethodologie	21
3.1 Onderzoeksmethodologie:.....	21
3.1.1 Basisstatistieken en validatie inputreeksen	21
3.1.2 Regressieanalyse en robuustheidsstatistieken.....	23
4. Datagrondslag en verantwoording	24
4.1 Bepaling bèta	24

4.2	Vergelijking verwachte rendement op basis van CAPM en gemiddelde gerealiseerde total return	24
4.3	Verantwoording datareeksen.....	25
4.3.1	Risicovrij rendement	25
4.3.2	Marktportefeuille	25
4.3.3	Directe vastgoedmarkt.....	26
4.4	Databronnen	26
4.5	Deelconclusie	27
5.	Analyse onderzoeksdata.....	28
5.1	Analyse rendementenreeksen	28
5.2	Analyse skewness en kurtosis	28
5.2.1	Skewness	28
5.2.2	Kurtosis.....	29
5.3	Statistische methoden	31
5.3.1	Shapiro-Wilk en Kolgomorov-Smirnov test.....	31
5.3.2	Q-Q plots	31
5.4	Regressieanalyse en robuustheidsstatistieken.....	32
5.4.1	All segments vs Marktportefeuille	33
5.4.2	Retail vs Marktportefeuille.....	34
5.4.3	Office vs Marktportefeuille	34
5.4.4	Industrial vs Marktportefeuille	35
5.4.5	Impact taxatie- en marktwaarderingsreeksen	35
5.5	Vergelijking verwachte rendement op basis van CAPM en gemiddelde gerealiseerde total return	36
5.5.1	All segments in vergelijking met de total return.....	38
5.5.2	Retail in vergelijking met de total return	38
5.5.3	Office in vergelijking met de total return.....	38
5.5.4	Industrial in vergelijking met de total return	39
5.6	Deelconclusie	39
6.	Conclusie & Reflectie	41
6.1	Conclusie	41
6.1.1	Kernbevindingen	41
6.1.2	Algemene conclusie	41
6.2	Discussie.....	43
6.3	Reflectie	43
7.	Literatuurlijst	45

Bijlage 1: <i>Behaalde rendementen marktportefeuilleproxy datareeks 2006-2024</i>	47
Bijlage 2: <i>Behaalde rendementen direct vastgoedproxy datareeks 2006-2024</i>	48

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Commercieel vastgoed wordt door beleggers ingezet om financieel rendement te behalen. Daarbij staan twee zaken centraal: het rendement en het risico. Voor professionele beleggers is het essentieel om een passende beleggingstheorie en bijbehorende waarderingsmethode toe te passen bij het afwegen van deze twee factoren.

De economische ontwikkelingen van de afgelopen jaren illustreren het belang hiervan. Sinds 2021 hebben de COVID-19-pandemie, oplopende inflatie en rente, verstoringen in vraag en aanbod, en geopolitieke spanningen (zoals de oorlog in Oekraïne, de situatie in Israël en de verslechterende commerciële vastgoedmarkt in de VS en de dreiging van heffingen door de VS) geleid tot onzekerheid op de vastgoedmarkt. In Nederland droeg ook het instabiele politieke klimaat hieraan bij. Deze factoren resulteerden in dalende vraagprijzen, stijgende bouwkosten en hogere financieringslasten. Het gevolg was een sneeuwbal effect dat de gehele investeringsmarkt beïnvloedde, met druk op rendementen en een verslechterd investeringsklimaat voor zowel binnenlandse- als buitenlandse investeerders (Verwoerd & Erik, 2025).

Voor vastgoedbeleggers leidde dit tot afwaarderingen van vastgoed, herallocatie van activa en uitdagingen bij vastgoedtransacties. Dit resulteerde in een nieuw prijsevenwicht en een daling van het transactievolume in de commerciële vastgoedmarkt.

Deze marktomstandigheden onderstrepen de noodzaak van een gedegen onderbouwde benadering van rendement en risico. Om deze twee variabelen te kwantificeren, wordt gebruik gemaakt van economische modellen. Deze modellen zijn echter gebaseerd op aannames die vaak vereenvoudigingen van de werkelijkheid zijn (van Gool & et al, 2020).

Een van de meest gebruikte modellen om de relatie tussen rendement en risico vast te stellen, is het Capital Asset Pricing Model (CAPM). Dit model is ontwikkeld door Sharpe en Lintner (Lintner, 1965) (Sharpe, Capital Asset Prices: A Theory Of Market Equilibrium Under Conditions Of Risk, 1964). Dit model is gebaseerd op de neoklassieke beleggingstheorie die veronderstelt dat alle investeerders rationeel zijn, volledige en perfecte informatie voorhanden is en de markten efficiënt werken (Weerakoon, Nanayakkara, & Nimal, 2019). Deze theorie vormt voor veel beleggers de basis voor het opstellen van hun rendementsprognoses.

Tijdens het vak 'Vastgoedbeleggen' aan de Amsterdam School of Real Estate ben ik geïnteresseerd geraakt door het CAPM. Daarbij stelde ik mij de vraag hoe passend het CAPM is voor het vaststellen van het vastgoedrendement. Tevens vroeg ik mij af hoe geschikt de aannames van het CAPM zijn voor toepassing op de vastgoedmarkt.

In deze scriptie wordt onderzocht of het CAPM, met in het bijzonder de bèta, een valide en betrouwbare vaststelling is van het verwachte rendement van direct Nederlands commercieel vastgoed.

1.2 Probleemstelling

De bestaande academische literatuur biedt beperkte inzichten over de toepassing van het CAPM op commercieel vastgoed. Er kan getwijfeld worden of het CAPM, op basis van de huidige kennis, een valide en betrouwbare methode is voor het vaststellen van de verwachte rendementen binnen de commerciële vastgoedmarkt.

Daarnaast blijkt uit de literatuur dat meerdere onderliggende aannames van het CAPM ter discussie staan of niet toepasbaar zijn op de commerciële vastgoedmarkt. Dit roept de vraag op of het model geschikt is om het verwachte rendement van vastgoedbeleggingen vast te stellen in de praktijk. Veel (institutionele beleggers) hanteren deze benadering, waarbij een incorrect model mogelijk kan leiden tot een onjuiste vaststelling van het verwachte rendement.

1.3 Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek is om te toetsen in welke mate de bèta een valide en betrouwbare vaststelling is van het marktrisico binnen de Nederlandse commerciële vastgoedmarkt, met als doel het vaststellen van het verwachte rendement. Dit wordt onderzocht aan de hand van een ex-post analyse van historische rendement reeksen van direct commercieel vastgoed.

1.4 Centrale vraagstelling

- In welke mate is de bèta valide en betrouwbaar voor het vaststellen van het marktrisico op direct commercieel vastgoed?

1.5 Subvragen

1. Zijn de aannames van het CAPM toepasbaar op de commerciële vastgoedmarkt?
2. Welke methodologische keuzes bevorderen een betrouwbare en valide bepaling van de bèta voor toepassing op commercieel vastgoed?
3. Hoe gevoelig zijn de resultaten van de bètaberekening voor de gekozen inputvariabelen?
4. In hoeverre weerspiegelt de bèta de beloning voor het gelopen marktrisico, afgezet tegen de gerealiseerde total return

1.6 Hypothese

Op basis van de bovenstaande onderzoeksvragen is de volgende hypothese opgesteld:

- *‘Het gebruik van verschillende markportefeuille-opbouwen en variërende inputvariabelen bij de vaststelling van de bèta leidt tot uiteenlopende uitkomsten. Deze uitkomsten wijken af van de theoretische aannames van het CAPM en van de gerealiseerde total return van het onderzochte vastgoed. Dit wijst op een beperkte validiteit en betrouwbaarheid van de bèta als vaststelling van het marktrisico bij commercieel vastgoed.’*

1.7 Afbakening

Dit onderzoek richt zich op de toepassing van het CAPM binnen de Nederlandse markt voor direct commercieel vastgoed. De afbakening voor de Nederlandse commerciële vastgoedmarkt is gekozen, vanwege de beschikbaarheid van consistente marktdata en de relevantie van deze markt voor praktijkgericht onderzoek binnen commercieel vastgoed. De analyse is gebaseerd op commerciële marktdata van MSCI, die gangbaar is bij data-analyses binnen de commerciële directe vastgoedmarkt. Het onderzoek beperkt zich tot de sectoren all segments, retail, office en industrial, volgens de indeling van de MSCI-datareeksen.

1.8 Relevantie

Uit het literatuuronderzoek blijkt dat de toepassing van het CAPM op direct vastgoed relatief onderbelicht is ten opzichte van indirect vastgoed. Bovendien kan de literatuur op dit gebied ook als relatief verouderd worden beschouwd. Direct vastgoed vertegenwoordigt echter de bron van de

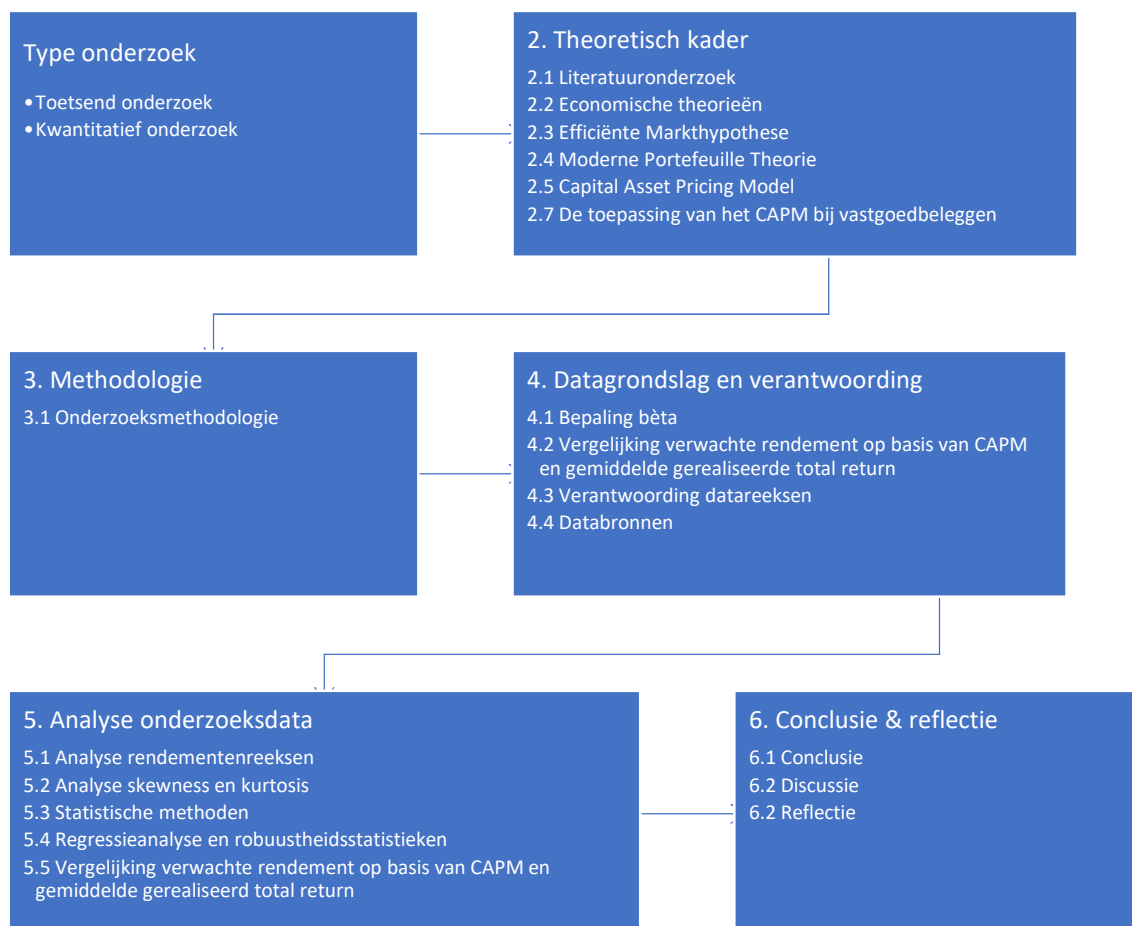
waarde van indirect vastgoed, waardoor nieuwe inzichten in de directe vastgoedmarkt mogelijk kan bijdragen tot betere waarderingsmodellen voor beide segmenten.

Het onderzoek tracht de bestaande kennis over de toepasbaarheid van het CAPM binnen de commerciële vastgoedmarkt te verdiepen. Door te analyseren welke invloed verschillende datasets en marktportefeuilles hebben op de uitkomsten van het model, kunnen waardevolle inzichten worden verkregen over de betrouwbaarheid en validiteit van het CAPM.

Deze inzichten dragen bij aan een beter begrip van de consequenties van het gebruik financiële modellen binnen de vastgoedmarkt en kunnen institutionele beleggers ondersteunen bij het nemen van beter geïnformeerde investeringsbeslissingen. Dit bevordert een efficiëntere allocatie van kapitaal binnen de markt.

1.9 Onderzoeksmodel:

Het onderzoeksmodel is opgebouwd rond de centrale hypothese dat het gebruik van verschillende marktportefeuille-opbouwen en variërende inputvariabelen bij de bepaling van de bèta leidt tot uiteenlopende uitkomsten. Het model bestaat uit de volgende stappen, zoals te zien in figuur 1, het onderzoeksmodel.



Figuur 1: Onderzoeksmodel

1.10 Leeswijzer

Deze scriptie is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 1 wordt de aanleiding, probleemstelling, doelstelling en centrale vraag uiteengezet, gevolgd door de onderzoeksvragen en hypothese. Hoofdstuk 2 bevat de bevindingen van het literatuuronderzoek en het theoretisch kader, waarin de relevante economische theorieën en het CAPM worden besproken, inclusief de onderliggende aannames en de toepasbaarheid op de vastgoedmarkt.

In hoofdstuk 3 wordt de methodologische opzet van het onderzoek toegelicht, gevolgd door hoofdstuk 4 waarin de datagrondslag, gebruikte proxies en statistische methoden worden verantwoord. Hoofdstuk 5 presenteert de analyse van de onderzoeksdata en de toetsing van het model. In hoofdstuk 6 worden de conclusies en de reflectie op het onderzoek besproken. Tot slot bevat hoofdstuk 7 de literatuurlijst en zijn in de bijlagen de gebruikte rendement reeksen opgenomen.

2. Theoretisch kader

In hoofdstuk 2 wordt de theoretisch basis uiteengezet waarop dit onderzoek is gebaseerd. Allereerst zijn twee belangrijke literatuurstromen uiteengezet; de relatie tussen direct vastgoed en de bredere markten alsook de toepassing van het CAPM op vastgoed. Vervolgens zijn relevante economische en beleggingstheorieën besproken die ten grondslag liggen aan het Capital Asset Pricing Model (CAPM). Daarna wordt het CAPM nader toegelicht, waaronder de aannames waarop het CAPM is gebaseerd. Tot slot wordt ingegaan op de toepasbaarheid van deze aannames binnen de vastgoedmarkt en wordt de praktische inzet van het CAPM bij vastgoedbeleggingen besproken.

2.1 Literatuuronderzoek

Binnen het onderzoeksgebied naar vastgoedrendementen en risicomodellen zijn twee relevante literatuurstromen te onderscheiden die de basis vormen voor dit onderzoek, namelijk de relatie tussen direct vastgoed en bredere markten en de toepassing van het CAPM en de bèta op de vastgoedmarkt.

2.1.1 Relatie tussen direct vastgoed en bredere markten

De eerste literatuurstroom richt zich op de vraag of direct vastgoed zich qua rendement en risico anders gedraagt dan andere beleggingsinstrumenten, zoals indirect vastgoed (REITs) of aandelen. Pagliari et al. en Hoesli & Oikarinen hebben onderzoek gedaan naar de mate van overeenstemming tussen direct vastgoed en indirect vastgoed (REITs). Uit hun studies blijkt dat, mits gecorrigeerd voor factoren zoals leverage, property-type mix en managementkosten, de rendementen en risico's van beide marktsegmenten op de lange termijn sterk overeenkomen (Pagliari & et al. , 1997) (Hoesli & Oikarinen, 2013).

Hoesli & Oikarinen tonen aan dat in meerdere sectoren een één-op-één relatie bestaat tussen REIT-performance en direct vastgoedrendementen. Ook de volatiliteit van beide segmenten blijkt over langere periodes statistisch niet significant van elkaar te verschillen. Deze bevindingen impliceren dat direct vastgoed en indirect vastgoed op de lange termijn als substituten kunnen worden beschouwd binnen een beleggingsportefeuille. Als deze substitueerbaarheid wordt aangenomen, zou het CAPM, dat traditioneel wordt toegepast op beursgenoteerde activa, ook toepasbaar moeten zijn op direct vastgoed.

2.1.2 Toepassing CAPM en bèta op de vastgoedmarkt

De tweede literatuurstroom richt zich op de toepassing van het Capital Asset Pricing Model (CAPM) binnen de vastgoedmarkt. Breidenbach, Mueller & Schulte hebben onderzocht in hoeverre het CAPM geschikt is voor het bepalen van het verwachte rendement op vastgoedbeleggingen (Mueller, Schulte, & Breidenbach, 2006). Zij vergelijken bèta's van private vastgoeddata (NCREIF) met publieke vastgoeddata (NAREIT) en tonen aan dat er significante verschillen bestaan tussen beide bronnen, afhankelijk van het vastgoedsegment en de gekozen tijdsperiode.

Voor sommige sectoren, zoals retail en industrial, blijken de bèta's uit NCREIF en NAREIT redelijk overeen te komen. In andere sectoren, zoals offices, zijn de verschillen substantieel. Dit wijst erop dat het gebruik van publieke proxies (zoals REITs) voor private vastgoedbeleggingen niet zonder meer valide is. De auteurs benadrukken dat het CAPM alleen toepasbaar is als de gekozen bèta's representatief zijn voor het specifieke vastgoedsegment én de lokale markt. Zij pleiten daarom voor

een gedifferentieerde benadering waarbij vastgoedtype en locatie expliciet worden meegenomen in de risicobepaling. Daarnaast wijzen zij op het risico van vertekening door appraisal smoothing in private vastgoeddata, wat kan leiden tot onderschatting van het systematisch risico.

2.2 Economische theorieën

Door de geschiedenis heen zijn verschillende economische theorieën ontwikkeld om te verklaren hoe markten functioneren. Nieuwe inzichten hebben geleid tot theorieën die eerdere theorieën aanvullen, verfijnen of juist tegenspreken. Binnen deze ontwikkeling is een onderscheid te maken tussen algemene economische theorieën en specifiekere beleggingstheorieën.

Algemene economische theorieën, zoals de klassieke en institutionele theorieën, richten zich op het functioneren van markten, zoals productie, consumptie, prijsvorming en de rol van instituties in economische ontwikkeling. Beleggingstheorieën daarentegen richten zich op het gedrag van beleggers, de waardering van financiële activa en de werking van kapitaalmarkten (Pistorius, 2015).

Binnen de beleggingstheorie zijn enkele van de belangrijkste theorieën: de klassieke theorie, de neoklassieke en de behavioural finance theorie. De neoklassieke theorie geldt tegenwoordig als de meest dominante theorie binnen de beleggingsleer en vormt het uitgangspunt voor dit literatuuronderzoek.

De neoklassieke theorie richt zich op prijsvorming van goederen en diensten, en op de verdeling van inkomens via markten die worden gestuurd door vraag en aanbod (Weerakoon, Nanayakkara, & Nimal, 2019).

De neoklassieke theorie is gebaseerd op de volgende aannames:

1. Alle beleggers zijn rationeel en streven naar winstmaximalisatie;
2. Markten zijn efficiënt;
3. Volledige en perfecte beschikbaar is.

Vanuit deze aannames zijn diverse modellen ontwikkeld die beleggers ondersteunen bij het nemen van financiële beslissingen. In de volgende paragrafen worden de belangrijkste modellen binnen de neoklassieke theorie behandeld, waaronder de Efficiënte Markthypothese, de Moderne Portefeuille Theorie en het Capital Asset Pricing Model.

2.3 Efficiënte Markthypothese

De Efficiënte Markthypothese (EMH) vormt een belangrijk onderdeel van de neoklassieke theorie en de onderliggende aannames van het CAPM. Volgens de EMH-theorie is een markt prijs-efficiënt wanneer de prijzen alle beschikbare relevante informatie volledig in de prijzen is verwerkt (Fama, 1970).

De EMH kent drie vormen van marktefficiëntie:

1. **Zwakke vorm:** Alle historische prijsinformatie is reeds verwerkt in de huidige marktprijzen, waardoor technische analyse geen bovengemiddelde rendementen kan opleveren;
2. **Semisterke vorm:** Alle publieke informatie is snel en volledig verwerkt in de marktprijzen, waardoor fundamentele analyse geen bovengemiddelde rendementen kan opleveren;

3. **Sterke vorm:** Alle informatie, zowel publieke als private, is volledig verwerkt in de prijzen, waardoor zelfs insiders geen bovengemiddelde rendementen kunnen behalen.

De EMH vormt een theoretisch onderligger voor het CAPM, waarbij wordt aangenomen dat beleggers kunnen vertrouwen op marktprijzen als juiste weerspiegeling van de waarde van beleggingen.

2.4 Moderne Portefeuille Theorie (MPT)

De Moderne Portefeuille Theorie (MPT) werd geïntroduceerd door Markowitz in zijn artikel 'Portfolio Selection'. In dit artikel werd het concept van een efficiënte portefeuille geïntroduceerd (Markowitz, 1952). De MPT is gebaseerd op de neoklassieke uitgangspunten en sluit aan bij de aannames van EMH (Overmeer, 1984).

De MPT veronderstelt dat beleggers rationeel handelen en hun portefeuilles optimaliseren op basis van verwachte rendementen en risico's. Volgens de EMH zijn de prijzen van beleggingen altijd correct en weerspiegelen ze alle beschikbare informatie. Omdat de EMH stelt dat prijzen efficiënt zijn, kunnen beleggers vertrouwen op de marktprijzen bij het samenstellen van hun portefeuilles volgens de MPT.

Markowitz stelt dat beleggers een zo hoog mogelijke vergoeding per eenheid risico willen ontvangen. Als de belegger het beschikbare vermogen investeert in slechts één type belegging, kan dit overmatige blootstelling aan mogelijke neerwaartse gebeurtenissen opleveren. Door diversificatie, oftewel het spreiden van beleggingen over verschillende risicovolle activa, kan een zo hoog mogelijk rendement behaald worden met een zo laag mogelijk risico. Door middel van een wiskundige analyse bewijst Markowitz hoe beleggers door diversificatie de verwachte rendement/risicoverhouding van hun portefeuille kunnen optimaliseren. Risico wordt hierbij aangeduid als de standaarddeviatie (Markowitz, 1952).

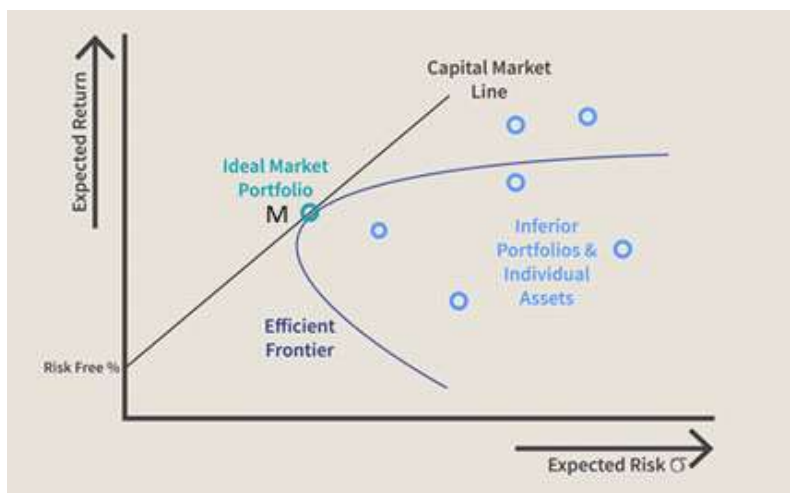
Volgens Markowitz dient de belegger diversificatie niet enkel toe te passen op het aantal verschillende beleggingen waaruit de portefeuille bestaat, maar ook uit het type beleggingen. De reden hiervoor is dat het waarschijnlijker is dat beleggingen binnen dezelfde sector soortgelijk reageren op veranderende economische omstandigheden dan beleggingen verspreid over meerdere sectoren. Dit kan verklaard worden door de mate van samenhang van de beleggingen. Als beleggingen volledige samenhang vertonen, dan reageren deze exact hetzelfde op gebeurtenissen. Het tegenovergestelde geldt voor beleggingen met een negatieve samenhang (Markowitz, 1952).

De samenhang wordt aangeduid als correlatie, waarbij +1 identieke beweging aantoont en -1 exact tegenovergesteld reageren. Markowitz toonde middels wiskundige methoden aan dat het verwachte portefeuille risico verminderd kan worden tegen dezelfde rendementen door het samenstellen van een gemengde beleggingsportefeuille, waarbij een onvolledige samenhang tussen de beleggingen aanwezig is. Het belangrijkste wat hiermee wordt aangetoond is het belang om niet de belegging op zichzelf te beoordelen, maar waarop deze bijdraagt aan het totale risico en rendement van de portefeuille (Markowitz, 1952).

Met het MPT is het mogelijk om een efficiënte grenslijn (Efficient Frontier) te visualiseren die bestaat uit alle portefeuilles bestaande uit combinaties van beleggingen die resulteren in een optimale oplossing. De Efficient Frontier in MPT toont daarmee de optimale portefeuilles die het beste risico-rendement profiel bieden. Door de efficiënte grenslijn (Efficient Frontier) te bepalen is het voor de individuele belegger te gebruiken als instrument om de optimale portefeuille te kiezen die overeenkomt met de gewenste risico/rendement verhouding (figuur 1) (Markowitz, 1952).

De MPT veronderstelt dat risicovrije beleggingen bestaan. Deze aanname komt voort uit vervolgonderzoek op het MPT uitgevoerd door Tobin (Tobin, 1958). Het risicovrije rendement vertegenwoordigt de minimale compensatie die de belegger verwacht voor de tijds waarde van het geld zonder extra risico te nemen. Het is gebruikelijk om voor de schatting van dit risicovrije rendement de rente op staatsobligaties met een looptijd van 10 jaar aan te nemen (van Gool & et al, 2020) (Geltner, Miller, Clayton, & Eichholtz, 2023) (Mueller, Schulte, & Breidenbach, 2006).

De introductie van een risicovrije belegging maakt het mogelijk om een enkele optimale portefeuille te bepalen door te investeren in een combinatie van risicovrije en risicovolle beleggingen. Er wordt verondersteld dat de risicovrije belegging geen volatiliteit kent. Dit betekent dat de risico-rendementsmogelijkheden van deze portefeuilles op een rechte lijn liggen die beide verbindt. Deze lijn, de zogeheten Capital Market Line (CML) begint bij het risicovrije rendement en stijgt lineair naarmate het risico toeneemt. De Capital Market Line (CML) geeft de relatie weer tussen risico en rendement voor efficiënte portefeuilles die bestaan uit risicovrije activa en de marktportefeuille (figuur 2).



Figuur 2: Efficient Frontier & Capital Market Line (CML)

De Capital Market Line raakt de Efficient Frontier op punt M (de 'marktportefeuille'), wat wordt beschouwd als de optimale portefeuille. Deze optimale portefeuille wordt berekend door middel van de Sharpe Ratio.

De Sharpe Ratio geeft de verhouding weer tussen de risicopremie van een belegging en het gelopen risico en is gelijk aan de richtingscoëfficiënt van de CML. Een hogere Sharpe Ratio duidt op een betere risico-rendementsverhouding. De Sharpe Ratio wordt berekend door het verschil tussen het verwachte rendement van de belegging en het risicovrije rendement te delen door de standaarddeviatie van het rendement van de belegging (Sharpe, Mutual Fund Performance, 1966) (Geltner, Miller, Clayton, & Eichholtz, 2023).

2.5 Capital Asset Pricing Model

Het Capital Asset Pricing Model (CAPM) is gebaseerd op de neoklassieke theorie en werd in de jaren '60 ontwikkeld door Sharpe en Lintner. Het CAPM bouwt voort op de Moderne Portefeuille Theorie (MPT) en de bijbehorende aannames. Het CAPM introduceert aanvullende aannames, zoals geformuleerd door Lintner en Sharpe:

4. Risicovrije beleggingen bestaan;
5. Beleggers kunnen onbeperkt lenen tegen de risicovrije rente;

6. Beleggers zijn homogeen, zij hebben dezelfde verwachtingen ten aanzien van het verwachte rendement, risico en de covariantie tussen de rendementen van verschillende beleggingscategorieën;

Het CAPM wordt gebruikt om beleggingen te selecteren door vast te stellen wat het verwachte rendement van een belegging zou moeten zijn op basis van het systematische risico. Hierbij wordt verondersteld dat een beleggingsportefeuille onderhevig is aan zowel specifiek risico per individuele belegging als marktrisico voor de gehele beleggingsportefeuille (Sharpe, Capital Asset Prices: A Theory Of Market Equilibrium Under Conditions Of Risk, 1964) (Lintner, 1965).

Het specifieke risico is het risico dat verbonden is aan een individuele belegging, veroorzaakt door factoren die alleen van invloed zijn op die specifieke belegging en niet op de hele markt. In het CAPM is geen compensatie opgenomen voor dit specifieke risico, omdat ervanuit wordt gegaan dat het specifieke risico kan worden weggenomen door te beleggen in de marktportefeuille (diversificatie). Dit betekent dat wanneer belegd wordt in een volledig gespreide marktportefeuille, die alle mogelijke beleggingen omvat, de specifieke risico's van de afzonderlijke beleggingen elkaar neutraliseren (Sharpe, Capital Asset Prices: A Theory Of Market Equilibrium Under Conditions Of Risk, 1964) (Lintner, 1965).

Het systematische risico, ofwel marktrisico, wat overblijft zal moeten worden gecompenseerd door hiervoor rendement te bieden. Het systematische risico bestaat uit macro-economische factoren die niet geëlimineerd kunnen worden door diversificatie. Volgens het CAPM reageren beleggingen verschillend op marktontwikkelingen, wat wordt weerspiegeld in de mate van samenhang met de markt. Het uitgangspunt is dat beleggingen die een hoge samenhang vertonen met de marktportefeuille een hoger marktrisico bevatten en daarom gecompenseerd moeten worden met een hoger verwacht (vereist) rendement dan minder volatiele beleggingen (Sharpe, Capital Asset Prices: A Theory Of Market Equilibrium Under Conditions Of Risk, 1964) (Lintner, 1965).

Eerdergenoemde systematische risico wordt in het CAPM gekwantificeerd door middel van een Bèta. De Bèta geeft weer hoe gevoelig de belegging is voor marktontwikkelingen. Dit kan worden berekend door de covariantie voor de belegging (R) en de marktportefeuille (R_m) te delen door de variantie van de marktportefeuille (R_m). Dit leidt tot de volgende formule:

$$\beta = \frac{Cov(R_i, R_m)}{\sigma^2(R_m)}$$

Formule 1: bèta

Onderstaande formule is de kern van het CAPM. Het verwachte rendement van een belegging wordt hierin gelijkgesteld aan het risicovrije rendement plus een risico-opslag, bestaande uit de Bèta vermenigvuldigd met het verschil tussen het marktrendement en het risicovrije rendement (Lintner, 1965) (Sharpe, Capital Asset Prices: A Theory Of Market Equilibrium Under Conditions Of Risk, 1964).

$$E(R) = R_f + \beta [E(R_m) - R_f]$$

Formule 2: Capital Asset Pricing Model

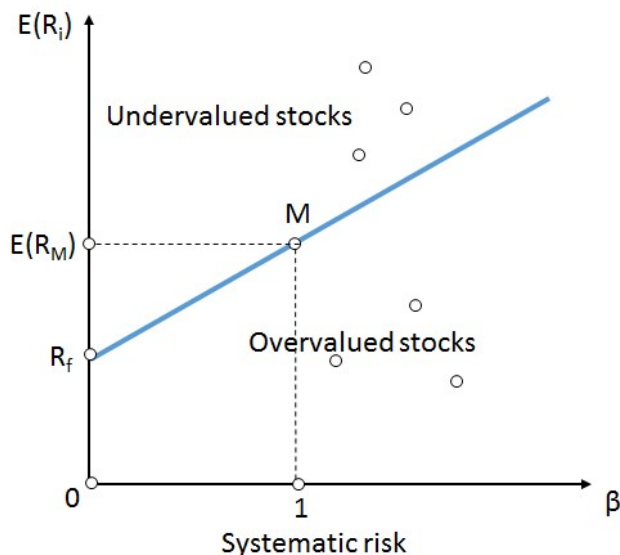
Waarbij:

- $E(R)$ = het verwachte rendement van de belegging
- R_f = het risicovrije rendement
- β = de Bèta van de belegging
- $E(R_m)$ = het verwachte marktrendement

Het verwachte rendement van de belegging is de compensatie die de belegger verwacht voor het risico die genomen wordt door te beleggen.

Voor het bepalen van de Bèta is informatie over de specifieke belegging alsook de marktportefeuille benodigd. Het CAPM veronderstelt dat de marktportefeuille het volledige belegbare universum zou moeten omvatten. Dit betekent dat de marktportefeuille een weerspiegeling zou moeten zijn van de totale economische waarde van alle activa in de economie. Deze marktportefeuille wordt vervolgens onderverdeeld op basis van de weging van elke belegging door middel van de vertegenwoordigde marktwaarde (Geltner, Miller, Clayton, & Eichholtz, 2023) (The performance of Mutual Funds In The Period 1945-1964, 1968).

Het verwachte rendement is in de bovenstaande formule positief gerelateerd aan de bijbehorende bèta. Dit betekent dat beleggingen met een hogere bèta naar verwachting hogere rendementen zullen moeten opleveren, aangezien de hogere risico's zullen moeten worden gecompenseerd. Deze relatie wordt grafisch weergegeven door de Security Market Line (SML) in figuur 3. Deze lijn begint bij het risicovrije rendement en stijgt lineair naarmate het risico toeneemt. Als een belegging onder de SML bevindt, biedt het een lager rendement voor het gegeven risico op basis van de CAPM-formule. Als de belegging boven de SML bevindt, kan dit een indicatie zijn van onderwaardering en een hoger rendement bieden gegeven het risico. Punt M laat een voorbeeld zien van een gunstige verhouding tussen verwacht rendement en het risico.



Figuur 3: Security Market Line (SML)

2.6 De aannames van de CAPM op de vastgoedmarkt

Uit de literatuur blijkt dat het CAPM is gebaseerd op aannames uit de neoklassieke theorie, voortbouwt op de Moderne Portefeuille Theorie (MPT), en principes uit de Efficiënte Markthypothese (EMH) toepast.

Uit de literatuur blijkt dat de volgende aannames als basis dienen van het CAPM:

1. Alle beleggers zijn rationeel en streven naar winstmaximalisatie
2. Markten zijn efficiënt;
3. Volledige en perfecte informatie is voorhanden.
4. Risicovrije beleggingen bestaan;
5. Beleggers kunnen onbeperkt lenen tegen de risicovrije rente;
6. Beleggers zijn homogeen, zij hebben dezelfde verwachtingen ten aanzien van het verwachte rendement, risico en de covariantie tussen de rendementen van verschillende beleggingscategorieën;

2.6.1 Generieke aannames (1, 4 en 5)

Ten eerste toont onderzoek aan dat beleggers niet altijd rationeel handelen en streven naar winstmaximalisatie. Verder is deze aanname niet uitsluitend van toepassing op de vastgoedmarkt (van Gool & et al, 2020). Wanneer beleggers niet volledig rationeel handelen, kan dit leiden tot afwijkingen tussen theoretische verwachte rendementen en feitelijke marktuitskomsten. Dit beperkt de voorspellende validiteit van het CAPM.

Ten twee is het bestaan van risicovrije beleggingen theoretisch, aangezien in de praktijk vrijwel alle beleggingen risico met zich meebrengen. Een onjuiste inschatting van het risicovrije rendement beïnvloedt direct de uitkomst van het CAPM.

De laatste generieke aanname betreft het onbeperkt lenen tegen de risicovrije rente. Deze aanname is ook algemeen van toepassing in de beleggingswereld. De beschikbaarheid van leningen tegen de risicovrije rente wordt beschouwd als niet realistisch (Sharpe, Capital Asset Prices: A Theory Of Market Equilibrium Under Conditions Of Risk, 1964). Deze beperking kan implicaties hebben voor de toepasbaarheid van het model.

2.6.2 Vastgoed specifieke aannames (2, 3 en 6)

De vastgoedmarkt voldoet vaak niet aan de efficiëntiecriteria van de EMH, aangezien de vastgoedmarkt wordt gekarakteriseerd als (informatie) inefficiënt (Jud & Winkler, 1995). Zo is vastgoeddata over transacties niet alom bekend en direct beschikbaar voor alle partijen. Ook is de beschikbare data onderhevig aan smoothing en lagging, het verschijnsel waarbij data vertraagd en afgevlakt. Deze datamanipulatie komt tot uiting in de taxatiewaarden. Het is echter zo dat sinds de introductie van het CAPM in de vastgoedmarkt oplossingen ontwikkeld om de data te corrigeren voor smoothing en lagging, waardoor de data is verbeterd (van Gool & et al, 2020). De inefficiëntie van de vastgoedmarkt betekent dat prijzen niet altijd alle beschikbare informatie weerspiegelen. Hierdoor kan de bèta vertekend zijn, met directe gevolgen voor de nauwkeurigheid van het verwachte rendement.

Daarnaast is volgens onderzoek de aanname van volledige en perfecte informatie in de vastgoedmarkt beperkt van toepassing is. Vastgoed heeft veelal unieke karaktereigenschappen, zoals locatie, het type vastgoed en de lokale marktomstandigheden. Dit leidt tot situaties waarin beleggers niet over dezelfde informatie beschikken. Alhoewel de data beschikbaarheid, kennis en transparantie

de afgelopen jaren zijn toegenomen, blijkend uit het onderzoek van Mueller en Schulte bij indirect vastgoed, kan geconcludeerd worden dat deze aanname beperkt toepasbaar is op de vastgoedmarkt (Mueller, Schulte, & Breidenbach, 2006). Het ontbreken van volledige en perfecte informatie kan de betrouwbaarheid van de berekende bèta's beïnvloeden, aangezien deze mogelijk berekend is op basis van incorrect of incomplete informatie. Hierdoor kunnen rendementseisen afwijken van het werkelijk blootgestelde risico.

Tot slot is de aanname van homogeniteit van de beleggers en de gelijke verwachtingen slechts beperkt van toepassing. Beleggers verschillen in risicovoorkeuren en rendementseisen, wat de aanname van homogeen gedrag onder beleggers weerlegt (Sharpe, *Capital Asset Prices: A Theory Of Market Equilibrium Under Conditions Of Risk*, 1964). Er kan echter gesteld worden dat hoewel niet alle beleggers dezelfde verwachtingen hebben, deze over het algemeen vergelijkbaar zijn. Dit is met name van toepassing op de institutionele beleggers (Geltner, Miller, Clayton, & Eichholtz, 2023). Dit betekent dat de aanname gedeeltelijk toepasbaar is met mogelijke afwijkingen van werkelijke marktprijzen en rendementen ten opzichte van de uitkomsten uit het CAPM.

2.7 De toepassing van het CAPM bij vastgoedbeleggen

2.7.1 Gehanteerde methoden om de rendementseis te bepalen

Binnen de vastgoedmarkt worden verschillende definities en methoden gehanteerd bij het vaststellen van het rendement. Veelgebruikte rendementseisen zijn het bruto aanvangsrendement (BAR), het netto aanvangsrendement (NAR) en de total return.

Het BAR is het bruto aanvangsrendement bij aanvang van exploitatie, zonder rekening te houden met bijkomende kosten. Het BAR wordt doorgaans verkregen door de jaarlijkse huuropbrengst te delen door de totale investering.

Het NAR is het netto aanvangsrendement bij aanvang van exploitatie, waarbij rekening gehouden wordt met de gemiddelde exploitatiekosten. Het NAR wordt doorgaans verkregen door de jaarlijkse huuropbrengst minus de jaarlijkse gemiddelde kosten te delen door de totale investering.

De total return is het rendement, waarbij zowel het inkomensrendement als de waardeinstijging over verloop van een bepaalde periode is inbegrepen. De total return wordt verkregen door de netto kasstroom plus de waardeinstijging over een bepaalde periode te delen door de totale investering (Vlek & et al, 2020).

De meest toegepaste methoden om rendementseisen vast te stellen zijn de opslagenmethode en de marktvergelijkingsmethode. Bij de opslagenmethode wordt een risico-opslag toegevoegd aan het geldende risicovrije rendement. Deze opslag is gebaseerd op ervaringscijfers of inschattingen. De marktvergelijkingsmethode bepaalt de rendementseis op basis van gerealiseerde rendement bij vergelijkbare objecten. Deze vergelijking geldt als basis voor het bepalen van de rendementseis (Geltner, Miller, Clayton, & Eichholtz, 2023) (van Peer, 2022) (Robijn, 2011).

Institutionele vastgoedbeleggers maken als aanvulling op de bovenstaande methoden ook gebruik van het CAPM om de rendementseis vast te stellen. Uit eerdere studies naar de toepassing van het CAPM op de vastgoedmarkt blijkt dat in deze studies met name het BAR gebruikt is als aangehouden rendementsmaatstaf (Robijn, 2011) (van Peer, 2022). Het is onduidelijk of (institutionele) beleggers gebruikelijk de BAR of een andere rendement als rendementsmaatstaf aanhouden. De BAR als rendementseis is weinig gedifferentieerd en reflecteert bovendien enkel het specifieke risico, hetgeen binnen de beleggingstheorie niet overeenkomt met de vergoeding die gebaseerd is op het marktrisico. Het is daarom logischer om te proberen dit marktrisico vast te stellen, waarbij de total

return beter aansluit bij het CAPM, aangezien deze zowel het directe als het indirecte rendement weerspiegelt.

Het CAPM biedt een theoretisch onderbouwde benadering om het verwachte rendement te bepalen op basis van het systematische risico, uitgedrukt in de bèta. Dit maakt het mogelijk om rendementseisen te vergelijken op basis van risico, in plaats van op basis van ervaringscijfers of marktobservaties. Een belangrijk voordeel van het CAPM ten opzichte van de bovenstaande methoden, is dat het model theoretisch onderbouwde en potentieel nauwkeurigere vaststelling van het gelopen marktrisico biedt (Mueller, Schulte, & Breidenbach, 2006).

2.7.2 Marktportefeuille

Een belangrijk aandachtspunt bij de toepassing van het CAPM is de keuze van de marktportefeuille. In de literatuur wordt benadrukt dat de ideale marktportefeuille in de praktijk niet bestaat (Geltner, Miller, Clayton, & Eichholtz, 2023). Om deze reden wordt veelal gebruik gemaakt van een proxy om de marktportefeuille te benaderen (The Current Status Of The Capital Asset Pricing Model (CAPM), 1978). De literatuur laat zien dat er geen consensus bestaat over de meest geschikte marktportefeuilleproxy voor vastgoedtoepassingen (van Peer, 2022).

Geltner, Miller, Clayton en Eichholtz stellen voor om een mixed-asset portefeuille te gebruiken bestaande uit de drie belangrijkste risicodragende activa: vastgoed, aandelen en obligaties. Elke activaklasse zou daarbij een gelijke weging van een derde krijgen om de totale markt te weerspiegelen (Geltner, Miller, Clayton, & Eichholtz, 2023). De markt bestaat echter wél uit ook andere activa en ook de wegingen zijn arbitrair.

Van Peer suggereert dat een brede aandelenindex als marktportefeuilleproxy kan worden gebruikt. Dit is echter wel afhankelijk van de gekozen proxy voor de vastgoedmarkt (van Peer, 2022). Deze uiteenlopende benaderingen onderstrepen de gevoeligheid van het CAPM voor de keuze van de marktportefeuille, wat de toepasbaarheid op vastgoed bemoeilijkt en mogelijk de uitkomst van het CAPM beïnvloedt. De literatuur rondom de relatie tussen direct en indirect vastgoed suggereert dat een dergelijke aanpak passend zou zijn, aangezien op lange termijn het rendementsgedrag van de typen vastgoed hetzelfde zijn. Hier zijn evenwel een aantal aannames voor nodig (Pagliari & et al., 1997).

Uit het voorgaande blijkt dat er verschillende invalshoeken zijn rondom de bruikbaarheid van CAPM specifiek voor de vastgoedsector. De onderstaande tabel geeft een samenvatting hiervan:

Auteur(s)	Jaar	Onderzoeksubject	Bevinding	Relevantie voor onderzoek
Mueller, Schulte & Breidenbach	2006	CAPM op private vs publieke vastgoeddata	CAPM alleen toepasbaar bij representatieve bèta's per segment	Onderbouwt segmentatie en noodzaak voor correctie van taxatie-data
Hoesli & Oikarinen	2013	Relatie tussen direct vastgoed en REITs	REITs kunnen als proxy dienen mits correcties	Legitimizing van CAPM-toepassing op direct vastgoed
Pagliari et al.	1997	Internationale vergelijking vastgoedrendementen	Correcties nodig voor leverage en kosten	Ondersteunt gebruik van indirecte proxies voor direct vastgoed

Geltner, Miller, Clayton & Eichholtz	2023	Marktportefeuilleconstructie voor vastgoed	Geen consensus over ideale marktproxy	Onderbouwt keuze voor mixed-asset en vastgoedindex proxies
Robijn	2011	CAPM op Nederlands vastgoed	CAPM is bruikbaar voor vaststelling rendementseis, hoewel met gebruik BAR leidt tot onderschatting	Marktproxy type en ondersteunt keuze voor total return als rendementsmaatstaf
Van Peer	2022	CAPM op Nederlandse woningmarkt	CAPM met aandelenindex is niet robuust	Bevestigt dat aandelenindex geen geschikte marktproxy is
Jud & Winkler	1995	Efficiëntie van vastgoedmarkten	Prijzen reflecteren niet alle informatie	Onderbouwt beperkte toepasbaarheid van EMH op vastgoed
Sharpe & Lintner	1964–1965	Ontwikkeling van CAPM	Aannames zijn theoretisch en idealistisch	Basis voor modeltoetsing en analyse van aannames
Fama	1970	Efficiënte Markthypothese	EMH slechts beperkt toepasbaar op vastgoed	Ondersteunt kritische toetsing van CAPM-aannames
Markowitz	1952	Moderne Portefeuille Theorie	Risico wordt gemeten via standaarddeviatie	Onderbouwt theoretisch fundament van CAPM
Tobin	1958	Risicovrije beleggingen in portefeuilles	Risicovrije component is theoretisch	Relevantie voor CAPM-formulering en risicovrije component

2.8 Deelconclusie

Het literatuuronderzoek laat zien dat er relatief weinig onderzoek is uitgevoerd van het CAPM op direct vastgoed, maar meer richt op indirect vastgoed (REITs). Op basis van de literatuur kan worden afgeleid dat direct vastgoed en beursgenoteerd vastgoed op de lange termijn vergelijkbare rendementen en risico's kunnen vertonen, mits gecorrigeerd voor relevante factoren.

Het feit dat het CAPM is gebaseerd op aannames uit de neoklassieke theorie, de Moderne Portefeuille Theorie (MPT) en de Efficiënte Markthypothese (EMH) roept vragen op over de relevantie van de onderliggende assumpties. De onderliggende aannames zijn immers essentieel voor de werking van het model. Deze aannames zijn in wisselende mate toepasbaar zijn op de vastgoedmarkt.

Specifiek voor vastgoed blijkt dat de vastgoedmarkt overwegend inefficiënt is, de deelnemers niet over dezelfde informatie beschikken en beleggers uiteenlopende verwachtingen hebben. Hierdoor voldoet de markt niet aan de voorwaarden gesteld in de EMH. De generieke aannames, zoals het bestaan van risicovrije beleggingen, rationeel gedrag en onbeperkt lenen tegen de risicovrije rente zijn in de praktijk niet realistisch. Deze beperkingen kunnen de betrouwbaarheid en validiteit van het model beïnvloeden bij het vaststellen van het marktrisico in vastgoedbeleggingen. Hierdoor ontstaat een verhoogd risico op systematische vertekeningen in de berekening van de bèta, wat kan leiden tot een potentieel onjuiste vaststelling van het verwachte rendement.

Volgens eerdere onderzoeken blijkt, ondanks de beperkingen van de aannames, het CAPM als een bruikbaar theoretisch kader wordt beschouwd om te komen tot rendementsinschattingen. Er wordt erkend dat de aannames vereenvoudigingen van de werkelijkheid zijn en dat deze vereenvoudigingen kunnen leiden tot modelafwijkingen. Verder is bekend dat dit de betrouwbaarheid en validiteit van het model als beleggingsinstrument voor het vaststellen van het marktrisico in vastgoedbeleggingen kan beïnvloeden.

De keuze van de marktportefeuille speelt een belangrijke factor bij de bepaling van de bèta, waarbij uit de literatuur geen overeenstemming blijkt over de meest geschikte proxy. Daarmee is er onzekerheid over de basis die het best kan dienen als grondslag voor rendementsvaststelling. Ook is eerder onderzoek gebaseerd op het BAR, terwijl de literatuur suggereert dat de total return beter aansluit bij het systematische risico dat het CAPM tracht te modelleren.

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat het CAPM als rendementsvaststelling bruikbaar lijkt op de commerciële vastgoedmarkt, mits de aannames kritisch worden geëvalueerd en de beperkingen expliciet worden meegenomen in de interpretatie van de resultaten. Op basis van het voorgaande is deelvraag 1 beantwoord.

3. Onderzoeksmethodologie

In dit hoofdstuk wordt de methodologische opzet van het onderzoek uiteengezet.

3.1 Onderzoeksmethodologie:

Het onderzoek is toetsend van aard en maakt gebruik van kwantitatieve methoden. Het valt onder empirisch onderzoek, waarbij eerst een literatuuronderzoek is uitgevoerd om een theoretisch kader te ontwikkelen. Op basis van dit kader is de onderstaande methodologie ontworpen om de validiteit en betrouwbaarheid van de bèta te analyseren en te toetsen, zoals geformuleerd in de hoofd- en deelvragen.

Allereerst is de basisstatistiek en de validatie van de inputreeksen toegelicht in paragraaf 3.1.1. Vervolgens worden de toegepaste regressieanalyse en de robuustheidsstatistieken uitgelegd.

Hoofdstuk 4 gaat dieper in op de bepaling van de bèta, de vergelijkingsmethode van het verwachte rendement en de gemiddelde gerealiseerde total return alsook de kwantitatieve analyse variabelen die nodig zijn voor toepassing van het CAPM. Daarbij wordt ingegaan op de selectie van het risicovrije rendement en de gehanteerde proxies voor de marktportefeuilles en de directe vastgoedmarkt. Tot slot worden in hoofdstuk 4 de databronnen verantwoord.

In de daaropvolgende hoofdstukken worden de resultaten uit de regressieanalyse en de robuustheidstesten geanalyseerd, gevolgd door de vergelijking van het verwachte CAPM met de gemiddelde gerealiseerde total return. Op basis van deze analyses worden conclusies getrokken. Tot slot worden de inzichten uit het onderzoek uiteengezet in de reflectie.

3.1.1 Basisstatistieken en validatie inputreeksen

De datareeksen worden geanalyseerd door te kijken naar de aard van de distributie van rendementen, om de vraag te kunnen beantwoorden of de reeksen voldoen aan basale normaliteitsvereisten. Deze verdelingskenmerken zijn relevant, aangezien het CAPM-model, voortbouwend op de Moderne Portefeuille Theorie, impliciet uitgaat van een normale verdeling van rendementen. Deze afwijkingen kunnen ertoe leiden dat het marktrisico, zoals gemeten via de bèta, onvoldoende of onjuist wordt gerepresenteerd. Dit heeft directe implicaties voor de betrouwbaarheid van het verwachte rendement, zoals berekend met het CAPM.

Allereerst is het gemiddelde rendement berekend, als maatstaf van de historische rendementen per reeks. Vervolgens is de standaarddeviatie berekend, waarmee de spreiding van de rendementen rond het gemiddelde wordt gekwantificeerd. Deze maatstaf geldt ook als indicatie van het risico van de gehanteerde reeksen. Ook het derde en vierde moment van de distributie van de reeksen zijn geanalyseerd, aangezien dit de opmaat is voor een regressieanalyse waarin normaliteit van de distributie van rendementen wordt verondersteld.

De skewness (scheefheid) en de kurtosis (spitsheid) van de verdeling zijn geanalyseerd. Een significante skewness (scheefheid) duidt op een asymmetrische verdeling van rendementen. Een positieve skewness wijst op een langere rechterstaart, wat kan duiden op incidenteel hoge rendementen, terwijl een negatieve skewness juist een verhoogde kans op negatieve uitschieters impliceert. Kurtosis (spitsheid) geeft inzicht in de zwaarte van de staarten en de piek van de verdeling. Een hoge kurtosis (leptokurtisch) wijst op een verdeling met relatief veel extreme waarden, terwijl een lage kurtosis (platykurtisch) duidt op een vlakke verdeling met minder uitschieters.

Een skewness van 0 geeft een perfect symmetrische (normale) verdeling. Skewness tussen de -0,5 en 0,5 zijn vrijwel symmetrisch, tussen de -1 en -0,5 en 0,5 en 1 matig en kleiner dan -1 en groter dan 1 sterk scheef.

Aangezien het CAPM-model, voortbouwend op de Moderne Portefeuille, impliciet uitgaat van een normale verdeling van rendementen is gekozen voor statistische toetsen die passend zijn bij een normale verdeling om de significantie te beoordelen, namelijk: de Shapiro-Wilk test en de Kolgomorov-Smirnov test.

De Shapiro-Wilk test toetst de nulhypothese dat een steekproef afkomstig is uit een normale verdeling. Het is vooral geschikt voor kleine tot middelgrote datasets (bijvoorbeeld minder dan 50 observaties). Deze test is uitgevoerd om de resultaten uit de kurtosis en skewness analyse te valideren. De Shapiro-Wilk formule luidt als volgt:

$$W = \frac{\left(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)}\right)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Formule 3: Shapiro-Wilk

- W : de Shapiro-Wilk teststatistiek. Deze ligt tussen 0 en 1. Hoe dichter bij 1, hoe waarschijnlijker het is dat de data normaal verdeeld zijn.
- $x_{(i)}$: de i -de geordende steekproefwaarde (van klein naar groot).
- $\bar{x}$: het steekproefgemiddelde.
- a_i : vooraf bepaalde gewichten die afhangen van de verwachte waarden en covarianties van de geordende waarden van een normaal verdeelde steekproef.
- n : het aantal waarnemingen in de steekproef.

Er wordt getoetst op de Shapiro-Wilk statistiek, waarbij een waarde tussen 0 en 1 wordt berekend. Hoe dichter de waarde bij de 1 bedraagt, hoe meer de data lijkt op een normale verdeling. Een lage waarde (bijv. < 0.9) wijst op een afwijking van normaliteit. Vervolgens wordt gekeken naar de p-waarde, waarbij de p-waarde aangeeft hoe waarschijnlijk het is dat de data normaal verdeeld is.

Ook de Kolgomorov-Smirnov test beoordeelt de normale verdeling en wordt gebruikt voor validatie. De cumulatieve verdelingsfunctie (CDF) van de steekproef wordt met die van een referentieverdeler (de normale verdeling) vergeleken. Hierbij wordt het grootste verschil tussen de empirische CDF van de data en de theoretische CDF van de normale verdeling berekend.

Kolgomorov-Smirnov test formule:

$$D = \sup_x |F_n(x) - F(x)|$$

Formule 4: Kolgomorov-Smirnov

- D : de Kolmogorov-Smirnov teststatistiek.
- $\sup_x$: het supremum (de grootste waarde) over alle mogelijke waarden van x .
- $F_n(x)$: de empirische cumulatieve distributiefunctie (ECDF) van de steekproef.
- $F(x)$: de theoretische cumulatieve distributiefunctie van de verdeling waarmee je vergelijkt (bijvoorbeeld een normale verdeling).

Bij zowel de Shapiro-Wilk test als de Kolgomorov-Smirnov test geldt dat als de p-waarde groter is dan 0,05, verondersteld kan worden dat de data normaal verdeeld kan zijn. Als de p-waarde lager is dan 0,05, dan is de data naar alle waarschijnlijkheid niet-normaal verdeeld.

Ter aanvulling zijn Quantile-Quantile plots (Q-Q plots) gevisualiseerd. Met deze Q-Q plots worden de geobserveerde kwantielen van de dataset met de theoretische kwantielen van een normale verdeling vergeleken. Er wordt visueel gemaakt of de punten op de rechte lijn liggen, waarmee de aanname van de normale verdeling wordt ondersteund. Afwijkingen van deze lijn duiden op scheefheid of uitschieters.

3.1.2 Regressieanalyse en robuustheidsstatistieken

Als tweede stap in de analyse volgt een regressieanalyse volgens het CAPM. Het regressiemodel is als volgt gespecificeerd:

$$E(R) = R_f + \beta [E(R_m) - R_f]$$

Formule 2: Capital Asset Pricing Model

Waarbij:

- $E(R)$ = het verwachte rendement van de belegging
- R_f = het risicovrije rendement (historisch gemiddelde van de reeks)
- β = de Bèta van de belegging
- $E(R_m)$ = het verwachte marktrendement

Primair volgt hieruit de schatting van de coëfficiënt van de bèta. Uit de regressieanalyse is het relevant om zowel de verklaringskracht van het model (middels de adjusted R²) als de statistische betrouwbaarheid van de coëfficiënt van de bèta te bepalen. Het laatste wordt aan de hand van een t-toets bepaald:

$$t = \frac{\hat{\beta}}{SE(\hat{\beta})}$$

Formule 5: t-toets

waarbij:

- $\hat{\beta}$ = geschatte regressiecoëfficiënt (de bèta)
- $SE(\hat{\beta})$ = standaardfout van de geschatte bèta

De t-toets geeft tevens de modelbetrouwbaarheid aan. Bij een multiple regressie zou een F-test hierover meer inzicht geven, maar gegeven het feit dat er één onafhankelijke variabele getest wordt is de F-test statistiek gelijk aan de t-statistiek.

De regressieanalyses zijn per directe vastgoedproxy uitgevoerd, om inzichtelijk te maken welke impact de marktportefeuilleproxy heeft op het model. Dit resulteert in twaalf regressies, waarvan elf uniek (het segment 'all segments' in combinatie met de vastgoedindex marktportefeuille is identiek).

De uitkomsten van deze toetsen zijn van belang voor de validiteit van het toepassen van het CAPM binnen de vastgoedmarkt. In combinatie met de eerder besproken skewness en kurtosis biedt dit inzicht in de mate waarin het model gevoelig is voor afwijkingen van de veronderstelde normale verdeling van rendementen. Door deze analyse kan de toepasbaarheid en betrouwbaarheid getoetst worden van de berekende bèta's.

4. Datagrondslag en verantwoording

In dit hoofdstuk wordt de dataverzameling en de wijze van analyse uiteengezet. Allereerst wordt de bepaling van de bèta en de analyse van de vergelijking tussen het verwachte rendement, op basis van het CAPM, en het gemiddelde gerealiseerde total return toegelicht. Vervolgens worden de kwantitatieve analyse variabelen, benodigd voor het toepassen van de CAPM-formule, beschreven. Hierin komen het risicovrije rendement en de marktportefeuille- en directe vastgoedmarkt proxies aanbod. Daarna worden de databronnen verantwoord. Dit hoofdstuk vormt daarmee de basis voor de verdere analyse van het CAPM bij toepassing op de vastgoedmarkt en de toetsing van het theoretisch kader.

4.1 Bepaling bèta

De bèta wordt in dit onderzoek gebruikt als kernvariabele om het verwachte rendement vast te stellen op basis van het CAPM. De bèta geeft het systematische risico van een belegging weer, oftewel de mate waarin de directe vastgoedmarkt gevoelig is voor marktontwikkelingen ten opzichte van een marktportefeuille. De bèta is berekend door middel van een lineaire regressieanalyse, waarbij de regressies zijn uitgevoerd tussen de rendementen van de directe vastgoed proxies (afhankelijke variabele) en de drie gehanteerde marktportefeuille proxies (onafhankelijke variabelen). Zie hoofdstuk 4.3 voor nadere toelichting op de uitvoering van deze analyse.

Uitgaande van de bestaande literatuur is de verwachting dat met name het segment offices een hoger risicoprofiel op bèta laat zien dan bijvoorbeeld retail. Uit het onderzoek van Mueller et al. blijkt dat de bèta's behoorlijk uit elkaar te kunnen lopen (Mueller, Schulte, & Breidenbach, 2006). Bij berekening van een verwacht rendement is dit terug te zien in een hoger rendement dat het segment offices zou moeten leveren bijvoorbeeld ten opzichte van retail. Vanwege het feit dat dit specifieke onderzoek gaat over vastgoedaandelen en het nogal gedateerd is (bijvoorbeeld voorafgaand aan de opkomst van e-commerce) zouden deze conclusies nu anders kunnen zijn.

4.2 Vergelijking verwachte rendement op basis van CAPM en gemiddelde gerealiseerde total return

Er is een ex-post analyse uitgevoerd van de historische rendement reeksen om te beoordelen in hoeverre het verwachte rendement, berekend op basis van het CAPM, overeenkomt met de gerealiseerde gemiddelde total return van de directe vastgoed proxies.

Het verwachte rendement is per directe vastgoedproxy berekend op basis van het CAPM, in combinatie met elk van de drie gehanteerde marktportefeuille proxies. Hierbij is gebruik gemaakt van de eerder beschreven inputdata: het risicovrije rendement, de bèta en het rendement van de gehanteerde marktportefeuille. De gemiddeldes uit elke datareeks is op basis van historische data berekend.

De gerealiseerde gemiddelde total return is gebaseerd op de Standing Investments uit de MSCI Netherlands Annual Property Index. Door het verwachte rendement per directe vastgoedproxy te vergelijken met de gerealiseerde rendementen, kan getoetst worden of een belegging in het verleden meer of minder heeft opgeleverd dan verwacht wordt op basis van het marktrisico. Hiermee wordt inzicht verkregen in de mate waarin de bèta een valide vaststelling is voor het marktrisico van commercieel vastgoed.

4.3 Verantwoording datareeksen

4.3.1 Risicovrij rendement

Op basis van het literatuuronderzoek en de beschikbaarheid van de data is een terugkijkperiode gehanteerd van 19 jaar gehanteerd. Deze tijdreeks, die loopt van 2006 tot en met 2024, wordt volgens het literatuuronderzoek als voldoende lang beschouwd en zodoende representatief.

Uit het literatuuronderzoek is gebleken dat het gebruikelijk is om de rente op staatsobligaties met een looptijd van tien jaar te hanteren voor het risicovrije rendement (van Gool & et al, 2020) (Geltner, Miller, Clayton, & Eichholtz, 2023) (Mueller, Schulte, & Breidenbach, 2006). Aangezien dit onderzoek gericht is op de Nederlandse vastgoedmarkt, is gekozen voor Nederlandse staatsobligaties met een looptijd van tien jaar. Voor de mixed-asset portefeuille is gerekend met de gemiddelde rente op de 10-jaars Nederlandse staatsobligaties.

In tegenstelling tot wat de literatuur voorschrijft is geen gebruik gemaakt van de geldende rente als inputdata voor het R_f -component in de CAPM-berekening, maar is de gemiddelde historische rente als risicovrij rendement aangehouden. Deze keuze is gemaakt om de uitkomst van de berekening: het verwachte rendement, te kunnen vergelijken met de total return data, die ook gebaseerd is op historische reeksen. Wanneer de geldende rente zou worden gebruikt in de CAPM-formule en deze uitkomst vervolgens wordt vergeleken met de gerealiseerde total return, ontstaat er een tijdsinconsistentie. De verwachte rendementen zijn dan gebaseerd op een momentopname, terwijl de gerealiseerde rendementen voortkomen uit een historische reeks.

4.3.2 Marktportefeuille

Zoals beschreven in het theoretisch kader, benadrukt de literatuur dat de ideale marktportefeuille in de praktijk niet bestaat. Daarom wordt veelal gebruik gemaakt van een proxy bij toepassing van het CAPM (Geltner, Miller, Clayton, & Eichholtz, 2023) (The Current Status Of The Capital Asset Pricing Model (CAPM), 1978). Eerder onderzoek naar de toepassing van het CAPM op vastgoed toont aan dat er geen consensus bestaat over de meest geschikte proxy voor de marktportefeuille bij toepassing van vastgoed (van Peer, 2022).

In dit onderzoek zijn een drietal marktportefeuille proxies geselecteerd om te analyseren welke invloed de marktportefeuille heeft op de uitkomst van CAPM-berekeningen voor vastgoed. Twee proxies zijn gebaseerd op eerdere onderzoeken door scriptanten van de ASRE. De opbouw van deze marktportefeuilles is vergelijkbaar aan die aangehouden in de scripties. De inputvariabelen zijn aangepast op de gehanteerde datareeksen in dit onderzoek, die verderop in dit hoofdstuk worden toegelicht. Als derde proxy is gekozen voor een brede vastgoedindex om de vastgoedmarkt in Nederland te reflecteren.

De eerste proxy is gebaseerd op de scriptie van Robijn en wordt in deze scriptie verder aangeduid als de mixed-asset portefeuille. Robijn heeft zijn proxy gebaseerd op onderzoek van Geltner, Miller, Clayton en Eichholtz (Robijn, 2011). Geltner et al. stellen een mixed-asset portefeuille voor bestaande uit de drie belangrijkste risicodragende activa: vastgoed, aandelen en obligaties (elk 1/3 gewogen) (Geltner, Miller, Clayton, & Eichholtz, 2023).

Voor de vastgoedproxy is gekozen voor de MSCI Netherlands Annual Property Index, waarbij het segment 'all segments' is aangehouden om de commerciële vastgoedmarkt in Nederland zo volledig mogelijk te representeren. Als rendement wordt het gemiddelde op de total return bij Standing Investments gehanteerd. Voor de aandelenproxy is gekozen voor de gemiddelde yield op de iShares

AEX UCITS ETF (herbelegging) en voor de obligatieproxy de gemiddelde rente op de 10-jaars Nederlandse staatsleningen.

De tweede proxy is gebaseerd op het onderzoek van van Peer, waarin een brede aandelenindex wordt gebruikt als marktportefeuilleproxy (van Peer, 2022), hierna verder aangeduid als de aandelenindex. De opbouw van deze marktportefeuille bouwt verder op eerder onderzoek van o.a. Breidenbach e.a. Het onderzoek van van Peer is gericht op zowel Amerika als Europa, waarbij de S&P500 is gebruikt voor de Amerikaanse markt en de Stoxx Europe 600 voor de Europese markt. Voor dit onderzoek, dat zicht richt op de Nederlandse Vastgoedmarkt, is gekozen voor de iShares AEX UCITS ETF (herbelegging) als brede aandelenindex en Nederlandse tegenhanger van het vaak gebruikte S&P 500 in wetenschappelijke onderzoek.

De derde proxy betreft een brede vastgoedindex die de Nederlandse vastgoedmarkt representeert als marktportefeuille. Hiervoor wordt ook gebruik gemaakt van de proxy MSCI Netherlands Annual Property Index, waarbij het segment 'all segments' is aangehouden om de commerciële vastgoedmarkt in Nederland zo volledig mogelijk te representeren. Ook hier wordt als rendement het gemiddelde op de total return bij Standing Investments gehanteerd. De derde proxy zal in de scriptie verder genoemd worden als de vastgoedindex.

4.3.3 Directe vastgoedmarkt

In dit onderzoek zijn een viertal reeksen gehanteerd om de directe commerciële vastgoedmarkt in Nederland te representeren. De reeksen zijn gekozen om de impact op zowel de volledige vastgoedmarkt als specifieke proxies inzichtelijk te maken. Hiervoor is gebruik gemaakt van de data uit de MSCI Netherlands Annual Property Index. Er is gekozen voor een breed segment die de gehele Nederlandse vastgoedmarkt zo goed mogelijk vertegenwoordigd ('all segments') en voor drie sectorale indices: retail, office en industrial. Voor alle reeksen is de total return bij Standing Investments gehanteerd als inputvariabele voor het rendement.

4.4 Databronnen

Op basis van het literatuuronderzoek en de beschikbaarheid van de data is een terugkijkperiode gehanteerd van 19 jaar gehanteerd. Deze tijdreeks, die loopt van 2006 tot en met 2024, wordt volgens het literatuuronderzoek als voldoende lang beschouwd en zodoende representatief. Deze tijdreeks is representatief genoeg om trends en patronen, zoals cyclische effecten, te includeren. Om de vergelijkbaarheid en de representativiteit van de reeksen te waarborgen, is voor alle datasets eenzelfde tijdreeks aangehouden, wat resulteert in negentien jaarlijkse waarnemingen. Hoewel het aantal waarnemingen nog steeds beperkt is, is een hogere (wenselijke) datafrequentie niet mogelijk, aangezien daarmee een aantal vroege waarnemingen vervalt in de directe vastgoedreeksen.

Voor de vastgoedreeks is gekozen voor het gemiddelde van de MSCI Netherlands Annual Property Index (Standing Investments), een van de meest gebruikte benchmarks voor direct vastgoed in Nederland. Deze index rapporteert verschillende rendementen van professioneel beheerde vastgoedportefeuilles, bestaande uit direct vastgoed in sectoren zoals kantoren, retail en industrial. De index is marktwaarde gewogen en wordt samengesteld op basis van data van institutionele beleggers, waaronder pensioenfondsen, verzekeraars en vastgoedfondsen.

De MSCI-index is gebaseerd op taxatiewaarden, wat inherent smoothing en lagging van de data betekent. In dit onderzoek is ervoor gekozen om de data niet te corrigeren met als uitgangspunt dat marktpartijen dergelijke correctie niet uniform toepassen. Verder is bekend dat de index niet de

volledige markt beslaat, maar wordt de data als representatief beschouwd voor de markt. Er is geen correctie toegepast voor leverage, aangezien de index uitgaat van unlevered vastgoedrendementen.

Voor de aandelenproxy is gekozen voor het gemiddelde van de reeks van de iShares AEX UCITS ETF (herbelegging), een beursgenoteerd aandelenfonds dat belegt in de 25 meest verhandelde Nederlandse beursgenoteerde ondernemingen. Deze reeks is geselecteerd als Nederlandse tegenhanger van de S&P 500, die vaak gebruikt wordt in wetenschappelijk onderzoek. Hoewel de reeks relatief beperkt is qua aantal bedrijven, vertegenwoordigt zij een significant deel van de marktkapitalisatie van de Nederlandse beurs. Het is bekend dat deze beursgenoteerde ondernemingen niet enkel in Nederland investeren, en zodoende niet volledig de Nederlandse markt representeren. Deze beperking wordt meegenomen in de interpretatie van de resultaten.

Voor de obligatiecomponent uit de mixed-asset portefeuille, opgebouwd naar het onderzoek van Bauke Robijn, is de gemiddelde rente op 10-jaars Nederlandse staatsleningen aangehouden. Deze data zijn afkomstig uit een onlinedatabase, gebaseerd op rentestatistieken van De Nederlandsche Bank (Louis, 2025). Het is bekend dat het gebruik van het gemiddelde van de 10-jaars staatslening niet volledig overeenkomt met de CAPM-theorie, aangezien gebruik gemaakt dient te worden van het risicovrije rendement geldend op het moment van toetsen. Deze keuze is echter gemaakt om de berekening consistent te houden met de vastgoed- en aandelenproxy. Hierdoor sluit de berekening beter aan bij de gehanteerde marktportefeuille.

4.5 Deelconclusie

In hoofdstukken 3 en 4 zijn de methodologische basis gelegd voor de kwantitatieve analyse van het CAPM binnen de Nederlandse vastgoedmarkt. De gehanteerde bepalingsmethodiek voor de bèta en de vergelijkingsmethode van de uitkomst van het CAPM en de gerealiseerde gemiddelde total return worden uitgelegd. Verder zijn de variabelen, proxies, tijdreeksen en statistische methoden onderbouwd op basis van bestaande literatuur en eerdere onderzoeken. Daarbij is expliciet aandacht besteed aan de beperkingen en aannames die gepaard gaan met het gebruik van deze data. Door deze transparante verantwoording wordt het mogelijk in de volgende hoofdstukken om op een consistente en reproduceerbare wijze de bèta te berekenen en het vastgestelde rendement te toetsen en vergelijken op basis van het CAPM-model. Op basis van hoofdstuk 3 en 4 wordt deelvraag 2 beantwoord.

5. Analyse onderzoeksdata

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de kwantitatieve analyse van het onderzoek besproken. Aan de hand van statistische toetsen en regressieanalyses wordt onderzocht in hoeverre de bèta een betrouwbare vaststelling is voor marktrisico. Daarbij wordt het verwachte rendement op basis van het CAPM vergeleken met de gerealiseerde total return, om de betrouwbaarheid en validiteit van het CAPM te beoordelen.

5.1 Analyse rendementenreeksen

Uit de vergaarde data blijkt dat de keuze van de marktportefeuille aanzienlijke invloed kan hebben op de volatiliteit en de behaalde jaarlijkse rendementen (zie Bijlage 1). De Aandelenindex marktportefeuille (iShares AEX ETF) laat het hoogste gemiddelde rendement zien, echter gaat dit ook gepaard met een hogere standaarddeviatie en hiermee ook risico. De Mixed-asset portefeuille en de Vastgoedindex kunnen worden beschouwd als relatief stabiel. Op basis van bovenstaande cijfers blijkt dat de Vastgoedindex een hoger gemiddelde heeft en een lagere volatiliteit dan de Mixed-asset marktportefeuille. Geconcludeerd kan worden dat de keuze van de marktportefeuille opbouw alsook de input data impact kan hebben op het aangehouden marktrendement in de CAPM-berekening.

Ook de rendementen van de directe vastgoed proxies laten uiteenlopende verschillen zien (zie Bijlage 2). De proxy 'industrial' behaalde het hoogste gemiddelde rendement over de gehele periode, gevolgd door 'all segments', de 'retail' en 'office' proxy. De 'office' proxy kent de hoogste standaarddeviatie, wat niet overeen lijkt te komen met het verwachte rendement. De 'retail' proxy kent de laagste standaarddeviatie, maar ook het laagste gemiddelde rendement.

5.2 Analyse skewness en kurtosis

In aanvulling op het gemiddelde rendement en de standaarddeviatie is voor elke proxy, zowel de marktportefeuille als het directe vastgoed, de skewness en de kurtosis geanalyseerd. Het doel hiervan is om te toetsen of de marktportefeuille en de directe vastgoed proxies normaal verdeeld zijn.

Proxies	Gemiddelde	Standaarddeviatie	Skewness	Kurtosis
Marktportefeuille Mixed-asset	0,056	0,066	-1,444	3,555
Marktportefeuille Aandelenindex	0,086	0,189	-1,469	4,153
Marktportefeuille Vastgoedindex:	0,064	0,053	-0,240	-1,016
MSCI Netherlands Standing Investments - all segments	0,064	0,053	-0,240	-1,016
MSCI Netherlands Standing Investments - retail	0,047	0,042	0,762	1,669
MSCI Netherlands Standing Investments - office	0,046	0,071	-0,197	-0,063
MSCI Netherlands Standing Investments - industrial	0,076	0,068	-0,090	-0,036

Tabel 1: Basisstatistieken rendementsreeksen

5.2.1 Skewness

Uit de analyse blijkt dat de portefeuille op basis van de Mixed-asset en de Aandelenindex beide een sterke negatieve skewness vertonen (-1,444 en -1,469). Dit duidt op een lange staart, wat impliceert dat beleggers in deze portefeuilles geconfronteerd kunnen worden met verhoogde kans op negatieve

uitschieters. Tevens impliceert dit dat beiden marktportefeuilles niet normaal verdeeld zijn. De Vastgoedindex proxy heeft een lichte mate van negatieve skewness (-0,240), wat beschouwd wordt als een vrijwel symmetrische normale verdeling.

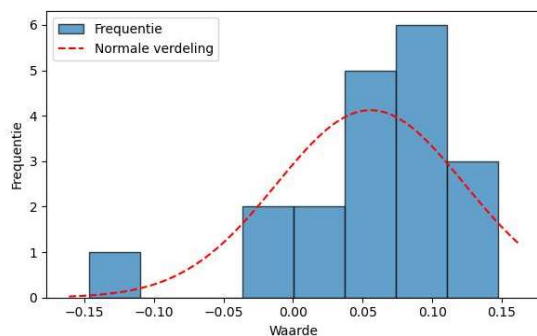
Kijkend naar de directe vastgoedmarkt, blijkt dat de proxies 'all segments' (-0,240), 'office' (-0,197) en 'industrial' (-0,090) negatieve skewness vertonen. Enkel het 'retail' segment vertoont een positieve skewness (0,762), wat wijst op een verhoogde kans op positieve uitschieters. Verder blijkt dat 'retail' de enige directe vastgoedmarktproxy is die een redelijk goede normale verdeling vertoont, de overige segmenten worden beschouwd als vrijwel symmetrische normale verdelingen.

De aanwezigheid van skewness suggereert dat het schatten van verwachte rendementen op basis van deze data het risico inhoudt van overschatting, waarbij negatieve scenario's mogelijk onvoldoende worden meegewogen. Dit effect wordt versterkt wanneer ook sprake is van afwijkende kurtosis.

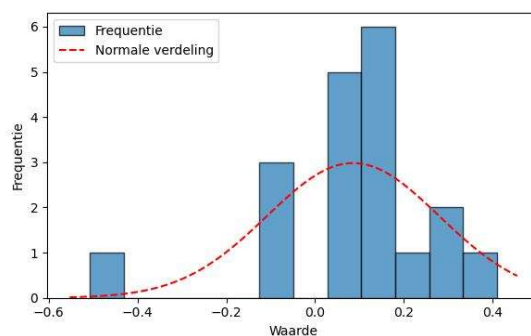
Het is van belang om bij het analyseren van de histogrammen in acht te nemen dat de waarde 0,0 als middelpunt is genomen in plaats van het gemiddelde voor het histogram op de x-as. Tevens is om de leesbaarheid van de histogrammen te waarborgen gekozen voor een bijpassende schaal op de x-as (rendement reeksen).

5.2.2 Kurtosis

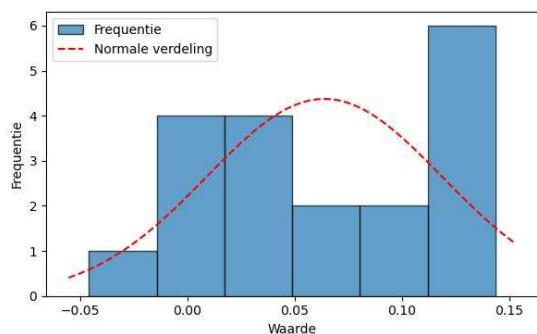
Wat betreft de kurtosis, is sprake van een normale verdeling als deze een waarde van 0 heeft. De Mixed-asset en de Aandelenindex portefeuilles vertonen kurtosis waarden boven de 3 (4,153 en 3,555), wat duidt op leptokurtische verdelingen met relatief veel extreme waarden. De kurtosis van de Vastgoedindex marktportefeuilleproxy bedraagt -1,016 wat duidt op een plattere verdeling (platykurtisch) met minder uitschieters. Afgaande op het patroon kan gesuggereerd worden dat de verdeling platter is dan verwacht, wat mogelijk komt omdat de smoothing niet gecorrigeerd is in de MSCI (taxatie)data.



Figuur 1: Histogram marktportefeuille Mixed-asset

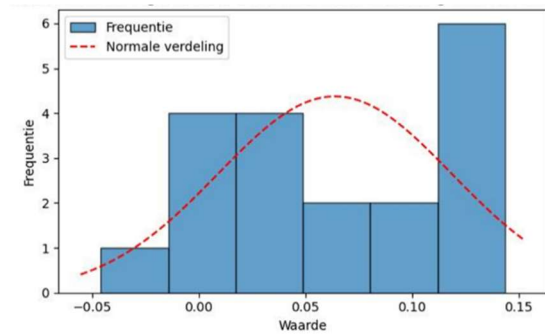


Figuur 2: Histogram marktportefeuille Aandelenindex

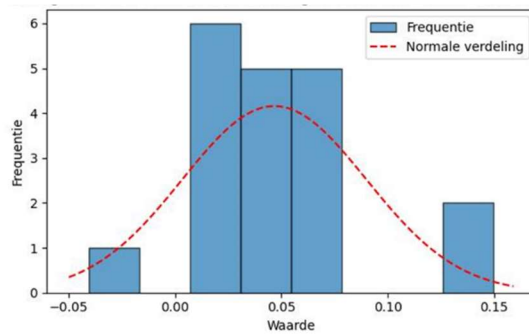


Figuur 3: Histogram marktportefeuille Vastgoedindex

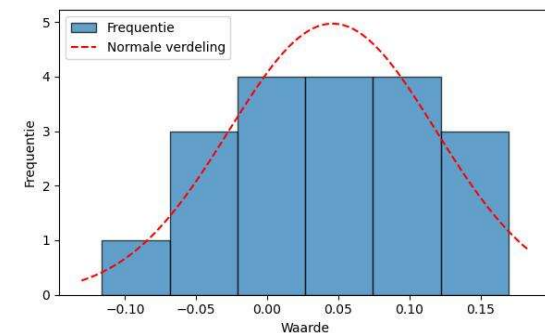
Ditzelfde geldt voor de meeste directe Vastgoedindex portefeuilles. De proxies 'all segments' (-1,016), 'office' (-0,063) en 'industrial' (-0,036) vertonen een plattere verdeling, waarbij de proxy 'retail' (1,669) een leptokurtische verdeling heeft. Deze uitkomsten suggereren dat de Mixed-asset en de Aandelenindex portefeuilles gevoeliger zijn voor extreme waarden dan de marktportefeuilleproxy van de Vastgoedindex. Het beeld voor de directe vastgoedportefeuille proxies is eenzelfde, waarbij de retail portefeuille gevoeliger is voor extreme waarden dan de overige proxies.



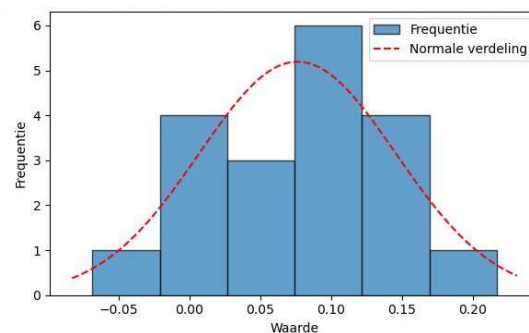
Figuur 4: Histogram all segments



Figuur 5: Histogram retail



Figuur 6: Histogram office



Figuur 7: Histogram industrial

Samenvattend kan worden gesteld dat de aanname van normaal verdeelde rendementen, zoals verondersteld binnen het CAPM-model, in de context van vastgoedbeleggingen niet zonder meer van toepassing is. Op basis van de drie getoetste marktportefeuilles is slechts de Vastgoedindex marktportefeuilleproxy normaal verdeeld met een plattere verdeling. Dit is in eerste instantie opmerkelijk gegeven de tekortkomingen van de vastgoedreeks. Dit is echter tevens de verklaring voor het geconstateerde: door smoothing en lagging zijn de reeksen artificieel 'normaler' dan in de praktijk kan worden verwacht. De overige twee marktportefeuilles hebben zowel een sterke negatieve skewness en een relatief hoge kans op extreme waarden, hetgeen past bij een sterker door de financiële markten gedreven waarde. De geconstateerde asymmetrie (skewness) en afwijkingen in de spitsheid van de verdeling (kurtosis) wijzen op structurele afwijkingen ten opzichte van de normale verdeling. Dit heeft directe implicaties voor de betrouwbaarheid van het model, aangezien het hierdoor onvoorspelbaar wordt om de schattingen te bepalen. Dit kan leiden tot een onder- of overschatting van het rendement.

Deze bevindingen onderstrepen het belang om bij toepassing van het CAPM binnen de vastgoedmarkt expliciet rekening te houden met deze verdeelingskenmerken. Daarmee wordt de eerder geformuleerde hypothese versterkt dat de bèta, als maatstaf voor marktrisico, mogelijk onvoldoende betrouwbaar is voor het vaststellen van het verwachte rendement in de vastgoedmarkt.

5.3 Statistische methoden

5.3.1 Shapiro-Wilk en Kolgomorov-Smirnov test

De uitkomsten van de Shapiro-Wilk en Kolgomorov-Smirnov test laten zien dat de rendementen reeksen volgens beiden testen grotendeels normaal verdeeld zijn. De Mixed-asset en de Aandelenindex marktportefeuille proxies voldoen niet aan de normale verdeling volgens de Shapiro-Wilk test, maar wel volgens de Kolgomorov-Smirnov test.

Dit is in lijn met de literatuur die stelt dat de Kolgomorov-Smirnov test minder gevoelig is voor afwijkingen in de staarten van de verdeling (National Institute of Standards and Technology, 2025). De uitkomsten van de Shapiro-Wilk test komt overeen met de eerder geconstateerde negatieve skewness en leptokurtosis in deze reeksen. De directe vastgoedreeksen voldoen volgens beiden testen aan de normale verdeling, wat overeenkomt met de eerdere analyse.

De tegenstrijdige uitkomst bevestigt de noodzaak om bij de toepassing van het CAPM in de vastgoedmarkt kritisch te zijn op het aangehouden marktportefeuille en de inputdata.

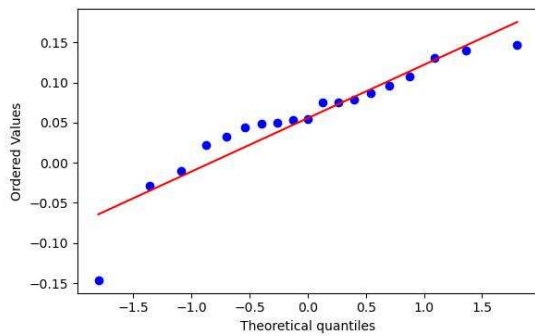
Datareeks	Shapiro-Wilk Statistiek (hoe dichter bij 1, hoe normaler)	Shapiro- Wilk p-waarde ($p > 0,05 =$ normaal)	Normaal verdeeld (Shapiro)?	Kolmogorov- Smirnov p-waarde ($p > 0,05 =$ normaal)	Normaal verdeeld (KS)?
Marktportefeuille Mixed-asset	0,89	0,03	✗ Nee	0,597	☑ Ja
Marktportefeuille Aandelenindex	0,88	0,02	✗ Nee	0,28	☑ Ja
Marktportefeuille Vastgoedindex	0,94	0,26	☑ Ja	0,764	☑ Ja
MSCI Netherlands Standing Investments – all segments	0,94	0,26	☑ Ja	0,764	☑ Ja
MSCI Netherlands Standing Investments – retail	0,92	0,11	☑ Ja	0,584	☑ Ja
MSCI Netherlands Standing Investments – office	0,98	0,89	☑ Ja	0,958	☑ Ja
MSCI Netherlands Standing Investments – industrial	0,98	0,98	☑ Ja	0,759	☑ Ja

Tabel 2: Shapiro-Wilk & Kolgomorov-Smirnov analyseresultaten

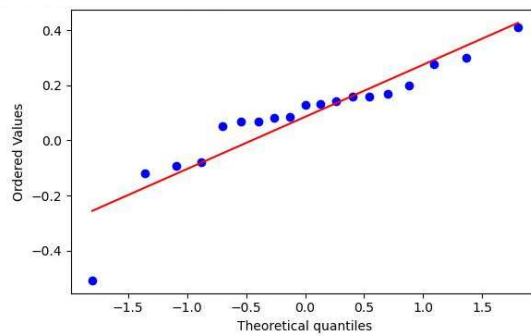
5.3.2 Q-Q plots

Het is belangrijk om bij het analyseren van de Q-Q plots in acht te nemen dat de x-as gecentreerd is rond het gemiddelde van de theoretische verdeling. Om de leesbaarheid van de q-q plots te waarborgen is de schaal van de y-as aangepast aan de spreiding van de rendement reeksen.

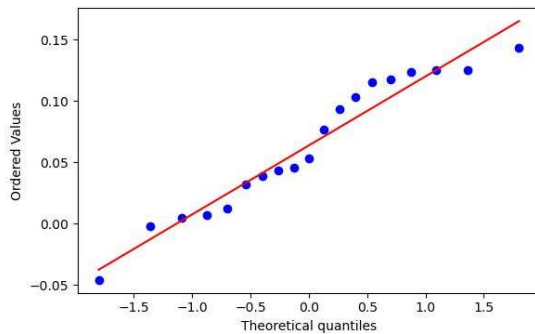
Op basis van de visuele toetsing van de Q-Q is te zien dat de staarten van zowel de marktportefeuille van de Mixed-asset als de Aandelenindex afwijkingen laten zien. Dit komt overeen met de geanalyseerde skewness en kurtosis en is ook wat de Shapiro-Wilk test doet komen tot een niet-normale verdeling. De Q-Q plots geven geen uitsluitsel over de normale verdeling, maar dienen enkel als grafisch hulpmiddel om inzichtelijk te maken of de normale verdelingslijn wordt gevolgd. Er wordt geen conclusie getrokken uit de Q-Q plots.



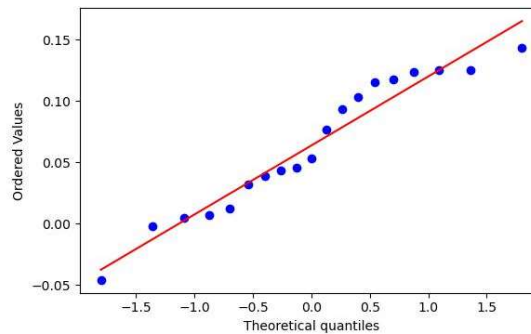
Figuur 8: Q-Q plot marktportefeuille Mixed-asset



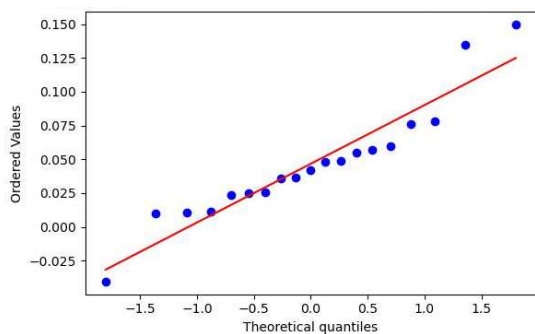
Figuur 9: Q-Q plot marktportefeuille Aandelenindex



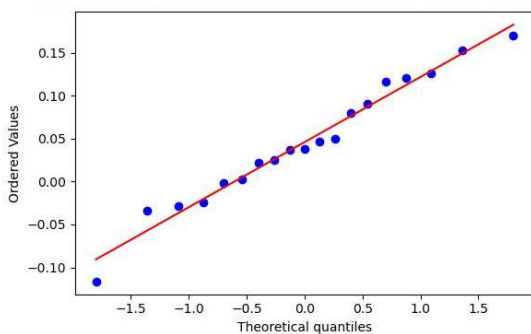
Figuur 10: Q-Q plot marktportefeuille Vastgoedindex



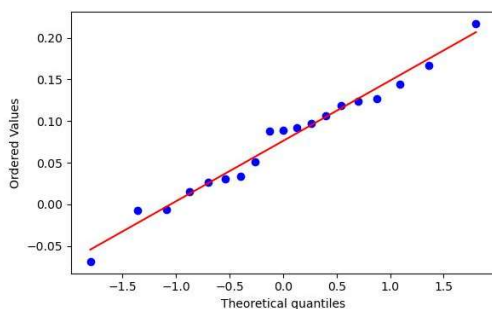
Figuur 11: Q-Q plot all segments



Figuur 12: Q-Q plot retail



Figuur 13: Q-Q plot office



Figuur 14: Q-Q plot industrial

5.4 Regressieanalyse en robuustheidsstatistieken

In dit onderzoek is gekozen om verder te gaan met de uitkomst van de Kolmogorov-Smirnov test, aangezien het CAPM-model, voortbouwend op de Moderne Portefeuille Theorie, impliciet uitgaat van een normale verdeling van rendementen. Deze uitkomst sluit dan ook het best aan bij de toetsing van

de theorie van het CAPM. De t-toets wordt beschouwd als de geschikte toets om te bepalen of de bèta's berusten op toeval en of het model als geheel een significante bijdrage levert aan de verklaring van de variantie in de rendementen.

	Beta (gecorrigeerd voor RF) regressie coefficient	Adjusted R-squared	t-waarde	P-waarde (p < 0,05 = significant)	P-waarde ***
MSCI Netherlands Standing Investments - all segments					
Marktportefeuille Mixed-asset	0,375	0,148	2,031	0,058 *	
Marktportefeuille Aandelenindex	0,054	-0,026	0,732	0,474	
Marktportefeuille Vastgoedindex	1,000	1,000	65535 -		
MSCI Netherlands Standing Investments - retail					
Marktportefeuille Mixed-asset	-0,009	-0,058	-0,074	0,941	
Marktportefeuille Aandelenindex	-0,028	-0,032	-0,666	0,515	
Marktportefeuille Vastgoedindex	0,258	0,156	2,077	0,053 *	
MSCI Netherlands Standing Investments - office					
Marktportefeuille Mixed-asset	0,475	0,143	1,999	0,062 *	
Marktportefeuille Aandelenindex	0,074	-0,023	0,777	0,448	
Marktportefeuille Vastgoedindex	1,217	0,891	12,141	0,000 ***	
MSCI Netherlands Standing Investments - industrial					
Marktportefeuille Mixed-asset	0,578	0,244	2,611	0,018 **	
Marktportefeuille Aandelenindex	0,125	0,047	1,377	0,186	
Marktportefeuille Vastgoedindex	1,112	0,746	7,336	0,000 ***	

Tabel 3: Resultaten regressieanalyses

Noot. De tabel toont de resultaten van het regressiemodel zoals beschreven in formule 2. Voor elk model zijn de coëfficiënten en ook de t-test statistiek gegeven en de p-waarde hiervan gegeven. De significantie duidt het betrouwbaarheidsniveau aan: * betekent statistisch significant op 10%, ** betekent statistisch significant op 5% en *** betekent statistisch significant op 1%.

5.4.1 All segments vs Marktportefeuille

Bij toepassing van de Mixed-asset portefeuille bedraagt de vastgoedbèta 0,375. Dit impliceert dat het vastgoedrendement bij deze proxy minder volatiel is dan de marktportefeuille, met een geschatte gevoeligheid van 0,375 ten opzichte van marktbewegingen. Dit komt overeen met verwachtingen, gegeven smoothing and lagging. De bijbehorende t-waarde bedraagt 2,031 en de p-waarde komt uit op 0,058. De p-waarde valt binnen het 10%-significantieniveau en het model is dus matig significant. De adjusted R²-waarde bedraagt 0,148, wat betekent dat circa 14,8% van de variantie in het vastgoedrendement verklaard wordt door het marktrisico zoals gemodelleerd via het CAPM. Deze relatie wordt niet als sterk beschouwd.

De Aandelenindex resulteert in een bèta van 0,054. Deze lage waarde suggereert dat het vastgoedrendement bij deze proxy nauwelijks reageert op bewegingen in de aandelenmarkt. De t-waarde bedraagt 0,732 en de p-waarde 0,474. De p-waarde valt buiten de gangbare significantieniveaus van 1%, 5% en 10%, en het model is dus niet statistisch significant. De adjusted R²-waarde is negatief (-0,026), wat erop wijst dat er is in dit geval geen sprake is van een statistisch significante relatie, noch van enige verklarende kracht.

De regressie van de Vastgoedindex op zichzelf resulteert in een bèta van 1,000, wat methodologisch onbruikbaar is vanwege de identieke input- en outputreeksen. Deze regressie levert dan ook geen valide toetsing van het CAPM op.

Samenvattend tonen de resultaten bij deze proxy aan dat de keuze van de marktportefeuille een aanzienlijke invloed heeft op de uitkomsten van het model. De Mixed-asset marktportefeuille levert een beperkte relatie op, waarbij het model een deel van het marktrisico weet te verklaren. De Aandelenindex toont geen statistisch relevante samenhang en de toepasbaarheid als marktportefeuilleproxy is twijfelachtig. De regressie van de Vastgoedindex op zichzelf is methodologisch onbruikbaar. De beperkte relatie tussen de reeksen duidt aan dat de keuze voor de reeks een forse invloed heeft op de uiteindelijke rendementsschattingen o.b.v. de bèta-coëfficiënten.

5.4.2 Retail vs Marktportefeuille

De bèta van de Mixed-asset proxy bedraagt -0,009. Deze waarde suggereert dat de directe vastgoedproxy licht tegengesteld aan de marktportefeuilleproxy beweegt. De t-waarde bedraagt -0,074 en de p-waarde voor beide toetsen 0,941. De p-waarde valt buiten de gangbare significantieniveaus van 1%, 5% en 10%, en het model is dus niet statistisch significant. De adjusted R²-waarde is negatief (-0,058), wat erop wijst dat er is in dit geval geen sprake is van een statistisch significante relatie, en dat het slechter presteert dan een model zonder enige verklarende variabelen (het gemiddelde als voorspeller).

De Aandelenindex resulteert in een bèta van -0,028. Ook hier is sprake van een zeer lage gevoeligheid ten opzichte van de marktportefeuilleproxy. De t-waarde bedraagt -0,666 en de p-waarde 0,515. De p-waarde valt buiten de gangbare significantieniveaus van 1%, 5% en 10%, en het model is dus niet statistisch significant. De adjusted R²-waarde is eveneens negatief (-0,032), wat wederom wijst op een afwezigheid van verklaringskracht en een niet-significante relatie.

Bij toepassing van de vastgoedindex marktportefeuilleproxy bedraagt de bèta 0,258. Deze waarde duidt op een gematigde volatiliteit van de directe retail vastgoedproxy ten opzichte van de marktportefeuille. De t-waarde bedraagt 2,077 en de p-waarde 0,053. De p-waarde valt binnen het 10%-significantieniveau en het model is dus marginaal significant. De adjusted R²-waarde komt uit op 0,156, wat wijst op een matige verklaringskracht. Deze relatie wordt niet als sterk beschouwd.

Samenvattend laten de uitkomsten zien dat enkel de vastgoedindex als marktportefeuilleproxy een significante relatie oplevert en suggereert dat het model waarschijnlijk niet op toeval berust. Zowel de Mixed-asset- als de Aandelenindex-marktportefeuille tonen geen statistisch significante resultaten en leveren geen verklaringskracht. De lage of negatieve bèta's in deze modellen duiden op een zeer beperkte gevoeligheid voor bredere marktontwikkelingen. Dit leidt tot de conclusie dat een vastgoedgerichte marktproxy gewenst is voor een zinvolle toepassing van het CAPM binnen de proxy van direct retailvastgoed.

5.4.3 Office vs Marktportefeuille

Uit de analyse blijkt dat de bèta van de Mixed-asset marktportefeuille 0,475 bedraagt. Deze waarde wijst op een matige gevoeligheid van de kantoren proxy ten opzichte van de marktportefeuille. De t-waarde bedraagt 1,999 en de p-waarde 0,062. De p-waarde valt binnen het 10%-significantieniveau, waarbij deze relatie niet als sterk wordt beschouwd. De adjusted R²-waarde bedraagt 0,143, wat wijst op een matige verklaringskracht.

De marktportefeuilleproxy van de Aandelenindex resulteert in een bèta van 0,074. Deze lage waarde suggereert dat het vastgoedrendement bij deze proxy nauwelijks reageert op bewegingen in de aandelenmarkt. De t-waarde bedraagt 0,777 en de p-waarde 0,448. De p-waarde valt buiten de gangbare significantieniveaus van 1%, 5% en 10%, en het model is dus niet statistisch significant. De adjusted R²-waarde is negatief (-0,023), wat duidt op een afwezigheid van verklaringskracht.

De Vastgoedindex marktportefeuilleproxy toont een zeer sterke gevoeligheid, met een bèta van 1,217. Deze waarde suggereert dat de 'office' proxy bovengemiddeld gevoelig is voor bewegingen ten opzichte van de marktportefeuille. De t-waarde bedraagt 12,141 en de p-waarde 0,000. De p-waarde valt binnen het 1%-significantieniveau en het model is dus statistisch zeer significant. De adjusted R²-waarde bedraagt 0,891, wat wijst op een hoge verklaringskracht.

Samenvattend tonen de resultaten binnen de 'office' proxy een duidelijk verschil tussen de marktportefeuilles. De Vastgoedindex marktportefeuille levert een robuuste en statistisch zeer

significante relatie op, terwijl de Mixed-asset portefeuille als niet sterk wordt beschouwd en die van de Aandelenportefeuille geen significantie toont. De hoge significantie en verklaringskracht van de Vastgoedindex kan logischerwijs verklaard worden door de opbouw van de MSCI reeks (inputdata), waarbij de kantoren allocatie (22,8%) in de Vastgoedindex hoger is dan de proxies van retail (8,2%) en industrial (16,3%). Tevens is het gegeven dat de referentieset dezelfde taxatiebasis heeft als de te verklaren reeks een duidelijke verklaring.

Op basis van deze resultaten kan geconcludeerd worden dat een marktportefeuille die (gedeeltelijk) is opgebouwd uit vastgoed(proxy)data leidt tot een CAPM-model met hogere significantie en verklaringskracht dan een marktportefeuille opbouw met inputdata van andere assets.

5.4.4 Industrial vs Marktportefeuille

Bij toepassing van de Mixed-asset portefeuille bedraagt de bèta 0,578. Deze waarde duidt op een redelijke mate van marktgevoeligheid. De t-waarde bedraagt 2,611 en de p-waarde 0,018. De p-waarde valt binnen het 5%-significantieniveau en het model is dus statistisch significant. De adjusted R²-waarde bedraagt 0,244, wat wijst op een statistisch significante relatie met een matige verklaringskracht. De p-waarde valt binnen het 5%-significantieniveau en het model is dus statistisch significant.

De marktportefeuilleproxy van de Aandelenindex resulteert in een bèta van 0,125. Deze waarde duidt op een geringe volatiliteit van de directe vastgoedproxy ten opzichte van de marktportefeuille. De t-waarde bedraagt 1,377 en de p-waarde 0,186. De p-waarde valt buiten de gangbare significantieniveaus van 1%, 5% en 10%, en het model is dus niet statistisch significant. De adjusted R²-waarde bedraagt 0,047. Hoewel de verklaringskracht beperkt positief is, is deze niet statistisch significant.

De Vastgoedindex marktportefeuilleproxy toont een sterke relatie, met een bèta van 1,112. Deze waarde wijst op een sterke gevoeligheid van de industrial vastgoedproxy ten opzichte van de bredere vastgoedmarkt. De t-waarde bedraagt 7,336 en de p-waarde 0,000. De p-waarde valt binnen het 1%-significantieniveau en het model is dus statistisch zeer significant. De adjusted R²-waarde bedraagt 0,746, wat duidt op een hoge verklaringskracht.

Samenvattend bevestigen de uitkomsten bij deze directe vastgoedproxy dat de Vastgoedindex marktportefeuilleproxy statistisch gezien de meest geschikte marktproxy is voor toepassing van het CAPM. De Mixed-asset portefeuille levert een statistisch significante relatie op, alhoewel deze een lagere verklaringskracht heeft. De Aandelenindex toont geen significantie. Dit suggereert dat de directe vastgoedproxy industrial sterker reageert op bewegingen in marktportefeuille proxies die (gedeeltelijk) zijn opgebouwd uit vastgoeddata. Ook bij de 'industrial' proxy kan de hogere significantie en verklaringskracht van de marktportefeuille proxies van de Mixed-Asset en de Vastgoedindex mogelijk verklaard worden door de opbouw van de MSCI reeks (inputdata). De 'industrial' allocatie (16,3%) is een stuk hoger dan bij 'retail' (8,2%), maar lager dan de 'office' allocatie (22,8%). Tevens dient rekening gehouden te worden met mogelijke vertekeningen door appraisal smoothing.

5.4.5 Impact taxatie- en marktwaarderingsreeksen

Een belangrijk aandachtspunt bij de interpretatie van de regressieresultaten is het verschil tussen taxatie- en marktwaarderingsreeksen. De gebruikte MSCI-reeksen zijn gebaseerd op taxatiewaarden, die door hun aard onderhevig zijn aan smoothing en lagging. Hierdoor worden marktfluctuaties vertraagd en afgevlakt weergegeven, wat leidt tot een lagere gemeten volatiliteit. Dit heeft directe

gevolgen voor de berekende bèta's: het systematische risico wordt mogelijk onderschat, wat resulteert in een onderschatting van het verwachte rendement op basis van het CAPM.

Daarentegen laten marktwaarderingsreeksen, zoals de Aandelenindex, een hogere volatiliteit zien. Hoewel deze reeksen beter de marktdynamiek vangen, zijn ze minder representatief voor direct vastgoed. Het verschil tussen deze reeksen bepaalt in belangrijke mate de statistische zeggingskracht van het model. Het gebruik van directe vastgoedindices als input is dan ook logisch vanuit inhoudelijk perspectief, maar tegelijkertijd blijkt dat de werkelijke spreiding van marktrendementen op basis van marktwaarderingsreeksen groter is. Bij volatiliteit leidt dit tot een onderschatting van marktrendementsuitslagen, wat de betrouwbaarheid van het model beïnvloedt.

Het is mogelijk om de gebruikte data te corrigeren voor smoothing door unsmoothing toe te passen. Het unsmoothen kan door gebruik te maken van het model van Geltner (Fisher, Geltner, & Webb, 1993). In dit model wordt aangenomen dat de taxatiewaarde deels bestaat uit de werkelijke marktwaarde en deels uit de vorige taxatiewaarde. Er wordt gecorrigeerd door middel van een schatting van een smoothing parameter, waarvoor geen uniforme standaard bestaat.

Dit maakt het gebruik van unsmoothing gevoelig voor aannames en beperkt de reproduceerbaarheid. Het uitgangspunt is dat marktpartijen dergelijke correctie niet uniform toepassen. De unsmoothed data zou hierdoor een gemodelleerde inschatting zijn, en afwijken van het feitelijke rendement dat een belegger observeert. Door de data in de huidige vorm (gesmoothed) te analyseren, wordt de praktijk van beleggers beter gereflecteerd.

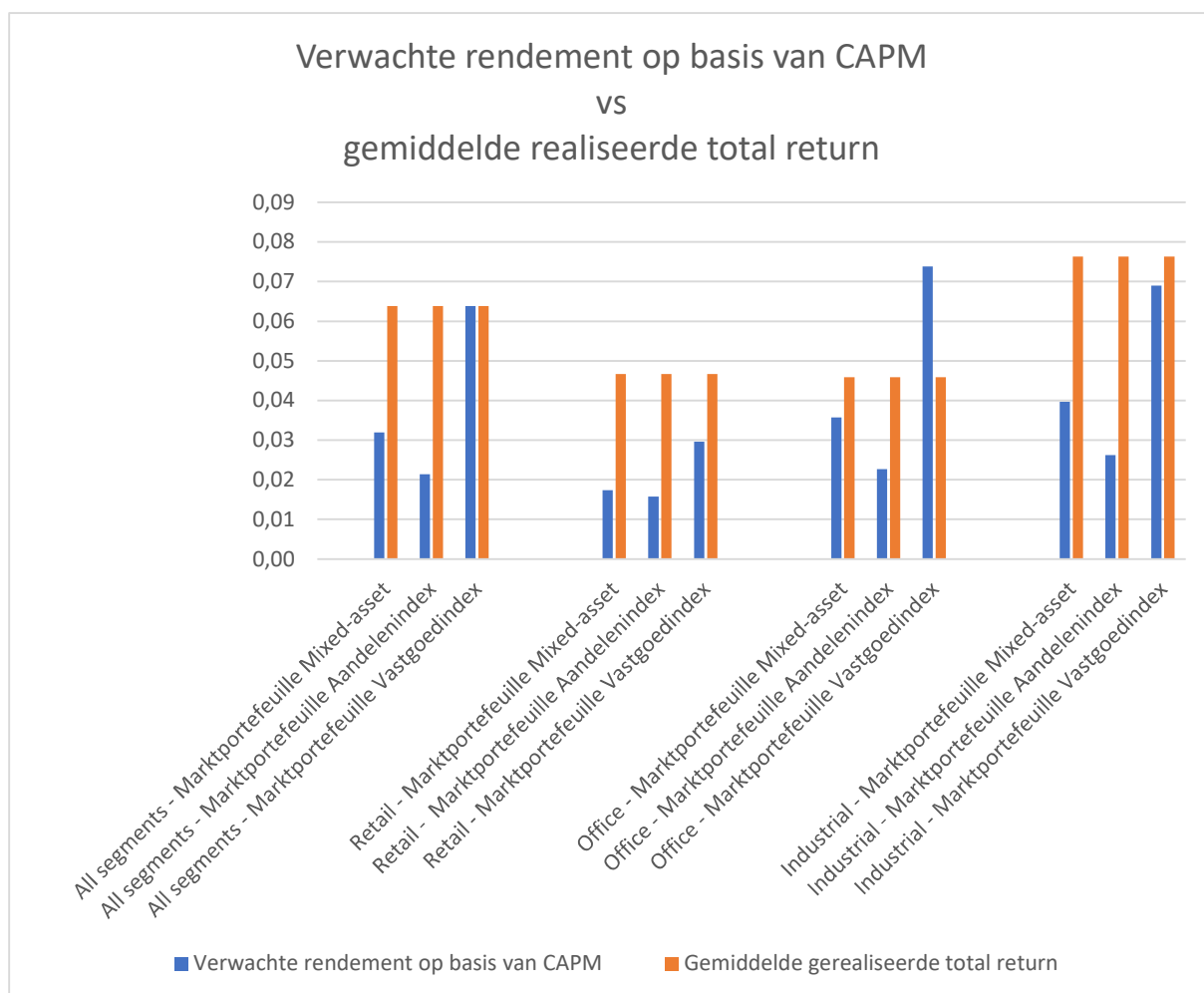
5.5 Vergelijking verwachte rendement op basis van CAPM en gemiddelde gerealiseerde total return

De laatste stap in de analyse is het vertalen van de uitkomsten van de regressieanalyse naar wat dit zou zeggen over de huidige rendementsverwachtingen. Het verwachte rendement voor de directe vastgoedmarkt reeksen is berekend op basis van het CAPM. Hierbij is gebruik gemaakt van de gemiddeldes van het risicovrije rendement en het rendement van de gehanteerde marktportefeuille proxies. Verder is de bèta berekend op basis van de historische rendementen van de betreffende directe vastgoedportefeuille en marktportefeuille. Op deze wijze wordt het rendement vastgesteld die op historische gegevens verwacht zou worden.

Door het verwachte rendement per directe vastgoedproxy te vergelijken met de gerealiseerde rendementen, kan getoetst worden of een belegging in het verleden meer of minder heeft opgeleverd dan verwacht wordt op basis van het marktrisico. Hiermee wordt inzicht verkregen in de mate waarin de bèta een valide vaststelling is voor het marktrisico van commercieel vastgoed.

	Verwachte rendement op basis van CAPM	Gemiddelde gerealiseerde total return	Vershil	Oordeel
MSCI Netherlands Standing Investments - all segments				
Marktportefeuille Mixed-asset	0,032	0,064	0,032	Underschatting
Marktportefeuille Aandelenindex	0,021	0,064	0,042	Underschatting
Marktportefeuille Vastgoedindex	0,064	0,064	0,000	n.v.t.
MSCI Netherlands Standing Investments - retail				
Marktportefeuille Mixed-asset	0,017	0,047	0,029	Underschatting
Marktportefeuille Aandelenindex	0,016	0,047	0,031	Underschatting
Marktportefeuille Vastgoedindex	0,030	0,047	0,017	Underschatting
MSCI Netherlands Standing Investments - office				
Marktportefeuille Mixed-asset	0,036	0,046	0,010	Underschatting
Marktportefeuille Aandelenindex	0,023	0,046	0,023	Underschatting
Marktportefeuille Vastgoedindex	0,074	0,046	-0,028	Overschatting
MSCI Netherlands Standing Investments - industrial				
Marktportefeuille Mixed-asset	0,040	0,076	0,037	Underschatting
Marktportefeuille Aandelenindex	0,026	0,076	0,050	Underschatting
Marktportefeuille Vastgoedindex	0,069	0,076	0,007	Underschatting

Tabel 4: Analyseresultaten berekening CAPM en vergelijking verwachte rendement vs gemiddelde gerealiseerde total return per proxy



Figuur 15: Visuele weergave verwachte rendement op basis van CAPM en gemiddelde gerealiseerde total return

5.5.1 All segments in vergelijking met de total return

Bij toepassing van de Mixed-asset marktportefeuilleproxy bedraagt het verwachte rendement op basis van het CAPM 0,032, terwijl het gerealiseerde rendement 0,064 is. Dit resulteert in een onderschatting van 0,032. Deze afwijking suggereert dat het CAPM bij de Mixed-assetportefeuille slechts gedeeltelijk in staat is om het marktrisico van de directe vastgoedproxy te verklaren.

Het verwachte rendement van de Aandelenindex bedraagt 0,021, wat leidt tot een onderschatting van 0,042 ten opzichte van het gerealiseerde rendement. Dit wijst op een nog beperktere geschiktheid van deze aandelenproxy voor het verklaren van het marktrisico.

Van de Vastgoedindex marktportefeuille zijn het verwachte en gerealiseerde rendement (0,064), wat resulteert in een verschil van 0,0. Dit is logisch, aangezien de marktportefeuille identiek is aan de directe vastgoedproxy variabele. Hoewel dit methodologisch problematisch is, toont het wel aan dat deze marktportefeuilleproxy het marktrisico perfect benadert.

De resultaten tonen aan dat het CAPM met een vastgoedgerichte marktportefeuille het gerealiseerde rendement het meest accuraat benadert. Er wordt gesuggereerd dat de Mixed-asset en de Aandelenindex portefeuilles het marktrisico onderschatten. De resultaten onderstrepen dat de keuze van de marktportefeuille een aanzienlijke invloed heeft op de uitkomsten van het model. De beperkte verklaringskracht van de proxies sluit aan bij de eerdere regressieresultaten.

5.5.2 Retail in vergelijking met de total return

Het verwachte rendement van de Mixed-asset proxy bedraagt 0,017, tegenover een gerealiseerd rendement van 0,047. De afwijking van 0,031 wijst op een duidelijke onderschatting.

Ook bij de Aandelenindex portefeuille is sprake van een aanzienlijke onderschatting met een verwacht rendement van 0,016 en een gerealiseerd rendement van 0,047. De afwijking bedraagt 0,031.

Bij toepassing van de Vastgoedindex marktportefeuilleproxy bedraagt het verwachte rendement 0,030, wat resulteert in een kleinere afwijking van 0,017. Deze marktportefeuille benadert het gerealiseerde rendement het dichtst van de marktportefeuilles, maar wijkt alsnog af.

Alle marktportefeuille proxies onderschatten het gerealiseerde rendement van de directe vastgoedmarkt voor retail. De Vastgoedindex komt het dichtst in de buurt, wat suggereert dat een vastgoedgerichte marktportefeuille het meest geschikt is. De beperkte verklaringskracht van de proxies sluit aan bij eerdere regressieresultaten.

5.5.3 Office in vergelijking met de total return

Voor de Mixed-asset portefeuille bedraagt het verwachte rendement 0,036, tegenover een gerealiseerd rendement van 0,046. De afwijking is beperkt (0,010), wat wijst op een redelijke benadering van het gerealiseerde rendement.

Met een verwacht rendement van 0,023 en een gerealiseerd rendement van 0,046 is de afwijking bij de marktportefeuille proxy van de Aandelenindex hoger (0,023). Dit wijst op een duidelijke onderschatting van het marktrisico.

Bij toepassing van de Vastgoedindex marktportefeuille bedraagt het verwachte rendement 0,074. Dit leidt tot een overschatting van 0,028. Dit is opvallend, gezien de hoge verklaringskracht van deze proxy in de regressieanalyse.

De resultaten tonen een gemengd beeld. De Mixed-asset portefeuille benadert het gerealiseerde rendement het best, terwijl de Vastgoedindex marktportefeuilleproxy het rendement overschat met 0,028. Dit is opvallend, aangezien deze proxy de hoogste verklaringskracht vertoonde in de regressieanalyse. De vergelijkingsresultaten komen hiermee niet overeen met de regressieresultaten. Een mogelijke verklaring hiervoor is de relatief hoge bèta van de Vastgoedindex marktportefeuille, die kan leiden tot een overschatting van het verwachte rendement wanneer de marktpremie lager uitvalt dan gedacht.

5.5.4 Industrial in vergelijking met de total return

Het verwachte rendement voor de Mixed-asset proxy bedraagt 0,040 bij toepassing van het CAPM, tegenover een gerealiseerd rendement van 0,076. De afwijking van 0,037 wijst op een aanzienlijke onderschatting, wat niet overeenkomt met de verklaringskracht van de proxy in de regressieanalyse.

De Aandelenindex marktportefeuille heeft met een verwacht rendement van 0,026 en een gerealiseerd rendement van 0,076 een grotere afwijking (0,050). Dit wijst op een duidelijke onderschatting van het marktrisico.

Uit de resultaten van de Vastgoedindex marktportefeuille komt een lage afwijking van slechts 0,007. Het verwachte rendement bedraagt 0,069, en een gerealiseerd rendement van 0,076. Deze marktportefeuilleproxy benadert het gerealiseerde rendement het nauwkeurigst van alle reeksen en marktportefeuilles, ondanks dat deze niet de hoogste verklaringskracht had in de regressieanalyse.

De Vastgoedindex blijkt de meest geschikte marktproxy voor het verklaren van rendementen in het 'Industrial' vastgoedsegment. De andere proxies onderschatten het rendement aanzienlijk.

5.6 Deelconclusie

De analyse van de normale verdeling van de inputdata toont aan dat het van belang is om de data op normaliteit te beoordelen, aangezien dit directe implicaties heeft voor de betrouwbaarheid van het model. Dit kan leiden tot een onder- of overschatting van het rendement. Deze bevindingen onderstrepen het belang om bij toepassing van het CAPM binnen de vastgoedmarkt expliciet rekening te houden met deze verdelingskenmerken. Daarmee wordt de eerder geformuleerde hypothese versterkt dat de bèta, als maatstaf voor marktrisico, mogelijk onvoldoende betrouwbaar is voor het vaststellen van het verwachte rendement in de vastgoedmarkt.

Verder suggereren de resultaten van regressieanalyse dat de bèta's, en daarmee het verwachte rendement op basis van het CAPM, sterk afhankelijk zijn van de gekozen marktportefeuilleproxy. De regressieresultaten tonen aan dat de Mixed-asset en de Vastgoedindex marktportefeuille proxies als enige statistisch significantie en relevante relatie vertoont met sommige van de directe vastgoed proxies. De Aandelenindex proxy blijkt geen verklaringskracht te hebben op basis van de adjusted R-squared en de p-waarden uit de regressieanalyses.

De vergelijking in paragraaf 5.4 toont aan dat het verwachte rendement op basis van het CAPM in vrijwel alle gevallen afwijkt van de gerealiseerde gemiddelde total return van de directe vastgoed proxies. De Mixed-asset en Aandelenindex portefeuilles leiden structureel tot onderschattingen van het rendement. Dit wijst erop dat deze proxies het systematische risico van vastgoed onvoldoende representeren. De Vastgoedindex marktportefeuille levert in drie van de vier gevallen de meest nauwkeurige benadering van het gerealiseerde rendement, hoewel deze in het geval van 'office' juist een overschatting laat zien.

De resultaten bevestigen dat de keuze van de marktportefeuille een cruciale rol speelt in de uitkomsten van het CAPM. De verklaringskracht van het model blijkt sterk afhankelijk van de mate waarin de marktportefeuille aansluit bij de kenmerken van de vastgoedmarkt. Een marktportefeuille met een vastgoedcomponent blijkt in de meeste gevallen beter in staat om het rendement te verklaren dan een bredere aandelenindex of een mixed-asset portefeuille.

Deze bevindingen ondersteunen de eerder geformuleerde hypothese dat het gebruik van verschillende marktportefeuille opbouwen en inputvariabelen leidt tot uiteenlopende uitkomsten. De resultaten onderstrepen dat de bèta, als vaststelling voor het marktrisico, niet als volledig betrouwbaar kan worden beschouwd voor het vaststellen van het verwachte rendement in de vastgoedmarkt. De validiteit van het CAPM hangt in sterke mate af van de gekozen datagrondslag en de aansluiting op de specifieke kenmerken van de vastgoedmarkt.

Op basis van het voorgaande worden deelvragen 3 en 4 beantwoord.

6. Conclusie & Reflectie

In dit afsluitende hoofdstuk worden de belangrijkste bevindingen van het onderzoek samengevat en wordt gereflecteerd op de methodologische keuzes en beperkingen. De conclusie beantwoordt de centrale vraag over de betrouwbaarheid en validiteit van de bèta als vaststelling voor het marktrisico binnen de vastgoedmarkt. De reflectie biedt inzicht in de opgedane ervaringen en suggesties voor vervolgonderzoek.

6.1 Conclusie

6.1.1 Kernbevindingen

In deze scriptie is onderzocht in welke mate de bèta, als afgeleide van het Capital Asset Pricing Model (CAPM), valide en betrouwbare is voor het vaststellen van het marktrisico binnen de vastgoedmarkt. De centrale vraag luidde: *“In welke mate is de bèta valide en betrouwbaar voor het vaststellen van het marktrisico op direct commercieel vastgoed?”*

Onderstaand zijn de belangrijkste conclusies die getrokken kunnen worden:

- Op basis van de resultaten van dit onderzoek kan worden geconcludeerd dat de bèta, als afgeleide van het CAPM, slechts in beperkte mate valide en betrouwbaar is voor het vaststellen van het marktrisico op direct commercieel vastgoed;
- De onderliggende aannames van het CAPM, zoals markt-efficiëntie, rationeel gedrag van beleggers en volledige informatie bij vastgoed blijken slechts gedeeltelijk van toepassing;
- De regressieresultaten suggereren dat de bèta gevoelig is voor de gekozen inputvariabelen en dat de geschiktheid van het CAPM-model mede bepaald wordt door de mate waarin de marktproxy aansluit bij de vastgoedmarkt;
- De kwantitatieve analyse wijst erop dat de verklaringskracht van het CAPM-model sterk afhankelijk is van de gekozen marktportefeuilleproxy. Deze bevinding ondersteunt de gehanteerde hypothese en benadrukt het belang van een zorgvuldige toepassing van de methodologie;
- De vergelijking tussen het verwachte rendement op basis van het CAPM en het gemiddelde gerealiseerde total return zien dat het verwachte rendement in meerdere gevallen afwijkt van de gerealiseerde rendementen (10 van de 11 gevallen);
- Segmentatie en correctie voor smoothing zijn essentieel voor betrouwbare toepassing;
- De resultaten van dit onderzoek sluiten gedeeltelijk aan bij de bevindingen uit de bestaande literatuur;
- Het is verstandig om het CAPM te gebruiken binnen een organisatie als aanvullend instrument, en niet als enige waarderingsmodel.

6.1.2 Algemene conclusie

De resultaten van dit onderzoek sluiten gedeeltelijk aan bij de bevindingen uit de bestaande literatuur. Zo bevestigt de relatief hoge bèta voor het segment ‘office’ en de lagere bèta voor retail, gedeeltelijk de conclusies van Mueller, Schulte & Breidenbach, die eveneens significante verschillen vonden tussen vastgoedsegmenten (Mueller, Schulte, & Breidenbach, 2006). In hun studie bleken het segment ‘office’ een hoger marktrisico te dragen dan ‘retail’ en ‘industrial’, wat gedeeltelijk terugkomt in de regressieresultaten en de afwijkingen tussen verwacht en gerealiseerd rendement. In dit onderzoek heeft het segment ‘office’ een hoger marktrisico dan ‘retail’, maar lager dan het segment ‘industrial’.

Verder blijken onderliggende aannames van het CAPM, zoals markt-efficiëntie, rationeel gedrag van beleggers en volledige informatie bij vastgoed slechts gedeeltelijk van toepassing. De vastgoedmarkt wordt in de literatuur vaak gekarakteriseerd als informatie-asymmetrisch en minder transparant, wat mogelijk leidt tot afwijkingen van de theoretische uitgangspunten van het model. Verder is de aanname van homogeniteit van de beleggers en de overeenkomende verwachtingen ten aanzien van het rendement beperkt van toepassing. Deze theoretische afwijkingen van het CAPM kunnen leiden tot een verhoogde kans op over- of onderschattingen bij het gebruik van het CAPM op de vastgoedmarkt.

De regressieresultaten tonen aan dat de Mixed-asset en de Vastgoedindex marktportefeuilles als enige statistisch significantie en relevante relatie vertoont, alhoewel niet met elk van de directe vastgoed proxies. De Aandelenindex blijkt geen verklaringskracht te hebben op basis van de R-squared en de p-waarden uit de regressieanalyses. Dit suggereert dat de bèta gevoelig is voor de gekozen inputvariabelen en dat de geschiktheid van het CAPM-model mede bepaald wordt door de mate waarin de marktproxy aansluit bij de vastgoedmarkt.

Daarnaast laat de vergelijking tussen het verwachte rendement op basis van het CAPM en het gemiddelde gerealiseerde total return zien dat het verwachte rendement in meerdere gevallen afwijkt van de gerealiseerde rendementen. In tien van de elf gevallen wordt het gerealiseerde rendement onderschat. Deze afwijkingen kunnen mogelijk verklaard worden voor de Mixed-asset en de Aandelenindex marktportefeuilles door afwijkingen van de normale verdeling in de gebruikte datareeksen, zoals aangetoond via skewness, kurtosis en statistische toetsen. Dit wijst op het belang van een zorgvuldige beoordeling van de verdelingskenmerken bij toepassing van het model, waarbij een onvoldoende normaal verdeeld model mogelijk kan leiden tot een onbetrouwbaar model voor het vaststellen van het verwachte rendement.

Hoewel de resultaten van dit onderzoek wijzen op beperkingen in de toepasbaarheid van het CAPM op direct vastgoed, biedt de literatuur concrete oplossingsrichtingen om de betrouwbaarheid van de uitkomsten te verbeteren. Zo wordt in meerdere studies gewezen op het belang van het unsmoothing van taxatie gebaseerde reeksen, iets dat in dit onderzoek bewust niet heeft plaats gevonden. De onderschatting van het verwachte rendement correspondeert met de literatuur die stelt dat de onderschatting mogelijkerwijs verklaard kan worden door de vertekening door appraisal smoothing in directe vastgoeddata. Door correcties toe te passen op taxatie gebaseerde data indices, kan de werkelijke volatiliteit beter worden benaderd, wat leidt tot een realistischer inschatting van het marktrisico.

De resultaten ondersteunen de hypothese dat het gebruik van verschillende marktportefeuille-opbouwen en verschillende inputvariabelen leidt tot uiteenlopende uitkomsten. Uit het onderzoek lijkt de toepasbaarheid sterk afhankelijk van de gekozen datagrondslag en de aansluiting van het model op de specifieke kenmerken van de vastgoedmarkt. Het is raadzaam om bij toepassing van het CAPM een marktportefeuille te kiezen die inhoudelijk aansluit bij de aard van de beleggingen. Tevens tonen de resultaten aan dat de bèta's per vastgoedsegment sterk uiteenlopen en het verwachte en gerealiseerde rendement niet overeenkomen. Het lijkt hiermee logischer om afzonderlijke risicoprofielen te hanteren in plaats van één generiek model. Deze conclusies, gezamenlijk met de mogelijke onderschatting van het marktrisico veroorzaakt door het niet corrigeren voor smoothing en lagging, is het verstandig om het CAPM binnen een organisatie als aanvullend instrument te gebruiken, en niet als enige waarderingmodel.

6.2 Discussie

Op basis van bestaande onderzoeken, de empirische analyses en de toetsing van de aannames van het CAPM kan worden gesteld dat de toepasbaarheid van de bèta binnen de vastgoedmarkt genuanceerd dient te worden benaderd.

Wanneer het CAPM reeds toegepast wordt binnen de organisatie, is het belangrijk om expliciet rekening te houden met de beperkingen van het interne model en de gevoeligheid voor de gekozen inputdata op basis van de bevindingen uit dit onderzoek. Met name de impact van de gekozen marktportefeuille en de aannames over normaliteit van rendementen verdienen hierbij aandacht.

Voor de rendementsafweging betekent dit dat beleggers niet blind kunnen vertrouwen op het verwachte rendement, zoals berekend met het CAPM. In plaats daarvan kunnen de uitkomsten getoetst worden aan gerealiseerde rendementen, waarbij rekening gehouden wordt met vertekeningen door taxatie gebonden data. Dit impliceert dat het verwachte rendement op basis van de bèta moet worden gecorrigeerd of aangevuld met kwalitatieve marktinformatie, scenarioanalyses en segment-specifieke risicoprofielen. Beleggers zouden bij het vaststellen van verwachte rendementen expliciet kunnen afwegen of het gehanteerde risicomodel voldoende aansluit bij de kenmerken van het betreffende vastgoedsegment en de gebruikte datagrondslag.

Voor de academische kennis draagt dit onderzoek bij aan de discussie over de validiteit van financiële modellen in illiquide en informatie-asymmetrische markten, zoals vastgoed. De bevinding dat de verklaringskracht van het CAPM sterk samenhangt met de gekozen marktproxy bevestigt eerdere literatuur, maar toont ook aan dat de mate van afwijking tussen verwacht en gerealiseerd rendement groter is dan vaak wordt aangenomen. Dit opent de deur voor vervolgonderzoek naar alternatieve risicomodellen, zoals modellen die expliciet rekening houden met appraisal smoothing en marktinefficiëntie.

6.3 Reflectie

Het toetsen van de toepasbaarheid van het CAPM binnen de vastgoedmarkt bleek zowel inhoudelijk als qua onderzoekszet uitdagend. Bij het starten van het literatuuronderzoek was de aanname dat voldoende onderzoek was uitgevoerd naar het CAPM in relatie tot vastgoed. Hierbij werd gedacht dat de onderliggende aannames, de koppeling met de vastgoedmarkt en de daarbij horende literatuur voldoende aanwezig was. Gedurende het onderzoek bleek echter dat veel opzichzelf staand onderzoek was uitgevoerd, waarbij de koppeling tussen de onderliggende aannames en het CAPM veelal niet beschreven was. Wanneer dit wel gebeurd was, was dit veelal niet gerelateerd aan de vastgoedmarkt. In combinatie met relevante studies die vervolgens afwijkende definities gebruikten voor begrippen, waarvan gedacht werd dat de definities alom bekend en vastgesteld waren, maakte het uitdagend om een gedegen literatuuronderzoek uit te voeren binnen een beperkte tijdspan. Desalniettemin gaf het literatuuronderzoek genoeg richtlijnen en inzichten om het kwantitatieve onderzoek uit te voeren.

Het kwantitatieve onderzoek was opgezet op basis van bestaand literatuur en eerdere studies, met als doel de betrouwbaarheid en validiteit te waarborgen. Desalniettemin zijn enkele beperkingen gebleken die de validiteit en betrouwbaarheid hebben kunnen beïnvloeden. Zo is de aanname van normaliteit niet in alle gevallen van toepassing. Hiermee worden de resultaten van de Shapiro-Wilk test bedoeld, waarbij de Mixed-asset en de Aandelenindex marktportefeuille proxies als niet-normaal verdeeld werden beoordeeld. Er is tijdens deze scriptie gekozen om op basis van een aanname van de normale verdeling door te gaan met de analyse. De keuze had kunnen worden gemaakt om de

Anderson-Darling toets uit te voeren om uitsluitel te geven. Wanneer ook deze toets had uitgewezen dat de data niet-normaal verdeeld was, had bijvoorbeeld de Mann-Whitney U-toets als vervanger van de t-test bij een niet-normale verdeling kunnen worden uitgevoerd.

Verder kan de MSCI-data als inputdata ook gezien worden als een beperking in het onderzoek, waarbij onder andere de grondslag van de data en de datavergaring van de MSCI de betrouwbaarheid en validiteit mogelijk hebben beïnvloed. Er zou in vervolgonderzoek gebruik gemaakt kunnen worden van andere datasets om deze beperking te toetsen.

Ook is geen correctie toegepast voor smoothing en lagging in de MSCI-data. Deze keuze is gemaakt om de praktijk zo goed mogelijk na te bootsen en hiermee de validiteit van het onderzoek te verhogen. Hoewel deze keuze aansluit bij de praktijk van institutionele beleggers, heeft dit de nauwkeurigheid van de berekende bèta's kunnen beïnvloeden. Voor de volledigheid had nog een additionele analyse kunnen worden uitgevoerd door middel van gecorrigeerde data, waarbij een vergelijking van de resultaten aanvullende inzichten had kunnen bieden. Door decorrectie uit te voeren hadden de resultaten uit de literatuurstudie beter gevalideerd kunnen worden. Hier licht echter wel het gevaar dat elke organisatie haar eigen input gebruikt voor het corrigeren, waardoor dit moeilijk op een betrouwbare wijze uitgevoerd kan worden.

Uiteindelijk kan geconcludeerd worden dat de onderzoeksresultaten deels aansluiten bij de bestaande literatuur, maar ook nieuwe inzichten bieden. Met name de conclusie dat een vastgoedgerichte marktproxy leidt tot een hogere verklaringskracht, kan wellicht bijdragen aan de discussie over de geschiktheid van het CAPM binnen de vastgoedmarkt. Binnen beleggingsorganisaties kan de vraag gesteld worden over de mate waarin het gebruikte model aangepast dient te worden aan de kenmerken van de vastgoedmarkt. Dit kan bijdragen aan de academische discussie, maar wellicht ook als handvat gebruikt worden door (institutionele) beleggers die gebruik van het CAPM binnen hun organisatie.

7. Literatuurlijst

- Draper, D. W., & Findlay, M. C. (1982). Capital Asset Pricing and Real Estate Valuation. *Journal of the American Real Estate and Urban Economics Association*, 152-183.
- Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review Of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*, 383-417.
- Friedman, H. C. (1971). Real Estate Investment and Portfolio Theory. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 861-874.
- Geltner, D., Miller, N., Clayton, J., & Eichholtz, P. (2023). *Commercial Real Estate Analysis and Investments*. Greenwood Village: The CE Shop.
- Hoesli, M., & MacGregor, B. D. (2014). *Property Investment: principles and practice of portfolio management*. Harlow: Longman.
- Hoesli, M., & Oikarinen, E. (2013). Are Public and Private Asset Returns and Risk the Same? Evidence from Real Estate Data. *Swiss Finance Institut Research Paper Series N°13-56*.
- Jud, D. G., & Winkler, D. T. (1995). The Capitalization Rate of Commercial Properties and Market Returns. *Journal of Real Estate Research*, 509-518.
- Lintner, J. (1965). The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. *The review of economics and statistics*, 13-37.
- Louis, F. R. (2025, 06 13). *Interest Rates: Long-Term Government Bond Yields: 10-Year: Main (Including Benchmark) for Netherlands*. Opgehaald van FRED: <https://fred.stlouisfed.org/series/IRLT01NLM156N>
- Malkiel, B. G. (2015). *A Random Walk Down Wall Street*. New York: W.W. Norton & Company, Inc.
- Markowitz, H. (1952, March). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, pp. 77-91.
- Mueller, G. R., Schulte, K.-W., & Breidenbach, M. (2006). Determining Real Estate Betas for Markets and Property Types to Set Better Investment Hurdle Rates. *Journal of Real Estate Portfolio Management*, 73-80.
- National Institute of Standards and Technology. (2025, 07 10). *Kolmogorov-Smirnov Goodness-of-Fit Test*. Opgehaald van itl nist gov: <https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/eda35g.htm>
- Overmeer, J. M. (1984). Moderne Portefeuille Theorie. *Maandblad voor Accountancy en Bedrijfseconomie*, 500-514.
- Pagliari, J. L., & et al. . (1997). A fundamental comparison of international real estate returns. *Journal of Real Estate Research*, 317-347.
- Pistorius, T. (2015). De schatkamers van de beleggingstheorie van voor de jaren 50. *VBA Journaal*, 16.
- Robijn, B. J. (2011). *De bèta van vastgoed*. Amsterdam: Amsterdam School of Real Estate.
- Sharpe, W. F. (1966). Mutual Fund Performance. *The Journal of Business*, 119-138.
- Sharpe, W. F. (1964). Capital Asset Prices: A Theory Of Market Equilibrium Under Conditions Of Risk. *The Journal of Finance*, 425-442.

The Current Status Of The Capital Asset Pricing Model (CAPM). (1978). *The Journal of Finance*, 885-901.

The performance of Mutual Funds In The Period 1945-1964. (1968). *The Journal of Finance*, 389-416.

Tobin, J. (1958). Liquidity Preference As Behavior Towards Risk. *The Review of Economic Studies*, 65-86.

van Gool, P., & et al. (2020). *Onroerend goed als belegging*. Deventer: Wolters Kluwer.

van Peer, J. F. (2022). *De toepassing van het Capital Asset Pricing Model (CAPM) op de Nederlandse woningmarkt*. Amsterdam: Amsterdam School of Real Estate.

Verwoerd, F., & Erik, L. (2025). *CBRE Nederland Real Estate Market Outlook*. Amsterdam: CBRE.

Vlek, P. J., & et al. (2020). *Investeren in vastgoed grond en gebieden*. Delft: SPRYG Real Estate Academy.

Weerakoon, Y. K., Nanayakkara, N. S., & Nimal, P. D. (2019). Behavioural Asset Pricing: A Review. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 101-108.

Bijlage 1: Behaalde rendementen marktportefeuilleproxy datareeks 2006-2024

<i>Jaar</i>	<i>Marktportefeuille Mixed-asset: 1/3 activa (risicovrij rendement, aandelen & vastgoedindex)</i>	<i>Marktportefeuille Aandelenindex: 100% aandelen: iShares AEX UCITS ETF (herbelegging)</i>	<i>Marktportefeuille Vastgoedindex: MSCI Netherlands Standing Investments - all segments - total return</i>
2006	0,107	0,159	0,125
2007	0,075	0,067	0,116
2008	-0,146	-0,507	0,032
2009	0,147	0,409	-0,002
2010	0,054	0,085	0,046
2011	-0,010	-0,093	0,039
2012	0,054	0,133	0,012
2013	0,075	0,200	0,005
2014	0,044	0,081	0,043
2015	0,050	0,067	0,077
2016	0,079	0,129	0,103
2017	0,096	0,159	0,124
2018	0,022	-0,080	0,144
2019	0,131	0,276	0,117
2020	0,033	0,051	0,053
2021	0,140	0,299	0,125
2022	-0,029	-0,118	0,007
2023	0,049	0,168	-0,046
2024	0,086	0,141	0,093
Gemiddelde	0,056	0,086	0,064
Standaarddeviatie	0,066	0,189	0,053

Tabel 7: Behaalde rendementen marktportefeuilleproxy datareeks 2006-2024

Bijlage 2: Behaalde rendementen direct vastgoedproxy datareeks 2006-2024

<i>Jaar</i>	<i>MSCI Netherlands Standing Investments - all segments - total return</i>	<i>MSCI Netherlands Standing Investments - retail - total return</i>	<i>MSCI Netherlands Standing Investments - office - total return</i>	<i>MSCI Netherlands Standing Investments - industrial - total return</i>
<i>2006</i>	<i>0,125</i>	<i>0,150</i>	<i>0,116</i>	<i>0,124</i>
<i>2007</i>	<i>0,116</i>	<i>0,135</i>	<i>0,121</i>	<i>0,119</i>
<i>2008</i>	<i>0,032</i>	<i>0,055</i>	<i>0,002</i>	<i>0,033</i>
<i>2009</i>	<i>-0,002</i>	<i>0,025</i>	<i>-0,001</i>	<i>-0,007</i>
<i>2010</i>	<i>0,046</i>	<i>0,078</i>	<i>0,037</i>	<i>0,027</i>
<i>2011</i>	<i>0,039</i>	<i>0,076</i>	<i>0,022</i>	<i>0,031</i>
<i>2012</i>	<i>0,012</i>	<i>0,042</i>	<i>-0,029</i>	<i>0,016</i>
<i>2013</i>	<i>0,005</i>	<i>0,011</i>	<i>-0,024</i>	<i>0,051</i>
<i>2014</i>	<i>0,043</i>	<i>0,024</i>	<i>0,038</i>	<i>0,097</i>
<i>2015</i>	<i>0,077</i>	<i>0,037</i>	<i>0,050</i>	<i>0,127</i>
<i>2016</i>	<i>0,103</i>	<i>0,036</i>	<i>0,091</i>	<i>0,089</i>
<i>2017</i>	<i>0,124</i>	<i>0,060</i>	<i>0,125</i>	<i>0,092</i>
<i>2018</i>	<i>0,144</i>	<i>0,057</i>	<i>0,153</i>	<i>0,145</i>
<i>2019</i>	<i>0,117</i>	<i>0,026</i>	<i>0,170</i>	<i>0,167</i>
<i>2020</i>	<i>0,053</i>	<i>-0,040</i>	<i>0,047</i>	<i>0,107</i>
<i>2021</i>	<i>0,125</i>	<i>0,011</i>	<i>0,080</i>	<i>0,217</i>
<i>2022</i>	<i>0,007</i>	<i>0,048</i>	<i>-0,034</i>	<i>-0,068</i>
<i>2023</i>	<i>-0,046</i>	<i>0,010</i>	<i>-0,116</i>	<i>-0,006</i>
<i>2024</i>	<i>0,093</i>	<i>0,049</i>	<i>0,025</i>	<i>0,088</i>
<i>Gemiddelde</i>	<i>0,064</i>	<i>0,047</i>	<i>0,046</i>	<i>0,076</i>
<i>Standaarddeviatie</i>	<i>0,053</i>	<i>0,042</i>	<i>0,071</i>	<i>0,068</i>

Tabel 8: Behaalde rendementen direct vastgoedproxy datareeks 2006-2024