

Paris-Proof woningbouw als investeringsstrategie

Van businesscase naar value case



Een analyse van de financiële en strategische afwegingen rond Paris-Proof woningbouw
vanuit beleggersperspectief

Paris-Proof woningbouw als investeringsstrategie

Van businesscase naar value case

Auteur : P. Klomp

E-mail : pim@neoo.nl

Onderwijsinstelling : Amsterdam School of Real Estate (ASRE)

Opleiding : Master of Real Estate (MRE) 2023 – 2025

1^e beoordelaar : drs. J.P.L.M. op 't Veld

2^e beoordelaar : drs. A.T.G. van Welie

Titel : Paris-Proof woningbouw als investeringsstrategie: *van businesscase naar value case*

Datum : 30 oktober 2025

Voorwoord

Voor u ligt mijn Company Research Paper met de titel *“Paris-Proof woningbouw als investeringsstrategie: van businesscase naar value case.”* Dit onderzoek vormt de afronding van de opleiding Master of Real Estate (MRE) aan de Amsterdam School of Real Estate.

De aanleiding voor dit onderzoek is de groeiende urgentie om de gebouwde omgeving te verduurzamen en de uitstoot van broeikasgassen drastisch te verminderen. De vraag hoe deze duurzaamheidsambities zich verhouden tot financiële haalbaarheid is daarbij relevanter dan ooit. Met deze scriptie heb ik beoogd om een brug te slaan tussen klimaatdoelstellingen en de financiële realiteit van vastgoedontwikkeling, en inzicht te bieden in de manier waarop Paris-Proof bouwen kan bijdragen aan waardecreatie op de lange termijn.

Dit onderzoek had niet tot stand kunnen komen zonder de waardevolle bijdragen van professionals uit de vastgoedsector. In het bijzonder wil ik de geïnterviewde experts bedanken voor hun openheid, tijd en bereidheid om kennis en ervaring te delen. Hun inzichten hebben de theoretische uitgangspunten van dit onderzoek verrijkt en in de praktijk verankerd.

Daarnaast wil ik NEOO bedanken voor de ruimte en het vertrouwen dat ik heb gekregen om de MRE-opleiding te volgen en dit onderzoek te realiseren naast mijn werkzaamheden. Ook gaat mijn dank uit naar mijn scriptiebegeleider voor de deskundige en constructieve begeleiding gedurende het proces.

Ik wens u veel leesplezier en hoop dat dit onderzoek bijdraagt aan een beter begrip van hoe duurzaamheid en financiële haalbaarheid in de vastgoedpraktijk met elkaar kunnen worden verenigd.

Pim Klomp

Amsterdam, oktober 2025

Managementsamenvatting

De verduurzaming van de woningbouw vormt een essentiële schakel in het behalen van de nationale en Europese klimaatdoelstellingen. In de vastgoedsector is vooral de reductie van operationele emissies de afgelopen jaren sterk verbeterd, maar de uitstoot die gepaard gaat met de productie en toepassing van materialen — de embodied carbon — blijft tot op heden achter. Tegelijkertijd verandert het beleidslandschap snel. De aanscherping van Europese regelgeving, zorgt voor een structurele verschuiving in de financiële randvoorwaarden van de woningbouw. Waar verduurzaming eerder werd gedreven door vrijwillige marktinitiatieven, wordt emissiereductie nu steeds vaker afgedwongen via normering en prijsmechanismen. Deze ontwikkeling maakt dat investeerders, financiers en ontwikkelaars hun waarderings- en besluitvormingskaders moeten herzien.

Dit onderzoek analyseert hoe investeren in Paris-Proof woningbouw het financiële rendement op de lange termijn beïnvloedt, met specifieke aandacht voor het perspectief van institutionele beleggers. Daartoe is een mixed-methods-aanpak gehanteerd, bestaande uit literatuur- en beleidsanalyse, veertien expertinterviews en een Discounted Cash Flow (DCF)-analyse met Monte Carlo-simulatie. Deze kwantitatieve benadering maakt het mogelijk om onzekerheden in rente, bouwkosten, huurontwikkeling en emissieheffingen te vertalen naar kansverdelingen, en zo inzicht te krijgen in zowel rendement als risico.

De resultaten laten zien dat de financiële haalbaarheid van Paris-Proof woningbouw in toenemende mate wordt bepaald door regelgeving, financieringsvoorwaarden en beleggingsstrategieën. Financiers koppelen rentetarieven steeds vaker aan de milieuprestatie van projecten, terwijl institutionele beleggers emissiegrenzen opnemen in hun aankoopcriteria. Duurzame projecten profiteren zo van gunstiger financieringsvoorwaarden, terwijl niet-duurzame projecten te maken krijgen met risico-opslagen of waardedaling. Hoewel Paris-Proof bouwen hogere initiële investeringen vraagt, wijzen de analyses erop dat dit vooral bijdraagt aan het beperken van toekomstige transitierisico's en waardeverlies, eerder dan aan het direct verhogen van rendement. Daarmee benadrukt het onderzoek de verschuiving van een traditionele businesscase naar een bredere valuecase-benadering, waarin langetermijnwaarde en risicobeheersing over de gehele levensduur van vastgoed centraal staan.

De bevindingen onderstrepen de noodzaak van een value case-benadering, waarin emissierisico's, financieringsvoorwaarden en langetermijnwaarde integraal worden meegenomen. Voor beleggers betekent dit het expliciet verankeren van emissie-eisen in Programma's van Eisen, tendercriteria en due diligence, evenals het rekenen met langere exploitatiehorizonten en restwaarde-effecten. Investeren in Paris-Proof woningbouw blijkt daarmee niet alleen een bijdrage te leveren aan de klimaatdoelstellingen, maar ook een strategie te zijn om blootstelling aan transitierisico's te beperken en het financiële rendement op de lange termijn te versterken.

Inhoud

Voorwoord	3
Managementsamenvatting	4
1. Inleiding.....	11
1.1 Introductie en aanleiding.....	11
1.2 Probleemstelling	13
1.3 Doelstelling.....	13
1.4 Onderzoeksvraag en deelvragen	13
1.5 Onderzoeksmethodologie en het onderzoeksmodel.....	14
1.6 Relevantie	15
1.7 Leeswijzer.....	16
1.8 Afbakening	16
2. Theoretisch kader	18
2.1 Inleiding.....	18
2.2 Paris-Proof woningen.....	18
2.2.1 Emissies gedurende de levenscyclus van een gebouw	18
2.2.2 Emissies in perspectief	20
2.2.3 Tussenconclusie	22
2.3 Ontwerp reductiestrategieën	23
2.3.1 Tussenconclusie	26
2.4 Beleid, wet- en regelgeving.....	27
2.4.1 Internationaal	27
2.4.2 Europees	27
2.4.3 Nationaal.....	31
2.4.4 Tussenconclusie	33
2.5 Het perspectief van de investeerder	34
2.5.1 Vastgoedontwikkelings- en vastgoedrekenproces	34
2.5.2 Moderne portefeuilletheorie.....	35
2.5.3 De Nederlandse woningmarkt.....	35
2.5.4 De opkomst van ESG en impact investing: van businesscase naar value case.....	37
2.5.5 Verankering Paris-Proof in besluitvorming.....	38
2.5.6 Tussenconclusie	39

2.6	Conclusie Theoretisch kader: Synthese en opmaat naar analyse.....	41
3.	Methodologie	43
3.1	Conceptueel model.....	43
3.2	Fase 1 – kwalitatieve analyse	44
3.2.1	Dataverzameling en verwerking	45
3.3	Fase 2 – kwantitatieve analyse	46
3.3.1	Fictieve binnenstedelijke projecten	46
3.3.2	Financiële analyse	47
3.3.3	Monte Carlo simulatie	48
3.4	Beperkingen.....	53
4.	Resultaten & Analyse	56
4.1	Fase 1.....	56
4.1.1	Perceptie Paris-Proof.....	56
4.1.2	Belemmeringen om Paris-Proof te bouwen.....	58
4.1.3	Paris-Proof proces, ontwerp- en materiaalkeuzes	59
4.1.4	Implicaties.....	61
4.1.5	Stimulering vanuit beleid.....	62
4.1.6	Potentiële Paris-Proof value case drivers	63
4.1.7	Conclusie fase 1	66
4.1.8	Vertaling van kwalitatieve bevindingen naar modelparameters	68
4.2	Fase 2.....	71
4.2.1	Gevoeligheidsanalyse	71
4.2.2	2026 versus 2030.....	73
4.2.3	Hoogbouw.....	74
4.2.4	Efficiency-plot	75
4.2.5	Robuustheidschecks houtbouw	76
4.2.6	Samenvatting conclusies.....	76
5.	Conclusie, aanbevelingen en reflectie.....	79
5.1	Beantwoording hoofdvraag	79
5.2	Toets hypothese	80
5.3	Aanbevelingen	80
5.3.1	Aanbevelingen voor beleggers.....	80

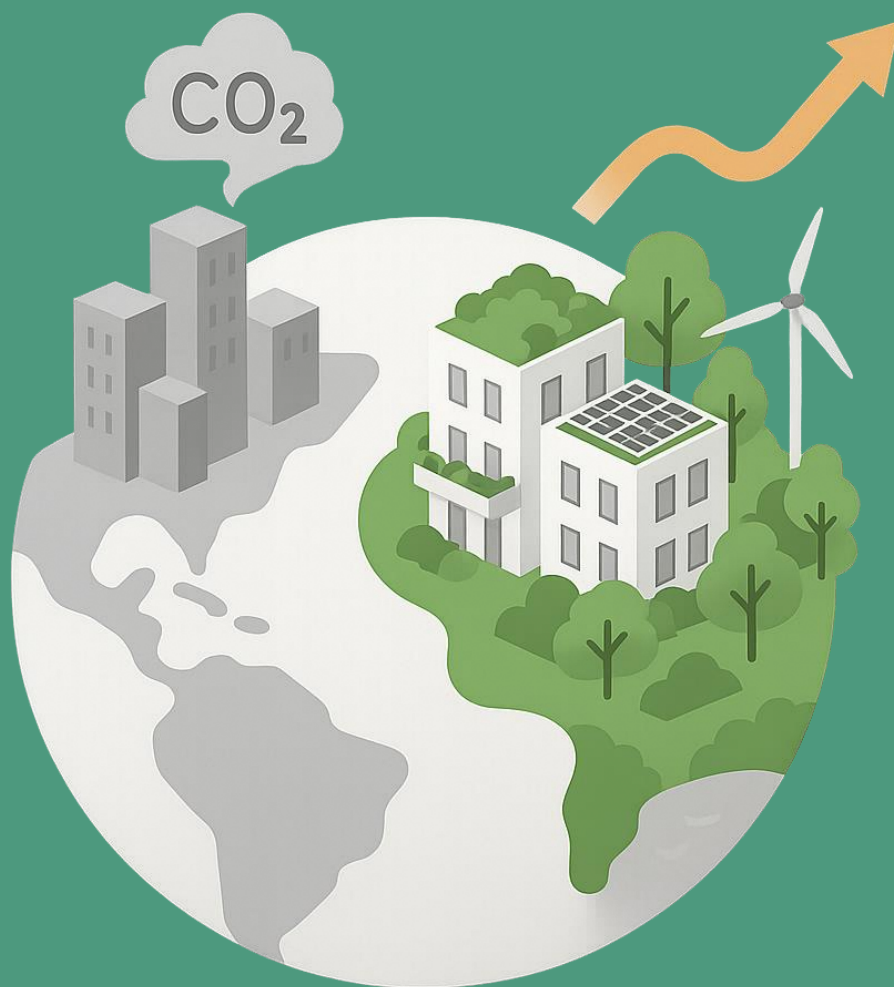
5.3.2	Onderzoeksaanbevelingen	82
5.4	Reflectie.....	83
5.4.1	Methodologische reflectie.....	83
5.4.2	Onderzoeksproces	84
	Bijlagen.....	85
	Bibliografie	104

Begrippenlijst

Paris-Proof (DGBC)	Vertaling van het 1,5°C-doel naar gebouwprestaties over de levensduur, inclusief operationele en materiaalgebonden emissies.
Whole Life Carbon (WLC)	Totale CO ₂ -uitstoot van een gebouw over de volledige levenscyclus, van materiaalwinning tot sloop en hergebruik.
Operational Carbon (OC)	Emissies door energieverbruik tijdens de gebruiksfase van het gebouw.
Embodied Carbon (EC)	Emissies afkomstig van materiaalproductie, transport, bouw, onderhoud en einde levensduur.
Upfront EC (A1–A5)	Deel van EC dat vrijkomt tot en met oplevering (productie, transport, bouw).
CRREM	Carbon Risk Real Estate Monitor; benchmarkpad voor het toetsen van operationele emissies aan Paris-doelen.
Stranded asset	Vastgoed dat niet voldoet aan CO ₂ -reductiedoelen en daardoor waarde verliest.
Green premium	Hogere waarde of lagere yield voor duurzame gebouwen door lagere risico's en hogere marktvraag.
Brown discount	Lagere waarde of hogere yield voor gebouwen met slechte duurzaamheidsprestatie.
EU-taxonomie	Europese classificatie voor duurzame economische activiteiten; stuurt kapitaalstromen naar duurzame projecten.
SFDR	Europese verordening voor duurzaamheidsrapportage door financiële instellingen.
CSRD	Corporate Sustainability Reporting Directive; verplicht rapporteren over duurzaamheidsprestaties, inclusief scope 1–3 emissies.
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive; stelt eisen aan energieprestatie en CO ₂ -emissies van gebouwen.
ETS1 / ETS2	Europees systeem voor emissiehandel; ETS2 breidt dit uit naar de gebouwde omgeving.
CBAM	Carbon Border Adjustment Mechanism; CO ₂ -heffing op import van koolstofintensieve materialen.
CPR / EPD	Construction Products Regulation; verplicht milieuproductverklaringen (EPD's) voor bouwproducten.
ESPR	Ecodesign for Sustainable Products Regulation; stelt eisen aan hergebruik, recycling en duurzaamheid van producten.
Klimaatwet / Klimaatakkoord	Nederlandse wet- en beleidskaders voor CO ₂ -reductie (-55% in 2030, klimaatneutraal in 2050).
BENG	Bijna Energie Neutrale Gebouwen; eisen aan energiebehoefte, fossiel energiegebruik en aandeel hernieuwbare energie.
MPG	Milieuprestatie Gebouwen; wettelijke bovengrens voor materiaalimpact van nieuwbouw.
WEii	Wonen Energie-index indicatief; referentie voor energiegebruik in woningen.
GPR / BREEAM Biobased materialen	Beoordelingssystemen voor duurzaamheid van gebouwen.
LCA / GWP	Materialen op biologische basis met tijdelijke koolstofopslag. Levenscyclusanalyse en Global Warming Potential; methodiek om totale CO ₂ -impact te berekenen.

ZEB / NZEB	(Nearly) Zero Emission Building; gebouw dat bijna of geheel emissievrij functioneert.
DCF / NCW / IRR	Financiële waarderingsmethoden voor investeringen (contante waarde, rendement).
WACC / CAPM	Methoden om de kostenvoet van vermogen te berekenen, rekening houdend met risico's.
Monte Carlo-simulatie	Stochastische analysetechniek om onzekerheden in financiële parameters te modelleren.
Transition risk	Risico op waardeverlies door veranderende regelgeving of marktverwachtingen rond duurzaamheid.
Stikstof / BBL	Nationale regelgeving die invloed heeft op bouwprocessen en vergunningen.

1. Inleiding



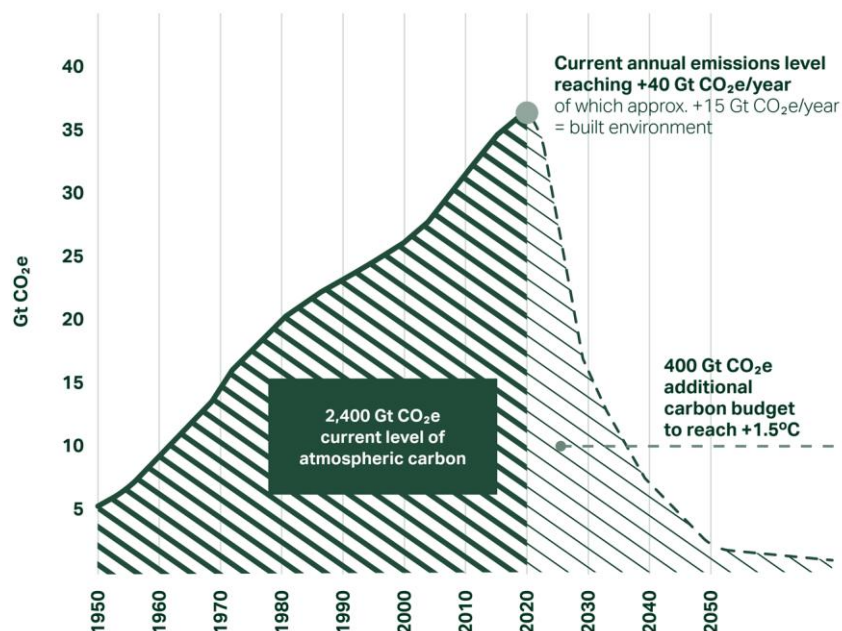
1. Inleiding

1.1 Introductie en aanleiding

Tot 2030 bedraagt de nationale woningbouwopgave bijna één miljoen nieuwe woningen (BZK, 2024). Tegelijkertijd stelt de mondiale klimaatopgave en beleidslandschap vergaande eisen aan de verduurzaming van de gebouwde omgeving. Het Klimaatakkoord van Parijs vormt daarbij het mondiale beleidskader, met als doel de mondiale temperatuurstijging te beperken tot ruim onder 2°C, en bij voorkeur tot maximaal 1,5°C (United Nations, 2015). Dit vereist een substantiële reductie van broeikasgasemissies in alle sectoren, waaronder de woningbouw. In toenemende mate verschuift de aandacht binnen de sector van de vraag óf naar de vraag hoe woningbouwprojecten Paris-Proof kunnen worden gerealiseerd.

Volgens het rapport van Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2021) bedraagt de cumulatieve wereldwijde uitstoot van broeikasgassen inmiddels ruim 2.400 gigaton CO₂-equivalent (CO₂-eq). Bij het emissieniveau van 2020 van circa 40 Gt CO₂-eq per jaar resteert nog slechts een koolstofbudget van 400 Gt CO₂-eq om de opwarming te beperken tot maximaal 1,5°C. Dit impliceert dat het budget binnen de aankomende vijf jaar tot en met 2030 uitgeput zal zijn zonder ingrijpende reductiemaatregelen (IPCC, 2021), zoals af te lezen in Figuur 1.

Figuur 1: Resterend emissiebudget (bron: IPCC, 2021; United Nations Environment Programme, 2021; met bewerking door WBCSD, 2023)



In Nederland is de gebouwde omgeving verantwoordelijk voor circa 38% van de nationale broeikasgasemissies (DGBC, 2021). Deze emissies leiden tot negatieve externaliteiten die veelal buiten reguliere financiële afwegingen vallen, maar wel aanzienlijke maatschappelijke schade veroorzaken (Newman & Noy, 2023). De operationele emissies van gebouwen, voornamelijk veroorzaakt door energieverbruik, zijn de afgelopen jaren aanzienlijk

gereduceerd door strengere regelgeving en verbeterde energieprestaties (Ritchie et al., 2020). Materiaalgebonden emissies uit grondstoffenwinning, bouw en sloop krijgen daarentegen relatief weinig aandacht, ondanks hun substantiële aandeel in de totale levenscyclusuitstoot van gebouwen (Pomponi & Moncaster, 2016). Om daadwerkelijk bij te dragen aan het behalen van de klimaatdoelstellingen is een integrale benadering vereist die zich richt op de volledige levensduur van gebouwen, ook wel aangeduid als Whole Life Carbon (WLC).

Ter ondersteuning van de transitie naar een klimaatneutrale economie heeft de Europese Unie diverse wetgevende kaders geïntroduceerd. De Europese Green Deal vormt het overkoepelende beleidsprogramma met als doel om Europa in 2050 klimaatneutraal te maken. Als tussenstap is het 'Fit for 55'-pakket opgesteld, waarin wetgeving is gebundeld om uiterlijk in 2030 een broeikasgasreductie van ten minste 55 % ten opzichte van 1990 te realiseren. Deze Europese kaders vormen tevens het fundament voor nationale regelgeving, waaronder de Nederlandse Klimaatwet, waarin deze doelstellingen juridisch zijn verankerd. De implementatie van deze regelgeving leidt tot steeds strengere eisen aan onder meer energieprestaties, materiaalgebruik en duurzaamheidsrapportages binnen nieuwbouwprojecten, met directe implicaties voor de woningbouwsector. Toch blijkt uit recente analyses dat nieuwbouwwoningen die vandaag de dag conform de geldende wet- en regelgeving worden gerealiseerd, in de meeste gevallen nog niet voldoen aan de Paris-Proof normen (Blom et al., 2024). Dit wijst op een discrepantie tussen juridisch vereiste minimale prestaties en het emissieniveau dat noodzakelijk is om binnen de mondiale koolstofbudgetten te blijven.

De combinatie van een omvangrijke woningbouwopgave, ambitieuze klimaatdoelstellingen en toenemende regelgeving creëert een structureel spanningsveld voor investeerders in nieuwbouwprojecten. Dat spanningsveld wordt versterkt door de beperkte financiële haalbaarheid van Paris-Proof woningbouwprojecten op korte termijn (Langenaar, 2024). Dit komt mede doordat traditionele investeringsmodellen vooral zijn gericht op kortetermijnrendementen en onvoldoende rekening houden met toekomstige regelgeving, veranderende marktvraag en de langetermijnwaarde van duurzame gebouwen. Hierdoor bestaat het risico dat nieuwbouwprojecten die vandaag worden ontwikkeld, op termijn niet voldoen aan aangescherpte normen en daardoor aan waarde verliezen (Caloia et al., 2022).

Voor langetermijn investeerders komt het jaar 2050 inmiddels echter binnen de beleggingshorizon te liggen. Voor deze partijen wordt het daarom steeds relevanter om de toekomstige prestaties en risico's van nieuwbouwwoningen expliciet te betrekken in investeringsbeslissingen. Tegelijkertijd wordt duurzaam vastgoed in toenemende mate onderscheiden binnen beleids- en marktmechanismen. Europese regelgeving, zoals de EU-Taxonomie en de CSRD, is erop gericht kapitaalstromen te heroriënteren richting duurzame economische activiteiten, wat leidt tot een groeiende differentiatie in de vastgoedmarkt. Deze ontwikkeling kan zich uiten in een hogere vraag naar duurzame gebouwen, een zogenoemde green premium in de waardeontwikkeling (Wang et al., 2025; Anakram, 2024) en gunstigere financieringscondities (Linden van Sprankhuizen et al., 2024).

In de bestaande literatuur wordt de transitie naar een CO₂-neutrale gebouwde omgeving veelal benaderd vanuit technisch-duurzame of beleidsmatige invalshoeken, terwijl de consequenties voor rendement en risicoprofiel op investeringsniveau beperkt zijn onderzocht. Deze scriptie draagt bij aan de bestaande kennis door de financiële haalbaarheid van Paris-Proof woningbouw te analyseren vanuit het perspectief van institutionele beleggers, en deze te vergelijken met conventionele bouw. Door bestaande waarderingsmethoden toe te passen op scenario's van emissiereductie wordt inzicht verkregen in hoe duurzaamheidsdoelen zich vertalen in rendement, risico en waardeontwikkeling.

Tegen deze achtergrond richt dit onderzoek zich op de strategische en financiële implicaties van investeringen in Paris-Proof woningbouw. Het doel is om inzicht te verkrijgen in de onderliggende mechanismen die bepalen hoe veranderende regelgeving, marktontwikkelingen en duurzaamheidscriteria gezamenlijk invloed uitoefenen op de businesscase van nieuwbouwwoningen.

1.2 Probleemstelling

De Nederlandse vastgoedsector bevindt zich in een transitie waarin de eisen voor duurzame woningbouw ingrijpend veranderen. De huidige minimumeisen voor nieuwbouw voldoen in de meeste gevallen niet aan de Paris-Proof grenswaarden, terwijl Europese en nationale regelgeving deze richting steeds sterker afdwingen. Dit stelt investeerders en ontwikkelaars voor strategische keuzes tussen het realiseren van Paris-Proof en conventionele nieuwbouwprojecten. De financiële haalbaarheid van Paris-Proof bouwen wordt vaak beoordeeld met traditionele rekenmodellen die gericht zijn op kortetermijnrendementen. Hierdoor blijven de langetermijneffecten van veranderende regelgeving, marktdynamiek en financieringsvoorwaarden onderbelicht. Het ontbreken van geïntegreerde analyses waarin de financiële en strategische implicaties van beide ontwikkelstrategieën worden vergeleken, belemmert investeerders om goed onderbouwde, toekomstgerichte beslissingen te nemen. Dit onderzoek richt zich daarom op het inzichtelijk maken van de mechanismen die de businesscase van Paris-Proof woningbouw beïnvloeden en op het analyseren van de strategische afweging tussen duurzaamheid, rendement en risico over de lange termijn.

1.3 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is om inzicht te verkrijgen in de financiële en strategische implicaties van investeren in Paris-Proof nieuwbouwwoningen. Daarbij wordt geanalyseerd hoe deze projecten zich op de lange termijn verhouden tot conventionele nieuwbouw in termen van rendement, risico en toekomstbestendigheid. Het onderzoek beoogt hiermee bij te dragen aan beter onderbouwde investeringsbeslissingen en aan de transitie naar een klimaatneutrale woningbouwsector.

1.4 Onderzoeksvraag en deelvragen

Op basis van de aanleiding, probleemstelling en doelstelling kan de volgende vraagstelling worden geformuleerd:

“Op welke wijze beïnvloedt het investeren in Paris-Proof woningbouwprojecten het financiële rendement op de lange termijn?”

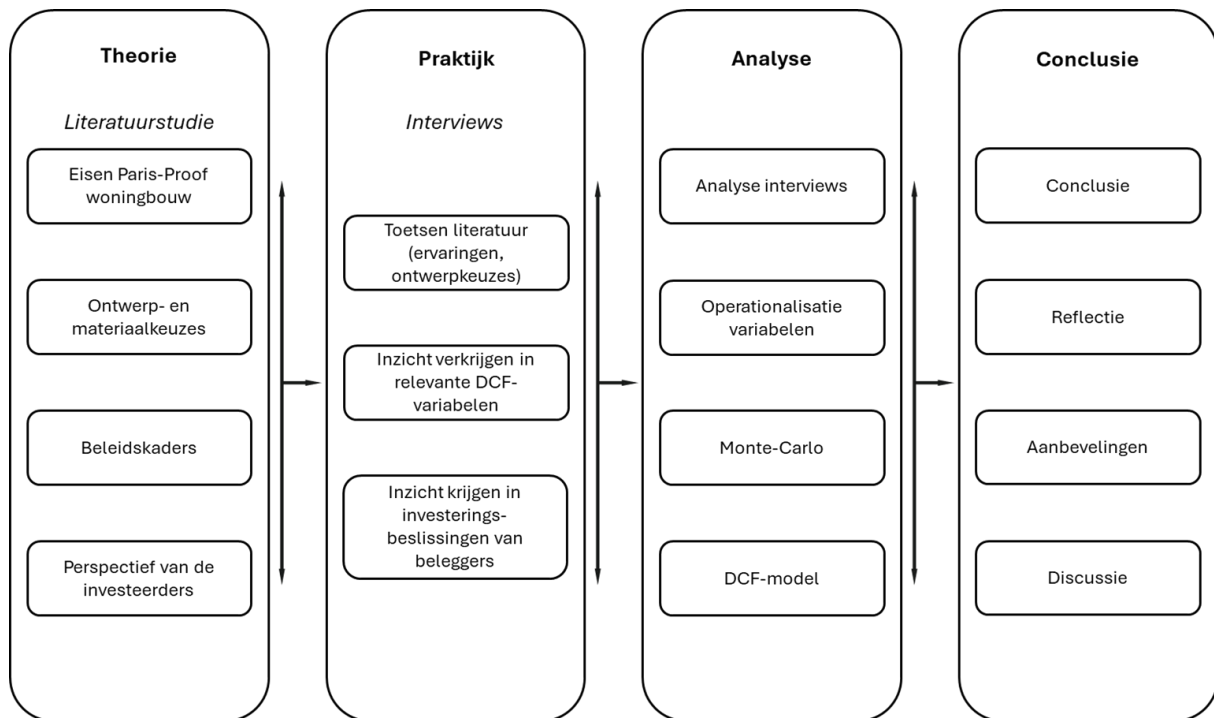
Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn de volgende deelvragen geformuleerd:

1. Waar moeten nieuwbouwwoningen aan voldoen om als Paris-Proof te worden beschouwd?
2. Welke ontwerp- en materiaalkeuzes zijn vereist om Paris-Proof grenswaarden te behalen?
3. Welk beleid en regelgeving stimuleert Paris-Proof nieuwbouwwoningen?
4. Op welke wijze worden Paris-Proof-eisen door institutionele beleggers geïntegreerd in hun investeringsafwegingen?

1.5 Onderzoeksmethodologie en het onderzoeksmodel

Het onderzoek heeft zowel een verkennend als een toetsend karakter en maakt gebruik van de TPA- structuur (Hoek-Gerritsen, 2023) waarin Theorie, Praktijk en Analyse systematisch met elkaar worden verbonden. Binnen het theoretisch deel wordt via een systematische literatuurstudie in kaart gebracht welke eisen gelden voor Paris-Proof nieuwbouwwoningen, welke ontwerp- en materiaalkeuzes daarvoor noodzakelijk zijn en welke beleids- en normkaders deze transitie ondersteunen. Het praktijkgedeelte bestaat uit semigestructureerde interviews met verschillende experts vanuit uiteenlopende disciplines binnen de vastgoedsector. Deze interviews hebben tot doel om praktijkervaringen met Paris-Proof nieuwbouw te inventariseren, de in de literatuur gevonden inzichten te toetsen en aanvullende informatie te verkrijgen voor de afbakening van variabelen en de bepaling van realistische bandbreedtes voor de financiële analyse. In de analytische fase worden de verkregen theoretische en praktische inzichten geïntegreerd in een kwantitatief financieel model, gebaseerd op de Discounted Cash Flow (DCF)-methode en aangevuld met Monte Carlo-analyse voor onzekerheidsmodellering. De visualisatie van het onderzoek is weergegeven in Figuur 2.

Figuur 2: Schematische weergave onderzoek



1.6 Relevantie

Dit onderzoek is relevant omdat de transitie naar Paris-Proof woningbouw gepaard gaat met aanzienlijke onzekerheid en complexiteit. Vastgoedinvesteerders worstelen met de vraag in hoeverre dergelijke projecten financieel haalbaar zijn, mede doordat traditionele haalbaarheidsanalyses vaak slechts een deel van de relevante variabelen meenemen. Hierdoor ontbreekt een integrale benadering waarin zowel de voordelen van Paris-Proof bouwen (zoals lagere exploitatielasten, waardebehoud en mogelijke green premiums) als de risico's van het niet-duurzaam ontwikkelen (zoals brown discounts en hogere toekomstige verduurzamingskosten) systematisch worden verdisconteerd. Investeerders hebben bovendien behoefte aan inzicht in welke mechanismen binnen de financiële analyse – zoals exit yields, huurwaardering en financieringscondities – kunnen bijdragen aan de haalbaarheid van Paris-Proof woningbouw. In dit onderzoek worden dergelijke mechanismen en de daarbij horende onzekerheden, waaronder renteontwikkeling, inflatie en de verwachte aanscherping van regulering, expliciet gemodelleerd. Daarmee wordt zichtbaar hoe deze factoren gezamenlijk het rendement en risicoprofiel van Paris-Proof woningbouw beïnvloeden.

Naast de praktische relevantie levert dit onderzoek ook een academische bijdrage. Waar bestaande studies veelal focussen op afzonderlijke duurzaamheidsmaatregelen of kostencomponenten, introduceert dit onderzoek een geïntegreerde benadering waarmee de relatie tussen Paris-Proof woningbouw en financieel rendement systematisch kan worden geëvalueerd over de volledige investeringshorizon.

1.7 Leeswijzer

Deze scriptie bestaat uit vijf hoofdstukken. In hoofdstuk 1 worden de aanleiding, probleemstelling, doelstelling en onderzoeksvragen uiteengezet, evenals de methodologische benadering, relevantie en afbakening. Hoofdstuk 2 bevat het theoretisch kader, waarin de begrippen Paris-Proof woningbouw, ontwerpstrategieën voor CO₂-reductie, beleids- en regelgevingskaders en het investeerdersperspectief worden besproken. In hoofdstuk 3 wordt de methodologie toegelicht, met een onderscheid tussen de kwalitatieve en kwantitatieve fase en de bijbehorende onderzoeksmodellen en beperkingen. De empirische bevindingen worden gepresenteerd in hoofdstuk 4, waarin de resultaten van beide fasen worden geanalyseerd. Tot slot worden in hoofdstuk 5 de belangrijkste conclusies, aanbevelingen en een reflectie op het onderzoek gepresenteerd.

1.8 Afbakening

Dit onderzoek richt zich op de nieuwbouw van meergezinswoningen in Nederland, met nadruk op de financiële haalbaarheid van Paris-Proof woningbouw. De analyse wordt uitgevoerd vanuit het perspectief van institutionele langetermijnbeleggers met een beleggingshorizon van circa 20 tot 30 jaar. De studie beperkt zich tot broeikasgasemissies, uitgedrukt in CO₂-equivalenten, en betreft internationale regelgeving uitsluitend voor zover deze invloed heeft op het Nederlandse beleidskader. Deze afbakening zorgt voor een gerichte en toepasbare analyse binnen een relevante vastgoedtypologie, investeringscontext en beleidsomgeving.

2. Theoretisch kader



2. Theoretisch kader

2.1 Inleiding

Het theoretisch kader vormt de conceptuele en analytische basis voor het beantwoorden van alle vier deelvragen binnen dit onderzoek. Allereerst wordt uiteengezet aan welke grenswaarden nieuwbouwwoningen moeten voldoen om als Paris-Proof te worden aangemerkt. Vervolgens wordt onderzocht welke ontwerp- en materiaalkeuzes vereist zijn om deze emissiegrenzen te behalen. Aansluitend wordt ingegaan op de invloed van beleid en regelgeving op de ontwikkeling van Paris-Proof woningbouw. Ook wordt de rol van de investeerder binnen het vastgoedontwikkelingsproces geanalyseerd, met bijzondere aandacht voor de wijze waarop Paris-Proof wordt geïntegreerd in investeringsbeslissingen. Tot slot wordt ingegaan op de kosten en baten van Paris-Proof nieuwbouwwoningen, als fundament voor de financiële analyses in het empirische deel van het onderzoek.

2.2 Paris-Proof woningen

In dit eerste deel van het theoretisch kader wordt de eerste deelvraag behandeld: “*Waar moeten nieuwbouwwoningen aan voldoen om als Paris-Proof te worden beschouwd?*” Om deze vraag te beantwoorden wordt eerst uiteengezet hoe de uitstoot over de volledige levenscyclus van een gebouw kan worden bepaald, door onderscheid te maken tussen de verschillende levensfasen en hun bijbehorende emissies. Vervolgens wordt ingegaan op de vastgestelde Paris-Proof-grenswaarden en de huidige stand van zaken binnen de bouwsector.

2.2.1 Emissies gedurende de levenscyclus van een gebouw

De klimaatimpact van een gebouw wordt bepaald door de totale hoeveelheid broeikasgasemissies die gedurende de volledige levenscyclus vrijkomen, uitgedrukt in kilogram CO₂-eq (RICS, 2024). Hiervoor worden levenscyclusanalyses (LCA) gemaakt waarvoor de Europese norm EN 15978 een geharmoniseerd kader biedt. De norm onderscheidt vier levenscyclusfasen:

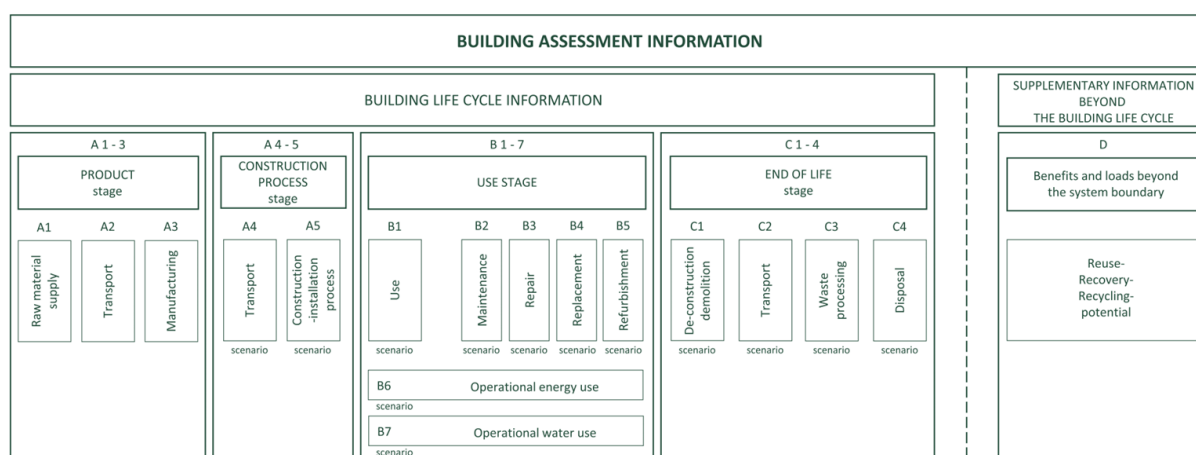
- Productie (A): waaronder grondstoffenwinning, materiaalproductie, transport en bouw
- Gebruik (B): inclusief onderhoud, vervanging en energieverbruik
- Einde levensduur (C): zoals sloop, afvalverwerking en afvoer
- Hergebruik (D): mogelijke vermeden emissies door onder andere recycling

Binnen deze levenscyclussen wordt onderscheid gemaakt tussen twee hoofdcategorieën:

- Materiaalgebonden emissies (EC): emissies uit modules A1-A5 (upfront EC), B1-B5- C1-C4
- Operationele emissies (OC): emissies uit energiegebruik in de gebruiksfase, met name module B6

Deze indeling is schematisch weergegeven in Figuur 3. De emissies worden doorgaans berekend per vierkante meter gebruiksoppervlak, uitgaand van een standaard levensduur van 50 jaar (Röck et al., 2020).

Figuur 3: Schematische weergave WLC (bron: Röck, et al., 2020; EN 15978)



Hoewel module D formeel deel uitmaakt van de EN 15978, wordt het in de praktijk echter vaak buiten beschouwing gelaten. Dit komt met name door methodologische onduidelijkheden omtrent toerekening en modellering, en vanwege onzekerheden over materiaalbeschikbaarheid in de verre toekomst (Röck et al., 2020). Dit beperkt de volledigheid van de analyse en belemmert een goede beoordeling van circulaire strategieën zoals demontabel bouwen en hergebruik, waarin juist aanzienlijke reductiepotentie schuilt (Bendouma et al., 2024). Voor investeerders kan module D bovendien relevant zijn vanwege de restwaarde van materialen. Daarnaast kent de LCA-methodiek bredere beperkingen:

- **Data-kwaliteit en transparantie:** beschikbaarheid en nauwkeurigheid van data over materialen en tools variëren sterk, wat onzekerheid in de uitkomsten veroorzaakt (Olanrewaju et al., 2024).
- **Levensduur aannames:** een langere veronderstelde levensduur leidt tot lagere jaarlijkse milieubelasting, maar beïnvloedt de vergelijkbaarheid tussen projecten sterk.
- **Biogene CO₂-opslag:** de toepassing van engineered wood products (EWP) en mass timber leidt tot tijdelijke koolstofopslag gedurende de gebruiksperiode van een gebouw. Gu et al. (2022) kwantificeren deze opslag op 0,76–1,01 ton CO₂ per m³ hout, afhankelijk van houtsoort en volumieke massa. Uit internationale casestudies blijkt dat het toegepaste houtvolume in mass timber-gebouwen varieert tussen 0,08 en 0,62 m³ per m² vloeroppervlak, met een gemiddelde waarde van circa 0,29 m³/m². Dit komt overeen met een biogene opslagcapaciteit van circa 220–293 kg CO₂ per m² vloer, met uiterste bandbreedtes van ongeveer 60 tot 630 kg CO₂ per m², afhankelijk van ontwerp en materiaalintensiteit. Conform de systematiek van EN 15978 wordt deze opslag in de levenscyclusanalyse geboekt als een negatieve emissie in de productiefase (A1–A3), en later (gedeeltelijk) vrijgegeven in de End-of-Life-fase (C3–C4), afhankelijk van de gekozen scenario's voor hergebruik, recycling of verbranding. Het netto effect wordt zo als neutraal beschouwd. Deze benadering onderschat het tijdelijke opslagpotentieel in de transitiefase naar netto-zero (Hoxha et al., 2020). Bovendien wordt langdurige opslag via hergebruik of cascadering vaak niet meegenomen, terwijl dit relevant is op systeemniveau

Voor ontwikkelaars en investeerders is het essentieel LCA-uitkomsten kritisch te interpreteren. Aannames over levensduur, koolstofopslag en rekenmethodiek kunnen de emissieprofielen

aanzienlijk beïnvloeden. In de volgende paragraaf wordt toegelicht hoe het decarbonisatiepad kan bijdragen aan het realiseren van Paris-Proof woningbouw. Zoals in de aanleiding reeds toegelicht vormt WLC het meest complete kader om de totale klimaatimpact van gebouwen te beoordelen. WLC combineert zowel operationele als materiaalgebonden emissies en sluit daarmee aan bij de Paris-Proof doelstellingen. Hoewel WLC als concept breed wordt erkend, ontbreekt er vooralsnog een internationaal breed gedragen decarbonisatiepad. In de volgende paragraaf worden de bestaande richtlijnen en streefwaarden voor operationele en materiaalgebonden emissies uiteengezet en vergeleken met actuele emissieniveaus.

2.2.2 Emissies in perspectief

Er bestaan afzonderlijke richtlijnen en streefwaarden voor OC en (upfront) EC die invulling geven aan Paris-Proof bouwen. Deze paragraaf bespreekt deze afzonderlijke decarbonisatiepaden en vergelijkt ze met de actuele emissieniveaus.

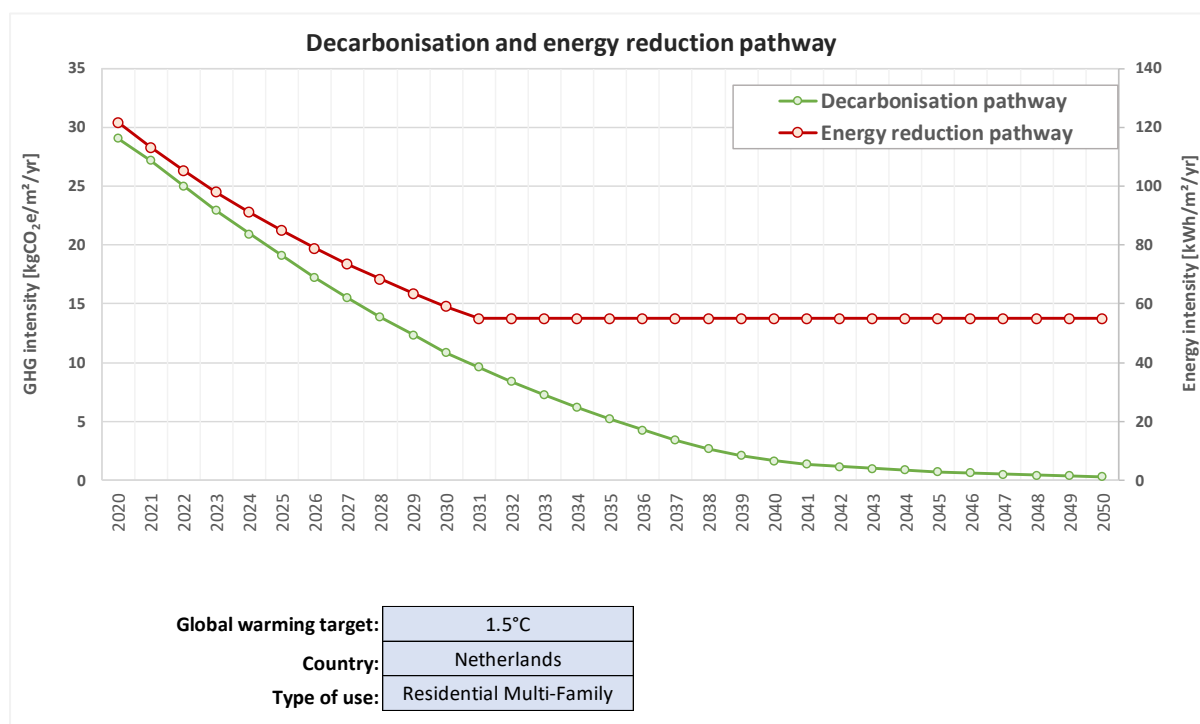
Operational Carbon

Door strengere Europese eisen is de OC van nieuwbouw sterk gedaald (Ritchie et al., 2020). Een breed toegepaste methode om de OC te toetsen is de Carbon Risk Real Estate Monitor (CRREM). CRREM biedt inzicht in de mate waarin gebouwen bijdragen aan klimaatverandering en in het risico op stranded assets: gebouwen die het pad niet volgen en financiële waarde kunnen verliezen als gevolg van strengere regelgeving of veranderende markteisen. In Figuur 4 is het CRREM-decarbonisatiepad weergegeven voor meergezinswoningen in Nederland (CRREM, z.d.). In 2025 bedraagt de grenswaarde 19,1 kg CO₂-eq per m² per jaar voor zowel gebouwgebonden en gebruiksgebonden energiegebruik.

Nieuwbouwwoningen die voldoen aan het Besluit Bouwwerken Leefomgeving (BBL) en de geldende BENG-eisen stoten gemiddeld circa 4 kg CO₂-eq per m² per jaar door gebouwgebonden energieverbruik (W/E adviseurs, 2024). Dit betreft de netto uitstoot, na aftrek van duurzame opwekking. Het gebruikersgebonden deel omvat alle verbruiken door bewoners zoals verlichting en elektrische apparaten en is dus afhankelijk van de bewoner. Het jaarlijks gemiddeld verbruik ligt rond de 23 kWh per m² per jaar (DGBC & TVVL, z.d.). Met een emissiefactor van 0,22 kg CO₂ per kWh (CBS, 2024) voor stroom van het openbare elektriciteitsnet komt dit verbruik neer op 5 kg CO₂ per m² per jaar. In totaal bedraagt het gebruikers- en gebouwgebonden deel dus ongeveer 9 kg CO₂-eq per m² per jaar. Daarmee blijven deze woningen onder het CRREM-pad tot ongeveer 2031. Een belangrijke kanttekening hierbij is dat de werkelijke uitstoot per project sterk kan verschillen, afhankelijk van het aandeel lokale duurzame opwerk, het type stroomcontract (grijs vs. groen) en de ontwikkeling van emissiefactoren over de tijd.

Dit laat zien dat de Nederlandse nieuwbouw voor operationele emissies momenteel onder de CRREM-grenswaarden blijft en daarmee in lijn ligt met het Paris-Proof pad. Dit betekent echter niet dat dergelijke gebouwen op lange termijn Paris-Proof zijn: zodra de grenswaarden verder afnemen, bestaat het risico dat nieuwbouw de doelstellingen niet meer haalt zonder aanvullende maatregelen.

Figuur 4: Pad voor koolstofreductie en energiebesparing (bron: CRREM, z.d.)



Embodied Carbon

Het aandeel van EC is gestegen tot circa 50% van de totale emissies terwijl deze emissies juist op de korte termijn worden uitgestoten (Lützkendorf & Balouktsi, 2022; Röck et al., 2022). In navolging van het CRREM-reductiepad voor OC, heeft de Dutch Green Building Council (DGBC) het maximale CO₂-budget van het IPCC (2021) vertaald naar een decarbonisatiepad voor EC in de Nederlandse bouwsector. Op basis hiervan zijn grenswaarden vastgesteld voor de upfront EC (module A1-A5), die doorgaans 60% van de totale EC vertegenwoordigen (WBCSD, 2023). Voor meergezinswoningen geldt in 2025 een maximale upfront EC-uitstoot van circa 175 kg CO₂-eq/m² (DGBC, 2022), zoals weergegeven in Figuur 5 (gebaseerd op een lineaire extrapolatie van het decarbonisatiepad). In Nederland bedroeg de upfront EC van nieuwbouw meergezins- en eengezinswoningen in 2023 echter circa 344 kg CO₂-eq/m², waarbij de waarden voor meergezinswoningen doorgaans nog hoger liggen (W/E adviseurs, 2024). Dit betekent dat nieuwbouw in Nederland voor wat betreft EC niet Paris-Proof is. De discrepantie tussen de door de door DGBC geformuleerde grenswaarden en de huidige EC-uitstoot van de realisatie van nieuwbouwwoningen onderstreept de urgentie om actief te sturen op strategieën die naast OC ook EC reduceren

Figuur 5: Paris-proof grenswaarden upfront embodied carbon kg CO₂-eq per m² voor nieuwbouw (boven) en renovatie (onder) (bron: DGBC, 2022)

Paris Proof grenswaarden	materiaalgebonden kg CO ₂ -eq. per m ²			
	2021	2030	2040	2050
Woning (eengezinswoning)	200	126	75	45
Woning (meergezinswoning)	220	139	83	50
Kantoor	250	158	94	56
Retail vastgoed	260	164	98	59
Industrie ⁵	240	151	91	54

Paris Proof grenswaarden	materiaalgebonden kg CO ₂ -eq. per m ²			
	2021	2030	2040	2050
Woning (eengezinswoning)	100	63	38	23
Woning (meergezinswoning)	100	63	38	23
Kantoor	125	79	47	28
Retail vastgoed	125	79	47	28
Industrie	100	63	38	23

2.2.3 Tussenconclusie

Een meergezinswoning wordt in dit onderzoek als Paris-Proof beschouwd wanneer zij bij oplevering voldoet aan twee emissiegrenswaarden:

EC/OC	Grens nu	Grens 2050
Operational Carbon	19,1 kg CO ₂ -eq per m ² per jaar	0 kg CO ₂ -eq m ² per jaar
Embodied Carbon	175 kg CO ₂ -eq per m ²	50 kg CO ₂ -eq per m ²

Om als Paris-Proof te gelden, moeten nieuwbouwwoningen dus voldoen aan beide grenswaarden. Uit de analyse blijkt dat op dit moment aan de norm voor operationele emissies wordt voldaan, terwijl de huidige uitstoot aan upfront EC deze grens nog ruim overschrijdt. Nieuwbouwwoningen zijn daarmee slechts gedeeltelijk Paris-Proof. Dit onderstreept de noodzaak om, naast energiprestatie, expliciet te sturen op materiaalgebruik en bouwmethodiek. In de volgende paragraaf worden ontwerpstrategieën besproken die kunnen bijdragen aan het terugdringen van met name de materiaalgebonden emissies.

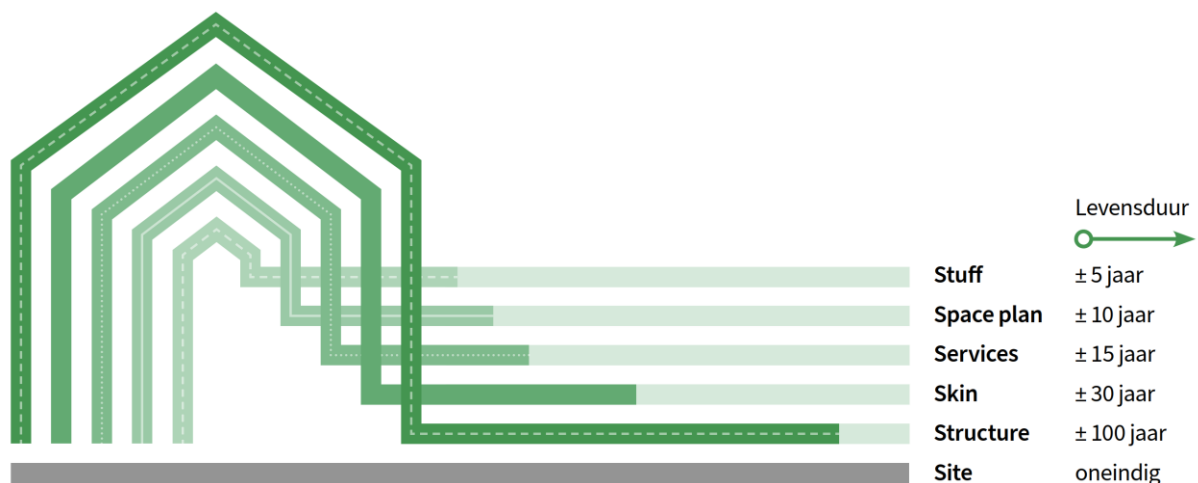
2.3 Ontwerp reductiestrategieën

In dit deel van het theoretisch kader wordt de tweede deelvraag behandeld: “Welke ontwerp- en materiaalkeuzes zijn vereist om Paris-Proof-grenswaarden te behalen?” Deze paragraaf onderzoekt op welke wijze ontwerpkeuzes kunnen bijdragen aan het reduceren van de emissies in de woningbouw. Eerst wordt aan de hand van het lagenmodel van Brand (1995) geanalyseerd hoe materiaalgebonden emissies zich verdelen over verschillende gebouwonderdelen. Vervolgens wordt het reductiepotentieel per projectfase in kaart gebracht. Tot slot worden op basis van de literatuur verschillende ontwerpstrategieën uiteengezet die bijdragen aan het beperken van zowel embodied carbon EC OC.

Gebouwlagen

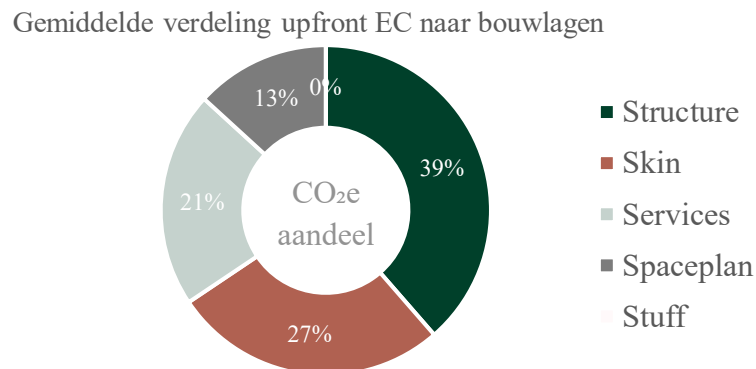
Het lagenmodel van Brand onderscheidt vijf gebouwlagen: de draagconstructie (Structure), de buitenschil (Skin), de installaties (Services), de afbouw en indeling (Space Plan) en gebruikersgebonden elementen (Stuff), zie Figuur 6

Figuur 6: Gebouwlagen en levensduur (bron: Brand, 1995; met bewerking door H.N.N., z.d.)



Deze lagen verschillen in materiaalgebruik, vervangingsfrequentie en daarmee in emissie-intensiteit (zie Figuur 6). De Structure heeft doorgaans de langste levensduur en veroorzaakt het grootste aandeel van de EC, met gemiddeld circa 40% van de totale uitstoot. De Skin en Services zijn verantwoordelijk voor respectievelijk circa 25% en 20%, waarbij met name de Services door vervanging in latere fasen ook in module B substantiële emissies genereren (Sobota et al., 2021). De getoonde verdeling in Figuur 7 betreft uitsluitend de upfront EC (modules A1–A5). De bronnen met hoogste uitstoot zijn met name beton, staal, glas en isolatie (Bahrami et al., 2022; Rankin et al., 2024).

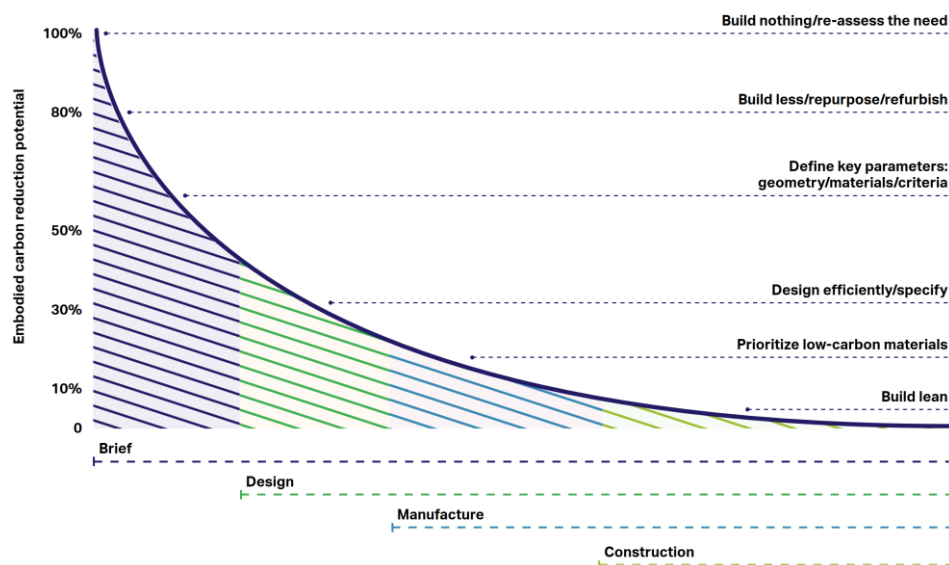
Figuur 7: Gemiddeld aandeel materiaalgebonden emissies naar bouwlagen (bron: Sobota et al., 2021; met eigen bewerking)



Reductiepotentieel van embodied carbon per projectfase

De gelaagde benadering van Brand maakt het mogelijk om reductiestrategieën gericht toe te passen per bouwlaag, rekening houdend met hun relatieve bijdrage aan de upfront EC. Voordat wordt ingezoomd op reductiemogelijkheden per bouwlaag, is het van belang eerst te bepalen in welke projectfasen het reductiepotentieel het grootst is. Dit potentieel is het hoogst in de vroege fasen en neemt geleidelijk af naarmate het project vordert (WBCSD, 2023). Met name in de initiatie- en vroege ontwerpfasen kunnen aanzienlijke emissiereducties worden gerealiseerd zoals af te lezen in Figuur 8.

Figuur 8: Reductiepotentieel van embodied carbon per projectfase (bron: WBCSD, 2023)



Het vastleggen van ontwerpprincipes in een vroeg stadium vergroot de kans op effectieve reductie van WLC-emissies, omdat latere ontwerpwijzigingen vaak complex en kostbaar zijn. Het is daarom van belang dat investeerders tijdig aanhaken en deze uitgangspunten bijvoorbeeld verankeren in het Programma van Eisen (Langenaar, 2024). Op basis van wetenschappelijke literatuur zijn diverse ontwerpstrategieën te onderscheiden die bijdragen aan het terugdringen

van de emissies. Deze zijn weergegeven in Tabel 1 waarin tevens het indicatieve reductiepotentieel ten opzichte van de huidige praktijk (met het Bouwbesluit BBL als referentiepunt) is weergegeven op basis van de schaal van Mock.

Tabel 1: Tabel met WLC-reductiestrategieën voor het gebouwoontwerp

Onderdeel	Toelichting	Reductie-potentieel	Bron
Locatie (site)	Kies voor binnenstedelijke locaties om transportafstanden te verkorten en infrastructuur te optimaliseren, wat leidt tot lagere uitstoot bij bouw en gebruik.	Casuïstisch (ver buiten stedelijk gebied kan tot aanzienlijk meer emissies leiden)	Pauliuk et al., 2021
Efficiënte gebouwen (structure, skin, spaceplan)	Bouw kleinere woningen met een compacte gebouwvorm (gunstige BVO/GBO- en gebouwschil/GBO-verhouding) om materiaalgebruik en energieverliezen te minimaliseren.	Belangrijk	Moura et al., 2015; Hertwich et al., 2019; Pauliuk et al., 2021; Akbarnezhad & Xiao, 2017
Levensduur (structure, skin, services)	Verleng de levensduur van gebouwlagen waardoor vervangingsintervallen beperkt worden	Belangrijk	Omar et al., 2014; Pauliuk et al., 2021
Materialen (structure, skin, space plan)	Reductie: verminder het gebruik van materiaal met hoge milieu-impact zoals staal, beton en aluminium of verduurzaam deze materialen	Aanzienlijk	Pauliuk et al., 2021; Hertwich et al., 2019; Akbarnezhad & Xiao, 2017
	Biobased: gebruik hernieuwbare, biobased materialen zoals hout (CLT), vlas en cellulose, vanwege hun lage CO ₂ -impact en potentiële koolstofopslag.	Aanzienlijk	Sobota et al., 2022; Pauliuk et al., 2021; Hertwich et al., 2019
Passieve installaties (service, skin)	Ontwerp gebouwen zodanig dat er minder actieve installaties nodig zijn (bijvoorbeeld door zonwering, daglichttoetreding en natuurlijke ventilatie). Dit zorgt voor minder materiaal aan de voorkant, maar ook	Duidelijk (t.o.v. huidige Nederlandse standaard)	Hertwich et al., 2019

	minder uitstoot gedurende de operationele fase.		
Recycle en hergebruik (structure, skin, space plan)	Implementeer geïntegreerde strategieën voor recycling, remanufacturing en hergebruik van materialen; optimaliseer logistiek en sortering met LCA; focus op hergebruik van bouwcomponenten en toepassing van gerecyclede materialen om CO2-uitstoot en afval te minimaliseren.	Aanzienlijk	Sobota et al., 2022; Hertwich et al., 2019; Nußholz et al., 2020; Akbarnezhad & Xiao, 2017
Standaardisatie en modulair bouwen (alle gebouwlagen)	Ontwerp met standaardmaten en modulaire systemen om hergebruik, vervanging en industriële productie te vergemakkelijken; dit bevordert circulariteit en minimaliseert afval.	Belangrijk	Santos et al., 2024; Akbarnezhad & Xiao, 2017

2.3.1 Tussenconclusie

Om nieuwbouw in lijn te brengen met de Paris-Proof emissiegrenswaarden, is met name reductie van materiaalgebonden emissies vereist. De analyse toont aan dat de grootste emissiebronnen zich bevinden in de draagconstructie, buitenschil en installaties, waarbij materialen als beton, staal en isolatie dominant zijn. Het lagenmodel van Brand biedt hierbij een systematisch kader. Uit literatuur blijkt dat met name compacte gebouwwormen, de toepassing van biobased materialen, passieve installaties en hergebruik van bouwcomponenten leiden tot aanzienlijke emissiereductie. Vroege integratie van deze ontwerpprincipes vergroot de kans dat projecten daadwerkelijk aan de Paris-Proof criteria voldoen. In de volgende paragraaf wordt onderzocht op welke wijze beleid en regelgeving de reductie van broeikasgasemissies stimuleert.

2.4 Beleid, wet- en regelgeving

In dit deel van het theoretisch kader wordt de derde deelvraag behandeld: “*Welk beleid en welke regelgeving stimuleren Paris-Proof-nieuwbouwwoningen?*” De reductie van broeikasgasemissies in woningbouwprojecten wordt gestuurd door beleidsinstrumenten op verschillende schaalniveaus. Deze paragraaf bespreekt de belangrijkste beleidskaders die gericht zijn op het bevorderen van emissiereductie. De analyse volgt een opbouw van internationaal tot gebouwniveau en laat zien hoe mondiale klimaatdoelstellingen via Europese en nationale regelgeving doorwerken in de woningbouwpraktijk. Een overzicht van de relevante regelgeving is opgenomen in bijlage 1.

2.4.1 Internationaal

Het Klimaatakkoord van Parijs (United Nations, 2015) vormt het mondiale referentiekader voor klimaatbeleid. De hierin vastgelegde reductiedoelen zijn richtinggevend voor Europa en nationale wetgeving.

2.4.2 Europees

Volgend op het Klimaatakkoord presenteerde de Europese Commissie in 2019 de Europese Green Deal: een beleidsstrategie die de Europese Unie in staat moet stellen om uiterlijk in 2050 klimaatneutraal te zijn. Aanvullend daarop is het zogenoemde 'Fit for 55'-pakket gepresenteerd dat een samenhangend geheel vormt aan wetsvoorstellen gericht op het behalen van ten minste 55% broeikasgasreductie in 2030 ten opzichte van 1990. In deze subparagraaf worden de belangrijkste Europese beleidskaders toegelicht, toegespitst op rapportageverplichtingen, energie, materialen en verwachte regelgeving.

Rapportageverplichtingen: EU-taxonomie, SFDR, CSRD en de Omnibus

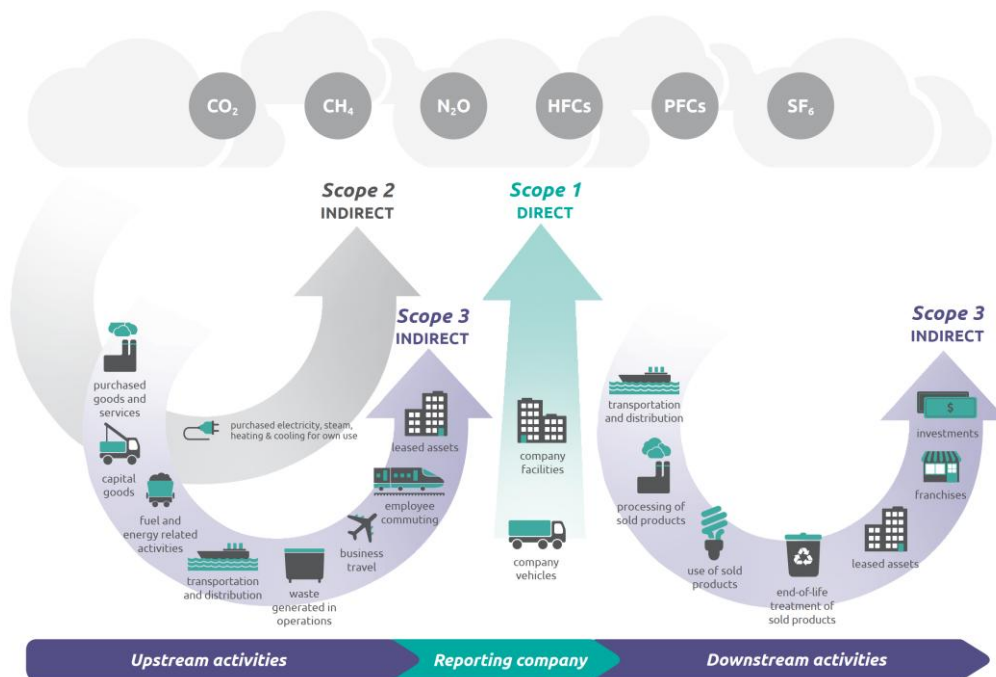
De EU-taxonomie (Verordening (EU) 2020/852, 2020) is een classificatiesysteem dat fungeert als toetsingskader voor de beoordeling van economische activiteiten op ecologische duurzaamheid. Het stimuleert daarmee een gerichte kapitaalstroom naar duurzame investeringen. Daarnaast mag een economische activiteit geen ernstige afbreuk doen aan andere milieu- of sociale doelstellingen. De EU-taxonomie is primair bedoeld voor grote ondernemingen en financiële marktdeelnemers, zoals vermogensbeheerders, banken en institutionele beleggers.

Daarnaast is sinds 2021 ook de Sustainable Finance Disclosure Regulation (SFDR) van kracht (Verordening (EU) 2019/2088, 2019). De SFDR verplicht beleggingsinstellingen om op uniforme wijze duurzaamheidsinformatie openbaar te maken over hun vastgoedportefeuilles. Tot de verplichte indicatoren behoren onder meer de uitstoot van broeikasgassen, energieprestaties van gebouwen, het aandeel van duurzame en niet-duurzame vastgoedactiviteiten in de portefeuille, en de blootstelling aan activiteiten die negatieve impact hebben op milieu- of sociale doelstellingen. De SFDR beoogt daarmee meer transparantie in de vastgoedsector op het gebied van duurzaamheid.

Aanvullend is ook de Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) aangenomen (Richtlijn (EU) 2022/2464, 2022). Deze Europese richtlijn verplicht grote ondernemingen om

uitgebreide duurzaamheidsinformatie te rapporteren, waaronder data over scope 1, 2 en 3-emissies (zie Figuur 9). Scope 1 betreft directe emissies uit eigen activiteiten, zoals het gebruik van aardgas voor verwarming van gebouwen of eigen voertuigen. Scope 2 omvat indirecte emissies die voortkomen uit de opwekking van aangekochte energie, zoals elektriciteit en stadswarmte. Scope 3 omvat alle overige indirecte emissies die plaatsvinden buiten de directe controle van de organisatie, maar wel onderdeel uitmaken van de waardeketen.

Figuur 9: Overzicht van de broeikasgasemissies per scope en fase in de waardeketen (bron: GHG protocol)



De Europese Commissie op 26 februari 2025 een voorstel ingediend om duurzaamheidswetgeving te vereenvoudigen en te verlichten, met behoud van de Green Deal doelen (Europese Commissie, 2025). Concreet leidt het wetsvoorstel tot uitstel en beperking van duurzaamheidsrapportageverplichtingen, zowel in scope (minder bedrijven), timing (latere start) als inhoud (minder datapunten, geen sectorale normen). Omdat deze rapportages milieu-impact omvatten, verschijnt de informatie later en minder volledig. Dit gaat ten koste van transparantie, toezicht en investeringsbeslissingen, maar is bewust gekozen ter verlichting van lasten en behoud van concurrentiekracht.

Regelgeving met betrekking tot OC

Op het gebied van energie geldt de Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) als richtlijn waarin de energieprestatie-eisen zijn vastgelegd (Richtlijn (EU) 2018/844, 2018). Momenteel geldt voor nieuwe gebouwen dat deze moeten voldoen aan de Nearly Zero-Building (NZEB)-normen. Vanaf 2030 moeten nieuwe gebouwen in de EU voldoen aan de Zero-Emission Building (ZEB)-norm, wat inhoudt dat de energievraag zeer laag moet zijn en volledig moet worden gedekt door hernieuwbare energie.

In 2027 wordt ETS2 ingevoerd (Richtlijn (EU) 2023/959), een nieuw emissiehandelssysteem gericht op de gebouwde omgeving. Het verplicht brandstofleveranciers om emissierechten te kopen voor CO₂-uitstoot uit fossiele brandstoffen geleverd aan gebouwen, en richt zich daarmee op de OC. ETS2 beoogt via een prijsprikkel de uitstoot in de gebouwde omgeving te verlagen. Tot 2030 geldt een tijdelijk prijsplafond van 45 euro per ton CO₂ om extreme prijschommelingen te voorkomen. Hoewel hogere energietarieven deels kunnen leiden tot doorberekening aan eindgebruikers, is onduidelijk in hoeverre deze 'carbon cost' daadwerkelijk voelbaar wordt. Dit hangt af van de nationale implementatie en de werking van de energiemarkt (Gallas, 2023).

Regelgeving met betrekking tot EC

EC is nog niet opgenomen in de formele ZEB-eisen, maar vanaf 2030 wordt LCA-rapportage verplicht voor nieuwe gebouwen groter dan 2.000 m², conform de herziene EPBD. Deze verplichting is bij het schrijven van deze tekst nog niet van kracht.

De productie van emissie-intensieve materialen zoals staal, cement en glas valt onder ETS 1 (Richtlijn 2003/87/EC), dat sinds 2005 emissieplafonds oplegt aan industriële grootverbruikers. Hoewel woningbouwprojecten zelf niet onder ETS 1 vallen, worden ze indirect geraakt via hogere materiaalprijzen. Om carbon leakage te voorkomen treedt in 2026 het Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) in werking, dat een CO₂-heffing oplegt aan importmaterialen op basis van hun emissie-inhoud (Europese Unie, 2023). Hiermee sluit CBAM aan op het ETS-prijsniveau en wordt een gelijk speelveld voor Europese producenten bevorderd. Tegelijkertijd wordt via CBAM het systeem van gratis emissierechten voor Europese producenten stapsgewijs afgebouwd: vanaf 2026 daalt het gratis toegewezen aandeel jaarlijks (2,5% in 2026, oplopend tot 100% afbouw in 2034). Dit betekent dat producenten steeds meer emissierechten moeten inkopen tegen marktprijzen. Het gevolg is dat de kosten voor emissie-intensieve materialen structureel toenemen, waardoor de prijskloof tussen conventionele en laag-carbon alternatieven groter zichtbaar wordt en het financiële belang van emissiearme keuzes in bouwprojecten sterk toeneemt.

Verder voert de EU strengere materiaaleisen in via de Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR), sinds juli 2024 van kracht (Europese Commissie, 2022). Deze stelt stapsgewijs eisen aan bouwmaterialen op het gebied van circulariteit, hergebruik en energie-efficiëntie. Aanvullend verplicht de Construction Products Regulation (CPR) producenten tot het verstrekken van Environmental Product Declarations (EPD's), waarmee emissiefactoren transparant en gestandaardiseerd beschikbaar worden (Verordening (EU) No 305/2011). Beide regelingen ondersteunen onderbouwde materiaalkeuzes en betere LCA-data.

CO₂-beprijzing

Naast het Europese emissiehandelssysteem zijn in de literatuur twee benaderingen ontwikkeld om de hoogte van een CO₂-prijs vast te stellen:

- De preventiekostenbenadering: hierbij wordt de CO₂-prijs afgeleid uit de benodigde investeringen om de klimaatdoelen te realiseren. De resulterende prijsschattingen liggen doorgaans tussen de 100 en 200 euro per ton CO₂ (Walch & de la Court, 2022).

- De maatschappelijke kosten benadering: deze methode tracht de economische schade die CO₂-uitstoot veroorzaakt toe te rekenen aan elke uitgestoten ton, waarbij de externe effecten van klimaatverandering worden geïnternaliseerd.

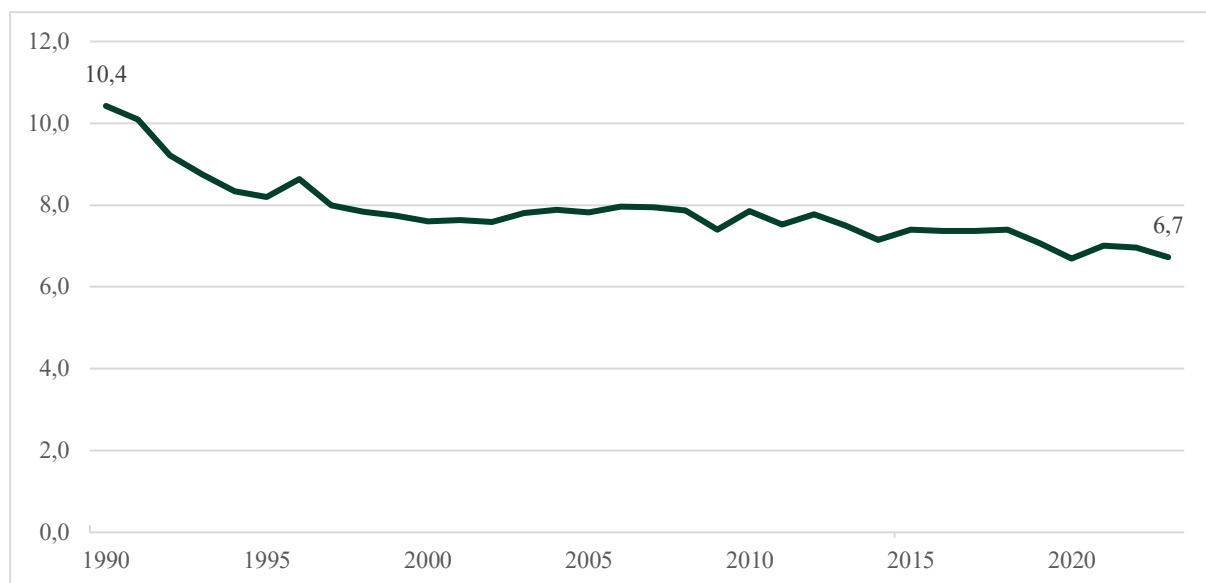
Klimaatverbond Nederland adviseert een schaduwprijs van 875 euro per ton CO₂ als richtlijn voor beleidsafwegingen (Walch & de la Court, 2022). Deze prijs weerspiegelt de volledige externe effecten van uitstoot, maar werpt ook vragen op over de toepasbaarheid bij projecten met krappe financiële marges. Voor investeerders in vastgoed betekent dit dat de keuze voor emissiearme oplossingen niet alleen ecologisch, maar ook financieel strategisch relevant wordt.

Reflectie beleid

Europa heeft internationaal gezien het meest intensieve klimaatbeleid. Een grootschalige studie van Stechemesser et al. (2024), gebaseerd op 1.500 beleidsmaatregelen in 41 landen, laat zien dat emissiereductie het meest effectief is wanneer CO₂-beprijzing wordt gecombineerd met normatieve en financiële instrumenten. Maatregelen zoals bouwvoorschriften, energieprestatiestandaarden, labels en subsidies blijken pas substantieel effect te sorteren in combinatie met prijsprikkels. Specifieke interventies, zoals energielabels of hervormingen van fossiele brandstofsubsidies, leiden alleen in beleidsmixen tot significante reducties. Uitzondering hierop is de CO₂-belasting: deze blijkt in ontwikkelde economieën, waaronder de EU, ook als solomaatregel effectief (Stechemesser et al., 2024). De studie onderstreept het belang van geïntegreerde beleidsstrategieën die marktprikkels aanvullen met normering en ondersteuning. Dergelijke combinaties adresseren meerdere vormen van marktfalen en leiden tot structurele emissiereducties.

Tussen 1990 en 2023 daalde de Europese uitstoot met circa 35%, van 10,4 naar 6,7 gigaton CO₂-eq per jaar (zie Figuur 9). Hoewel substantieel, is deze reductie onvoldoende om het doel van klimaatneutraliteit in 2050 te behalen. Snellere reductie is nodig, waarbij sectoren zoals landbouw en industrie op dit moment achterblijven (Bellanca, 2024). De recente Omnibusverordening zal deze reductie echter niet bevorderen. Tegelijkertijd stegen de wereldwijde emissies in dezelfde periode met 44%, van 37,3 naar 53,8 gigaton CO₂-eq, grotendeels door toenemende uitstoot in Azië (Ritchie et al., 2020). Dit onderstreept dat Europese inspanningen noodzakelijk blijven, maar alleen succesvol zijn in het licht van mondiale samenwerking en coherentie.

Figuur 10: Ontwikkeling van broeikasgasuitstoot in Europa, uitgedrukt CO₂-eq in miljard ton per jaar (bron: Ritchie et al., 2020)



2.4.3 Nationaal

De Klimaatwet (2019) bepaalt dat Nederland in 2030 55% minder broeikasgassen uitstoot dan in 1990, met klimaatneutraliteit als doel voor 2050. Deze doelen zijn uitgewerkt in het Klimaatakkoord (Rijksoverheid, 2019), met sectorale afspraken voor onder meer de gebouwde omgeving. Hier geldt het Besluit bouwwerken leefomgeving (BBL) als wettelijk kader voor minimale eisen aan veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid, energiezuinigheid en milieu.

Regelgeving met betrekking tot OC

Voor de energieprestatie van gebouwen gelden sinds 2021 de BENG-eisen (Bijna Energie Neutrale Gebouwen). De BENG-eisen voor nieuwbouwwoningen beperken de energiebehoefte (≤ 70 kWh per m² per jaar), het fossiel energiegebruik (≤ 50 kWh per m² per jaar) en vereisen $\geq 40\%$ hernieuwbare energie. Ze richten zich op het verlagen van operationele emissies. Nederland loopt met deze wetgeving voor op andere EU-lidstaten, maar deze eis is minder streng dan de Europese ZEB-eis vanaf 2030.

Regelgeving met betrekking tot EC

Binnen de gebouwde omgeving vormt de Milieuprestatie Gebouwen (MPG) het centrale instrument om materiaalgebonden milieubelasting te reguleren. Per 1 januari 2021 geldt een wettelijke MPG-grenswaarde van 0,8 voor nieuwbouwwoningen. Via een verplichte LCA dienen ontwikkelaars aan te tonen dat het ontwerp onder deze grenswaarde blijft.

Subsidies en regelingen

Fiscale regelingen zoals de Milieu-investeringsaftrek (MIA) en de Willekeurige afschrijving milieu-investeringen (Vamil) stimuleren investeringen in milieuvriendelijke technieken en circulaire materialen (RvO, z.d.). Projecten komen in aanmerking wanneer ze gebruikmaken van technieken of materialen op de jaarlijkse Milieulijst van de RVO, zoals biobased isolatie, houtconstructies of energie-efficiënte installaties. Afhankelijk van de categorie kan via de MIA

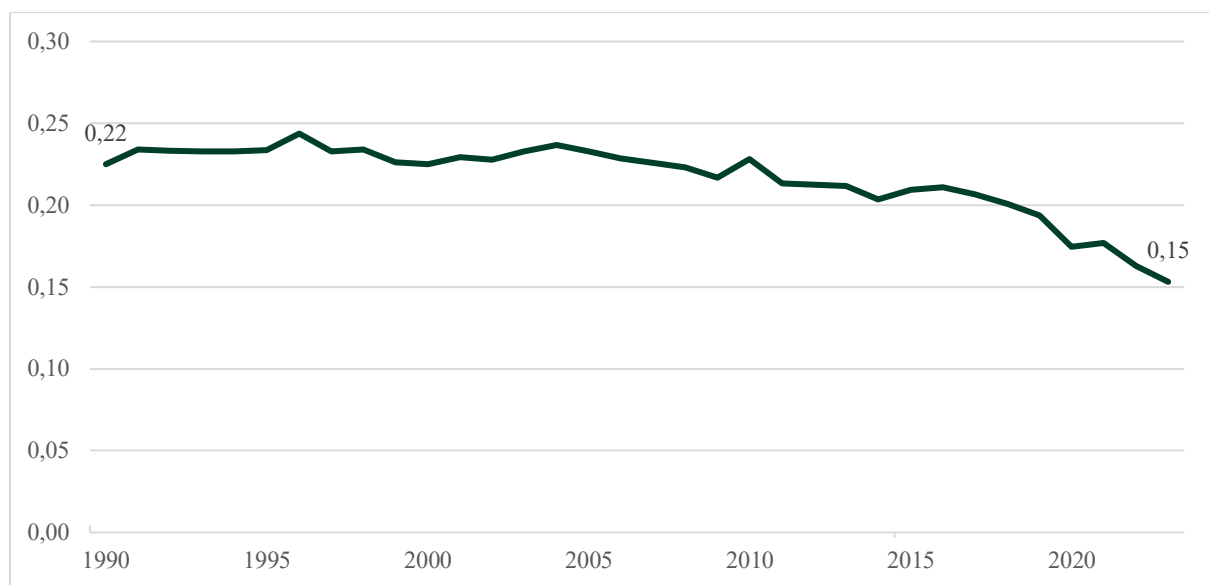
tot 45% van het investeringsbedrag fiscaal worden afgetrokken; bij bouwprojecten ligt dit meestal tussen de 13,5% en 36%. De Vamil-regeling maakt daarnaast versnelde afschrijving van 75% mogelijk, wat liquiditeits- en rentevoordeel oplevert. Samen maken deze regelingen duurzame investeringen financieel aantrekkelijker.

Reflectie beleid

In Nederland is de totale uitstoot tussen 1990 tot 2023 gedaald met 33% van 0,22 naar 0,15 gigaton CO₂-equivalent per jaar, zoals te zien is in Figuur 11 (Ritchie et al., 2020). Hoewel dit percentage vergelijkbaar is met Europa over dezelfde lange periode, valt de recente versnelling op: tussen 2013 tot 2023 bedroeg de reductie in Nederland 28% ten opzichte van het Europese gemiddelde van 10%. Deze daling wordt primair toegeschreven aan drie samenhangende ontwikkelingen, waaronder elektrificatie, structurele energiebesparing en de snelle groei van hernieuwbare energiebronnen (Blom et al., 2024). Deze transitie zijn bevorderd door een beleidsmix subsidies in combinatie met prijsprikkels, waaronder energiebelasting en CO₂-heffing. Blom et al. (2024) concluderen dat juist deze combinatie substantieel hebben bijgedragen aan de reducties. Daarnaast blijft de emissiereductie in de landbouwsector achter. Een te beperkte set normerende voorschriften en zwakke prijsprikkelstructuur maken dat de sector voor alsnog minder bijdraagt aan de vermindering van emissies (Blom et al., 2024).

Hoewel gas en elektriciteit in de gebruiksfase via belastingen en de CO₂-heffing al financieel worden geprikkeld, ontbreekt in de gebouwde omgeving een expliciete prijs of norm voor materiaalgebonden emissies. De MPG-norm is geen CO₂-norm en kent geen financiële prikkel, waardoor de reductiedruk op deze emissies beperkt blijft. Tegelijk vereist de Klimaatwet een broeikasgasreductie van 55% in 2030 ten opzichte van 1990, terwijl het huidige beleid naar verwachting slechts 44–52% oplevert (PBL, 2024). Aanvullende, snel werkende maatregelen zijn nodig om het wettelijke doel te halen.

Figuur 11: Ontwikkeling van broeikasgasuitstoot in Nederland, uitgedrukt CO₂-eq in miljard ton per jaar (bron: Ritchie et al., 2020)



2.4.4 Tussenconclusie

De recente en aangekondigde beleidsontwikkelingen laten zien dat emissiereductie binnen de gebouwde omgeving in toenemende mate wordt afgedwongen via een combinatie van regelgeving, financiële prikkels en rapportageverplichtingen. Waar eerder vooral vrijwillige verduurzaming werd gestimuleerd, verschuift de nadruk steeds meer naar normering en beprijzing, zowel op het gebied van OC als EC. Voor beleggers betekent dit een structurele verschuiving in de randvoorwaarden waarbinnen woningbouwprojecten gerealiseerd en geëxploiteerd kunnen worden. Zo leiden de aanscherping van de EPBD (Zero-Emission Buildings), de invoering van ETS2 voor de gebouwde omgeving en het afbouwen van gratis emissierechten in ETS1 tot hogere kosten voor fossiel energieverbruik en emissie-intensieve materialen. Tegelijk worden met het CBAM ook importmaterialen beprijsd op hun CO₂-inhoud, waardoor alternatieven uit landen zonder klimaatbeleid niet langer goedkoper zijn. Dit maakt doorgaan op de huidige koers, met relatief emissie-intensieve ontwerpen en materialen, structureel kostbaarder. De verplichte LCA voor gebouwen >2.000 m² en de materiaaleisen uit de ESPR en CPR maken bovendien dat emissieprestaties explicieter zichtbaar en vergelijkbaar worden. Daarmee kunnen ze mogelijk ook sneller financiële consequenties krijgen in termen van restwaarde, taxatie en verhandelbaarheid. De richting van het beleid duidelijk: het risico op waardeverlies van niet-duurzame gebouwen neemt toe.

Ook Nederland zal de regelgeving moeten aanscherpen om in de komende jaren aan de Europese regelgeving te voldoen. Zo zijn de ZEB-eisen strenger dan de BENG eisen en blijft ook de reductie van EC achter. De MPG-norm stuurt niet rechtstreeks op CO₂, kent geen financiële prikkel en wordt niet gekoppeld aan een harde emissiegrens. Daarmee blijft upfront EC grotendeels buiten het bereik van bestaande wet- en regelgeving. Zolang dit het geval is, rust de reductie volledig op vrijwillige ontwerpkeuzes. Willen projecten structureel aan de Paris-Proof emissiegrenswaarden voldoen, dan is aanvullende beleidssturing op EC (via normering en beprijzing) onmisbaar.

In het volgende hoofdstuk verschuift de focus naar het perspectief van de investeerder. Er wordt onderzocht hoe regelgeving en klimaatdoelstellingen doorwerken in hun investeringsstrategieën, hoe dit de financiële haalbaarheid beïnvloedt en welke impact dit heeft op het ontwikkelproces en de inzet van financiële modellen.

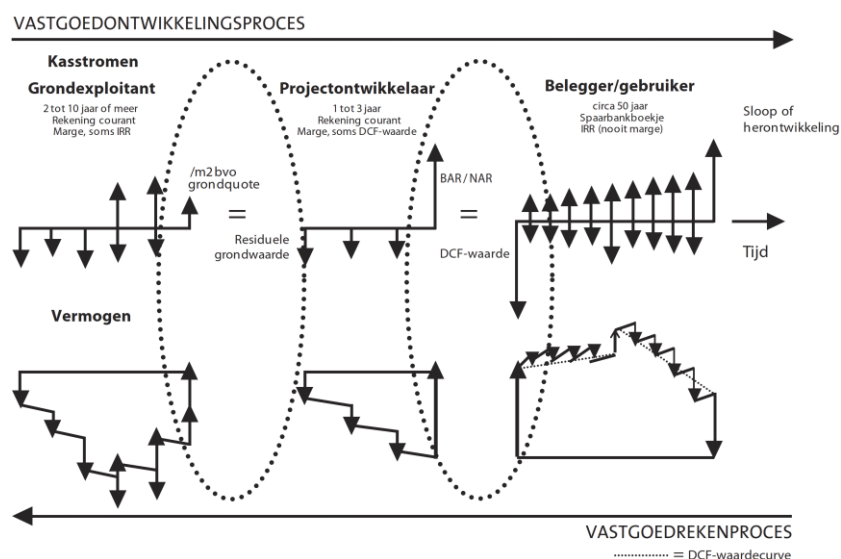
2.5 Het perspectief van de investeerder

In dit deel van het theoretisch kader wordt de vierde deelvraag behandeld: “Op welke wijze worden Paris-Proof-eisen door institutionele beleggers geïntegreerd in hun investeringsafwegingen?” Deze paragraaf richt zich op het perspectief van de investeerder binnen vastgoedontwikkeling. Eerst wordt de rol van de investeerder in het ontwikkel- en rekenproces toegelicht, evenals de wijze waarop vastgoedportefeuilles worden opgebouwd en beheerd. Vervolgens wordt de context van de Nederlandse woningmarkt besproken waarbinnen institutionele beleggers opereren. Daarna wordt kort ingegaan op de opkomst van ESG-criteria en impact investing als bepalende factoren in vastgoedbeleggingen. Tot slot wordt uiteengezet hoe institutionele beleggers op dit moment Paris-Proof-eisen in hun besluitvorming verankeren en welke specifieke duurzaamheidscriteria zij daarbij hanteren ten aanzien van vastgoedprojecten.

2.5.1 Vastgoedontwikkelings- en vastgoedrekenproces

Het vastgoedontwikkelingsproces begint bij de grondexploitatie, waarbij bouwrijpe grond wordt geproduceerd. De grondexploitant streeft naar een positieve exploitatie door kavels te verkopen aan projectontwikkelaars. Deze ontwikkelen vastgoed dat uiteindelijk wordt verkocht aan beleggers of eindgebruikers. Voor beleggers vormt de waarde van het vastgoed, en daarmee de prijs die zij bereid zijn te betalen, het uitgangspunt. Deze waarde is gebaseerd op het verwachte nut voor de gebruiker en de bijbehorende huurprijs. De belegger bepaalt de investeringswaarde aan de hand van toekomstige kasstromen en rendementseisen, doorgaans via de Discounted Cashflow (DCF)-methode. Deze methode maakt het mogelijk om toekomstige inkomsten en uitgaven contant te maken, waarmee het financieel haalbare investeringsniveau wordt vastgesteld. Het vastgoedrekenproces verloopt daarmee ‘achteruit’: van de gebruikswaarde naar de grondprijs. Dit stelt beleggers in staat te bepalen of het verwachte rendement opweegt tegen het risico. De waarde die zij aan het vastgoed toekennen, beïnvloedt vervolgens hoeveel ruimte er is voor investeringen in kwaliteit en duurzaamheid, waarmee zij indirect ook invloed uitoefenen op de gebiedsontwikkeling. Het vastgoedontwikkelings- en rekenproces is weergegeven in Figuur 12.

Figuur 12: Vastgoedontwikkelings- en vastgoedrekenproces (bron: Vlek, 2020)



2.5.2 Moderne portefeuilletheorie

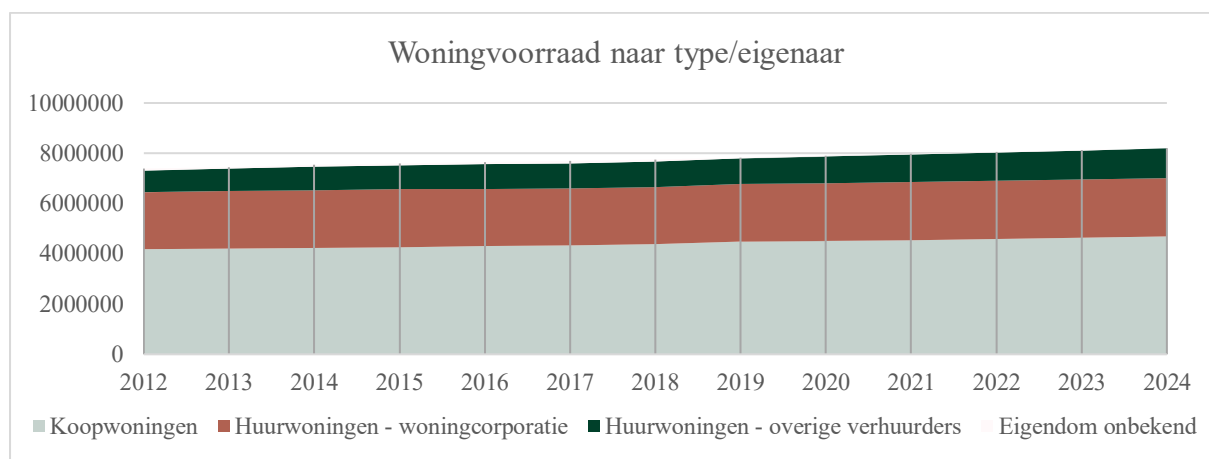
Bij het samenstellen van portefeuilles streven beleggers naar een optimale balans tussen risico en rendement. De Moderne Portefeuille Theorie (MPT), geïntroduceerd door Markowitz (1952) biedt hiervoor een theoretisch kader. Centraal binnen de MPT staat het principe van spreiding: door te investeren in activa met verschillende risicoprofielen en lage onderlinge covarianties kan een belegger de totale volatiliteit van de portefeuille verlagen zonder noodzakelijkerwijs in te leveren op rendement. Het optimale portefeuillepunt ligt op de zogenoemde efficiënte grens, waar het hoogste verwachte rendement per eenheid risico wordt gerealiseerd. Echter, klassieke MPT-modellen houden geen rekening met duurzaamheidsaspecten, waardoor zij tekortschieten in het adresseren van risico's die voortvloeien uit klimaatverandering en transitieprocessen (Dobrovolskienė & Tamošiūnienė, 2016; Siew, 2016). In het bijzonder is het risico op stranded assets een toenemende zorg voor langetermijn investeerders. Dit impliceert dat duurzaamheid expliciet moet worden meegewogen in de portefeuillesamenstelling, niet alleen als ethische overweging, maar als integraal onderdeel van risicomanagement en waardeoptimalisatie.

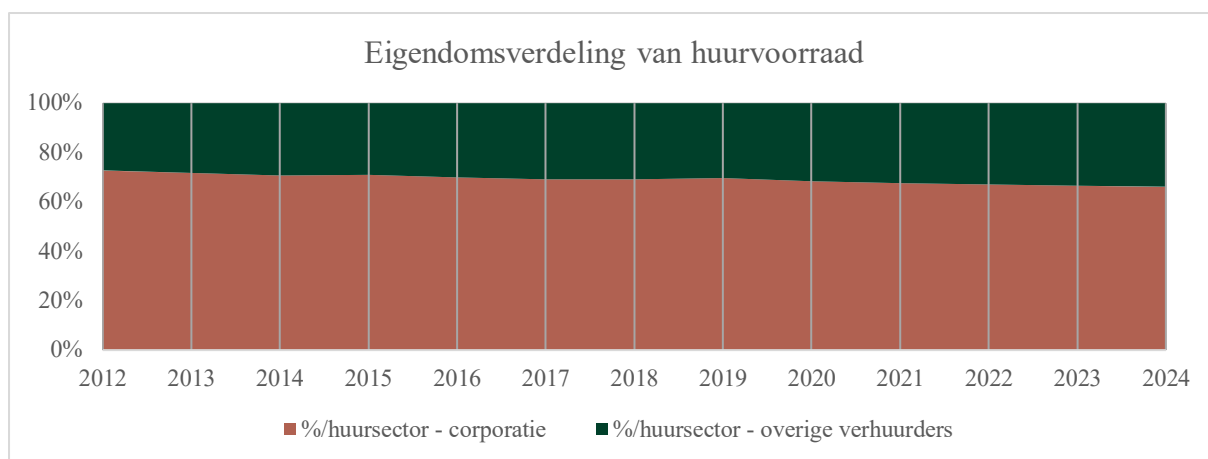
2.5.3 De Nederlandse woningmarkt

Woningvoorraad

De Nederlandse woningvoorraad is tussen 2012 en 2025 toegenomen van circa zeven tot acht miljoen woningen. Het aandeel koopwoningen bleef in deze periode stabiel rond 60%. Binnen de huursector deed zich echter een duidelijke verschuiving voor. Het aandeel woningen in bezit van woningcorporaties daalde van ongeveer 73% in 2012 tot circa 66% in 2025, terwijl het aandeel van overige verhuurders – waaronder institutionele en particuliere beleggers – steeg van 27% tot circa 34% (CBS, 2025). Deze ontwikkeling past in een bredere Europese trend van toenemende institutionele investeringen in residentieel vastgoed. Institutionele partijen, zoals pensioenfondsen, verzekeraars en vastgoedfondsen, beschouwen woningen steeds vaker als stabiele en duurzame beleggingscategorie. Figuur 13 toont deze ontwikkeling in de verdeling van de woningvoorraad naar type/eigenaar en binnen de huursector afzonderlijk.

Figuur 13: Grafieken woningvoorraad naar type/eigenaar en de eigendomsverdeling van de huurvoorraad (bron: CBS)





Woningtekort en nieuwbouwopgave

Volgens ABF Research (2024) bedraagt het woningtekort in 2024 circa 400.000 woningen, overeenkomend met 4,9% van de totale voorraad. Het tekort concentreert zich in het betaalbare segment, waaronder sociale huur, middenhuur en betaalbare koop. Verwacht wordt dat het tekort pas na 2027 afneemt tot circa 200.000 woningen (2,3%) in 2039, bij een jaarlijkse bouwproductie van 90.000 à 100.000 woningen. In het middenscenario moet de woningvoorraad tot 2039 met ruim 1,1 miljoen woningen toenemen, waarvan tweederde binnen het betaalbare segment. Naar verwachting zal 57% van de nieuwbouw bestaan uit eengezinswoningen en 43% uit meergezinswoningen (ABF Research, 2024).

Dynamiek in de huurmarkt

De Nederlandse woningmarkt staat onder toenemende beleidsmatige invloed zoals de Wet Betaalbare Huur en hogere belastingen in box 3. Hierdoor wordt het marktmechanisme – waarin huurprijzen normaliter een afspiegeling zijn van schaarste, kwaliteit en rendementseisen – gedeeltelijk buiten werking gesteld. Dit drukt het rendement op huurwoningen en maakt het voor particuliere beleggers minder aantrekkelijk om woningen te verhuren of in bezit te houden (Korevaar & van Dijk, 2025). Internationale literatuur bevestigt dit mechanisme: in markten met vergaande huurregulering worden doorgaans lagere bouw- en investeringsvolumes waargenomen (Kholodilin & Kohl, 2023). Dit impliceert dat aanhoudende regulering ook de kapitaalstromen richting nieuwe en Paris-Proof woningbouwprojecten kan beïnvloeden.

De effecten hiervan worden zichtbaar in de recente uitpondgolf. Sinds 2024 verkopen met name particuliere verhuurders hun huurwoningen aan eigenaar-bewoners. In dat jaar werden circa 37.000 huurwoningen uitgepond, goed voor ongeveer een op de vijf woningtransacties (NVM, 2025). In de vier grote steden betrof in dat jaar circa veertig procent van de woningverkopen een voormalige huurwoning (NVM, 2025). Naar verwachting zal deze trend zich in 2025 verder intensiveren, aangezien een groot aantal tijdelijke huurcontracten in deze periode afloopt. Omdat dergelijke contracten sinds juli 2024 niet langer kunnen worden verlengd, wordt tot medio 2026 een structureel hoog niveau van verkopen van voormalige huurwoningen voorzien.

Investeringsklimaat en de rol van institutionele beleggers

Tegelijkertijd ontstaat er binnen de huurmarkt een herschikking van investeringskapitaal. Terwijl particuliere beleggers zich terugtrekken, vergroten institutionele beleggers juist hun aandeel. Hun langere beleggingshorizon stellen hen beter in staat om nieuwbouwprojecten te financieren en rendementen op langere termijn te realiseren (ECB, 2025). Deze structurele verschuiving past binnen een bredere Europese trend waarin institutionele partijen een toenemende rol vervullen in de financiering van residentieel vastgoed.

Om de huurvoorraad op peil te houden, is uitbreiding via nieuwbouw noodzakelijk. Voor de realisatie daarvan is voldoende investeringskapitaal vereist. Na een terugval in 2023 herstelde de woningbeleggingsmarkt zich in 2024 aanzienlijk. Het totale transactievolume steeg met 59% tot 6,8 miljard euro (Capital Value, 2024), mede door de dalende kapitaalmarktrente, de verwachting van verdere renteverlagingen en duidelijkheid omtrent de Wet Betaalbare Huur. Met name woningcorporaties en institutionele beleggers vergrootten hun investeringen in nieuwbouwhuurwoningen. Nederlandse institutionele beleggers verhoogden hun investeringsvolume met circa 41% ten opzichte van 2023, terwijl het aandeel buitenlandse investeerders beperkt bleef tot 2%. De afhankelijkheid van binnenlands kapitaal is daardoor verder toegenomen.

Institutionele beleggers beschikken voor de periode 2025–2027 over circa 12,7 miljard euro aan investeringskapitaal, goed voor ruim tweederde van het totale vermogen in de woningbeleggingsmarkt. Daarmee spelen zij een centrale rol in de financiering van de woningbouwopgave. Het investeringsklimaat blijft echter gevoelig voor beleidswijzigingen, fiscale condities en rentebewegingen (Capital Value, 2024).

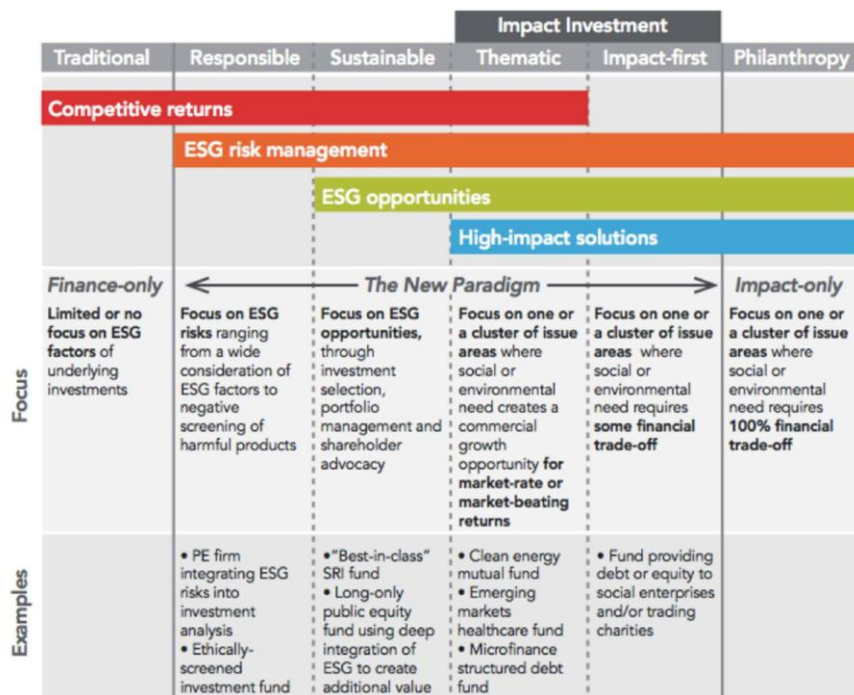
2.5.4 De opkomst van ESG en impact investing: van businesscase naar value case

Schoemaker en Schramade (2019) signaleren een paradigmaverschuiving binnen de financiële sector van een eenzijdige focus op risico en rendement naar een bredere benadering van langetermijnwaardecreatie. Beleggers richten zich in toenemende mate op ESG en impact investing. Impactinvesteringen zijn investeringen die worden gedaan met de bedoeling om naast een financieel rendement ook een positieve, meetbare sociale of milieugerichte impact te realiseren (GIIN, z.d.). Deze verschuiving van de focus komt omdat zij erkennen dat negatieve externaliteiten zoals klimaatverandering leiden tot systeemrisico's die hun portefeuilles raken. Tegelijkertijd groeit de maatschappelijke en regelgevende druk om verantwoordelijkheid te nemen.

Matos (2020) biedt empirische onderbouwing voor deze trend en stelt vast dat inmiddels meer dan de helft van het wereldwijd beheerde vermogen toebehoort aan institutionele die de Principles for Responsible Investment (PRI) hebben ondertekend. Binnen deze groep is ESG-integratie primair gericht op het beheersen van neerwaartse risico's, hetgeen volgens het onderzoek correleert met een lagere volatiliteit van portefeuilles. In het "spectrum of capital" (zie Figuur 14) weerspiegelt deze ontwikkeling een verschuiving van het traditionele 'finance-only' segment naar het middengebied van 'responsible' en 'sustainable' investing, waar competitieve rendementen worden nagestreefd in combinatie met actief ESG-risicobeheer en

het benutten van ESG-gerelateerde kansen. Dit creëert echter een spanningsveld: duurzaamheidsinvesteringen zijn noodzakelijk om systeemrisico's te beperken, maar beleggers dienen tegelijkertijd voldoende financieel rendement te waarborgen.

Figuur 14: Spectrum of Capital (bron: GIIN)



Waar ESG zich primair richt op de invloed van ecologische en sociale factoren op de financiële prestaties van een onderneming of investering (financiële materialiteit), ligt de nadruk bij impactanalyses op de effecten die investeringen zelf hebben op mens en milieu (impactmaterialiteit). Deze benadering van dubbele materialiteit vormt een kernprincipe binnen de Europese CSRD, die ondernemingen verplicht zowel financiële als maatschappelijke effecten van hun activiteiten inzichtelijk te maken en hierover transparant te rapporteren.

De CO₂-uitstoot over de gehele levenscyclus van een gebouw is een essentieel beoordelingscriterium. Zij beïnvloedt niet alleen het mondiale klimaat, maar ook de risicopositie van beleggers: hoge emissies vergroten de kans op fysieke en transitierisico's en kunnen leiden tot waardeverlies of hogere kapitaalkosten. Tegelijkertijd neemt de maatschappelijke druk toe om portefeuilles in lijn te brengen met klimaatdoelen. Voor Paris-Proof-woningbouw betekent dit dat emissiereductie zowel een risicobeheersingsvraagstuk als een maatschappelijke verantwoordelijkheid is.

2.5.5 Verankering Paris-Proof in besluitvorming

Uit analyse van jaarverslagen en ESG-rapporten van grote Nederlandse institutionele beleggers blijkt dat doelstellingen voor operationele emissies stevig zijn verankerd, onder meer via het gebruik van CRREM-route kaarten. Voor materiaalgebonden emissies is sprake van toenemend bewustzijn en worden deze steeds vaker benoemd, maar concrete KPI's en beleidsmatige kaders ontbreken vooralsnog. Dit bevestigt dat de aandacht tot op heden voornamelijk gericht was op

operationele emissies, terwijl embodied carbon geleidelijk aan belang wint. De samenvatting van de doelstellingen uit de onderzochte rapporten is opgenomen in Bijlage 2.

Recent hebben dertien grote vastgoedbeleggers en woningcorporaties, samen goed voor ruim €60 miljard aan vermogen en tienduizenden nieuwbouwwoningen, een gezamenlijk CO₂-commitment ondertekend (Building Balance, 2025). Hierin zijn streef- en plafondwaarden vastgelegd voor de materiaalgebonden CO₂-uitstoot van nieuwbouw tot 2050, in lijn met het 1,5°C-scenario van de Dutch Green Building Council. Dit initiatief fungeert als belangrijke hefboom voor biobased en circulair bouwen door de markt te stimuleren binnen vastgestelde CO₂-grenzen te innoveren. In combinatie met de groeiende rol van institutionele beleggers in de Nederlandse woningmarkt kan de ondertekening van het CO₂-commitment een vliegwiel vormen voor CO₂-armer bouwen, maar tevens een noodzaak creëren voor ontwikkelaars en bouwers om aan deze aangescherpte duurzaamheids- en emissie-eisen te voldoen teneinde hun projecten aantrekkelijk en verhandelbaar te houden binnen het institutionele investeringssegment.

2.5.6 Tussenconclusie

Het perspectief van de investeerder op vastgoedontwikkeling wordt bepaald door de balans tussen financieel rendement, risicobeheersing en duurzaamheidsdoelen. De waardering op basis van toekomstige kasstromen vormt het uitgangspunt, waarmee beleggers indirect de ruimte bepalen voor investeringen in kwaliteit en duurzaamheid. Op portefeuilleniveau streven institutionele beleggers naar een optimale verhouding tussen risico en rendement, maar traditionele modellen zoals de Moderne Portefeuilletheorie (MPT) houden daarbij onvoldoende rekening met klimaat- en transitierisico's.

Binnen de Nederlandse woningmarkt wordt deze spanning versterkt door structurele schaarste, regulering en betaalbaarheidsdoelen, die de investeringsruimte verkleinen. Beleidsmaatregelen zoals de Wet Betaalbare Huur en het verbod op tijdelijke huurcontracten drukken het rendement, waardoor particuliere beleggers zich terugtrekken. Institutionele beleggers nemen daarentegen een steeds dominantere positie in, met circa €12,7 miljard aan investeringskapitaal tussen 2025 en 2027, goed voor ruim tweederde van de woningbeleggingsmarkt. Daarmee vervullen zij een sleutelrol in de financiering én verduurzaming van de woningbouwopgave.

De opkomst van ESG-criteria en impact investing markeert een verschuiving naar een value case-benadering, waarin langetermijnwaardecreatie en maatschappelijke impact nadrukkelijker worden meegewogen. ESG-integratie is primair gericht op risicobeperking en portefeuillestabiliteit, maar brengt ook een spanningsveld met zich mee tussen duurzaamheid en financieel rendement. Binnen dit kader wordt Paris-Proof-bouwen steeds meer gezien als structurele randvoorwaarde voor toekomstbestendige portefeuilles. Operationele emissiereductie is reeds stevig verankerd via CRREM-routekaarten, terwijl aandacht voor materiaalgebonden emissies snel toeneemt.

De recente ondertekening van het CO₂-commitment door dertien grote vastgoedbeleggers en woningcorporaties – samen goed voor ruim €60 miljard aan vermogen en tienduizenden

nieuwbouwwoningen – markeert een belangrijk kantelpunt. Door het vastleggen van streef- en plafondwaarden voor de materiaalgebonden CO₂-uitstoot van nieuwbouw tot 2050, ontstaat een duidelijke marktstandaard. In combinatie met de groeiende invloed van institutionele beleggers kan dit fungeren als vliegwiel voor CO₂-armer en biobased bouwen, maar ook als noodzaak voor ontwikkelaars en bouwers om hun projecten aan te passen teneinde markttoegang en investeringsinteresse te behouden.

2.6 Conclusie Theoretisch kader: Synthese en opmaat naar analyse

Het theoretisch kader laat zien dat de Nederlandse woningbouwsector ingrijpend moet transformeren om de doelstellingen van het Klimaatakkoord van Parijs te realiseren. Hoewel nieuwbouwwoningen momenteel nog voldoen aan de grenswaarden voor operationele emissies, dreigen zij binnen afzienbare tijd niet langer Paris-aligned te zijn. Bovendien ligt de uitstoot van upfront EC structureel boven de gestelde grenswaarden. Daarmee voldoet nieuwbouw slechts gedeeltelijk aan de Paris-Proof norm. De combinatie van de LCA-methodiek en het lagenmodel van Brand maakt het mogelijk emissiebronnen per levensfase en gebouwonderdeel te identificeren. De productiefase blijkt hierbij steeds dominanter, met name door de emissies van draagconstructie, buitenschil en installaties. Literatuur toont aan dat compacte gebouwwormen, biobased materialen, passieve installaties en hergebruik van componenten substantiële reducties kunnen realiseren. Een vroege integratie van deze ontwerpprincipes vergroot de kans dat projecten voldoen aan de Paris-Proof criteria.

De Europese regelgeving wordt de komende jaren stapsgewijs aangescherpt, met strengere eisen voor zowel OC als EC emissies. Instrumenten als de ZEB-eisen, ETS2, CBAM en de verplichte LCA maken emissieprestaties explicieter en zorgen voor financiële doorwerking via hogere investeringen in bouwkundige en installatietechnische maatregelen, terwijl emissie-intensieve projecten zwaarder worden belast. Hoewel nationale normen zoals de MPG nog achterblijven, zal ook Nederland zijn beleid moeten aanscherpen om te voldoen aan de Europese kaders. Deze ontwikkeling raakt woningbouwprojecten in voorbereiding: ontwerpen die vandaag nog voldoen, kunnen binnen enkele jaren onhoudbaar blijken zonder aanvullende reducties in EC.

Het investeerdersperspectief in vastgoedontwikkeling wordt gekenmerkt door de afweging tussen financieel rendement, risicobeheersing en duurzaamheidsdoelen. In de Nederlandse woningmarkt vergroot schaarste en regulering deze spanning, waardoor particuliere beleggers zich terugtrekken en institutionele beleggers de komende jaren met circa €12,7 miljard aan investeringskapitaal de dominante positie innemen. De focus verschuift naar langetermijnwaardecreatie en risicobeperking, maar legt ook spanningen bloot tussen duurzaamheid en rendement. Het recente CO₂-commitment van grote beleggers en corporaties markeert een kantelpunt richting een marktstandaard voor CO₂-arm en biobased bouwen.

Gezien de toenemende invloed van Paris-Proof vereisten op investeringsvoorwaarden is het relevant om te onderzoeken hoe deze doorwerken in de financiële haalbaarheid van woningbouwprojecten en hoe zij beter kunnen worden meegenomen in financiële modellen zoals de DCF. Deze observaties vormen de aanleiding voor het empirische onderzoek. Daarin wordt onderzocht of, en onder welke condities, Paris-Proof woningbouw niet alleen klimaattechnisch, maar ook financieel aantrekkelijk is voor langetermijn investeerders. Op basis hiervan wordt de volgende hypothese geformuleerd:

Paris-Proof woningbouw beperkt blootstelling aan transitierisico's en vergroot de kans op een gunstiger risicorendementsprofiel op lange termijn.

3. Methodologie



3. Methodologie

Dit hoofdstuk beschrijft hoe het onderzoek is ontworpen en welke methodologische keuzes zijn gemaakt om de centrale onderzoeksvraag te beantwoorden: *“Op welke wijze beïnvloedt het investeren in Paris-Proof woningbouwprojecten het financiële rendement op de lange termijn?”*. Gezien de interdisciplinaire aard van het onderwerp is gekozen voor een mixed-methods benadering. Deze aanpak combineert kwalitatieve en kwantitatieve methoden, waarmee zowel verklarende als toetsende inzichten kunnen worden verkregen.

De financiële haalbaarheid van Paris-Proof woningbouw is sterk casuïstisch: de uitkomsten verschillen per project door variatie in locatie, ontwerp, marktdynamiek en financieringsstructuur. Een uniforme businesscase is daarom niet representatief voor de sector als geheel. Dit onderzoek richt zich dan ook niet op één specifieke casus, maar op het blootleggen van de onderliggende mechanismen die de haalbaarheid en waardeontwikkeling van duurzame woningbouw beïnvloeden. Om deze mechanismen te concretiseren wordt gewerkt met een voorbeeldcase, waarin de financiële prestaties van een Paris-Proof ontwikkelscenario worden vergeleken met die van een conventioneel scenario. De case dient uitsluitend als illustratief middel om de relaties tussen ontwerpkeuzes, emissieprofielen en financiële parameters te analyseren. Daarbij wordt verondersteld dat het Paris-Proof scenario voldoet aan de relevante emissiegrenswaarden, zonder dat de CO₂-uitstoot van afzonderlijke ontwerpstrategieën kwantitatief wordt doorgerekend. Het onderzoek bestaat derhalve uit drie fasen:

1. Deskresearch: analyse van relevante literatuur, beleid en marktpublicaties ter voorbereiding van het empirische onderzoek.
2. Kwalitatief onderzoek: semigestructureerde interviews ter identificatie van relevante ontwerpkeuzes, aannames en financiële parameters die de basis vormen voor de scenarioanalyse.
3. Kwantitatieve analyse: toepassing van een financieel model op basis van DCF-analyse en Monte Carlo-simulaties om het rendement en risico van beide scenario's te evalueren.

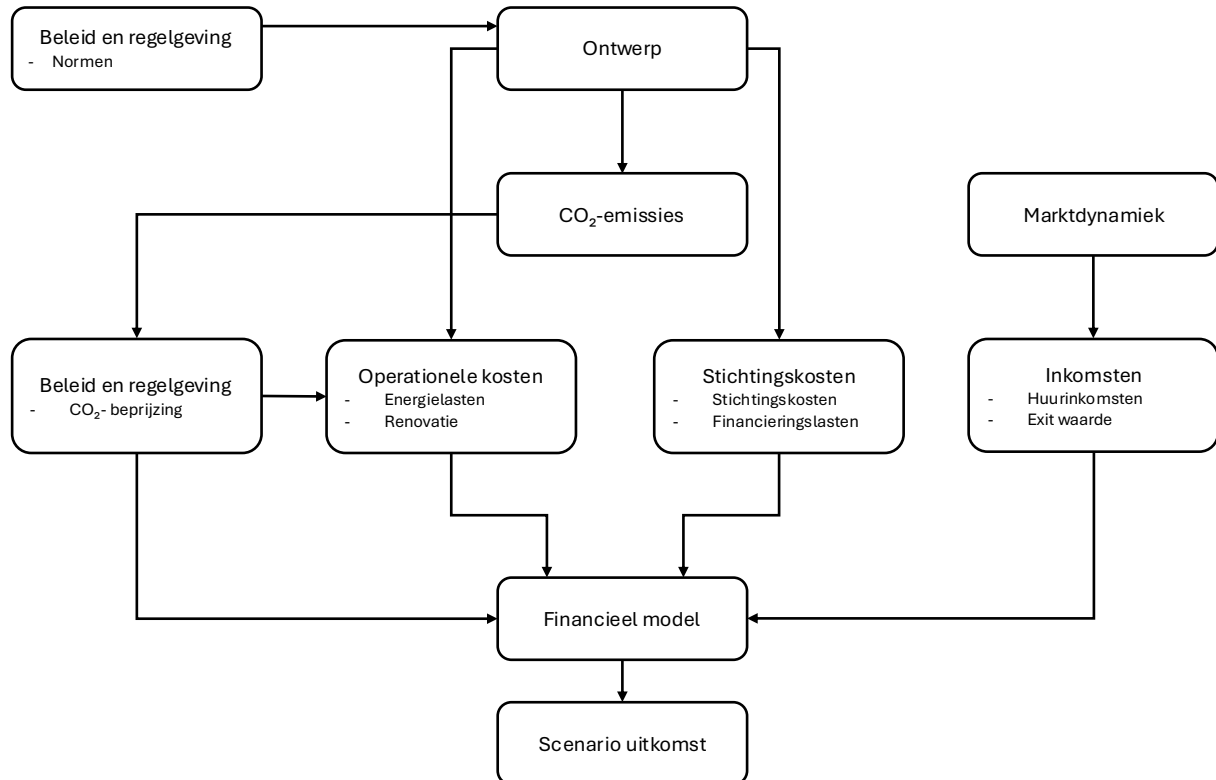
3.1 Conceptueel model

Het conceptueel model (zie Figuur 15) vormt de schakel tussen het theoretisch kader en de empirische analyse. Het model beschrijft de relaties tussen ontwerpkeuzes, emissieprofielen, economische parameters en de daaruit voortvloeiende financiële uitkomsten. Centraal staat de vraag hoe ontwerp- en investeringsbeslissingen die gericht zijn op het realiseren van Paris-Proof grenswaarden doorwerken in de financiële prestaties en risico's van woningbouwprojecten. Het model bestaat uit vijf opeenvolgende stappen:

1. Ontwerpparameters: vaststelling van ontwerpkeuzes die de emissieprestatie beïnvloeden, zoals materiaalgebruik, bouwvorm, compactheid en installatieconcept.
2. Emissieprofilering: op basis van literatuur en interviewinzichten worden voor zowel het Paris-Proof als het conventionele scenario representatieve emissieprofielen vastgesteld.
3. Economische vertaling: identificatie van kosten, opbrengsten, beleidsinstrumenten en overige financiële variabelen die de kasstromen bepalen.

4. Financieel model: kwantitatieve modellering via DCF-analyse en Monte Carlo-simulaties om de NCW, IRR en onzekerheden in kaart te brengen.
5. Scenarioanalyse: vergelijking van rendement en risico tussen het Paris-Proof en het conventionele scenario, met nadruk op de onderliggende mechanismen die de uitkomsten verklaren.

Figuur 15: Conceptueel model (eigen bewerking)



3.2 Fase 1 – kwalitatieve analyse

Het kwalitatieve deel van het onderzoek heeft tot doel om, via semigestructureerde interviews, praktijkinzichten te verkrijgen in de ontwerp-, beleids- en investeringskeuzes die de haalbaarheid van Paris-Proof woningbouw bepalen. Deze inzichten vormen de basis voor de financiële modellering in de kwantitatieve fase, zodat de gehanteerde aannames realistisch en praktijkgericht zijn. Omdat dergelijke informatie in de literatuur slechts beperkt of contextspecifiek beschikbaar is, vormt aanvullende dataverzameling via interviews een essentieel onderdeel van de onderzoeksmethode. De interviews vervullen drie hoofdfuncties, waaraan verschillende typen respondenten zijn gekoppeld (in totaal 14):

1. Identificatie van relevante ontwerpstrategieën: op basis van inzichten specialisten zijn de ontwerpkeuzes vastgesteld die bepalend zijn voor de emissieprestatie van Paris-Proof woningbouw. Deze stap diende tevens om te verifiëren in hoeverre de in de literatuur beschreven strategieën en emissiereductiemaatregelen ook in de praktijk worden herkend en toegepast.

2. Inventarisatie financiële aannames en parameters: door de gesprekken met de specialisten is inzicht verkregen in de praktijkvariabelen die binnen DCF-analyses worden toegepast, zoals rendementseis, restwaarde, CAPEX, looptijd en exit yield.
3. Inzicht in strategische investeringsafwegingen: interviews met institutionele beleggers en financiële specialisten bieden inzicht in de wijze waarop risico, regelgeving, duurzaamheidseisen en marktverwachtingen worden meegenomen in investeringsbeslissingen.

De verkregen inzichten worden gebruikt om de variabelen en aannames te operationaliseren voor de kwantitatieve scenarioanalyse, waarin de financiële effecten van Paris-Proof woningbouw worden vergeleken met conventionele nieuwbouwprojecten.

3.2.1 Dataverzameling en verwerking

De semigestructureerde interviews zijn uitgevoerd via Microsoft Teams op basis van een thematisch opgebouwde leidraad die was afgeleid van het theoretisch kader. Respondenten zijn vooraf geïnformeerd over het doel van het onderzoek, vertrouwelijkheid en hun rechten; van ieder is toestemming verkregen voor deelname en opname. De gesprekken duurden gemiddeld een uur en zijn volledig opgenomen, uitgetypt en geanonimiseerd. De analyse is uitgevoerd via een kwalitatieve codering, waarbij zowel theoriegestuurde als praktijkgestuurde categorieën zijn toegepast. Deze werkwijze maakte het mogelijk om theoretische inzichten te toetsen aan praktijkervaringen en aanvullende thema's te identificeren. In totaal zijn veertien experts geïnterviewd (zie Tabel 2) uit verschillende delen van de woningbouwsector, waaronder institutionele beleggers, beleidsmakers, ontwikkelaars, financiers, taxateurs en duurzaamheidsadviseurs. Er is bewust gestreefd naar een evenwichtige vertegenwoordiging binnen de vastgoedketen. Dit aantal wordt passend geacht voor kwalitatief expertonderzoek, waarin de nadruk ligt op diepgang en diversiteit van perspectieven in plaats van statistische representativiteit.

Tabel 2: Overzicht respondenten

Code	Type organisatie	Rol
D2	Adviseur	Senior Consultant
D3	Adviseur	Managing Director
D4	Adviseur	Bouwkostendeskundige/ EC calculator
D9	Adviseur	Leading professional
D10	Adviseur	Adviseur
D1	Beleggers	Managing Director/Head of Sustainability
D5	Beleggers	Acquisitiemanager
D11	Beleggers	Director Transactions
D13	Beleggers	ESG-manager
D8	Financiers	Founder/Partner (debt advisory)
D14	Financiers	Sectormanager
D6	Taxateurs	Business Lead Commercial
D12	Taxateurs	Director
D7	Industriële/modulaire bouwers	Managing Director

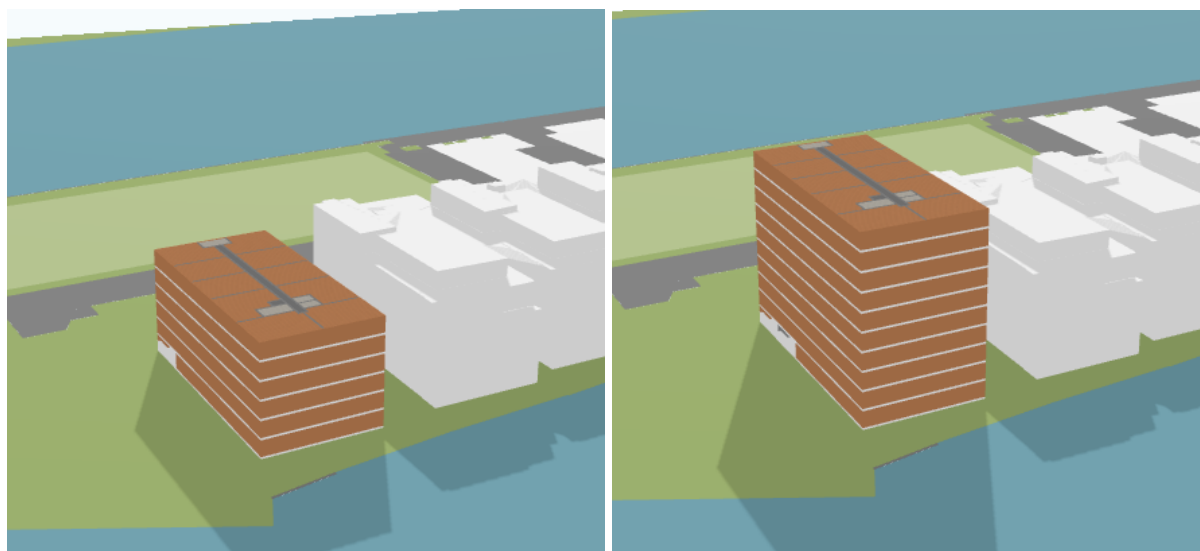
3.3 Fase 2 – kwantitatieve analyse

In de tweede fase van het onderzoek worden de kwalitatieve inzichten vertaald naar een kwantitatieve analyse om de financiële implicaties van Paris-Proof ontwerp- en investeringskeuzes te kwantificeren. Daartoe is een financieel model ontwikkeld waarin verschillende scenario's worden doorgerekend voor twee bouwsystemen: conventionele bouw (beton) en houtbouw. Deze scenario's zijn opgebouwd op basis van marktdata, literatuur en de empirische aannames uit de interviews. De modellering richt zich op het in kaart brengen van rendement en risico over de lange termijn, waarbij onzekerheden expliciet worden meegenomen via Monte-Carlo-simulaties. Deze fase vormt daarmee de empirische toets van de in het theoretisch kader beschreven mechanismen tussen duurzaamheid, waardeontwikkeling en financieel rendement.

3.3.1 Fictieve binnenstedelijke projecten

Voor deze analyse zijn twee fictieve binnenstedelijke woningbouwprojecten opgesteld (Figuur 16), bestaande uit circa 4.800 m² BVO met 60 appartementen (6 lagen) respectievelijk 8.000 m² BVO met 100 appartementen (10 lagen). Beide projecten worden doorgerekend in twee varianten: conventionele bouw (beton) en houtbouw, waarbij de houtbouw van 10 lagen als modulaire houtbouw verondersteld wordt. In beide scenario's worden de ontwerpkeuzes vertaald in een CO₂-emissieprofiel, waarvan vervolgens de effecten op de businesscase worden onderzocht. In paragraaf 3.3.3 wordt het programma nader toegelicht.

Figuur 16: Fictieve binnenstedelijke projecten (eigen bron)



3.3.2 Financiële analyse

DCF

De kern van de financiële analyse is een DCF, waarin toekomstige kasstromen gedurende de exploitatieperiode worden contant gemaakt tegen een disconteringsvoet. De uitkomst is de Netto Contante Waarde (NCW), waarmee bepaald wordt of het project op basis van huidige inzichten financieel rendabel is (Vlek, 2020). De formule van de NCW ziet er als volgt uit:

$$NCW = \sum_{t=1}^N \frac{NCF_t}{(1+r)^t} - I_0$$

Waarbij geldt dat:

- N = tijdshorizon
- NCF_t = netto cashflow jaar t
- r = disconteringsvoet
- I_0 = initiële investering

Internal Rate of Return (IRR)

Naast de Netto Contante Waarde (NCW) wordt in dit onderzoek ook de Internal Rate of Return (IRR) berekend. Waar de NCW is gebaseerd op discontering tegen de Weighted Average Cost of Capital (WACC), geeft de IRR het interne rendement van het project weer. Deze maatstaf maakt het mogelijk om scenario's direct met elkaar te vergelijken. Omdat niet-conventionele kasstromen kunnen leiden tot meerdere IRR's, wordt de uitkomst steeds geïnterpreteerd in samenhang met de NCW en de Monte-Carlo-resultaten.

Disconteringsvoet

De disconteringsvoet in de DCF-analyse wordt bepaald aan de hand van WACC, het gewogen gemiddelde van de vermogenskosten:

$$WACC = \frac{E}{V} \times R_e + \frac{D}{V} \times R_d \times (1 - T)$$

Waarbij geldt dat:

- E/V = aandeel eigen vermogen in de totale vermogensstructuur
- D/V = aandeel vreemd vermogen in de totale vermogensstructuur
- R_e = kostenvoet eigen vermogen
- R_d = kostenvoet vreemd vermogen
- T = effectieve belastingvoet

De kostenvoet van het eigen vermogen (R_e) is berekend met het Capital Asset Pricing Model (CAPM). Dit model verklaart de relatie tussen het risico van een investering en het rendement dat beleggers daarvoor eisen. De kern van het model is dat beleggers uitsluitend worden beloond voor het systematische risico dat samenhangt met de bredere markt: risico's die niet kunnen worden geëlimineerd door diversificatie. Projectspecifieke risico's worden in een efficiënte markt geacht niet te worden vergoed. Het systematische risico wordt in het CAPM weergegeven met de bèta-coëfficiënt (β), die aangeeft in welke mate het rendement van een investering meebeweegt met het rendement van de markt:

- $\beta > 1$: de investering reageert sterker op marktschommelingen dan de markt als geheel (hogere volatiliteit, dus hoger verwacht rendement).
- $\beta < 1$: de investering beweegt minder sterk mee met de markt (lager risico, lager verwacht rendement).

Op basis van deze relatie wordt het verwachte rendement op eigen vermogen berekend als de som van de risicovrije rente en een risicopremie die afhankelijk is van deze marktrisicogevoeligheid. Hoewel het CAPM oorspronkelijk is ontwikkeld voor beursgenoteerde activa, wordt het in de vastgoedpraktijk toegepast als theoretisch onderbouwde methode om rendementseisen te schatten. Daarbij geldt dat vastgoedmarkten minder efficiënt zijn, met beperkte liquiditeit en transparantie (Geltner et al., 2021), waardoor de bèta empirisch slechts een benadering is. Toch biedt het model een systematisch en reproduceerbaar uitgangspunt voor scenarioanalyses rondom de disconteringsvoet. De formule ziet er als volgt uit:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i(E(R_m) - R_f)$$

Waarbij:

- $E(R_i)$ = verwacht rendement van de asset
- R_f = risicovrije rente
- β_i = beta-coëfficiënt van de asset (maatstaf voor systematisch risico van de asset in vergelijking tot de markt)
- $E(R_m)$ = marktrendement (van markt als geheel)
- $E(R_m) - R_f$ = marktrisicopremie

Hierin is de risicovrije rente (R_f) gebaseerd op de 10-jaars Nederlandse staatsobligatie (2,77 %), de marktrisicopremie 5,25 % (Damodaran 2025) en de bèta 0,48, representatief voor Europese woning-R.E.I.T.'s. Hiermee bedraagt R_e circa 5,3%.

3.3.3 Monte Carlo simulatie

De DCF werkt met puntschattingen en houdt geen rekening met onzekerheid. Daarom is aanvullend een Monte Carlo-simulatie toegepast, die via duizenden iteraties willekeurige waarden genereert voor kritieke invoervariabelen op basis van kansverdelingen gebaseerd op literatuur, expertinschattingen of marktdata (Vlek, 2020). Zo ontstaat een spreiding van mogelijke projectuitkomsten en inzicht in:

- de kans op negatief rendement
- de bandbreedte waarbinnen het projectrendement zich waarschijnlijk zal bevinden
- de gevoeligheid van het model voor specifieke variabelen

Uitvoering Monte-Carlo simulatie

Voor elk scenario (zie Tabel 3) zijn 5.000 iteraties gedraaid met een betrouwbaarheidsniveau van 95%. Ze is opgezet volgens het ceteris paribus-principe: per analyse varieert een parameter terwijl andere constant blijven, zodat de afzonderlijke invloed van variabelen zichtbaar wordt. Onderzochte factoren zijn onder meer de investeringshorizon, ETS-kosten, green-loan-discount, risk premium on debt en brown discount. Daarnaast is onderscheid gemaakt tussen een start van de exploitatie in 2026 en 2030 (zowel laagbouw als hoogbouw) om de invloed van markt- en beleidsontwikkelingen te verkennen. Ter controle van de robuustheid zijn aanvullende

analyses uitgevoerd, waaronder het verlagen van de LTV van 50% naar 30%, het wijzigen van het programma van vrije sectorhuur naar volledig middenhuur, en het verhogen van de bouwkosten met 10%. De simulatie onderscheidt twee typen variabelen: deterministische variabelen, die per scenario vastliggen, en stochastische variabelen, die volgens een kansverdeling worden gemodelleerd.

Tabel 3: Overzicht scenario's

Scenario	Building	Toelichting
1	Beton 1	Beton 1 - 2026 - nulmeting
2	Hout 1	Hout 1 - 2026 - nulmeting (impact BVO/GB0)
3	Hout 1	Hout 1 - 2026 - rente korting
4	Hout 1	Hout 1 - 2026 - verlengen horizon
5	Modulair 1	Modulair 1 - 2026 - nulmeting
6	Modulair 1	Modulair 1 - 2026 - reductie bijkomende kosten/AK
7	Modulair 1	Modulair 1 - 2026 - extra jaar huur
8	Modulair 1	Modulair 1 - 2026 - rentekorting + reductie bijkomende kosten/AK + extra jaar huur
9	Beton 1	Beton 1 - 2030 - ETS
10	Beton 1	Beton 1 - 2030 - risico opslag rente
11	Beton 1	Beton 1 - 2030 - brown discount
12	Beton 1	Beton 1 - 2030 - ETS + risico opslag rente + brown discount
13	Beton 2	Beton 2 - 2030 - nulmeting
14	Beton 2	Beton 2 - 2030 - ETS + risico opslag rente + brown discount
15	Hout 2	Hout 2 - 2030 - nulmeting
16	Hout 2	Hout 2 - 2030 - rente korting
17	Modulair 2	Modulair 2 - 2030 - nulmeting
18	Modulair 2	Modulair 2 - 2030 - rente korting reductie bijkomende kosten/AK + extra jaar huur
19	Hout 1	Hout 1 - 30% LTV
20	Hout 1	Hout 1 - 100% middelduur
21	Hout 1	Hout 1 - 10% bouwkostenstijging
22	Hout 2	Hout 2 - 30% LTV
23	Hout 2	Hout 2 - 100% middelduur
24	Hout 2	Hout 2 - 10% bouwkostenstijging

Deterministische variabelen

De deterministische variabelen worden hieronder op hoofdlijnen toegelicht: een volledig overzicht van de gehanteerde waarden is opgenomen bijlage 4.

Gebouw parameters

De configuratie van het fictieve gebouw is vastgesteld op basis van inzichten uit de interviews. Hieruit blijkt dat houtbouw tot circa zes bouwlagen kostenneutraal kan concurreren met beton, terwijl bij hogere bouwhoogtes de meerkosten substantieel toenemen. Daarnaast zijn de uit de interviews verkregen gegevens over wand- en geveldiktes verwerkt, waaruit volgt dat bouwen in hout leidt tot een iets ongunstiger verhouding tussen bruto- en gebruiksoppervlakte (BVO/GB0).

Paris-Proof parameters

De Paris-Proof parameters zijn vastgesteld op basis van literatuuronderzoek en aangevuld met praktijkinzichten uit de interviews, zodat de gehanteerde aannames representatief zijn voor de actuele marktpraktijk.

Businesscase ontwikkelaar

In dit onderzoek wordt verondersteld dat de belegger het vastgoedproject turnkey verwerft van de ontwikkelaar. Om de financiële haalbaarheid van de ontwikkelingsfase te kunnen beoordelen, zijn de stichtingskosten van de ontwikkelaar opgenomen. Deze vormen een indicatieve ondergrens voor de minimale transactieprijs die gerealiseerd moet worden om de businesscase van de ontwikkelaar rendabel te maken. De bouwkosten bedragen € 2.400 per m² BVO en zijn gebaseerd op marktdata (Alba Concepts, 2024) en interviews met bouwkostenexperts. In de stichtingskosten zijn gangbare opslagen verwerkt: 16% bijkomende kosten, 4% algemene kosten en 10% winst en risico. Voor het scenario met tien bouwlagen zijn voor de houtvariant bouwkosten van € 2.600 per m² BVO gehanteerd. Vanwege het geprefabriceerde, modulaire bouwsysteem is daarbij een iets lager percentage bijkomende kosten toegepast.

Financiële parameters

Voor de huurinkomsten is uitgegaan van een maandhuur van € 22,00 per m², gebaseerd op de gemiddelde vrije-sectorhuur volgens de Pararius Huurmonitor (Q1 2025), gecorrigeerd voor de kleinere woninggrootte van het project. Uit interviews met taxateurs en beleggers blijkt dat de aanvangsrendementen in dit segment variëren tussen 4,0 % en 4,5 %: in dit onderzoek is een entry yield van 4,5 % gehanteerd. De eindwaarde is bepaald volgens de waarderingsprincipes van Vlek (2020), waarbij vastgoed wordt gewaardeerd op basis van de contante waarde van toekomstige kasstromen. Vanwege toenemende onzekerheid over marktomstandigheden, regelgeving en objectkwaliteit is een exit yield van 5,0 % toegepast, een opslag van 50 basispunten ten opzichte van de entry yield. In de gevoeligheids- en Monte Carlo-analyses zijn daarnaast een green premium en brown discount als stochastische variabelen rond de exit yield gemodelleerd om de invloed van duurzaamheidsprestaties op de verkoopwaarde te kwantificeren. Op basis van de interviews kan worden geconcludeerd dat de feitelijke brown discount voornamelijk wordt bepaald door de omvang van de benodigde verduurzamingscapex en de verwachte afname van investeringsinteresse in niet duurzame projecten. Omdat het te complex is om deze omvang nauwkeurig vast te stellen – zelfs op casusniveau – wordt een beperkte opslag van 0 tot 50 basispunten als brown discount te hanteren. De inschattingen voor green loans en risk-on premium debt zijn gebaseerd op expertbeoordelingen uit de interviews.

Overige parameters

voor de overige parameters is uitgegaan van marktconforme aannames voor onderhoud, beheer en fiscaliteit. Het model houdt rekening met periodieke renovatie- en onderhoudslasten, beheerkosten, belastingen en verzekeringen, evenals een standaard afschrijvingsperiode en vennootschapsbelastingtarief. Deze variabelen zijn als deterministische input opgenomen en bepalen samen de operationele kasstromen en netto opbrengst in de beleggingsanalyse.

Stochastische variabelen

De stochastische variabelen zijn de variabelen die in de Monte Carlo-simulatie als onzeker worden gemodelleerd en weergegeven in Tabel 4. Ze krijgen een kansverdeling in plaats van een vaste waarde. Bij elke iteratie van de simulatie wordt er een willekeurige waarde getrokken uit deze verdeling. Zo wordt de spreiding van mogelijke uitkomsten zichtbaar. Belangrijke gesignaleerde stochastische variabelen in dit onderzoek zijn:

Tabel 4: Stochastische variabelen

Stochastische variabelen	Min	Modus	Max	verdeling
ETS 1 - 2030	100.00	120.00	150.00	Triangulair
ETS1 - 2050	150.00	250.00	400.00	Triangulair
Green loans	0.05%	0.25%	0.50%	Triangulair
Risk on premium debt	0.10%	0.50%	1.00%	Triangulair
Brown discount	0.10%	0.25%	0.50%	Triangulair

Rente en inflatie

Om de invloed van macro-economische ontwikkelingen op de financiële haalbaarheid te kunnen analyseren, is een model opgesteld voor de toekomstige ontwikkeling van de 1-jaars Euribor en de consumentenprijsindex (CPI, 2015 = 100). De analyse is gebaseerd op maandelijkse gegevens van ECB (Euribor 1 jaar) en CBS (CPI alle huishoudens) over 2010–heden, die voor aansluiting op het financiële model zijn geaggregeerd naar jaarlijkse waarden. Voor inflatie geldt:

- inclusief 2022: gemiddelde 2,54%, standaarddeviatie 2,42 procentpunt
- exclusief 2022: gemiddelde 2,03%, standaarddeviatie 1,34 procentpunt.

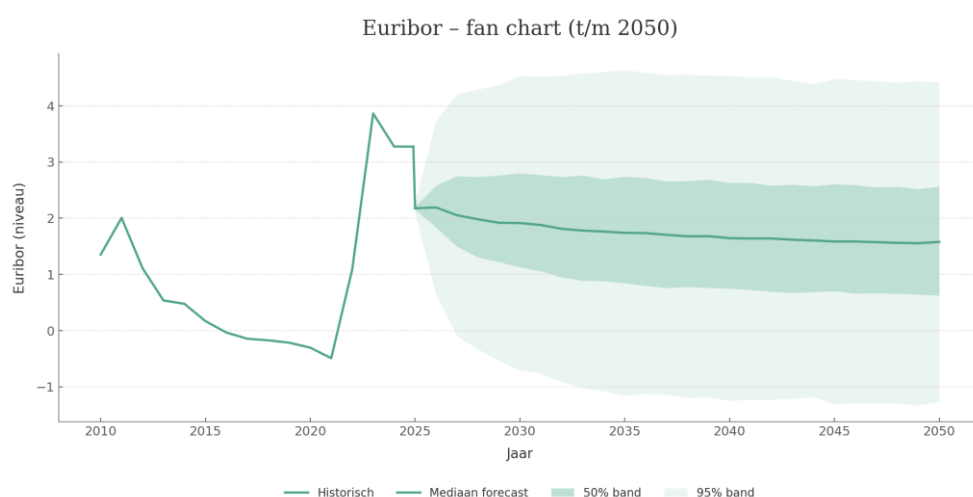
Het opnemen van 2022 vergroot de spreiding circa met circa 1,8. Om te voorkomen dat een schokjaar de onzekerheidsbanden structureel oprekt, is voor de kalibratie van de spreiding uitgegaan van het uitsluiten van 2022. Voor de 1-jaars Euribor ligt het jaargemiddelde op circa 0,90% met een standaarddeviatie van 1,34 procentpunt (zowel inclusief als exclusief 2022). Dit komt doordat de daadwerkelijke stijging van de korte rente vooral na 2022 zichtbaar werd: 2022 zelf ligt grotendeels nog in de lage-renteperiode. Er wordt in de financieringslaag tevens rekening gehouden met een spread van 2,0% op de Euribor die constant wordt verondersteld gedurende alle perioden. De gehanteerde periode omvat jaren met negatieve/zeer lage rentes (2016–2021) en duidelijke opwaartse beweging daarna, waardoor de spreiding representatief is voor uiteenlopende renteomstandigheden. Ondanks lichte scheefheid is voor de simulatie een normale verdeling gebruikt vanwege de symmetrie rond het gemiddelde en de praktische interpretatie in het DCF-kader.

Samenhang rente, inflatie en disconteringsvoet

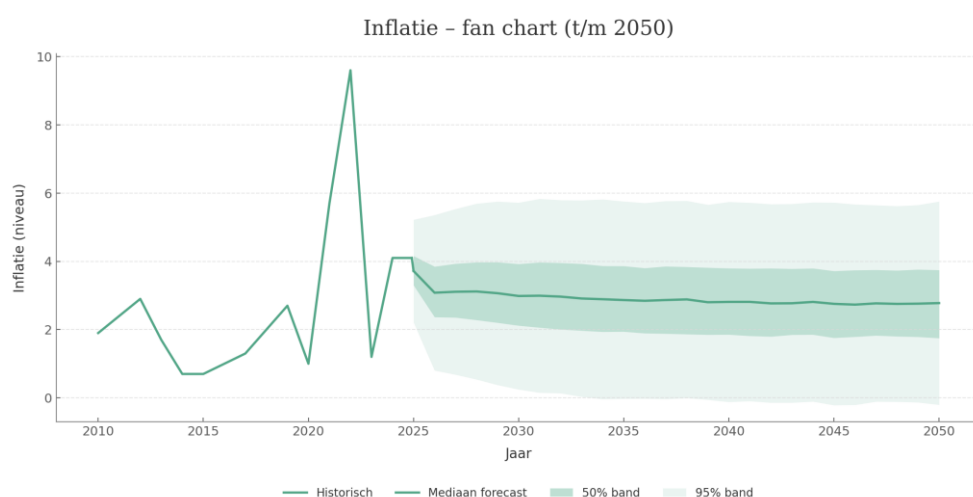
De relatie tussen inflatie en korte rente is empirisch onderzocht op maanddata over de periode 2010–2025. Veranderingen in inflatie worden gemiddeld na circa negen maanden gevolgd door veranderingen in de 1-jaars Euribor, met een positieve correlatie van ongeveer 0,55. Om deze dynamiek te representeren is gebruikgemaakt van een VAR-consistente simulatiebenadering. Daarbij zijn inflatie en korte rente gemodelleerd als stochastische processen die rond hun

langetermijngemiddelde fluctueren, waarbij de onderlinge correlatie en de vertraagde respons van de rente op inflatie behouden blijven. De simulaties volgen dus de statistische structuur van een VAR(1)-model, maar zonder dat een volledig econometrisch model is geschat. Op basis van deze structuur is een Monte Carlo-simulatie uitgevoerd met 5.000 iteraties. Elke iteratie levert een mogelijk tijdpad van inflatie en rente op dat consistent is met de historische correlaties en vertraging. De resultaten zijn samengevat in een fanchart tot 2050, waarbij de middenlijn het gemiddelde van alle paden weergeeft en de gekleurde banden de onzekerheidsmarges tonen. Voor een eerlijke vergelijking tussen scenario's met een start in 2026 en 2030 is het verloop van de paden (relatieve mutaties) gelijk gehouden; alleen het startniveau verschilt. Hierdoor zijn verschillen tussen scenario-uitkomsten toe te schrijven aan de scenario-instellingen zelf, en niet aan toevallige macro-startcondities. Tot slot is de samenhang tussen korte en lange rente geschat via een lineaire regressieanalyse (2010–2024). De 10-jaars Nederlandse staatsrente vertoont een sterke samenhang met de 1-jaars Euribor: een stijging van 1 procentpunt in de korte rente leidt gemiddeld tot een stijging van circa 0,7 procentpunt in de lange rente. Deze relatie is gebruikt om de disconteringsvoet te modelleren.

Figuur 17: Historische ontwikkelingen en forecast Euribor (bron: ECB)



Figuur 18: Historische ontwikkelingen en forecast inflatie (bron: CBS)



CO₂-beprijzing

In dit onderzoek wordt uitsluitend de prijs van ETS 1 doorbelast. De hogere energiegerelateerde kosten onder ETS 2 worden verondersteld bij de huurder te liggen en zijn daarom niet opgenomen in de DCF-analyse. De mogelijke gevolgen hiervan voor de betaalcapaciteit van huurders en de daaraan verbonden beleggingsrisico's blijven buiten beschouwing. De literatuur laat uiteenlopende verwachtingen zien over de toekomstige ETS-1-prijs. Op basis hiervan zijn bandbreedtes voor 2030 en 2050 vastgesteld (zie Tabel 4), waarbij tussenliggende waarden lineair zijn geëxtrapoleerd. Aangenomen wordt dat de actuele ETS-1-prijs reeds volledig in de bouwkosten is verdisconteerd. Daarnaast is een pass-throughfactor van 0,70 toegepast (CE Delft & Öko-Institut, 2015), aangezien niet de volledige ETS-prijs wordt doorberekend. Naarmate de gratis toewijzing van emissierechten wordt afgebouwd, neemt de effectieve impact van ETS 1 in de DCF toe. Dit effect wordt weergegeven met de volgende formule:

$$ETS_t = EUA_t \times \alpha \times 1 - G_t$$

Waarbij:

- ETS_t = effectieve ETS-1-kosten in jaar t (€/tCO₂)
- EUA_t = marktprijs van één emissierecht (European Union Allowance) in jaar t
- α = doorberekeningsfactor
- G_t = aandeel gratis emissierechten in jaar t , dat tussen 2026 en 2034 afneemt naar nul.

Green loans, Risk on premium debt, en Brown discount

Op basis van interviews zijn bandbreedtes vastgesteld voor de invloed van duurzaamheid op rente- en waarderingscondities. De green-loan-korting is gemodelleerd als een triangulaire verdeling van 5–15 basispunten (modus 10 bps). Voor projecten met hoge emissies bedraagt de risk-on premium on debt in het 2030-scenario 10–100 bps (modus 50 bps), en de brown discount is gemodelleerd als 10–50 bps (modus 25 bps). Deze drie variabelen representeren de manier waarop duurzaamheidsgerelateerde risico's en voordelen worden verdisconteerd in de financieringsvoorwaarden, en maken het mogelijk om de gevoeligheid van de beleggingsrendementen voor duurzaamheidscriteria expliciet te modelleren.

3.4 Beperkingen

1. Beperkingen met betrekking tot generaliseerbaarheid

Het onderzoek is gebaseerd op een fictief, representatief woningbouwproject in een Nederlandse context, gericht op institutionele beleggers. Hierdoor zijn de uitkomsten slechts beperkt toepasbaar op andere projecttypen, locaties, vastgoedsectoren of beleggingsprofielen (zoals corporaties of particuliere ontwikkelaars).

2. Beperkingen in dataverzamelingen

De semigestructureerde interviews bieden waardevolle inzichten, maar zijn gevoelig voor interpretatie en selectie-effecten. De beperkte steekproef ($n=14$) en het tijdgebonden karakter van de interviews kunnen leiden tot interpretatieve en selectiebias, waarbij inzichten na verloop van tijd mogelijk niet meer representatief zijn.

3. Beperkingen in modellering en kwantitatieve analyse

De Monte Carlo-simulatie maakt gebruik van historische data, literatuur en expertinschattingen om onzekerheid te modelleren. Voor sommige variabelen, zoals green loans, risk on premium debt en brown discounts, ontbreekt empirisch onderbouwde data, wat leidt tot verhoogde modelonzekerheid. Beleidsveranderingen zijn gesimuleerd via statische CO₂-prijzen, zonder scenario's voor beleidsdynamiek of marktinteractie.

4. Beperkingen financiële modelkeuzes

De disconteringsvoet is bepaald op basis van het CAPM-model, dat uitgaat van efficiënte en liquide markten. De vastgoedmarkt is echter illiquide, locatiegebonden en kent beperkte transparantie, waardoor deze aanname slechts ten dele opgaat. De toegepaste bèta is afgeleid van Europese beursgenoteerde vastgoedfondsen (REIT's), die door hun schaal en spreiding minder gevoelig zijn voor project- en locatiegebonden risico's. Hierdoor bestaat het risico dat het werkelijke projectspecifieke risico wordt onderschat. Daarnaast abstraheert het model van inflatie-effecten door gebruik te maken van nominale kasstromen.

5. Beperkingen empirische onderbouwing van bepaalde variabelen

Voor variabelen met potentieel grote impact – zoals waardepremies voor duurzame gebouwen, huurpremies voor energie-efficiëntie en rentekortingen op duurzame financiering – ontbreekt robuuste, Nederland-specifieke empirische onderbouwing. Hierdoor rust de modellering deels op aannames, wat de betrouwbaarheid van de uitkomsten ondermijnt.

6. Beperkingen in tijdsdimensies en scenario's

De scenario's zijn lineair en incrementeel opgebouwd, terwijl de praktijk ook abrupt verlopende of niet-lineaire ontwikkelingen kent (bijv. renteschokken of beleidsverschuivingen). Extreme scenario's of stresstesten zijn niet doorgerekend, waardoor het model beperkt is in het simuleren van systeemrisico's.

De genoemde beperkingen doen geen afbreuk aan de kern van het onderzoek: het verkrijgen van inzicht in de mechanismen waarmee Paris-Proof bouwkeuzes het financiële rendement beïnvloeden. Het doel van deze studie is niet het leveren van exacte puntschattingen van rendement of emissiereductie, maar het schetsen van de onderlinge relaties en de bandbreedtes waarbinnen deze zich kunnen bewegen. De beperkingen benadrukken dat de resultaten met voorzichtigheid moeten worden geïnterpreteerd en vooral richtinggevend zijn, in plaats van voorspellend. Daarmee sluiten zij aan bij de doelstelling van het onderzoek, dat primair gericht is op het zichtbaar maken van de dynamiek tussen duurzaamheid, beleid en financieel rendement.

4. Resultaten & Analyse



4. Resultaten & Analyse

Het empirische onderzoek kent twee fasen, die in dit hoofdstuk worden gepresenteerd. De eerste fase richt zich op de kwalitatieve analyse van interviews, waarin de bepalende ontwerpkeuzes, investeringsaannames en beleidsfactoren voor Paris-Proof woningbouw zijn geïdentificeerd. Deze inzichten worden in de tweede fase kwantitatief getoetst aan de hand van een financieel model, waarmee het rendement en risicoprofiel van uiteenlopende scenario's worden geanalyseerd.

4.1 Fase 1

Deze paragraaf bespreekt de bevindingen uit de semigestructureerde interviews met vertegenwoordigers van investeerders, financiers, adviseurs, taxateurs en modulaire bouwers. De analyse richt zich op hoe deze actoren Paris-Proof woningbouw definiëren en waarderen, welke belemmeringen zij ervaren bij de realisatie, en welke ontwerp- en proceskeuzes volgens hen bepalend zijn voor de haalbaarheid. Daarnaast wordt aandacht besteed aan de implicaties van alternatieve bouwsystemen voor de financiële en technische uitvoerbaarheid, de invloed van stimulerend beleid en de belangrijkste businesscase-drivers die door respondenten zijn genoemd. Gezamenlijk bieden de bevindingen een integraal beeld van de percepties, kansen en knelpunten die in de praktijk samenkomen rond Paris-Proof woningbouw, en die richtinggevend zijn voor de kwantitatieve analyse in de volgende fase. Elk onderdeel wordt ingeleid met een korte samenvatting, gevolgd door een visualisatie en/of toelichting van de kernbevindingen. Waar relevant of afwijkend, wordt verwezen naar specifieke respondenten.

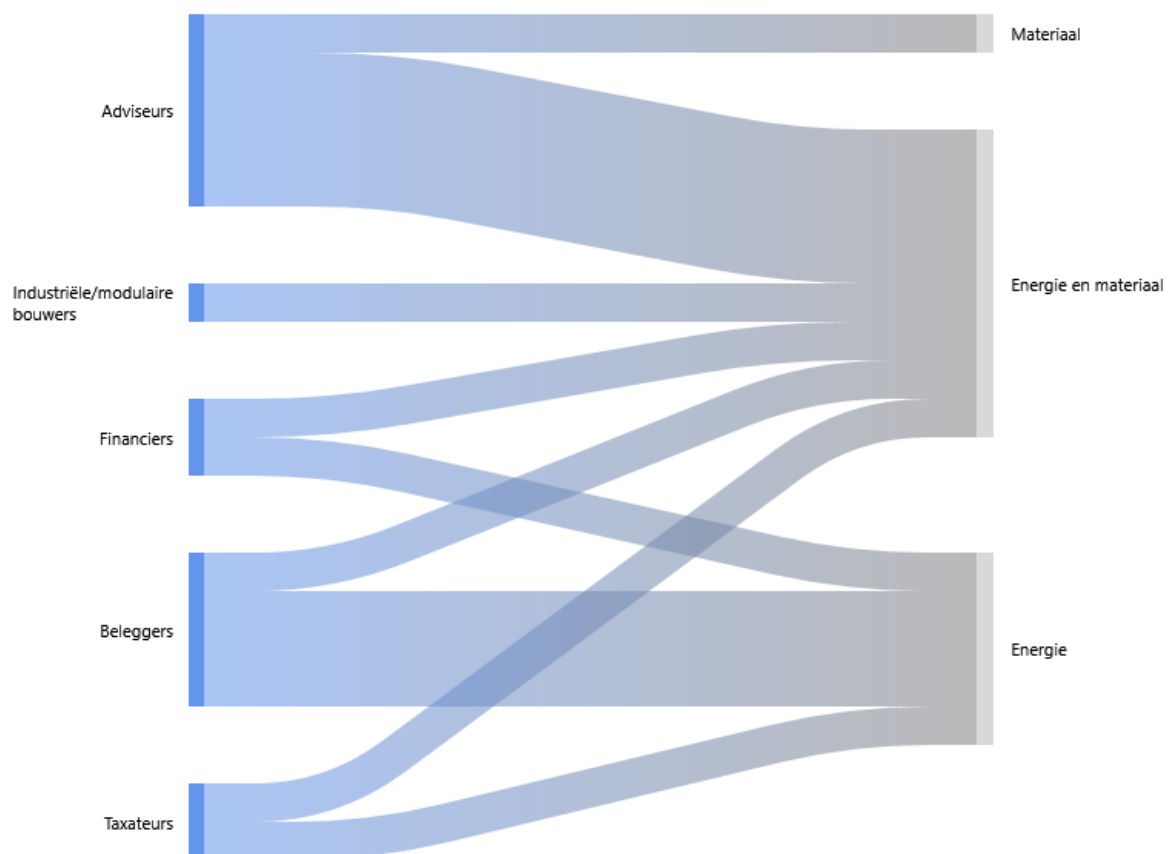
4.1.1 Perceptie Paris-Proof

Uit de interviews blijkt dat het begrip Paris-Proof woningbouw per actortype verschillend wordt geïnterpreteerd zoals weergegeven in Figuur 19. Investeerders en financiers richten zich op dit moment hoofdzakelijk op het reduceren van het operationele energieverbruik. In hun visie betekent Paris-Proof vooral voldoen aan energieprestatie-eisen, gedreven door regelgeving, waarbij frequent wordt verwezen naar het CRREM-kader. Dat sluit aan bij de huidige marktlogica, waarin vooral operationele prestaties financieel worden gewaardeerd en empirisch bewijs bestaat voor waardepremies van energiezuinige gebouwen. Tegelijkertijd geven zowel financiers als investeerders aan dat het materialencomponent vanaf heden en richting de toekomst zwaarder zal gaan meewegen. Dit duidt op een groeiend besef dat uitsluitend sturen op operationele emissies onvoldoende is om aan toekomstige normen te blijven voldoen.

Adviseurs hanteren doorgaans een bredere benadering waarin zowel OC als EC wordt meegenomen, waarmee zij dichter aansluiten bij het integrale karakter van de Paris-Proof-doelstelling. De taxateur sluit hier inhoudelijk op aan, maar geeft aan dat EC nog geen rol speelt in waarderingen vanwege het ontbreken van geschikte methodieken en transactiereferenties. Daarmee ontstaat een spanningsveld tussen kennis en praktijk: de erkenning van EC neemt toe, maar de vertaling naar marktwaarde blijft achter. Ook industriële/modulaire bouwers noemen energie en materiaal als belangrijk speerpunt.

In de interviews worden meerdere normatieve kaders genoemd, met CRREM en DGBC als meest bepalende referenties. CRREM wordt gewaardeerd vanwege de wetenschappelijke onderbouwing en internationale toepasbaarheid, maar bekritiseerd vanwege de beperkte materialencomponent en ongunstige beoordeling van stadswarmte. Het DGBC-decarbonisatiepad wordt daarentegen gezien als richtinggevend en marktsturend, wat erop wijst dat nationale kaders meer herkenning vinden bij praktijkpartijen. Over de haalbaarheid van beide kaders bestaat geen eenduidigheid. Twee respondenten (D7 en D10) achten de DGBC-grenswaarde voor 2030 (139 kg CO₂-eq/m²) haalbaar, mits maximale inspanning wordt geleverd en biobased materialen worden toegepast. Drie anderen (D1, D5 en D8) geven aan dat zelfs de huidige normen al moeilijk te realiseren zijn. Adviseurs achten het CRREM-pad voor operationele emissies realistischer: respondent D9 stelt zelfs dat de 2050-grenswaarde technisch haalbaar is, maar dat marktpartijen de minder ambitieuze BBL-norm volgen. Samenvattend laat deze paragraaf zien dat de markt zich in een overgangsfase bevindt: beleid, praktijk en waardering lopen nog niet synchroon, waardoor het begrip Paris-Proof uiteenlopend wordt ingevuld. In de volgende paragraaf wordt uiteengezet hoe deze verschillen in perceptie zich vertalen in concrete belemmeringen voor de realisatie van Paris-Proof woningbouw.

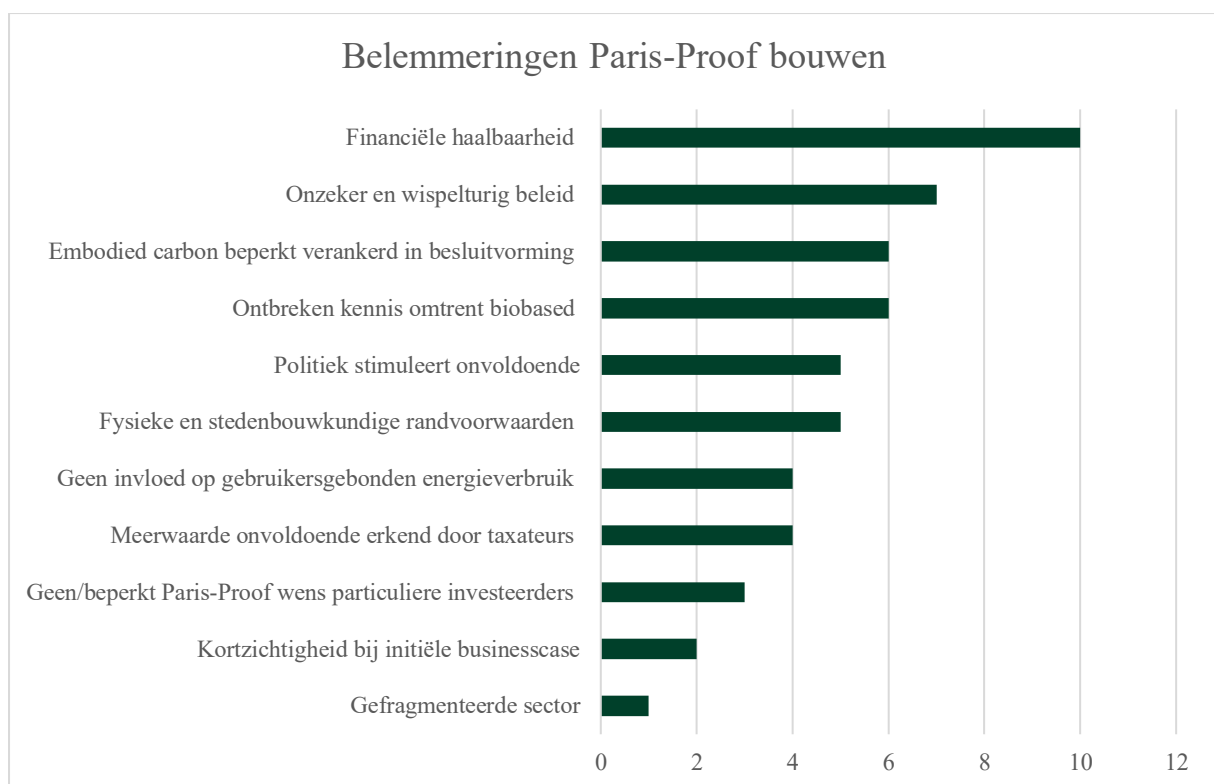
Figuur 19: Sankey diagram perceptie Paris-Proof



4.1.2 Belemmeringen om Paris-Proof te bouwen

Figuur 20 laat de belangrijkste belemmeringen zien voor de realisatie van Paris-Proof woningbouw. Onder dit figuur worden de individuele punten toegelicht. Kort samengevat worden de belangrijkste belemmeringen voor Paris-Proof woningbouw gevormd door hoge aanvangskosten, onzeker beleid en gebrek aan eenduidige waarderingskaders. Investeringskosten worden nog vooral beoordeeld op korte termijn parameters, terwijl langetermijnbaten zoals waardebehoud en risicoreductie buiten beeld blijven. Daarnaast zorgen kennisgebrek over biobased bouwen, fysieke randvoorwaarden, en beperkte erkenning van EC in taxaties voor terughoudendheid. Hierdoor blijft duurzame woningbouw financieel en institutioneel achter bij de ambities, ondanks toenemend bewustzijn over de noodzaak ervan.

Figuur 20: Genoemde belemmeringen voor het realiseren van Paris-Proof woningbouw



1. Financiële haalbaarheid: de realisatie van Paris-Proof woningbouw wordt belemmerd door hogere initiële investeringskosten of de perceptie daarvan. De haalbaarheid van projecten wordt doorgaans bepaald op basis van huurprijs, bouwkosten en initiële yield, waardoor baten op langere termijn zoals waardebehoud en een gunstiger risicoprofiel buiten beeld blijven. Hierdoor lijkt duurzame bouw financieel minder aantrekkelijk, terwijl de onderliggende waarde op lange termijn juist groter kan zijn.
2. Onzeker en wispelturig beleid: ook beleidsvolatiliteit vergroot deze terughoudendheid. Doordat regelgeving zich te vaak stapelt en geen stabiel langetermijnpad biedt, blijft het voor investeerders onzeker of duurzame keuzes op termijn beloond of juist belemmerd zullen worden. Het ontbreken van een harde emissienorm voor EC maakt dat partijen liever wachten tot kaders eenduidig zijn. Daarmee werkt beleid onbedoeld als rem op innovatie,

terwijl juist voorspelbaarheid cruciaal is om investeringen met een langere terugverdientijd mogelijk te maken.

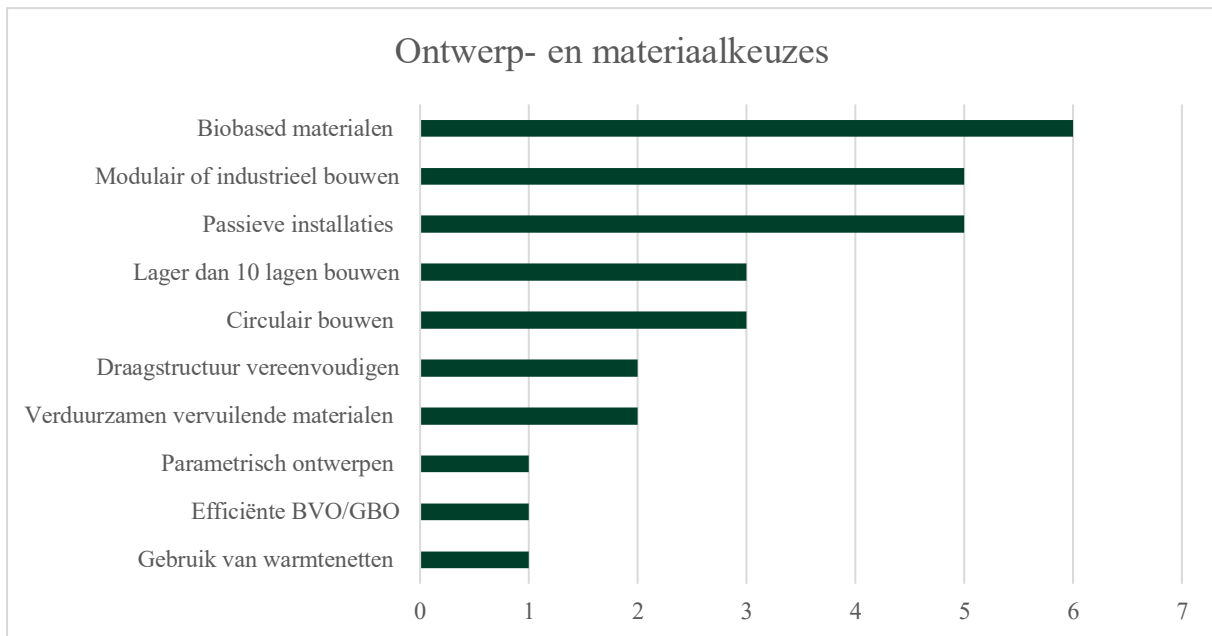
3. Beperkte focus EC investeerders: hoewel vrijwel alle partijen erkennen dat materiaalgebonden emissies aan belang winnen, is de praktische vertaling daarvan op dit moment beperkt. Door de recente ondertekening het CO₂-commitment door veertien grote Nederlandse investeerders komt hier mogelijk verandering in.
4. Kennisgebrek omtrent biobased bouwen: Volgens respondenten D2, D5, D7 en D9 heerst er veel kennisgebrek over het gebruik van biobased materialen. Hierdoor worden in de gehele keten risicomarges toegevoegd die de kosten ophogen. Deze perceptie van risico vertaalt zich direct in hogere kapitaalkosten, waarmee kennisgebrek feitelijk een financiële barrière wordt. Ook investeerders hanteren soms een risico-opslag, omdat zij verwachten dat biobased materialen tot meer onderhoud leiden. Dit wordt door respondenten D2 en D7 echter tegengesproken: zij stellen dat het groot onderhoud juist kan afnemen doordat houten gevels eenvoudiger te vervangen zijn. Deze bevinding sluit aan bij wat meerdere respondenten eerder aangaven over de financiële haalbaarheid: de hoge aanvangskosten worden als belangrijkste belemmering ervaren, maar die worden deels versterkt door een te hoge risicoperceptie in de markt. Daardoor lijken biobased concepten kostbaarder dan ze in werkelijkheid zijn.
5. Ontbreken van invloed op gebruikersgebonden energieverbruik: bewoners hoeven hun verbruiksdata niet te delen, waardoor het moeilijk is om aan te tonen dat het totale energiegebruik (gebouw- en gebruikersgebonden) binnen de CRREM-paden blijft.
6. Fysieke en stedenbouwkundige randvoorwaarden: modulair bouwen of houtbouw leidt soms tot dikkere vloer- en wanddiktes, vanwege brandveiligheids- en akoestische eisen. Hierdoor kunnen bouwvlakken of hoogtes uit het Omgevingsplan worden overschreden. Omdat een wijziging van het Omgevingsplan in Nederland lang duurt en veel risico met zich meebrengt en het verlies van een extra stramien woningen of een bouwlaag de businesscase financieel onhaalbaar maakt, kan het aantrekkelijker zijn om voor conventionele bouw gekozen.
7. Taxateurs: respondenten D1, D3 en D4 merken op dat taxateurs de meerwaarde van Paris-Proof niet/weinig erkennen. Op gebied van OC is een waardesprong wel zichtbaar (woningen met een beter energielabel kennen een hogere waarde). Een vergelijkbaar mechanisme voor materialen is er nog niet. Tevens zijn er geen transactiereferenties voor Paris-Proof woningbouw. Zolang CO₂-reductie niet wordt verdisconteerd in taxatie- en rendementssystemen, blijft de prikkel beperkter om in Paris-Proof concepten te investeren.
8. Particuliere investeerders: de lagere duurzaamheidsambities en rendementseisen drukken de concurrentiepositie van institutionele partijen die wel sturen op Paris-Proof doelstellingen. Schaarste in de markt versterkt deze dynamiek.

4.1.3 Paris-Proof proces, ontwerp- en materiaalkeuzes

De kans op Paris-Proof woningbouw is het grootst wanneer in de vroege ontwerpfase gezamenlijke keuzes worden gemaakt. Daarbij spelen kennisdeling en bereidheid tot concessies een belangrijke rol. Uit de interviews komen vooral biobased materialen en modulair bouwen naar voren als kansrijke strategieën, door hun reductiepotentieel en voordelen in tijd en voorspelbaarheid door repetitie. Daarnaast bieden passieve installaties en circulair bouwen

duidelijke mogelijkheden om zowel CO₂-uitstoot als kosten te beperken, al ontbreekt nog praktijkervaring. Tot slot wordt benadrukt dat houtbouw vooral haalbaar is tot circa tien bouwlagen, waardoor de toepassing in hoogstedelijke context beperkt blijft. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 21.

Figuur 21: Frequentie van genoemde ontwerp- en materiaalkeuzes in de interviews



1. Biobased materialen: dit wordt het frequentst genoemd, ook omdat dit een laagdrempelige en eenvoudige stap kan zijn. Daarbij noemt een van de respondenten dat het essentieel dat de landbouwsector in staat wordt gesteld om deze materialen te produceren. Dit creëert niet alleen een stabiele toeleveringsketen, maar biedt ook een aantrekkelijk verdienmodel voor boeren die hun teelt kunnen aanpassen aan nieuwe gewassen.
2. Modulair of industrieel bouwen: volgens respondent D7 biedt industrieel bouwen aanzienlijke tijdswinst: de bouw kan tot driemaal sneller worden gerealiseerd dan bij conventionele methoden. De voorbereidingsfase verloopt eveneens efficiënter doordat het product grotendeels gestandaardiseerd is en niet telkens opnieuw hoeft te worden ontworpen, wat bijkomende kostenbesparingen oplevert. De modulaire bouwer schat dat het ontwikkeltraject gemiddeld een derde korter is, afhankelijk van de vergunningsprocedure, terwijl de bouwtijd doorgaans kan worden gehalveerd. Dit resulteert in lagere rentelasten, minder blootstelling aan prijsindexaties en een grotere voorspelbaarheid van het proces.
3. Passieve installaties: het treffen van bouwkundige of fysische maatregelen die het energiegebruik beperken wordt door respondenten aangeduid als passieve maatregelen. Deze verlagen niet alleen het energieverbruik, maar reduceren ook de behoefte aan kostbare installaties en de materialen die daarvoor nodig zijn. Respondent D9 verwijst hiernaar als “mediterrane bouwen”, met voorbeelden als kleinere raamopeningen, luiken, vaste buitenzonwering, pergola’s of bomen voor de gevel. Daarnaast wordt gewezen op het belang van natuurlijke ventilatie: door ventilatiekanalen anders te dimensioneren kan de

koelbehoefte aanzienlijk worden teruggebracht, waardoor minder intensieve actieve koeling volstaat.

4. Lager dan 10 lagen bouwen: respondenten D2, D5 en D7 geven aan dat houtconstructies tot circa tien bouwlagen technisch haalbaar zijn. Boven deze grens nemen constructieve eisen en brandveiligheidsvoorzieningen fors toe, wat in de praktijk vaak leidt tot meer betongebruik en dus emissies. Indien beton duurzamer wordt (en ander punt dat ook als oplossing is aangedragen) dan wordt dit mogelijk anders beschouwd. Daarnaast vormt hoogbouw een paradox: om steden te verdichten is het nodig om de hoogte in te gaan, maar juist daardoor neemt het beschikbare oppervlak voor duurzame opwek af. Gebouwen hoger dan circa zes lagen kunnen daardoor moeilijk Paris-Proof worden, terwijl dat bij lagere bouw nog wel haalbaar is. De huidige nieuwbouw kan hierdoor in de toekomst in de problemen komen, een risico dat beleggers vaak nog onderschatten. Er is daarom een duidelijke oplossing nodig voor duurzame energieopwekking bij hoogbouw.
5. Circulair bouwen: het hergebruik van materialen en het ontwerpen voor demontage wordt door meerdere respondenten genoemd als oplossingsrichting. Dit kan zowel de CO₂-uitstoot (door reductie van primaire grondstoffen) als de kosten op de lange termijn beperken. Tegelijkertijd wordt benadrukt dat de markt hiervoor nog weinig referentieprojecten kent, wat leidt tot onzekerheid in de waardering en beperkte doorvertaling in businesscases.

4.1.4 Implicaties

De interviews laten zien dat alternatieve bouwsystemen kansen bieden om de CO₂-uitstoot te reduceren, maar dat deze keuzes duidelijke gevolgen hebben voor de businesscase. Ruimtelijke randvoorwaarden zoals dikkere vloeren en wanden beïnvloeden direct de BVO/GBO-verhouding en kunnen leiden tot minder verhuurbare meters. Houtbouw blijkt kostenneutraal tot circa zes lagen, terwijl hogere bouwhoogten juist leiden tot forse meerkosten en complexiteit. Daarnaast spelen marktbeperkingen zoals schaalbaarheid, welstandseisen en onzekerheid rond onderhoud een grote rol. Paris-Proof bouwen vraagt dus niet alleen om technische innovaties, maar ook om het doorbreken van ruimtelijke, financiële en institutionele barrières. De belangrijkste punten die door de respondenten zijn genoemd zijn:

1. BVO/GBO verhouding: de grotere wand- en vloerdiktes bij hout- en modulaire leiden tot minder verhuurbare meters en kunnen daarmee aanzienlijke gevolgen hebben voor de businesscase. Een respondent merkt echter op dat bij modulaire modules met een kolom-liggerstructuur de wanddikte circa 30 cm en de bruto verdiepingshoogte circa 3,065 m bedraagt, wat vergelijkbaar is met beton (25 cm en 3,0 m). In dit geval resulteert dit slechts in een circa 1% ongunstigere BVO/GBO-verhouding.
2. Bouwkosten: wat betreft de bouwkosten geven respondenten aan dat houtbouw tot circa zes bouwlagen kostenneutraal kan concurreren met conventionele bouw. Voor appartementencomplexen liggen de kosten voor betonbouw binnen deze bandbreedte doorgaans rond € 2.400 per m² BVO, wat overeenkomt met de literatuur. Boven zes bouwlagen nemen de meerkosten van houtbouw toe, waarbij de bandbreedte oploopt van circa € 2.500 tot € 2.700 per m² voor modulaire of hybride houtbouw. Deze stijging hangt samen met de noodzaak om CLT of andere hybride constructies toe te passen voor voldoende stabiliteit.

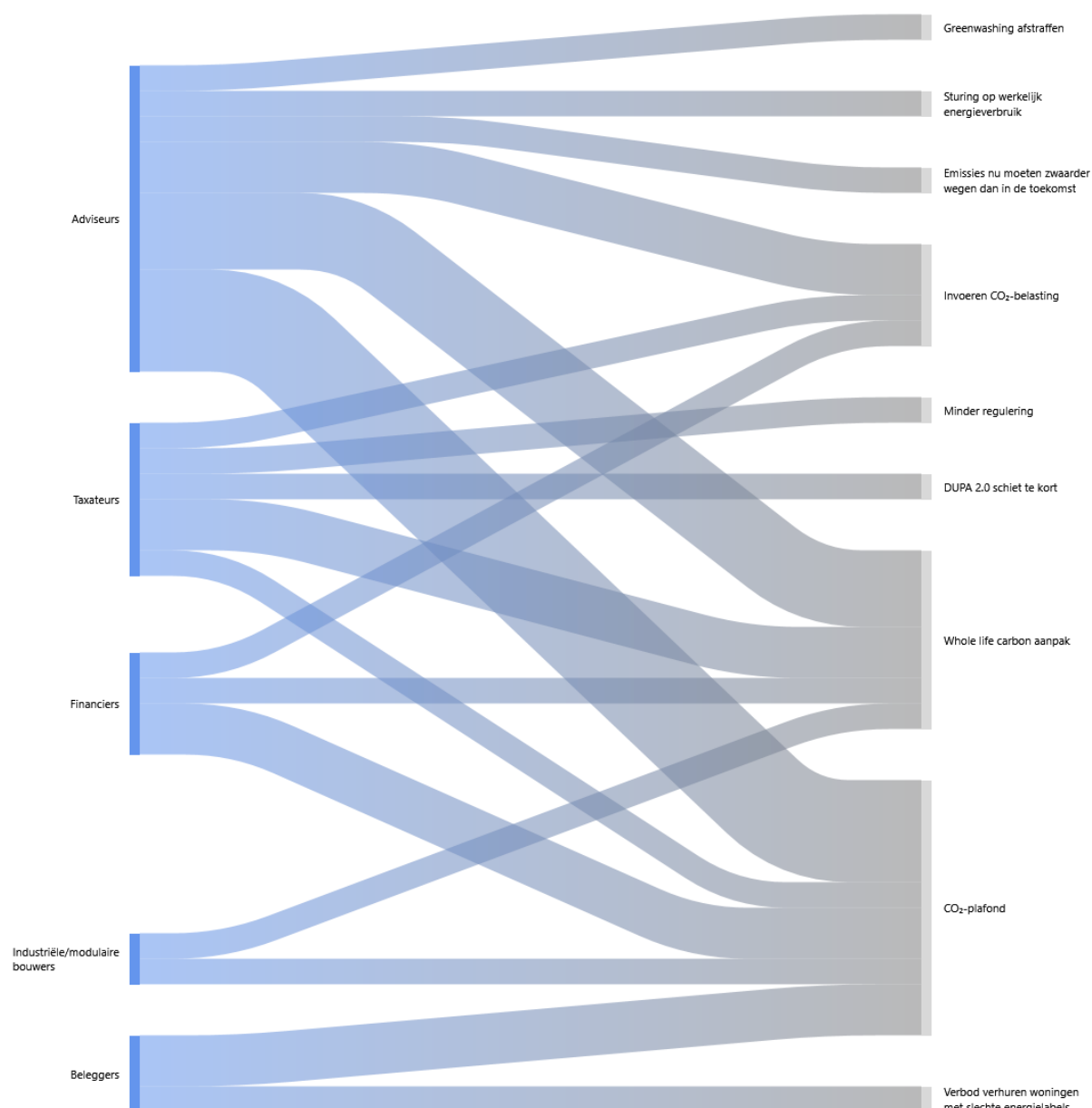
3. Schaalbaarheid: daarnaast benadrukt respondent 9 dat industriële of modulaire bouw niet als enige oplossing kan worden gezien, omdat de huidige schaalbaarheid beperkt is. Het volgen van meerdere strategieën wordt noodzakelijk geacht om de klimaatdoelstellingen te behalen.
4. Toepasbaarheid gevelsystemen: een andere implicatie van lichte bouwsystemen is dat er beperkingen bestaan in de toepasbaarheid van gevelsystemen: zware bakstenen gevels zijn in principe niet mogelijk, wat met name in binnenstedelijke context problematisch kan zijn gezien de geldende welstandseisen. Dit onderstreept dat regelgeving en beeldkwaliteit nog onvoldoende in lijn zijn met klimaatdoelen.
5. Vochtschade: voor biobased materialen blijft vochtgevoeligheid tijdens de bouwfase een aandachtspunt. Hoewel dit vooral een technisch risico lijkt, vertaalt het zich in de praktijk in hogere risicopremies en verzekeringseisen. Daarmee beïnvloedt ook deze factor de kapitaalkosten van duurzame bouwsystemen, terwijl empirisch bewijs voor structurele problemen beperkt is.

4.1.5 Stimulering vanuit beleid

De interviews laten zien dat marktpartijen de transitie naar Paris-Proof woningbouw niet vanzelf realiseren: sterkere regulering wordt noodzakelijk geacht om CO₂-uitstoot structureel terug te dringen. Hoewel de accenten per actorgroep verschillen, wijzen de voorstellen in de kern allemaal op het creëren van harde kaders die de businesscase van duurzame bouwmethoden verbeteren en conventionele alternatieven ontmoedigen. Figuur 22 geeft een overzicht van de in de interviews genoemde stimulerende beleidsmaatregelen. De drie belangrijkste worden uitgebreider toegelicht:

1. WLC-aanpak: de huidige praktijk is te sterk gericht op afzonderlijk reduceren van of operationele emissies of materiaalgebonden emissies. Een integrale benadering, waarin de totale levenscyclusimpact van een gebouw wordt meegewogen, wordt gezien als belangrijk om daadwerkelijk in lijn met de Paris-Proof-doelstellingen te kunnen ontwikkelen. Een WLC-aanpak maakt lange-termijnwaarde van emissiereductie zichtbaar, waardoor duurzame concepten mogelijk ook financieel aantrekkelijker kunnen worden.
2. CO₂-plafond: meerdere respondenten geven aan dat een dergelijke norm op dit moment nog ontbreekt in het Bouwbesluit/BBL. Zij pleiten ervoor om dit expliciet onderdeel te maken van de vergunningsprocedure: wanneer de grenswaarde voor CO₂-uitstoot wordt overschreden, zou geen vergunning mogen worden verstrekt. Deze norm zou niet alleen de milieu-impact beperken, maar ook zorgen voor meer voorspelbaarheid in investeringsbeslissingen: projecten die onder de norm blijven, behouden hun financierbaarheid en waarde op de langere termijn.
3. CO₂-belasting: meerdere respondenten benadrukken dat deze prikkel het aantrekkelijker maakt om te kiezen voor duurzame bouwmethoden, om te zorgen dat de kosten van ‘vervuilende’ bouw hoger worden. Daarmee zou de belasting niet alleen als strafmaatregel functioneren, maar juist als structurele correctie die de echte maatschappelijke kosten in de businesscase zou kunnen verdisconteren.

Figuur 22: Sankey diagram met stimulerende beleidsmaatregelen

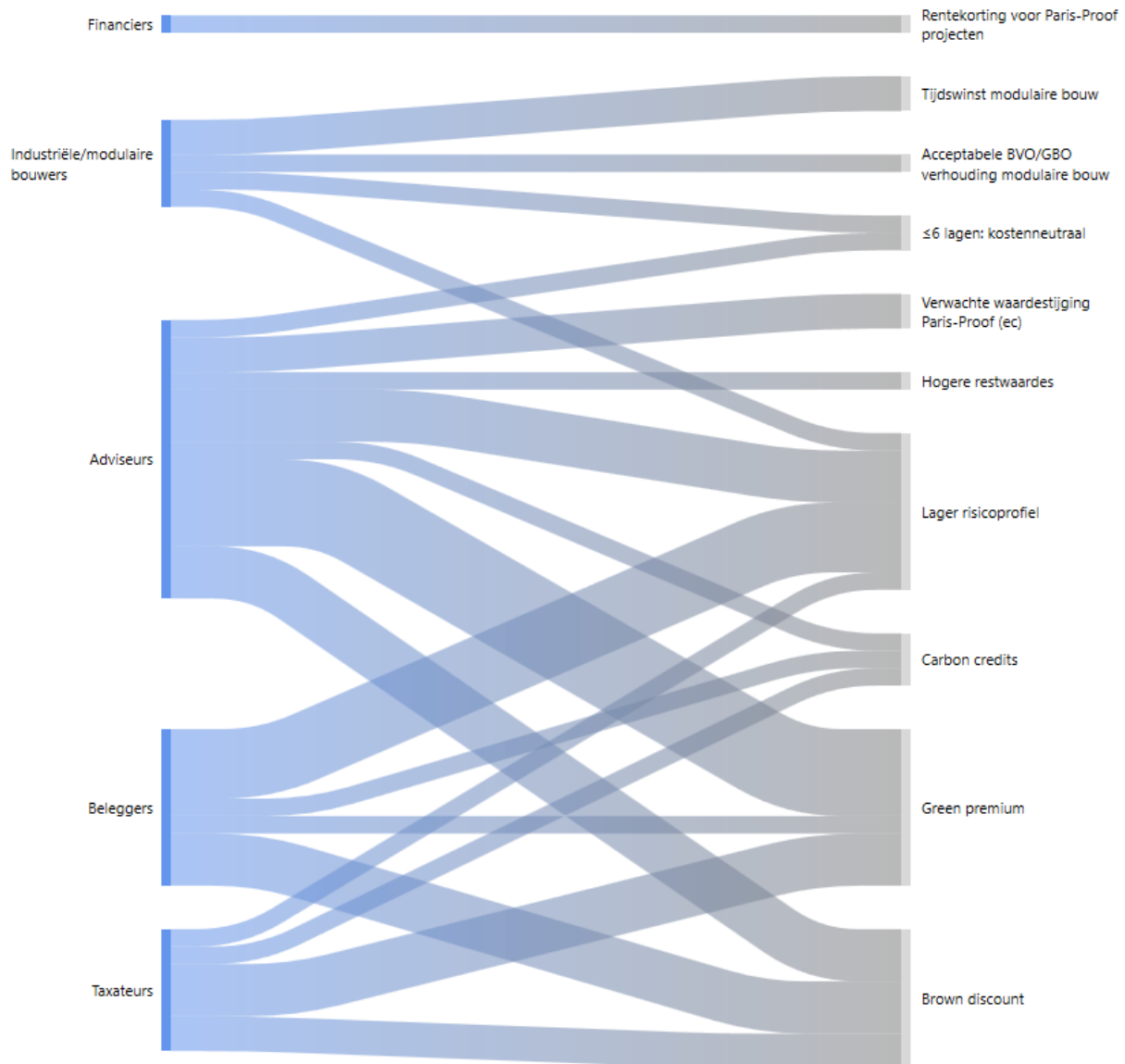


4.1.6 Potentiële Paris-Proof value case drivers

De interviews laten zien dat de financiële haalbaarheid van Paris-Proof woningbouw in toenemende mate wordt bepaald door financieringsvoorwaarden en waarderingsmechanismen. Daarbij wordt de brown discount consequent genoemd: projecten die niet voldoen aan toekomstige emissiegrenswaarden verliezen waarde en worden minder goed financieerbaar. Parallel hieraan kunnen green loans en rentekortingen voor Paris-Proof projecten de hogere initiële bouwkosten deels compenseren, terwijl niet-Paris-Proof vastgoed juist moeilijker gefinancierd raakt. Naarmate beleid en regelgeving richting 2030 verder worden aangescherpt, zal dit verschil in kapitaalkosten toenemen. Daarnaast blijken investeringshorizon en restwaarde steeds belangrijker: projecten die aantoonbaar toekomstbestendig zijn, kennen een gunstiger risicoprofiel en langere economische levensduur. Hoewel sommige drivers, zoals carbon credits en waardepremies voor lage EC, zich nog in een vroeg ontwikkelstadium

bevinden, suggereren de bevindingen dat de financiële consequenties van Paris-Proof bouwen op termijn steeds groter zullen worden. In Figuur 23 zijn de potentiële businesscasedrivers weergegeven die door de respondenten zijn genoemd.

Figuur 23: Potentiële Paris-Proof value case drivers



1. **Rentekorting:** financiers besteedden tot voor kort nauwelijks aandacht aan de milieuprestatie van projecten, maar volgens respondenten D8 en D14 is hierin een duidelijke verschuiving gaande. Deze ontwikkeling zal richting 2027 verder toenemen door de groeiende nadruk op scope 3-emissies en de invoering van de CSRD. Projecten die niet voldoen aan de Paris-Proof-grenswaarden lopen daardoor het risico op een rente-opslag of zelfs op weigering van financiering. Een van de financiers schatte deze opslag globaal op 10 tot 100 basispunten, afhankelijk van de mate waarin het project afwijkt van duurzaamheidsdoelen. Dit sluit aan bij de huidige praktijk waarin woningen met een label slechter dan D alleen financierbaar zijn met een onderbouwd verduurzamingsplan. Waar nu vooral de operationele energieprestatie centraal staat, verschuift de aandacht geleidelijk

naar de totale klimaatimpact. Projecten die wel aan de Paris-Proof-norm voldoen, kunnen volgens beide respondenten momenteel een rentekorting van circa 10 tot 50 basispunten realiseren, wat laat zien dat duurzaamheid steeds sterker financiële consequenties heeft binnen vastgoedfinanciering. Respondent D14 noemt dit ook wel de “de wortel en de stok”. Dit raakt dus niet alleen institutionele beleggers, maar ook bijvoorbeeld particuliere beleggers of ontwikkelaars.

2. Tijdswinst modulaire bouw: zie toelichting ontwerp- en materiaalkeuzes.
3. BVO/GBO verhouding modulaire bouw: zie toelichting ontwerp- en materiaalkeuzes.
4. Kostenneutraal bouwen met hout: zie toelichting ontwerp- en materiaalkeuzes.
5. Verwachte waardestijging Paris-Proof (EC): respondent D2 en D5 verwachten een waardestijging van Paris-Proof gebouwen als ze ook aan de EC-grenzen voldoen zodra regelgeving strenger wordt of schaarste afneemt. Op dit moment zijn er echter nog weinig transactiereferenties om dit empirisch te onderbouwen.
6. Hogere restwaardes: demontabel bouwen kan leiden tot hogere restwaardes, al is de taxatiemarkt hiervoor nog in ontwikkeling. Een hogere restwaarde beperkt de afschrijving maar kan voor VPB-plichtige partijen leiden tot een hogere belastingdruk.
7. Lager risicoprofiel: vrijwel alle respondenten verwachten dat niet-Paris-Proof projecten moeilijker verkoopbaar worden, maar dat dit door de huidige schaarste nog niet volledig zichtbaar is. Respondenten D5 en D11 eisen dat nieuwbouw binnen vijftien jaar na oplevering niet stranded raakt. Respondent D5 geeft aan dat het lagere risicoprofiel de risico-opslag in de disconteringsvoet verlaagt en de NCW verhoogt.
8. Carbon credits: carbon credits worden door meerdere respondenten als potentieel genoemd, maar de markt wordt als onvolwassen beschouwd. Twee adviseurs geven aan dat sommige beleggers interne CO₂-prijzen hanteren, waardoor onrendabele projecten niet doorgaan. Investeerders uit de steekproef passen dit nog niet toe.
9. Green premium: Volgens respondenten D6 en D11 liggen de bruto aanvangsrendementen voor stedelijke woningbouw momenteel tussen 4,0% en 4,5%. Respondent D1 verwacht dat deze rendementen in de toekomst verder zullen aanscherpen voor gebouwen die aansluiten bij de langetermijndoelen richting 2040 en 2050, met name op het gebied van operationele emissies. Voor energiezuinige woningen is nu al sprake van een aantoonbare premie: D6 schat dat woningen met een A++++-label circa 20–30 basispunten scherper renderen dan A++-woningen, vanwege het lagere risicoprofiel. Voor Paris-Proof projecten in termen van materiaalgebonden emissies (EC) is een dergelijke waardepremie nog niet empirisch vastgesteld, maar institutionele beleggers sturen hier wel steeds nadrukkelijker op. Verschillende respondenten geven aan dat een lichte yield compressie voor aantoonbaar duurzame projecten inmiddels zichtbaar is in de markt, met name doordat institutionele beleggers bereid zijn iets extra te betalen voor toekomstbestendig en laag-risico vastgoed.
10. Brown discount: De brown discount wordt door respondenten D1, D2, D3, D4, D9 en D11 expliciet genoemd. Bij acquisities wordt beoordeeld of een object op korte termijn Paris-Proof is; zo niet, dan worden de verduurzamingskosten als green capex in de NCW-berekening opgenomen. Taxateurs bevestigen dit mechanisme, maar wijzen op beperkte kennis over specifieke verduurzamingskosten. Voor materiaalgebonden emissies, die enkel bij de bouw vrijkomen, lijkt toekomstige waardedaling minder waarschijnlijk. Voor projecten in ontwikkeling blijft het risico echter groot: lange doorlooptijden, strengere

regelgeving en veranderende marktvraag kunnen leiden tot waardevermindering en lagere verkoopbaarheid. Twee respondenten (D12) benadrukken daarom het belang van een langetermijnperspectief. Een langere cashflowperiode, bijvoorbeeld 25 jaar, sluit beter aan bij de beleggingshorizon van institutionele partijen en maakt de langetermijnwaarde van duurzame investeringen zichtbaarder. Respondent D11 geeft aan dat dit binnen zijn organisatie nog niet wordt toegepast, omdat interne modellen zijn ingericht op kortere looptijden. Daardoor worden langetermijnbaten als waardebehoud, lagere transitierisico's en stabielere rendementen nog beperkt meegenomen in financiële besluitvorming, terwijl juist die factoren de robuustheid van Paris-Proof businesscases kunnen versterken.

4.1.7 Conclusie fase 1

Definitie Paris-Proof

De resultaten van de interviews bevestigen in grote lijnen de aannames uit het theoretisch kader, maar laten tevens zien dat de praktische toepassing van Paris-Proof principes nog fragmentarisch en contextafhankelijk is. In de theorie wordt een onderscheid gemaakt tussen OC en EC, waarbij voor beide afzonderlijke decarbonisatiepaden bestaan. De interviews bevestigen dat dit onderscheid ook in de praktijk wordt herkend, maar dat de nadruk bij investeerders en financiers nog vrijwel volledig ligt op de reductie van operationele emissies. CRREM fungeert daarbij als belangrijkste toetsingskader, terwijl het DGBC-pad vooral door adviseurs als richtinggevend wordt beschouwd. Wel groeit het besef dat enkel sturen op operationele emissies onvoldoende is om toekomstige emissiegrenzen te halen. De interviews concretiseren bovendien de theoretische discrepantie tussen ambitie en realisatie: waar de DGBC-grenswaarde van 139 kg CO₂/m² voor 2030 theoretisch wordt genoemd als richtpunt, achten respondenten deze in de huidige marktomstandigheden slechts beperkt haalbaar.

Ontwerpstrategieën

De in het theoretisch kader beschreven ontwerpstrategieën worden in de praktijk grotendeels onderschreven. Respondenten noemen biobased materialen, modulair bouwen, passieve installaties en circulair bouwen als de meest kansrijke routes om emissies te reduceren. Dit bevestigt de theoretische prioritering van ontwerpkeuzes met een hoog reductiepotentieel. Tegelijkertijd brengen de interviews belangrijke nuances aan. Zo blijkt houtbouw economisch haalbaar tot circa zes bouwlagen en technisch zonder grote consequenties tot ongeveer tien lagen, terwijl hogere gebouwen leiden tot meerkosten en een stijgende materiaalintensiteit. Dit beperkt de toepasbaarheid van biobased bouw in hoogstedelijke contexten, een aspect dat in het theoretisch kader niet expliciet aan bod komt. Ook wordt de effectiviteit van circulair bouwen erkend, maar wijzen respondenten op het gebrek aan referentieprojecten en marktdata, waardoor deze strategie nog weinig doorwerking heeft in waarderingsmodellen.

Implicaties

De empirische bevindingen bevestigen dat ontwerpkeuzes directe financiële implicaties hebben. In lijn met de theoretische aannames blijkt dat grotere wand- en vloerdiktes bij hout- en modulaire bouwsystemen de verhouding tussen bruto- en gebruiksoppervlak nadelig kunnen beïnvloeden, waardoor het aantal verhuurbare meters afneemt. Tegelijkertijd tonen de

interviews aan dat dit effect in sommige modulaire constructies beperkt blijft tot circa één procent, hetgeen de theoretische veronderstelling van een structureel ongunstige BVO/GBO-verhouding nuanceert. Nieuwe belemmeringen die in het theoretisch kader niet aan bod kwamen, betreffen de beperkte schaalbaarheid van industriële bouw, welstandseisen die de toepassing van emissiearme gevelsystemen bemoeilijken, en verzekeringspremies die biobased bouw financieel zwaarder maken ondanks het ontbreken van empirisch aangetoonde structurele risico's. Daarnaast merkt een van de respondenten op dat boven circa tien bouwlagen de materiaal- en installatietechnische eisen sterk toenemen, terwijl de mogelijkheden voor duurzame energieopwekking afnemen. Deze belemmering wordt in de literatuur niet expliciet benoemd, maar vormt in de praktijk een belangrijk obstakel voor de haalbaarheid van Paris-Proof woningbouw in hoogstedelijke context. Voor de hoogbouw die momenteel wordt gerealiseerd, is onzeker in hoeverre deze in de toekomst nog aan Paris-Proof-eisen kan voldoen. Dit risico lijkt nog onvoldoende op het netvlies te staan bij beleggers en kan leiden tot een toename van stranded assets.

Beleid

De theoretische verwachting dat beleid en regelgeving een belangrijke sturende rol spelen, wordt door de interviews bevestigd. Marktpartijen achten vrijwillige verduurzaming onvoldoende en pleiten voor een steviger beleidskader met dwingende normen. De door respondenten genoemde instrumenten – een CO₂-plafond, een integrale WLC-aanpak en een CO₂-belasting – corresponderen rechtstreeks met de in de literatuur beschreven behoefte aan een mix van normatieve en financiële prikkels. Daartegenover wordt beleidsvolatiliteit in de interviews expliciet benoemd als belemmering voor investeringszekerheid, wat de theoretische veronderstelling van consistent beleid als randvoorwaarde empirisch ondersteunt.

Rol van de belegger en Paris-Proof value case drivers

De interviews bevestigen de in het theoretisch kader beschreven nadruk van institutionele beleggers op de reductie van OC, met het CRREM-pad als belangrijkste referentie. Projecten die niet aan deze grenswaarden voldoen, worden gecorrigeerd doordat verwachte verduurzamingskosten als green capex in de NCW worden opgenomen. Tegelijkertijd wordt een groeiende aandacht zichtbaar voor EC. Enkele beleggers hanteren inmiddels emissiegrenzen voor nieuwbouw en sluiten projecten die deze overschrijden uit van aankoop, wat een risico vormt voor de afzetbaarheid en waardevastheid van projecten die zich momenteel in de ontwikkelpijplijn bevinden. Daarnaast geven respondenten aan dat financiële instellingen de rente in toenemende mate zullen koppelen aan de milieuprestatie van projecten, waardoor duurzaamheid directe invloed krijgt op de financierbaarheid.

Het risico dat projecten niet voldoen aan toekomstige OC- en EC-grenswaarden lijkt door de markt nog beperkt te worden verdisconteerd, mede doordat de beleggingshorizon van institutionele beleggers doorgaans niet verder reikt dan tien tot vijftien jaar. Hierdoor blijft onzeker in hoeverre projecten op langere termijn binnen de emissiegrenzen zullen blijven, met stranded assets als risico. Ook de taxatiepraktijk begint zich geleidelijk te ontwikkelen op dit vlak, maar de waardering van emissieprestaties blijft vooralsnog beperkt. De bevindingen benadrukken het belang van een verdere verschuiving van een business case- naar een value

case-benadering, waarin langetermijnwaarde en emissierisico's structureel worden geïntegreerd in investeringsbeslissingen.

4.1.8 Vertaling van kwalitatieve bevindingen naar modelparameters

Op basis van de interviews zijn de belangrijkste factoren die de financiële haalbaarheid van Paris-Proof woningbouw beïnvloeden samengevat in Tabel 5. Deze tabel geeft weer hoe kwalitatieve inzichten zijn vertaald naar modelaannames voor de kwantitatieve scenarioanalyse. De selectie is gemaakt op basis van de verwachte relevantie voor financiële besluitvorming en de mate waarin aannames plausibel konden worden onderbouwd op basis van de interviews en secundaire bronnen. Enkele factoren zijn daarbij indicatief van aard en geven vooral richting aan toekomstige waardering en financierbaarheid. In Bijlage 5 is een volledig overzicht opgenomen van parameters die invloed kunnen hebben op de business case of value case, maar in deze analyse buiten beschouwing zijn gelaten.

Tabel 5: Vertaling kwalitatieve bevindingen naar modelparameters

Determinant	Richting	Actor	Mechanisme	Contingenties	Operationele vertaling
Ontwerp & materialen					
Slechtere BVO/GBO houtbouw	-	Beiden	1. Opbrengst ↓: <i>Minder verkoop- en verhuurbaar oppervlak bij gelijke investering</i>	Afhankelijk van gebouwworm, brand- en geluidseisen, stedenbouwkundige randvoorwaarden; bij hoogbouw nemen effecten toe.	Meegenomen in dit onderzoek (vormfactor 74% in plaats van 75%).
Bouwmethode & industrialisatie					
Tijdswinst modulair bouwen	+	Beiden	1. CAPEX (ontw.) ↓: <i>Minder index/rentelasten</i> 2. Huurinkomsten ↑: <i>Eerder huurinkomsten</i>	Contractvorm (turnkey/forward funding); vergunningsdoorloop; industrialisatiegraad.	Meegenomen door bouwtijd een jaar te versnellen (extra jaar huur)
Mogelijke besparing bijkomende kosten/AK ontwikkelaar	+	Beiden	1. CAPEX ↓	Mate van standaardisatie en het te doorlopen proces bij een ontwikkeling	Meegenomen door beperkte afslag bijkomende kosten (-2%) en AK (-1%)
Waardering & Markt					
Verwachte brown discount (niet-PP)	–	Belegger	1. Exit yield ↑ 2. Risico-opslag disconteringsvoet ↑ 3. Risico-opslag rente ↑ 4. Marktvraag PP-projecten ↓	Wordt zichtbaar bij strengere regelgeving en meer transactiereferenties. Tevens is de mate van benodigde “green capex” van belangrijke invloed.	Meegenomen (triangulaire verdeling 10-25-50 bps enkel in 2030-scenario). De hoogte van benodigde brown discount hangt in werkelijkheid af van

					benodigde green capex en marktsentiment.
Verlenging horizon financiële modellen	+	Belegger	1. NCW ↑ <i>Door langere kasstroomperiode</i>	Afhankelijk van interne modelconventies institutionele beleggers	Meegenomen in het model als scenario om de gevoeligheid van NCW voor een langere beleggingshorizon zichtbaar te maken.
Beperkte EC-waardering in PvE/taxatie	±	Belegger	1. Waardering ± <i>geen yield-compressie voor lage EC</i>	Weinig transactiereferenties; beperkte kennis taxatiemarkt.	Meegenomen in 2026-scenario (geen yield-correctie)
Rentekorting (green loan)	+	Beiden	1. CAPEX ↓ 2. Leveraged casfhflow ↑ 2. <i>Lagere rentelasten bij duurzame projecten.</i>	Alleen bij aantoonbaar duurzame projecten; financieringsbeleid (scope 3, vanaf 2027).	Meegenomen (triangulaire verdeling 5–25–50 bps)
Rente-opslag (niet-PP / hoger risico)	–	Beiden	1. CAPEX ↑ 2. Leveraged casfhflow ↓ 3. NCW ↓ 3. <i>Hogere rentelasten bij duurzame projecten.</i>	Toepassing afhankelijk van bankvoorwaarden en risicoperceptie.	Meegenomen (triangulaire verdeling 10–50–100 bps). Voor de businesscase van de ontwikkelaar is een afslag van 0,5% aangenomen op de bijkomende kosten.
Beleid					
CO ₂ -belasting (ETS 1)	+	Beiden	1. CAPEX ↑ 2. OPEX ↑	Tariefontwikkeling, afbouw gratis emissierechten	Meegenomen in dit onderzoek middels triangulaire verdeling (2030: 100-120-150 bps, 2050: 150-250-400 bps)

4.2 Fase 2

In deze paragraaf worden de inzichten uit de kwalitatieve analyse kwantitatief getoetst met behulp van een DCF-analyse in combinatie met een Monte Carlo-simulatie. De analyse bestaat uit meerdere stappen.

Eerst wordt door middel van een gevoeligheidsanalyse vastgesteld wat de impact is van afzonderlijke en cumulatieve parameters (zoals weergegeven in Tabel 5) op de financiële haalbaarheid van de laagbouwscenario's. Voor elk scenario wordt een nulmeting uitgevoerd, waarna de effecten van beleidsmatige en markttechnische variabelen worden onderzocht. Vervolgens worden de scenario's voor 2026 en 2030 vergeleken om te bepalen welke variant onder de gespecificeerde randvoorwaarden het gunstigst presteert. Aansluitend worden de hoogbouwscenario's (tien bouwlagen) op dezelfde wijze geanalyseerd. Tot slot volgt een robuustheidsanalyse voor de houtbouwvarianten, waarin de gevoeligheid wordt getoetst voor drie afzonderlijke wijzigingen: een verlaging van de LTV naar 30%, een volledig middeldure programmering en een bouwkostenstijging van 10%.

In alle analyses zijn de NCW en de IRR (zowel unlevered als levered) onderzocht, inclusief de spreiding op basis van Monte Carlo-simulaties. Daarnaast is de minimale verkoopprijs van de ontwikkelaar vergeleken met de maximale aankoopprijs van de belegger, bepaald op basis van het bruto aanvangsrendement (BAR). De analyses zijn aanvankelijk uitgevoerd met een uniforme BAR om de scenario's onderling vergelijkbaar te houden. Indien daarbij een value gap optreedt, is berekend welke mate van yieldcompressie noodzakelijk zou zijn om het project marktconform te kunnen realiseren. De value gap kan in theorie worden overbrugd via yield compressie of een lagere residuele grondwaarde, maar beide mechanismen zijn in de praktijk niet vanzelfsprekend. De gepresenteerde yield compressie moet daarom vooral worden gelezen als een indicatieve maat voor de marktwaardering van duurzaamheid.

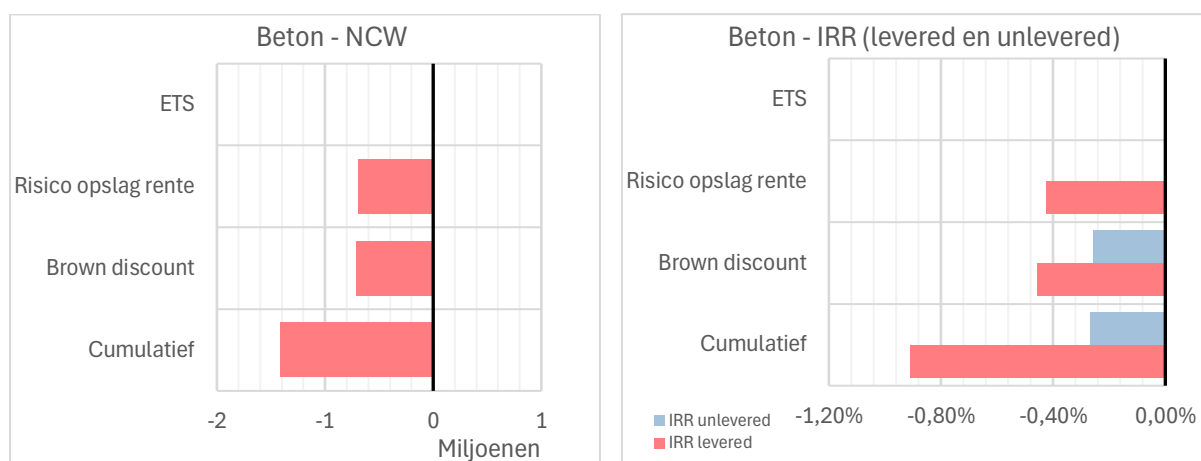
4.2.1 Gevoeligheidsanalyse

De value gap bedraagt in de laagbouwscenario's circa € 0,2 mln voor hout en € 1,0 mln voor modulair, terwijl beton geen kloof vertoont. Om deze te overbruggen is een yieldcompressie van circa 4,3–4,5 % vereist. De gevoeligheidsanalyse in de volgende paragraaf wordt gepresenteerd zonder correctie op de value gap, zodat de effecten van afzonderlijke beleids- en marktfactoren zuiver zichtbaar blijven.

Beton

De nulmeting (scenario 1) toont een stabiel financieel profiel met een NCW van circa € 2,6 mln en een IRR (levered) van 7,0 %. Het toevoegen van ETS-kosten heeft nauwelijks effect (–3 %), maar de combinatie van rente-opslag en een brown discount resulteert in een daling van de NCW met € 1,2 mln (–53 %) en van de IRR met 0,9 procentpunt. Beton blijkt vooral gevoelig voor rente- en risicopremies, niet voor emissiekosten. De gevoeligheidsanalyse is weergegeven in Figuur 24.

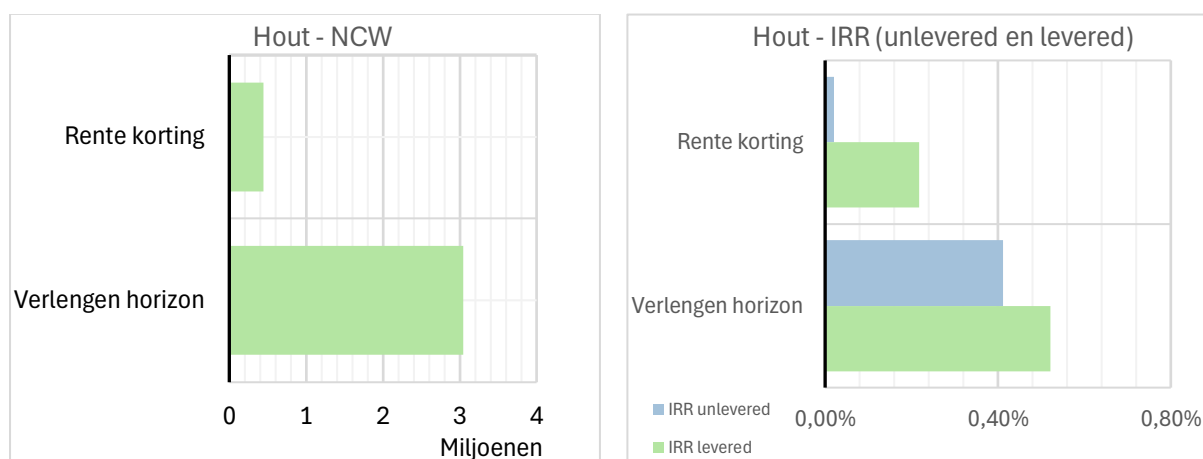
Figuur 24: Gevoeligheidsanalyse NCW en IRR beton scenario



Hout

De houtvariant start met een NCW van € 2,59 mln en een IRR van 7,0 % (zie Figuur 25). Een rentekorting van 50 bps (scenario 3) verhoogt de NCW met € 0,39 mln en de IRR met 0,2 procentpunt, terwijl een langere exploitatieperiode (scenario 4) leidt tot een stijging van de NCW met € 3,07 mln en van de IRR met 0,5 procentpunt. Hoewel een langere kasstroomperiode vanzelfsprekend leidt tot een hogere NCW, heeft deze verlenging ook een bredere betekenis. Een langere exploitatieperiode vraagt om vooruitdenken over aanpassing en herinvestering om stranded assets te voorkomen. Houtbouw fungeert in deze context als representant van CO₂-arme bouwsystemen die toekomstbestendigheid combineren met waardebehoud binnen een emissiearme economie. De hogere initiële investering wordt daarbij gerechtvaardigd door een stabiel rendement over de levenscyclus.

Figuur 25: Gevoeligheidsanalyse NCW en IRR hout scenario



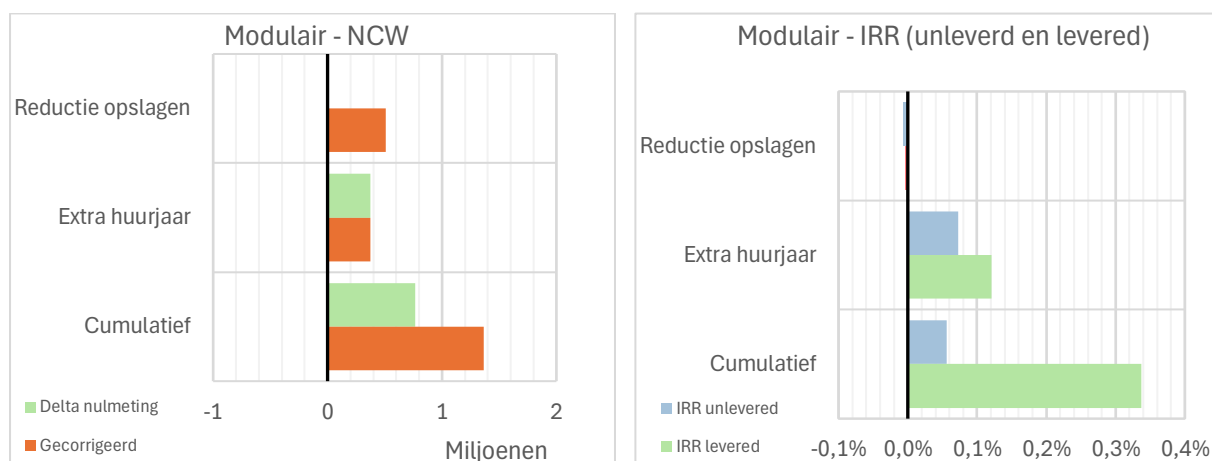
Modulair

De modulaire variant vertoont in de nulmeting een NCW van € 2,60 mln en een IRR van 7,0 % (zie Figuur 26). Wanneer rekening wordt gehouden met lagere opslagen op de bouwkosten en een extra huurjaar, stijgt de NCW cumulatief met € 0,77 mln en de IRR met 0,3 procentpunt tot

circa 7,3 %. Door de beperkte opslagen op de bouwkosten neemt de value gap tevens af naar € 0,37 mln.

De resultaten illustreren dat de businesscase van modulaire bouw aanzienlijk gunstiger kan uitvallen wanneer de inherente voordelen — kortere bouwtijd, lagere opslagpercentages, snellere huurinkomsten en lagere financieringskosten — worden meegewogen. Deze factoren versterken de financiële haalbaarheid en maken modulaire bouw tot een potentieel concurrerend alternatief binnen het toekomstige duurzaamheidskader.

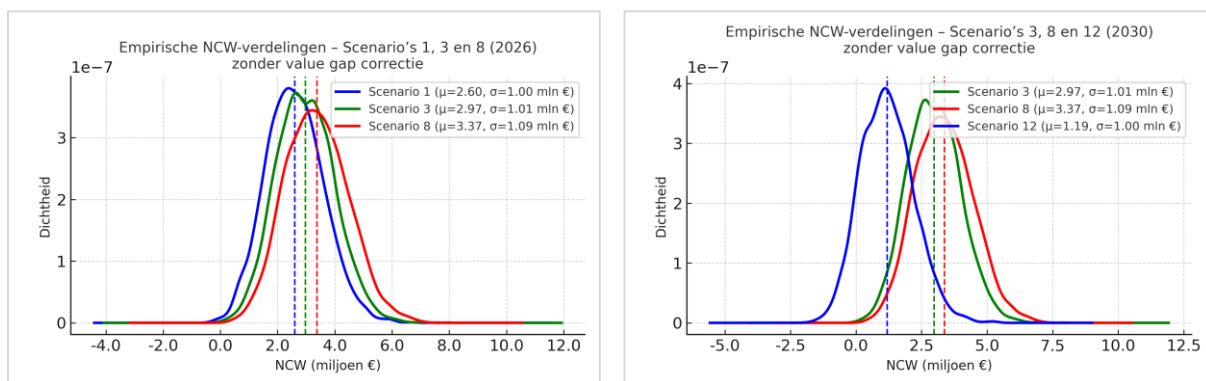
Figuur 26: Gevoeligheidsanalyse NCW en IRR modulair scenario



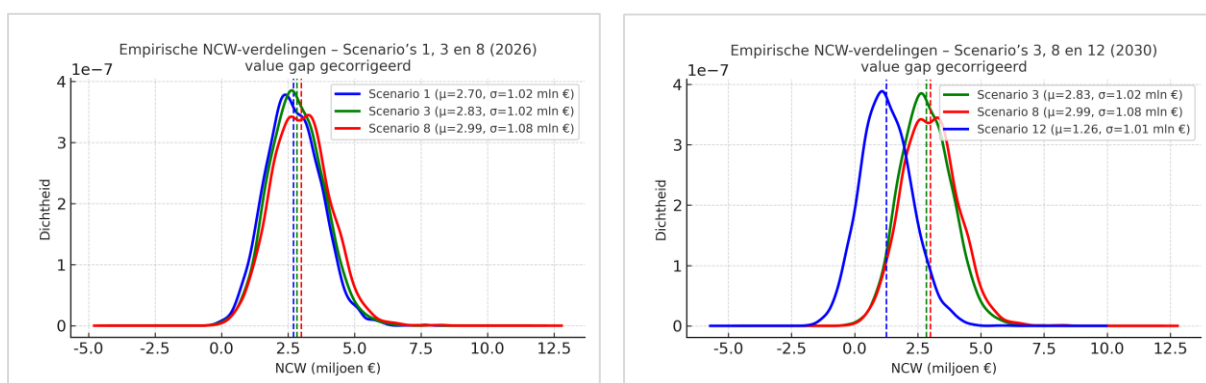
4.2.2 2026 versus 2030

De Monte Carlo-analyse toont dat de varianten in 2026 financieel vergelijkbaar presteren, met gemiddelde NCW's tussen € 2,6 en € 3,4 mln en vergelijkbare rendementen van circa 5,6–5,7 % waarbij de modulaire variant net het beste rekt (zie Figuur 27: NCW-verdelingen 2026 versus 2030 (zonder correctie op value gap) Figuur 27 voor NCW-verdelingen). Als echter de correctie op de value gap wordt toegepast, dan presteren de varianten nagenoeg gelijk (zie Figuur 28). De verschillen zijn in dat jaar marginaal, wat duidt op een evenwicht tussen investeringskosten en opbrengsten over de varianten heen. Richting 2030 verandert dit beeld: de conventionele betonnen variant laat een duidelijke verslechtering van de financiële haalbaarheid zien. Door de toevoeging van een risico-opslag op de rente, ETS-heffingen en een zogenoemde brown discount daalt de NCW tot circa € 1,2 mln en neemt de kans op negatieve uitkomsten toe tot ruim 11 %. De duurzame scenario's behouden daarentegen hun relatieve positie en blijven financieel robuust.

Figuur 27: NCW-verdelingen 2026 versus 2030 (zonder correctie op value gap)



Figuur 28: NCW-verdelingen 2026 versus 2030 (met correctie op value gap)



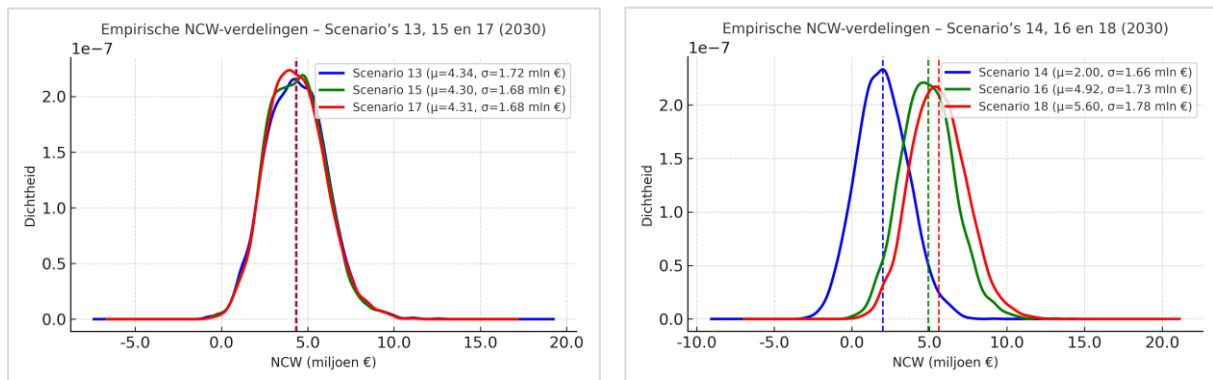
4.2.3 Hoogbouw

Ter vergelijking met de laagbouw zijn ook hoogbouwscenario's onderzocht, omdat dit bouwtype beter aansluit bij de stedelijke context. Uit de interviews blijkt dat hout- en modulaire bouw boven zes lagen hogere bouwkosten kennen, onder meer door aanvullende eisen aan constructie en brandveiligheid. De NCW-verdelingen van de hoogbouwscenario's zijn weergegeven in Figuur 29 en Figuur 30.

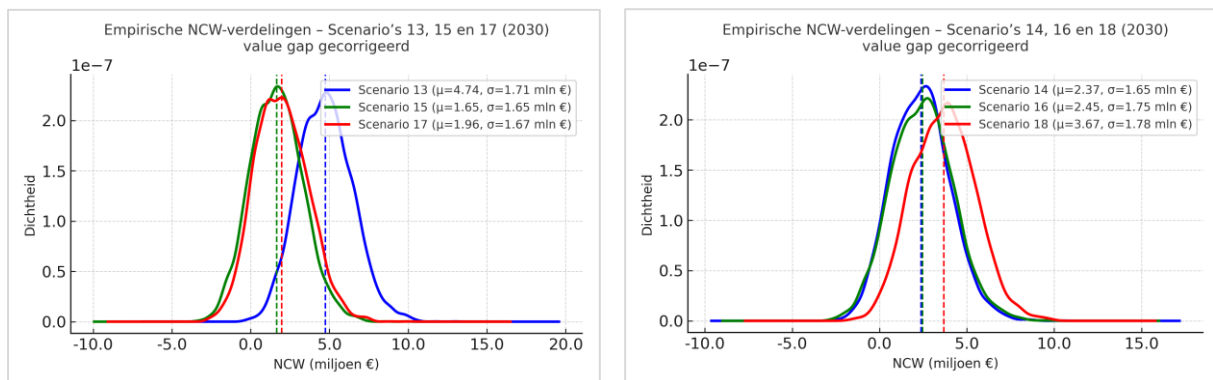
De nulmetingen (scenario's 13, 15 en 17) tonen vergelijkbare NCW's van circa € 4,3 mln met een spreiding van ongeveer € 1,7 mln. Na correctie voor de value gap ligt de gemiddelde waarde voor beton hoger (€ 4,74 mln) dan voor hout (€ 1,65 mln) en modulair (€ 1,96 mln). Dit verschil volgt direct uit de hogere investeringskosten van de duurzame varianten bij een gelijkblijvende marktwaarde. Wanneer in scenario 14 een ETS-heffing, risico-opslag op de rente en brown discount worden toegepast, daalt de NCW van beton tot € 2,0 mln. Hout (scenario 16) en modulair (scenario 18) realiseren hogere waarden bij rentekorting en lagere bijkomende kosten (€ 4,9 mln en € 5,6 mln). Na correctie liggen de waarden dicht bij elkaar (€ 2,4 – € 3,7 mln), wat aangeeft dat de relatieve positie van beton verslechtert onder strengere klimaat- en financieringscondities. Hoogbouw kent bovendien een structureel risico op beperkte energie-autonomie: het beschikbare dakoppervlak is vaak onvoldoende om de eigen energievraag te dekken, wat invloed kan hebben op de marktwaardering. Samenvattend tonen de

hoogbouwscenario's dat duurzame bouwmethoden hogere investeringen vergen, maar dat hun relatieve positie verbetert wanneer toekomstige markt- en beleidsfactoren worden meegenomen.

Figuur 29: NCW-verdelingen hoogbouw 2026 versus 2030 (zonder correctie op value gap)



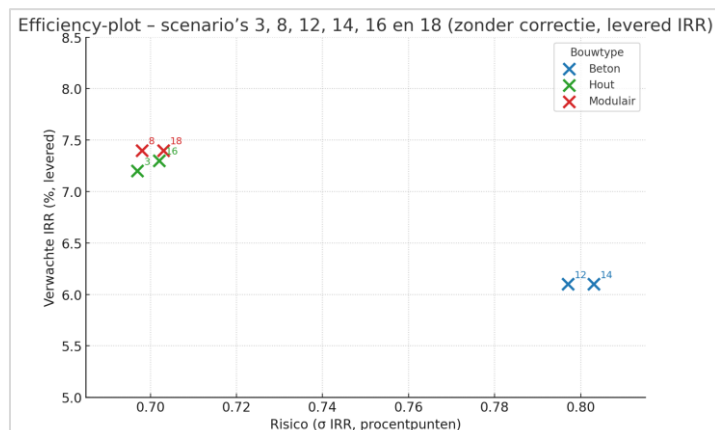
Figuur 30: NCW-verdelingen hoogbouw 2026 versus 2030 (met correctie op value gap)



4.2.4 Efficiency-plot

De efficiency-plot (Figuur 31) laat zien dat de duurzame bouwsystemen in de onderzochte scenario's een verwachte IRR van circa 7,4 tot 7,6 procent combineren met een risico van ongeveer 0,7 procentpunt, wat wijst op een gunstigere rendement-risicobalans ten opzichte van beton. Het betonnen referentieconcept blijft steken rond een IRR van 5,8 tot 6,0 procent bij een hogere spreiding van circa 0,8 procentpunt, en is daarmee minder efficiënt onder gelijke marktrente en discontovoet. De beperkte spreiding tussen de hout- en modulaire scenario's suggereert bovendien een relatief stabiel financieel profiel. Omdat de aannames deels zijn gebaseerd op expertinschattingen uit interviews, moeten de resultaten worden geïnterpreteerd als indicatief voor de relatieve verschillen tussen de bouwsystemen.

Figuur 31: Efficiency-plot (vergelijk IRR en standaarddeviatie beton, hout en modulair, zonder correctie value gap)



4.2.5 Robuustheidschecks houtbouw

De robuustheidsanalyse toetst de gevoeligheid van houtbouw voor drie wijzigingen: een verlaging van de LTV naar 30%, een volledig middeldure programmering en een bouwkostenstijging van 10%. Zonder correctie op de value gap liggen de gemiddelde NCW's tussen circa € 2,0 en € 3,0 mln, met IRR's rond 5,7–5,8% en een beperkte kans op negatieve uitkomsten (< 4%). Na correctie dalen de waarden tot respectievelijk € 1,9 mln (LTV 30%), € 0,3 mln (100% middenhuur) en € 1,0 mln (+10% bouwkosten). De kans op negatieve uitkomsten stijgt naar 6%, 38% en 16%. De verlaging van de LTV heeft een gematigd negatief effect, de middenhuurvariant veroorzaakt de grootste verslechtering van rendement en haalbaarheid, en de bouwkostenstijging blijkt het minst impactvol. De volledige robuustheidscheck is na te lezen in Bijlage 6.

4.2.6 Samenvatting conclusies

Samengevat kunnen op basis van bovenstaande analyse de volgende conclusies worden getrokken:

1. Gevoeligheidsanalyse: beton is in de nulmeting financieel stabiel, maar sterk gevoelig voor rente-opslag en risicopremies, terwijl ETS-heffingen nauwelijks effect hebben. Hout en modulair starten met vergelijkbare waarden en verbeteren hun haalbaarheid bij rentekorting en lagere bouwkostenopslagen, al blijft er een beperkte value gap die met 0,2 procentpunt yieldcompressie is te overbruggen of via een lagere residuele grondwaarde. Rekening houden met een langere beleggingshorizon (25 in plaats van 15 jaar) kan eveneens leiden tot een hogere NCW. De verlenging van de kasstroom heeft een bredere betekenis: een langere exploitatieperiode vraagt om vooruitdenken over aanpassing en herinvestering om stranded assets te voorkomen. De sterke invloed van de brown discount en de risico-opslag op vreemd vermogen komt voort uit hun directe effect op de kasstromen en de disconteringsvoet. Een hogere risk premium op debt verhoogt de financieringskosten, wat zowel de NCW als de IRR drukt, zeker bij projecten met hoge leverage. De brown discount werkt via de opbrengstzijde: deze weerspiegelt de lagere marktwaardering van niet-duurzaam vastgoed door hogere transitierisico's en een lagere beleggingsvraag. Beide parameters versterken elkaar — hogere financieringslasten én een lagere verwachte

restwaarde leiden tot een dubbel negatieve waarderingsdruk op conventionele bouw. Hierdoor verklaart de gevoeligheidsanalyse waarom juist deze twee variabelen bepalend zijn voor de relatieve verschuiving in financieel rendement tussen beton en de Paris-Proof varianten.

2. 2026 versus 2030: in 2026 presteren de varianten nagenoeg gelijk, maar richting 2030 verslechtert de positie van beton door hogere rentelasten, ETS-heffingen en een brown discount, terwijl de duurzame scenario's hun financiële robuustheid behouden.
3. Hoogbouw: duurzame varianten vragen hogere investeringen, maar verbeteren hun relatieve positie onder strengere markt- en beleidscondities; beton verliest terrein, en de modulaire variant vormt de financieel meest aantrekkelijke optie.
4. Robuustheid: de NCW daalt in alle houtbouwvarianten, het minst bij lagere LTV en hogere bouwkosten, en het sterkst bij een volledig middeldure programmering, wat bevestigt dat een opeenstapeling van beleidsdoelen projecten financieel moeilijk rond te rekenen maakt in lijn met de bevindingen uit de interviews.
5. Efficiency-plot: de resultaten suggereren dat duurzame bouwsystemen in de onderzochte configuraties een gunstiger rendement-risicobalans bieden dan conventionele bouw. De beperkte spreiding tussen de duurzame scenario's wijst op een consistent financieel profiel, terwijl beton onder gelijke marktrente en discontovoet minder competitief blijkt.

5. Conclusie, aanbevelingen en reflectie



5. Conclusie, aanbevelingen en reflectie

In dit hoofdstuk wordt de hoofdvraag van het onderzoek beantwoord. Vervolgens wordt de in paragraaf 2.6 geformuleerde hypothese getoetst, waarna de aanbevelingen en de reflectie worden besproken.

5.1 Beantwoording hoofdvraag

De hoofdvraag luidt als volgt: *“Op welke wijze beïnvloedt het investeren in Paris-Proof woningbouwprojecten het financiële rendement op de lange termijn?”*

De bevindingen laten zien dat de financiële effecten van investeren in Paris-Proof woningbouw steeds nadrukkelijker worden bepaald door veranderende regelgeving, financieringsvoorwaarden en beleggingsstrategieën. Dit sluit aan bij het theoretisch kader, waarin de structurele aanscherping van Europese en nationale klimaatwetgeving wordt gezien als belangrijke aanjager van de verschuiving naar emissiearm bouwen. Marktpartijen anticiperen op een verdere aanscherping van emissie-eisen richting 2030 en 2050, waardoor emissieprestaties een toenemende rol spelen in waardering en financierbaarheid. Financiers koppelen de rente in toenemende mate aan de milieuprestatie van projecten: duurzame ontwikkelingen kunnen profiteren van rentekortingen, terwijl projecten die niet aan de Paris-Proof-criteria voldoen te maken krijgen met risico-opslagen of beperkingen in financiering. Daarmee wordt duurzaamheid een directe factor in de kapitaalkosten en het rendement. De sterke invloed van de brown discount en de risico-opslag op vreemd vermogen komt voort uit hun directe effect op de kasstromen en de disconteringsvoet. Een hogere risicopremie verhoogt de financieringskosten, terwijl de brown discount de opbrengstzijde verlaagt via een lagere marktwaardering van niet-duurzaam vastgoed. Deze dubbele druk verklaart waarom conventionele bouwsystemen in de scenarioanalyse het sterkst in waarde dalen ten opzichte van de Paris-Proof varianten.

De rol van institutionele beleggers is hierbij belangrijk. Hun aandeel in de woningbouwfinanciering groeit, en zij sturen steeds nadrukkelijker op emissieprestaties. Verschillende grote beleggers hanteren inmiddels grenswaarden voor EC en sluiten projecten die daarboven liggen uit van aankoop. Dit bevestigt de in het theoretisch kader beschreven verschuiving van een nadruk op OC naar een bredere benadering waarin ook EC worden meegenomen. Voor OC worden verwachte verduurzamingskosten als green capex in de NCW opgenomen, wat leidt tot waardevermindering van niet-Paris-Proof vastgoed. Daarmee krijgt de theoretisch beschreven ontwikkeling richting een integrale WLC-benadering ook in de praktijk steeds meer vorm. Projectontwikkelaars en bouwers worden hierdoor indirect gedwongen hun projecten aan te passen om markttoegang en verkoopbaarheid te behouden.

Hoewel duurzame bouwsystemen hogere initiële investeringen vergen, wijzen de resultaten erop dat zij op de lange termijn een gunstiger risico-rendementsprofiel en stabielere waardeverloop kennen. Het theoretisch kader benadrukt dat beleidsdruk en veranderende markteisen leiden tot een verschuiving in de waardering van vastgoed, waarbij niet-duurzame

projecten op termijn aan waarde kunnen verliezen. Het beperkte beleggingsperspectief van circa tien tot vijftien jaar zorgt er echter voor dat deze langetermijnbaten nog onvoldoende worden verdisconteerd in besluitvorming en taxatiepraktijk. De bevindingen benadrukken daarom, in lijn met het theoretisch kader, de noodzaak van een structurele verschuiving van een business case- naar een value case-benadering, waarin emissierisico's, financieringsvoorwaarden en waardebehoud over de volledige levensduur van vastgoed integraal worden meegenomen.

5.2 Toets hypothese

De getoetste hypothese luidt als volgt: *“Paris-Proof woningbouw beperkt blootstelling aan transitierisico's en vergroot de kans op een gunstiger risico-rendementsprofiel op lange termijn.”*

De resultaten van de DCF- en Monte Carlo-analyses ondersteunen deze hypothese. In de scenariovergelijking tussen 2026 en 2030 blijkt dat conventionele betonnen bouwsystemen onder aangescherpte beleids- en marktcondities aanzienlijk aan waarde verliezen. Door de toepassing van een risico-opslag op de rente, ETS-heffingen en een brown discount daalt de NCW van het betonscenario tot circa € 1,2 mln (–53 %), terwijl de IRR afneemt van 7,0 % naar 6,1 %. De CO₂-arme varianten (hout en modulair) behouden daarentegen hun waarde en rendement, met NCW's tussen € 2,6 en € 3,4 mln en IRR's (levered) van 7,4 – 7,6 %.

De efficiency-plot onderbouwt dit verschil kwantitatief: duurzame bouwsystemen combineren een hogere gemiddelde IRR met een lagere standaarddeviatie ten opzichte van beton. Dit duidt op een gunstiger risico-rendementsverhouding. Bovendien blijft de kans op negatieve uitkomsten voor hout en modulair onder 5 %, terwijl die bij beton richting 11 % stijgt in 2030.

Gezamenlijk tonen deze resultaten aan dat Paris-Proof woningbouw de gevoeligheid voor transitierisico's vermindert en op de lange termijn kan bijdragen aan een stabiel en gunstiger risico-rendementsprofiel. Hoewel de analyse deels gebaseerd is op modelmatige aannames en expertinschattingen, bieden de bevindingen kwantitatieve aanwijzingen dat investeringen in Paris-Proof bouwsystemen waardeverteert en toekomstbestendige rendementen ondersteunen.

De robuustheidsanalyse laat zien dat houtbouw financieel stabiel blijft zonder correctie op de value gap (het verschil tussen marktwaarde op basis van rendementseisen en de hogere kostprijs van Paris-Proof woningbouw), maar dat de haalbaarheid sterk afneemt zodra deze wordt meegenomen. Dit is met name het geval bij een volledig middeldure programmering, wat aantoont dat stapeling van eisen het rendement bij Paris-Proof woningbouw aanzienlijk onder druk zet.

5.3 Aanbevelingen

5.3.1 Aanbevelingen voor beleggers

1. Veranker Paris-Proof-doelstellingen structureel in de besluitvorming

Beleggers hebben met het Paris-Proof Commitment een belangrijke stap gezet richting duidelijke emissiegrenzen voor nieuwbouw. Door deze normen structureel te verankeren in het PvE, de investeringsrichtlijnen en de toetsingscriteria bij acquisities ontstaat meer consistentie in besluitvorming en duidelijkheid voor ontwikkelaars en bouwers over de emissieprestaties die vereist zijn voor financiering en aankoop.

2. Integreer ontwerp- en reductiestrategieën vroegtijdig in het ontwikkelproces

Biobased materialen, modulaire bouw, circulair bouwen en passieve ontwerpprincipes bieden momenteel het grootste reductiepotentieel. Door deze keuzes al in de ontwerpfase te integreren in plaats van pas bij optimalisatie in de aanbesteding, kunnen zowel CO₂-uitstoot als kosten worden beperkt. Beleggers kunnen dit stimuleren door dergelijke strategieën als expliciete voorwaarden op te nemen in tendercriteria en due diligence. De keuze voor hout is daarbij niet altijd de enige of beste route naar emissiereductie. Ook hybride constructies, circulaire concepten en nieuwe betontechnieken kunnen bijdragen aan Paris-Proof-doelen. Het sturen op CO₂-prestatie in plaats van op materiaaltype is belangrijk, zodat innovatie en kostenefficiëntie optimaal worden benut.

3. Anticipeer op beleidsontwikkelingen en prijseffecten

Het beleidskader voor emissiereductie zal de komende jaren verder worden aangescherpt. De invoering van ETS2 is daarvan een concreet voorbeeld: hoewel dit systeem niet direct op beleggers van toepassing is, zal het leiden tot hogere energiekosten voor huurders en daarmee indirect invloed hebben op betaalbaarheid, exploitatie en leegstandsrisico. Beleggers doen er daarom verstandig aan om beleidsontwikkelingen periodiek te vertalen naar hun financiële risicomodellen, zodat de effecten van veranderende regelgeving tijdig kunnen worden meegenomen in waardering, portefeuillebeheer en beleggingsstrategie.

4. Verleng de beleggingshorizon en beoordeel waarde in een langetermijnperspectief

De meeste beleggers hanteren een beleggingshorizon van tien tot vijftien jaar, terwijl emissiegrenzen en beleidsdoelen verder in de toekomst reiken. Hierdoor worden toekomstige grenswaarden en mogelijke waardedalingen slechts beperkt meegenomen in de financiële afweging. Ook bij verkoop na tien jaar blijft het risico bestaan dat de koper toekomstige verduurzamingskosten verdisconteert, wat leidt tot een brown discount. In deze scriptie blijkt dat een beperkte yield compressie van 0 tot 50 basispunten al voldoende kan zijn om een duurzamere investering te rechtvaardigen, die zich op de lange termijn mogelijk kan terug verdienen. Het kan daarom aantrekkelijk zijn te onderzoeken of het financieel voordeliger is om gebouwen direct te laten voldoen aan de emissie-eisen voor 2040 of 2050, in plaats van investeringen uit te stellen.

5. Beoordeel hoogbouw op toekomstbestendigheid

Hoogbouw boven circa tien bouwlagen kent hogere materiaalintensiteit en beperkte mogelijkheden voor duurzame energieopwekking. Hierdoor is het onzeker of deze projecten op termijn binnen de Paris-Proof-grens kunnen blijven. Beleggers dienen bij investeringsbeslissingen expliciet te toetsen of het ontwerp toekomstbestendig is en welke

maatregelen nodig zijn om ook op langere termijn aan emissie-eisen te voldoen. Dit geldt evenzeer voor de nieuwbouw die momenteel wordt gerealiseerd.

6. Hanteer een value case-benadering in plaats van een traditionele businesscase

Projecten worden in de praktijk vaak beoordeeld op bouwkosten en initiële yield, terwijl duurzame concepten juist baten opleveren op de langere termijn. Door te rekenen met een value case waarin aspecten als kortere bouwtijd, lagere financieringskosten, rentekorting en waardebehoud worden meegenomen, ontstaat een vollediger beeld van het rendement. Het parallel vergelijken van conventionele en duurzame varianten maakt daarbij inzichtelijk hoe duurzaamheid zich vertaalt in rendement, risico en waardeontwikkeling.

7. Beperk kennisfragmentatie binnen de keten

De huidige gefragmenteerde structuur van de bouw- en vastgoedketen leidt tot misverstanden, risico-opslagen en een te hoge risicoperceptie van duurzame concepten. Houtbouwers, aannemers, adviseurs, ontwikkelaars, beleggers en financiers werken nog te vaak los van elkaar, waardoor kennis niet wordt gedeeld en kansen voor optimalisatie onbenut blijven. Door in een vroeg stadium gezamenlijk op te trekken kunnen faalkosten en risicopremies worden verminderd, terwijl de haalbaarheid van biobased en modulaire bouwsystemen juist toeneemt. Beleggers kunnen hierbij een aanjagende rol vervullen door hun duurzaamheidswensen en emissie-eisen expliciet te verankeren in investeringsrichtlijnen en toetsingscriteria, en deze vroegtijdig en duidelijk te communiceren richting ontwikkelaars en bouwpartners.

5.3.2 Onderzoeksaanbevelingen

1. Doorontwikkeling waarderingsmethoden

Verdere verfijning van financiële waarderingsmodellen is wenselijk. Toekomstig onderzoek kan langere exploitatiehorizonten (25–30 jaar) testen en expliciet rekening houden met restwaarde, yield-compressie en de parallelle vergelijking van conventionele en duurzame varianten binnen één besliskader. Daarbij is het relevant om de beperkingen van het CAPM te corrigeren voor de illiquide en locatiegebonden vastgoedmarkt, ontwerp- en prijseffecten te onderscheiden en inflatie expliciet te verwerken in de kasstroom.

2. Onderzoek Paris-Proof hoogbouw

Het onderzoek laat zien dat biobased en modulaire bouwsystemen bij hoogbouw tegen technische en financiële grenzen aanlopen. Vervolgonderzoek kan kwantitatief vaststellen tot welk schaalniveau deze systemen haalbaar blijven, en welke ontwerpkeuzes, materiaalalternatieven of hybride constructies nodig zijn om ook boven tien bouwlagen binnen de Paris-Proof-grens te blijven. Daarbij verdient ook de energiecomponent aandacht: bij toenemende bouwhoogte neemt het beschikbare oppervlak voor duurzame energieopwekking af, waardoor aanvullende strategieën nodig zijn om aan de operationele emissie-eisen te blijven voldoen.

3. Empirisch onderzoek naar marktwaardering van emissieprestaties

De theoretische kans op een green premium en het risico van een brown discount zijn beschreven, maar empirisch bewijs ontbreekt nog. Vervolgonderzoek kan taxatie-, transactie- en financieringsdata analyseren om vast te stellen in hoeverre emissieprestaties daadwerkelijk invloed hebben op marktwaarde, financieringskosten en yield.

4. Beleidsmatig

Uit dit onderzoek blijkt dat de Nederlandse regelgeving nog niet in lijn is met de aankomende Europese verplichtingen. Zo zijn de ZEB-eisen uit de herziene EPBD strenger dan de huidige BENG-normen, en blijft de reductie van materiaalgebonden emissies (EC) achter doordat de MPG geen directe CO₂-grenswaarde of financiële prikkel kent. Vervolgonderzoek kan analyseren welke beleidsaanpassingen nodig zijn om nationale regelgeving af te stemmen op de Europese kaders, en wat de financiële implicaties daarvan zijn voor woningbouwprojecten. Daarnaast is het relevant om de impact van instrumenten zoals ETS2, de afbouw van gratis emissierechten in ETS1 en de beprijzing van importmaterialen via het CBAM te kwantificeren. Dit kan inzicht geven in hoe toekomstige beprijzing en normering de businesscase van Paris-Proof woningbouw structureel veranderen.

5.4 Reflectie

5.4.1 Methodologische reflectie

Het onderzoek combineert kwalitatieve en kwantitatieve methoden om inzicht te verkrijgen in de financiële haalbaarheid van Paris-Proof woningbouw. Deze mixed-methods-benadering heeft goed gefunctioneerd: de interviews boden relevante praktijkinzichten waarmee de kwantitatieve analyse realistisch kon worden geparametreerd. Door theorie, expertkennis en modellering te combineren, is de toepasbaarheid binnen de vastgoedpraktijk vergroot.

De toepassing van Monte Carlo-simulaties vormt een duidelijke meerwaarde. Door onzekerheden in inputvariabelen via kansverdelingen te modelleren, ontstaat een genuanceerd beeld van het rendement- en risicoprofiel van Paris-Proof versus conventionele bouw. Waar de DCF-analyse puntschattingen oplevert, maakt de Monte Carlo-benadering het mogelijk om de spreiding en waarschijnlijkheid van uitkomsten te kwantificeren en zo de gevoeligheid van de businesscase zichtbaar te maken.

Een beperking is dat de simulatie deels afhankelijk is van aannames waarvoor beperkte empirische data beschikbaar zijn, zoals de green loan-discount, brown discount en risico-opslag op vreemd vermogen. Deze parameters zijn gebaseerd op expertinschattingen en literatuur, wat transparantie biedt maar ook onzekerheid introduceert. Daarnaast veronderstelt het model stabiele beleids- en marktranden, terwijl plotselinge beleidswijzigingen of renteschokken niet-lineaire effecten kunnen veroorzaken.

De fictieve casus is representatief vormgegeven, maar niet volledig generaliseerbaar. De keuze om materiaalkeuze (hout versus beton) als proxy voor alignment te gebruiken vergroot het inzicht in prijseffecten tussen Paris-Proof bouw en conventionele bouw, maar maakt het moeilijk om ontwerp- en prijsverschillen analytisch te scheiden. Verder blijkt de haalbaarheid

sterk afhankelijk van rendementseisen, grondwaarde en beleggingshorizon, die variëren per type belegger en per casus.

Momenteel is de brown discount vooral zichtbaar bij operationele emissies en nog beperkt bij materiaalgebonden emissies. Het recente CO₂-arm-bouwen-commitment kan dat veranderen, aangezien beleggers projecten boven de emissiegrenzen uitsluiten. In dit onderzoek is gerekend met een beperkte brown discount (0–50 basispunten), waaruit blijkt dat een kleine yield-correctie of rentekorting al voldoende kan zijn om een duurzame investering rendabel te maken. Financiers bevinden zich eveneens in transitie: voor green loans bestaat al empirisch bewijs, maar de effecten van risico-opslagen bij niet-duurzame projecten zijn nog onbekend.

De combinatie van DCF-analyse en Monte Carlo-simulatie biedt daarmee een robuuste methodiek om onzekerheid expliciet te betrekken bij financiële haalbaarheidsanalyse. De resultaten dienen niet als exacte voorspellingen, maar als richtinggevende bandbreedtes die inzicht geven in de relatie tussen duurzaamheid, beleid en rendement.

5.4.2 Onderzoeksproces

Het onderzoeksproces kende enkele praktische beperkingen. Betrouwbare data over bouwkosten, emissieprestaties en financieringscondities bleken lastig te verkrijgen, omdat marktpartijen deze informatie slechts beperkt delen. Hierdoor is op onderdelen gewerkt met aannames op basis van literatuur en expertinschattingen. De koppeling van kwalitatieve inzichten aan een kwantitatief model vereiste daarnaast zorgvuldige interpretatie om vertekening te voorkomen. Ondanks deze beperkingen heeft de gekozen aanpak een evenwichtige balans opgeleverd tussen theoretische onderbouwing, empirische validatie en modelmatige diepgang, waarmee een bruikbaar kader is ontstaan voor vervolgonderzoek naar de financiële haalbaarheid van Paris-Proof woningbouw.

Bijlagen

Tabellen in figuren

Tabel 1: Tabel met WLC-reductiestrategieën voor het gebouwontwerp	25
Tabel 2: Overzicht respondenten.....	45
Tabel 3: Overzicht scenario's	49
Tabel 4: Stochastische variabelen	51
Tabel 5: Vertaling kwalitatieve bevindingen naar modelparameters	69
Figuur 1: Resterend emissiebudget (bron: IPCC, 2021; United Nations Environment Programme, 2021; met bewerking door WBCSD, 2023).....	11
Figuur 2: Schematische weergave onderzoek.....	15
Figuur 3: Schematische weergave WLC (bron: Röck, et al., 2020; EN 15978).....	19
Figuur 4: Pad voor koolstofreductie en energiebesparing (bron: CRREM, z.d.).....	21
Figuur 5: Paris-proof grenswaarden upfront embodied carbon kg CO ₂ -eq per m ² voor nieuwbouw (boven) en renovatie (onder) (bron: DGBC, 2022)	22
Figuur 6: Gebouwlagen en levensduur (bron: Brand, 1995; met bewerking door H.N.N., z.d.)	23
Figuur 7: Gemiddeld aandeel materiaalgebonden emissies naar gebouwlagen (bron: Sobota et al., 2021; met eigen bewerking).....	24
Figuur 8: Reductiepotentieel van embodied carbon per projectfase (bron: WBCSD, 2023) ...	24
Figuur 9: Overzicht van de broeikasgasemissies per scope en fase in de waardeketen (bron: GHG protocol)	28
Figuur 10: Ontwikkeling van broeikasgasuitstoot in Europa, uitgedrukt CO ₂ -eq in miljard ton per jaar (bron: Ritchie et al., 2020)	31
Figuur 11: Ontwikkeling van broeikasgasuitstoot in Nederland, uitgedrukt CO ₂ -eq in miljard ton per jaar (bron: Ritchie et al., 2020).....	32
Figuur 12: Vastgoedontwikkelings- en vastgoedrekenproces (bron: Vlek, 2020).....	34
Figuur 13: Grafieken woningvoorraad naar type/eigenaar en de eigendomsverdeling van de huurvoorraad (bron: CBS)	35
Figuur 14: Spectrum of Capital (bron: GIIN)	38
Figuur 15: Conceptueel model (eigen bewerking).....	44
Figuur 16: Fictieve binnenstedelijke projecten (eigen bron)	46
Figuur 17: Historische ontwikkelingen en forecast Euribor (bron: ECB).....	52
Figuur 18: Historische ontwikkelingen en forecast inflatie (bron: CBS).....	52
Figuur 19: Sankey diagram perceptie Paris-Proof	57
Figuur 20: Genoemde belemmeringen voor het realiseren van Paris-Proof woningbouw.....	58
Figuur 21: Frequentie van genoemde ontwerp- en materiaalkeuzes in de interviews	60
Figuur 22: Sankey diagram met stimulerende beleidsmaatregelen.....	63
Figuur 23: Potentiële Paris-Proof value case drivers	64
Figuur 24: Gevoeligheidsanalyse NCW en IRR beton scenario	72
Figuur 25: Gevoeligheidsanalyse NCW en IRR hout scenario.....	72
Figuur 26: Gevoeligheidsanalyse NCW en IRR modulair scenario	73
Figuur 27: NCW-verdelingen 2026 versus 2030 (zonder correctie op value gap)	74

Figuur 28: NCW-verdelingen 2026 versus 2030 (met correctie op value gap).....	74
Figuur 29: NCW-verdelingen hoogbouw 2026 versus 2030 (zonder correctie op value gap).....	75
Figuur 30: NCW-verdelingen hoogbouw 2026 versus 2030 (met correctie op value gap).....	75
Figuur 31: Efficiency-plot (vergelijk IRR en standaarddeviatie beton, hout en modulair, zonder correctie value gap)	76

Bijlage 1: Wet- en regelgeving

Beleidsniveau	Beleidskader / wetgeving	Doelstelling en reikwijdte	Inwerking-treding
Internationaal	Klimaatakkoord van Parijs (UN, 2015)	Beperken temperatuurstijging tot <2°C, streven naar 1,5°C; richtgevend voor nationaal klimaatbeleid	2015
	Sustainable Development Goals (SDG 11 & 13)	Bevorderen van duurzame steden en klimaatactie; niet juridisch bindend maar normatief kader	n.v.t.
Europees	Europese Green Deal	Streven naar klimaatneutraliteit in 2050 voor de gehele EU	2019
	Fit for 55 (pakket)	Minimaal 55% reductie van broeikasgasuitstoot in 2030 t.o.v. 1990	2021
	EU-taxonomie (Verordening (EU) 2020/852)	Classificatiesysteem voor duurzame investeringen; druk op vastgoed via investeerders	2020
	SFDR (Verordening (EU) 2019/2088)	Transparantievereisten over duurzaamheidsimpact van beleggingen in vastgoed	2021
	CSRD (Richtlijn (EU) 2022/2464)	Rapportageverplichting voor emissies in scope 1, 2 en 3 voor grote ondernemingen	2022
	EPBD (Richtlijn (EU) 2018/844)	Energieprestatienormen: NZEB nu, ZEB vanaf 2030; LCA-verplichting >2000 m²	EPBD: 2018, LCA-plicht: 2030
	ETS1 (Richtlijn 2003/87/EC)	Emissiehandel voor zware industrie; beïnvloedt indirect EC via materiaalprijzen	2005
	ETS2 (Richtlijn (EU) 2023/959)	CO ₂ -prijs op gebouwgebonden brandstofverbruik; prijsprikkel voor OC-reductie	Verwacht 2027
	CBAM (Verordening (EU) 2023/956)	CO ₂ -prijs op importmaterialen; voorkomen carbon leakage	Vanaf 2026
	CPR (Verordening (EU) 305/2011)	Verplichte EPD's voor bouwmaterialen; input voor milieuprestatieberekening	2011
	ESPR	Duurzaamheidseisen voor producten: o.a. recyclaatgehalte, herbruikbaarheid	In voorbereiding

Nationaal (NL)	Klimaatwet (2019)	Wettelijke verplichting: -55% broeikasgasuitstoot in 2030; klimaatneutraal in 2050	2019
	Nationaal Klimaatakkoord	Concretisering doelen Klimaatwet voor sectoren, incl. gebouwde omgeving	2019
	Bouwbesluit	Minimale eisen aan gebouwen (veiligheid, energie, milieu, etc.)	Doorlopend, updates regelmatig
Gebouwniveau	MPG-norm	Wettelijke max. milieuprestatie: MPG $\leq$ 0,8 bij nieuwbouwwoningen	2021 (vanaf 2026 mogelijk naar $\leq$ 0,5)
	BENG-eisen	Energiebehoefte $\leq$ 70 kWh/m ² /jr; fossiel $\leq$ 50 kWh/m ² /jr; $\geq$ 40% hernieuwbare energie	Sinds 2021
	MIA / Vamil	Fiscale stimulering voor circulaire/d duurzame bouwtechnieken	Jaarlijkse actualisatie, sinds 2000s

Bijlage 2: Paris-Proof doelstellingen (institutionele) beleggers

Belegger	Paris/Net-zero doelstelling	Operational carbon	Embodied carbon	Bron
Achmea Real Estate	CO ₂ -neutraal in 2050 (1,5°C-alignment).	Volgt CRREM-decarbonisatiepad; Paris-Proof-roadmaps per sector.	KPI benoemd voor vermindering van EC in nieuwe investeringen (niet kwantitatief uitgewerkt). Nieuwbouwacquisities moeten $\geq 7,5$ GPR-score halen.	ESG-rapport, Klimaatrapport, Jaarverslag (2024)
APG (o.a. voor ABP)	Net zero in 2050. –50% uitstoot in 2030 (1,5°C-alignment).	Hanteert Net Zero Investment Framework; co-initiatiefnemer CRREM; verwacht 100% vastgoed op CRREM-pad of plan in 2030. Meting scope 1, 2 en 3. Climate plans geëist bij externe managers.	Geen expliciete eisen voor EC. Indirect stimulans via circulariteitsinitiatieven en selectie van managers (zoals Bouwinvest) die dit meenemen.	Jaarverslag (2024)
a.s.r. real estate	Paris-Proof in 2040–2045.	CRREM-routekaarten per fonds. Nieuwe investeringen moeten binnen CRREM-pad vallen of via CAPEX Paris-Proof worden gemaakt.	DGBC-norm (GWPa_aa) geïntegreerd in Programma van Eisen bij acquisities/renovaties. Meet en beperkt EC; inzet op circulaire en biobased materialen.	Jaarverslag, Allocation Impact Report, PAI (2024), ESG Policy 2025–2027
Bouwinvest	Paris-Proof in 2045 (1,5°C-alignment).	CRREM-routekaarten per fonds en object. KPI's: % stranded assets en gemiddelde energie-intensiteit (kWh/m ²).	EC erkend als thema; focus op circulair bouwen en duurzame materialen, maar geen harde KPI's.	Jaarverslag, ESG Policy (2024)

PGGM / PFZW	Net zero in 2050 (1,5°C-alignment). –50% uitstoot in 2030 t.o.v. 2019.	Mede-initiatiefnemer CRREM; gebruikt CRREM-pad voor screening stranded assets; toetsing aan 1,5°C-scenario.	Geen expliciete KPI's voor EC.	Jaarverslag, PAI-verklaring (2024)
CBRE IM	Net zero in 2050 voor beheerde vastgoed- en infrastructuurinvestering en. (CBRE Group zelf: 2040, scope 1–3).	Gebruikt CRREM voor transition risk; toetst assets aan 1,5–2°C scenario. Operationele emissies gerapporteerd per sector. Assets met hoge capex-behoefte kunnen worden afgestoten.	Geen expliciete KPI's voor EC. Wel casestudies refurbishment en hergebruik materialen.	Climate Report (2023), PAI, TCFD Entity Level Report (2024)
ABP	Net zero in 2050. –50% uitstoot in 2030 (vs. 2019).	Rapporteert sinds 2023 scope 1–3. Past CRREM-pad toe; vastgoed moet in 2030 Paris-aligned zijn of verduurzamingsplan hebben.	Geen expliciete KPI's voor EC. Engagement gericht op materiaal-intensieve sectoren (cement, staal), maar niet op vastgoedniveau.	Climate Policy (2022–2030)

Bijlage 3: Coderingen

Codes

- ❖ Yield stedelijk gebied vrije sector 4,5%-5%
- ❖ ≤6 lagen: kostenneutraal
- ❖ Acceptabele BVO/GBO verhouding modulaire bouw
- ❖ Banken gaan informatie benodigd voor CSRD ook opvragen bij ontwikkelaars
- ❖ Beperkt voorkomend thema
- ❖ Beperkte verduurzamingsruimte door marktschaarste vrije sector
- ❖ Beperkttere verkoopbaarheid
- ❖ Bestaande voorraad beter benutten
- ❖ Betere kwaliteit en volledigheid data EPD
- ❖ Bij labels slechter dan D geen financiering zonder verduurzamingsplan
- ❖ Bij lichte bouwsystemen beperkingen in gevelbekleding
- ❖ Bij sociale en middenhuur meer marktruimte om extra eisen te stellen
- ❖ Binnen enkele jaren strengere eisen op gebied van Embodied Carbon
- ❖ Biobased materialen
- ❖ Bouwkosten tussen 0% en 10% duurder
- ❖ Bouwkosten voor modulaire bouw tussen 2.100 tot 2.400 per m²
- ❖ Breder bewustwording Paris-Proof
- ❖ BREEAM
- ❖ Brown discount
- ❖ Carbon credits
- ❖ Circulair bouwen
- ❖ CO₂-plafond
- ❖ CRREM
- ❖ DGBC
- ❖ Draagstructuur radicaal vereenvoudigen
- ❖ DUPA 2.0 schiet te kort
- ❖ Embodied Carbon grenswaarden beperkt verankerd in besluitvorming
- ❖ Embodied Carbon norm 2030 is al haalbaar, daarna complex
- ❖ Embodied Carbon norm 2050 lastig haalbaar
- ❖ Embodied Carbon: huidige bouw komt uit op 350 kg CO₂ eq/m²
- ❖ Emissies nu moeten zwaarder wegen dan in de toekomst
- ❖ Energie
- ❖ Energie en materiaal
- ❖ Er is behoefte aan guidance voor de juiste premie/discount
- ❖ EU ETS te laag
- ❖ Financiële haalbaarheid
- ❖ Financiers leggen op dit moment nadruk op energieprestaties bij kredietverlening
- ❖ Financiers vragen op dit moment nog beperkt naar Embodied Carbon
- ❖ Fundamentele verschuiving focus in 2030 naar scope 3
- ❖ Fysieke en stedenbouwkundige randvoorwaarden

- ❖ Gebruik van warmtenetten met structureel hernieuwbare bronnen (geothermie, rioolwarmte)
- ❖ Geen interne inprijzing CO₂
- ❖ Geen invloed op gebruikersgebonden energieverbruik
- ❖ Green premium
- ❖ Green premium niet zichtbaar (materiaal)
- ❖ Greenwashing
- ❖ Greenwashing afstraffen
- ❖ Hogere aanvangsinvestering bij modulaire bouw
- ❖ Hogere kostenperceptie
- ❖ Hogere restwaardes
- ❖ Houten gebouw 2.700 euro per m²
- ❖ Hybride gebouw 2.550 euro per m²
- ❖ In vroege fasen Paris-Proof als doel stellen
- ❖ Innoveren met industrieel bouwen
- ❖ Inprijzen CAPEX lastig door ontbreken kennis
- ❖ Inprijzen transitierisico door internaliseren CO₂-prijs
- ❖ Institutionele beleggers gebruiken geen/weinig bankfinanciering
- ❖ Interne CO₂-prijs van 875 euro
- ❖ Invoeren CO₂-belasting
- ❖ Kennisdeling
- ❖ Ketenverantwoordelijkheid voor lagere materiaaluitstoot
- ❖ Koplopers kunnen vliegwiel vormen voor de rest van de markt
- ❖ Kortzichtigheid bij initiële kostenvergelijking
- ❖ Lager dan 10 lagen bouwen
- ❖ Lager risicoprofiel
- ❖ Marktschaarste maskeert het risico van niet-Paris-Proof projecten
- ❖ Materiaal
- ❖ Meer kennis nodig op restwaardes van circulaire materialen
- ❖ Meer kijken naar volledige value case op lange termijn
- ❖ Minimale rendementseis is leidend
- ❖ Modulaire bouwkosten duurder dan conventionele bouw
- ❖ Modulaire woningbouw
- ❖ Mogelijke oorzaak terughoudendheid taxateurs is dat waarderingen onder druk komen te staan
- ❖ Niet Paris-Proof vastgoed zal lastiger financieerbaar worden
- ❖ Norm embodied carbon lastig haalbaar
- ❖ Onderhoud biobased materialen vergelijkbaar met conventionele bouw
- ❖ Ontbreken kennis omtrent biobased leidt tot terughoudendheid
- ❖ Ontwerpen met gunstige BVO/GBO factor
- ❖ Onzeker en wispelturig beleid
- ❖ Onzekerheid over exploitatielasten van Paris-Proof woongebouw kan leiden tot risico-opslag
- ❖ Operational Carbon-grenswaarden zijn harde norm

- ❖ Operational Carbon: huidige nieuwbouw voldoet niet aan 2050 norm
- ❖ Parametrisch ontwerpen
- ❖ Paris-Proof 2050 nu al haalbaar (operational carbon)
- ❖ Paris-Proof op gebied van embodied carbon lastig haalbaar
- ❖ Particuliere investeerders houden minder rekening met Paris-Proof
- ❖ Passieve installaties
- ❖ Politiek stimuleert onvoldoende
- ❖ Rekening houden met biogene opslag
- ❖ Rekenmethodiek-knelpunt: CRREM bij stadswarmte (hoge CO₂-factor)
- ❖ Rentekorting voor Paris-Proof projecten
- ❖ Risicopremie voor biobased materialen
- ❖ Slechtere BVO/GBO bij houtbouw
- ❖ Sociale impact door te dure woningen
- ❖ Staartkosten aannemer werken nadeling
- ❖ Structureel thema
- ❖ Sturing op werkelijk energieverbruik
- ❖ Subsidies en fiscale voordelen spelen indirect een rol (via de businesscase van de ontwikkelaar)
- ❖ Subsidies spelen nauwelijks een rol voor institutionele beleggers
- ❖ Taxateurs nemen te weinig ESG CAPEX op in waarderingen
- ❖ Taxateurs verdisconteren meerwaarde Paris-Proof beperkt
- ❖ Tijdswinst modulaire bouw
- ❖ Toegevoegde waarde Paris-Proof beter zichtbaar in kantorenmarkt
- ❖ Toepassing urban mining concrete
- ❖ Traditionele bouw 2400 euro per m²
- ❖ Uitdaging Paris-Proof voor bestaande voorraad groter dan nieuwbouw
- ❖ Uitstel verhoogt omschakelkosten
- ❖ Verankering Embodied Carbon grenswaarden neemt toe
- ❖ Verbod verhuren woningen met slechte energielabels
- ❖ Verlengen cashflowmodel bemoeilijkt interne vergelijking andere investeringen
- ❖ Verwachte waardeestijging Paris-Proof (ec)
- ❖ Vocht tijdens bouw aandachtspunt bij biobased materialen
- ❖ Vroegtijdig houtbouwofferte opvragen
- ❖ WEii
- ❖ Weinig referentieobjecten voor taxateurs
- ❖ Whole life carbon aanpak
- ❖ Yield in Amsterdam rond 4%
- ❖ Yield in Eindhoven tussen 4,3% en 4,5%
- ❖ Yield stedelijk gebied middeldure huur 4%-4,5%

Code groups

- ◇ Beleidsmaatregelen die Paris-Proof stimuleren
- ◇ Belemmeringen Paris-Proof
- ◇ Bouwkosten Paris-Proof
- ◇ Cashflowmodel
- ◇ Financiering
- ◇ Haalbaarheid DGBC/CRREM
- ◇ Hanteren interne CO₂-prijs
- ◇ Hoe vaak kom je Paris-Proof in praktijk tegen
- ◇ Implicaties Paris-Proof ontwerp- en materiaalkeuzes
- ◇ Kennislacunes
- ◇ Marktdynamiek
- ◇ Marktrendementen
- ◇ Normen
- ◇ Paris-Proof in besluitvorming beleggers
- ◇ Paris-Proof ontwerp- en materiaalkeuzes
- ◇ Paris-Proof versnellers
- ◇ Paris-Proof woningbouw definitie en begrip
- ◇ Potentiële Paris-Proof businesscase drivers
- ◇ Risico's van niet Paris-Proof woningbouw
- ◇ Status quo
- ◇ Subsidies
- ◇ Taxatiepraktijk
- ◇ Verwachting toekomst
- ◇ Waardering Paris-Proof markt

Bijlage 4: Overzicht gehanteerde variabelen naar bouwtypes

Variabelen		Beton 1	Hout 1	Beton 2	Hout 2	Modulair 1	Modulair 2
Building parameters	Deterministische variabelen	Beton 1	Hout 1	Beton 2	Hout 2	Modulair 1	Modulair 2
	Area per floor	800	800	800	800	800	800
	Number of floors	6	6	10	10	6	10
	Gross area	4800	4800	8000	8000	4800	8000
	Gross/net ratio	75%	74%	75%	74%	74%	74%
	Net area	3600	3552	6000	5920	3552	5920
	Number of units	60	60	100	100	60	100
	Average unit size	60	59	60	59	59	59
	Building length	40	40	40	40	40	40
	Building depth	20	20	20	20	20	20
	Building height	19.00	19.33	19.00	19.33	19.33	19.33
	Volume (m3)	91200	92760	152000	154600	92760	154600
	Internal wall thickness	0.25	0.35	0.25	0.35	0.35	0.35
	External wall thickness	0.35	0.45	0.35	0.45	0.45	0.45
	Wall-to-floor ratio	45%	45%	45%	45%	45%	45%
Paris-Proof parameters	Upfront embodied carbon kg CO ₂ -eq/sqm (incl. carbon storage)	340	138	340	138	138	138
	% Embodied Carbon upfront (A1-A5)	63%	63%	63%	63%	0.63	63%
	% Embodied Carbon use stage (B2 - B5)	22%	22%	22%	22%	0.22	22%
	% Embodied Carbon end of life	15%	15%	15%	15%	0.15	15%
	Upfront embodied carbon (A1 - A5) in kg CO ₂ -eq	1632000	662400	2720000	1104000	662400	1104000
	Embodied Carbon use stage (B2 - B5) kg CO ₂ -eq	569905	231314	949841	385524	231314.2857	385524
	Embodied Carbon end of life (C1-C4) kg CO ₂ -eq	388571	157714	647619	262857	157714.2857	262857
	Embodied Carbon beyond life cycle (D) kg CO ₂ -eq	out of scope	out of scope	out of scope	out of scope	out of scope	out of scope
	Exceeding threshold limits upfront EC (kg CO ₂ -eq/sqm)	931200	-38400	2057600	-64000	-38400	-64000
	Operational carbon kg CO ₂ -eq/sqm/year	3.00	0.25	3.00	2.00	0.25	2.00
	Total operational carbon kg CO ₂ -eq/sqm/year	10800	888	18000	11840	888	11840
	Stranding	2038	voldoet	2038	2038	voldoet	2038
	Wood volume m3/sqm	0	0.17	0	0.17	0.17	0.17
	Tonnes of CO ₂ /m3 storage	0	0.9	0	0.9	0.9	0.9
	Total carbon storage	0	734400	0	1224000	734400	1224000
Businesscase developer							0
							0
	Land costs/sqm GFA	€ 400	€ 400	€ 400	€ 400	€ 400	€ 400
	Construction costs/sqm	€ 2,400	€ 2,400	€ 2,400	€ 2,600	€ 2,500	€ 2,600
	Additional costs	16%	16%	16%	16%	14%	14%
Financial parameters	General expenses	4%	4%	4%	4%	3%	3%
	Profit	10%	10%	10%	10%	10%	10%
	Initial rental income/sqm	€ 22.00	€ 22.00	€ 22.00	€ 22.00	€ 22.00	€ 22.00
	Occupancy rate	92%	92%	92%	92%	92%	92%
Other expenses	Entry yield	4.50%	4.50%	4.50%	4.50%	4.50%	4.50%
	Sales costs	1%	1%	1%	1%	1%	1%
	Transfer tax buyer	8%	8%	8%	8%	8%	8%
	Exit yield	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%
	Interest rate on equity	5.29%	5.29%	5.29%	5.29%	5.29%	5.29%
	LTV	50.00%	50.00%	50.00%	50.00%	50.00%	50.00%
	Renovation costs (%/construction costs)	10%	10%	10%	10%	10%	10%
	Renovation cycle	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
	Maintenance	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%
	Asset management	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%
	Property management	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%
	Property taxes	0.10%	0.10%	0.10%	0.10%	0.10%	0.10%
	Insurance	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%
	Service costs vacancy (€/sqm)	€ 3.00	€ 3.00	€ 3.00	€ 3.00	€ 3.00	€ 3.00
	Depreciation period	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
	VPB	25.80%	25.80%	25.80%	25.80%	25.80%	25.80%

Bijlage 5: Vertaling kwalitatieve bevindingen naar modelparameters (groen gearceerd is meegenomen in kwantitatieve analyse)

Determinant	Richting	Actor	Mechanisme	Contingenties	Operationele vertaling
Ontwerp & materialen					
Slechtere BVO/GBO houtbouw	-	Beiden	2. Opbrengst ↓: <i>Minder verkoop- en verhuurbaar oppervlak bij gelijke investering</i>	Afhankelijk van gebouwworm, brand- en geluidseisen, stedenbouwkundige randvoorwaarden; bij hoogbouw nemen effecten toe.	Meegenomen in dit onderzoek (vormfactor 74% in plaats van 75%).
Passief ontwerpen	±	Beiden	1. CAPEX (ontw.) ↓: <i>Kleinere/simpelere installaties</i> 2. OPEX (belegger) ↓: <i>Minder energieverbruik</i> 3. Opbrengsten ± <i>Mogelijk minder goede BVO/GBO verhouding door grote dimensionering schachten</i>	Effect afhankelijk van gebouworientatie, massawerking en gemeentelijke welstandseisen.	Niet meegenomen (kwalitatieve duiding).
Circulair bouwen	±	Beiden	1. CAPEX ± <i>Kosteneffect onduidelijk</i>	Afhankelijk van kennisniveau, vocht- en brandveiligheidsrisico's.	Niet meegenomen (kwalitatieve duiding).
Hogere restwaarde demontabel/circulair	+	Belegger	1. Restwaarde ± <i>Kan leiden tot meer investeringsruimte maar ook tot</i>	Afhankelijk van fiscale positie en volwassenheid taxatiemarkt.	Niet meegenomen in dit onderzoek vanwege hogere VPB-lasten.

			<i>hogere VPB-lasten afhankelijk van type organisatie</i>		
Risico-opslagen biobased producten	–	Beiden	1. CAPEX ↑ <i>Risicomarges in keten</i> 2. NCW ↓ <i>Risico-opslagen drukken NCW</i>	Kennis- en uitvoeringsproblemen (vocht, brandveiligheid), beperkte garanties en hogere bouwlogistieke eisen	Niet meegenomen (kwalitatieve duiding).
Onderhoud biobased	±	Belegger	1. OPEX ± <i>Onduidelijk of onderhoud van biobased projecten meer onderhoud vergen.</i>	Afhankelijk van gevelsysteem en beschikbaar onderhoudsdata.	Niet meegenomen (kwalitatieve duiding).
Bouwmethode & industrialisatie					
Tijdswinst modulair bouwen	+	Beiden	3. CAPEX (ontw.) ↓: <i>Minder index/rentelasten</i> 4. Huurinkomsten ↑: <i>Eerder huurinkomsten</i>	Contractvorm (turnkey/forward funding); vergunningsdoorloop; industrialisatiegraad.	Meegenomen door bouwtijd een jaar te versnellen (extra jaar huur)
Mogelijke besparing bijkomende kosten/AK ontwikkelaar	+	Beiden	2. CAPEX ↓	Mate van standaardisatie en het te doorlopen proces bij een ontwikkeling	Meegenomen door beperkte afslag bijkomende kosten (-2%) en AK (-1%)
Waardering & Markt					
Verwachte waardeestijging Paris-Proof projecten	+	Belegger	1. Exit yield ↓ 2. Risico-opslag disconteringsvoet ↓ 3. Scherpere rente ↓ 4. Marktvraag PP-projecten ↑	Wordt zichtbaar bij strengere regelgeving en meer transactiereferenties.	Geen scherpere exit yield meegenomen. Minimale rendement blijft voor alsnog leidend.

Verwachte brown discount (niet-PP)	–	Belegger	5. Exit yield ↑ 6. Risico-opslag disconteringsvoet ↑ 7. Risico-opslag rente ↑ 8. Marktvraag PP-projecten ↓	Wordt zichtbaar bij strengere regelgeving en meer transactiereferenties. Tevens is de mate van benodigde “green capex” van belangrijke invloed.	Meegenomen (triangulaire verdeling 10-25-50 bps enkel in 2030-scenario). De hoogte van benodigde
Verlenging horizon financiële modellen	+	Belegger	2. NCW ↑ <i>Door langere kasstroomperiode</i>	Afhankelijk van interne modelconventies institutionele beleggers	Meegenomen in het model als scenario om de gevoeligheid van NCW voor een langere beleggingshorizon zichtbaar te maken.
Beperkte EC-waardering in PvE/taxatie (2025)	±	Belegger	4. Waardering ± <i>geen yield-compressie voor lage EC</i>	Weinig transactiereferenties; beperkte kennis taxatiemarkt.	Meegenomen in 2026-scenario (geen yield-correctie)
Rentekorting (green loan)	+	Beiden	3. CAPEX ↓ 4. Leveraged casfhflow ↑ 5. <i>Lagere rentelasten bij duurzame projecten.</i>	Alleen bij aantoonbaar duurzame projecten; financieringsbeleid (scope 3, vanaf 2027).	Meegenomen (triangulaire verdeling 5–25–50 bps)
Rente-opslag (niet-PP / hoger risico)	–	Beiden	4. CAPEX ↑ 5. Leveraged casfhflow ↓ 6. NCW ↓ 6. <i>Hogere rentelasten bij duurzame projecten.</i>	Toepassing afhankelijk van bankvoorwaarden en risicoperceptie.	Meegenomen (triangulaire verdeling 10–50–100 bps). Voor de businesscase van de ontwikkelaar is een afslag van 0,5%

					aangenomen op de bijkomende kosten.
Particuliere beleggers kunnen scherper aankopen door lagere duurzaamheidsambities	±	Ontwikkelaar Belegger	1. Opbrengst ontwikkelaar ↑ <i>Particuliere beleggers kunnen scherper aankopen door lagere duurzaamheidsambities</i> 2. In schaarse markt beperkte beschikbaarheid voor beleggers	Schaarste en korte beleggingshorizon van particuliere partijen.	Effecten niet meegenomen in dit onderzoek.
Carbon credits	+	Beide	1. Opbrengsten ↑ <i>Via verkoop carbon credits</i>	Afhankelijk van de volwassenheid van de markt.	Niet meegenomen in dit onderzoek vanwege onvolwassen markt.
Beleid					
Onzeker beleid/geen harde EC-norm in BBL	–	Beiden	1. Risicopremies ↑	Gemeentelijke verschillen; trage normontwikkeling; beperkte voorspelbaarheid beleid	Veronderstelling dat dit reeds is verdisconteerd in disconteringsvoet.
CO ₂ -belasting (ETS 1)	+	Beiden	3. CAPEX ↑ 4. OPEX ↑	Tariefontwikkeling, afbouw gratis emissierechten	Meegenomen in dit onderzoek middels triangulaire verdeling (2030: 100-120-150 bps, 2050: 150-250-400 bps)
CO ₂ -belasting (ETS 2)	±	Belegger	1. OPEX ±	Onduidelijk hoe dit zal doorwerken.	Niet meegenomen in dit onderzoek.
Data & meetbaarheid					

Geen toegang gebruikersdata (CRREM-toets)	–	Belegger	1. Risicopremies ↑	Privacywetgeving	Niet meegenomen in dit onderzoek.
---	---	----------	--------------------	------------------	--------------------------------------

Bijlage 6: uitkomsten Monte-Carlo analyse

Zonder correctie value gap

Scenario	Building	Toelichting	IRR unlevered Mean	IRR unlevered P5	IRR unlevered P95	σ IRR unlevered	IRR levered Mean	IRR levered P5	IRR levered P95	σ IRR levered	NPV Mean	NPV P5	NPV P95	σ NPV	Kans NPV < 0	Entry yield	num sale price (develo)	Purchase price	Value gap	Required yield	NPV mean gecorrigeerd
1	Beton 1	Beton 1 - 2026 - nulmeting	5.6%	4.4%	6.9%	0.8%	7.0%	5.9%	8.1%	0.7%	€ 2.60	€ 1.0	€ 4.3	€ 1.0	0.2%	4.5%	€ 21.1	€ 21.1	€ -0.1	4.5%	€ 2.7
2	Hout 1	Hout 1 - 2026 - nulmeting (impact BVO/GB0)	5.6%	4.4%	6.9%	0.8%	7.0%	5.9%	8.2%	0.7%	€ 2.6	€ 1.0	€ 4.3	€ 1.0	0.2%	4.5%	€ 21.1	€ 20.8	€ 0.2	4.5%	€ 2.4
3	Hout 1	Hout 1 - 2026 - rente korting	5.6%	4.4%	6.9%	0.8%	7.2%	6.2%	8.4%	0.7%	€ 3.0	€ 1.4	€ 4.7	€ 1.0	0.0%	4.5%	€ 21.0	€ 20.8	€ 0.1	4.5%	€ 2.8
4	Hout 1	Hout 1 - 2026 - verlengen horizon	6.0%	4.9%	7.2%	0.7%	7.6%	6.7%	8.5%	0.6%	€ 5.7	€ 3.4	€ 8.1	€ 1.5	0.0%	4.5%	€ 21.1	€ 20.8	€ 0.2	4.5%	€ 5.4
5	Modulair 1	Modulair 1 - 2026 - nulmeting	5.6%	4.4%	7.0%	0.8%	7.0%	5.9%	8.2%	0.7%	€ 2.6	€ 1.0	€ 4.3	€ 1.0	0.2%	4.5%	€ 21.8	€ 20.8	€ 1.0	4.3%	€ 1.6
6	Modulair 1	Modulair 1 - 2026 - reductie bijkomende kosten/AK	5.6%	4.4%	7.0%	0.8%	7.0%	5.9%	8.2%	0.7%	€ 2.6	€ 1.0	€ 4.3	€ 1.0	0.2%	4.5%	€ 21.3	€ 20.8	€ 0.5	4.4%	€ 2.1
7	Modulair 1	Modulair 1 - 2026 - extra jaar huur	5.7%	4.5%	7.0%	0.8%	7.1%	6.1%	8.3%	0.7%	€ 3.0	€ 1.3	€ 4.7	€ 1.0	0.1%	4.5%	€ 21.8	€ 20.8	€ 1.0	4.3%	€ 2.0
8	Modulair 1	Modulair 1 - 2026 - rentekorting + reductie bijkomende kosten/AK + extra jaar huur	5.7%	4.5%	7.0%	0.8%	7.4%	6.3%	8.5%	0.7%	€ 3.4	€ 1.6	€ 5.2	€ 1.1	0.0%	4.5%	€ 21.2	€ 20.8	€ 0.4	4.4%	€ 3.0
9	Beton 1	Beton 1 - 2030 - ETS	5.6%	4.4%	6.9%	0.8%	7.0%	5.9%	8.1%	0.7%	€ 2.6	€ 1.0	€ 4.3	€ 1.0	0.3%	4.5%	€ 21.1	€ 21.1	€ -0.1	4.5%	€ 2.7
10	Beton 1	Beton 1 - 2030 - risico opslag rente	5.6%	4.4%	6.9%	0.8%	6.6%	5.4%	7.8%	0.7%	€ 1.9	€ 0.3	€ 3.6	€ 1.0	2.2%	4.5%	€ 21.1	€ 21.1	€ -0.1	4.5%	€ 2.0
11	Beton 1	Beton 1 - 2030 - brown discount	5.4%	4.1%	6.7%	0.8%	6.5%	5.4%	7.7%	0.7%	€ 1.9	€ 0.3	€ 3.6	€ 1.0	2.4%	4.5%	€ 21.1	€ 21.1	€ -0.1	4.5%	€ 1.9
12	Beton 1	Beton 1 - 2030 - ETS + risico opslag rente + brown discount	5.4%	4.1%	6.7%	0.8%	6.1%	4.9%	7.4%	0.8%	€ 1.2	€ -0.4	€ 2.9	€ 1.0	11.2%	4.5%	€ 21.1	€ 21.1	€ -0.1	4.5%	€ 1.3
13	Beton 2	Beton 2 - 2030 - nulmeting	5.6%	4.4%	6.9%	0.8%	7.0%	5.8%	8.1%	0.7%	€ 4.3	€ 1.6	€ 7.1	€ 1.7	0.2%	4.5%	€ 34.8	€ 35.2	€ -0.4	4.5%	€ 4.7
14	Beton 2	Beton 2 - 2030 - ETS + risico opslag rente + brown discount	5.4%	4.1%	6.7%	0.8%	6.1%	4.8%	7.4%	0.8%	€ 2.0	€ -0.6	€ 4.8	€ 1.7	11.1%	4.5%	€ 34.8	€ 35.2	€ -0.4	4.5%	€ 2.4
15	Hout 2	Hout 2 - 2030 - nulmeting	5.6%	4.4%	6.9%	0.8%	7.0%	5.9%	8.1%	0.7%	€ 4.3	€ 1.7	€ 7.0	€ 1.7	0.3%	4.5%	€ 37.4	€ 34.7	€ 2.6	4.2%	€ 1.7
16	Hout 2	Hout 2 - 2030 - rente korting	5.6%	4.4%	6.9%	0.8%	7.2%	6.1%	8.4%	0.7%	€ 4.9	€ 2.2	€ 7.8	€ 1.7	0.1%	4.5%	€ 37.2	€ 34.7	€ 2.5	4.2%	€ 2.4
17	Modulair 2	Modulair 2 - 2030 - nulmeting	5.6%	4.4%	7.0%	0.8%	7.0%	5.9%	8.2%	0.7%	€ 4.3	€ 1.7	€ 7.1	€ 1.7	0.2%	4.5%	€ 37.1	€ 34.7	€ 2.3	4.2%	€ 2.0
18	Modulair 2	Modulair 2 - 2030 - rente korting reductie bijkomende kosten/AK + extra jaar huur	5.7%	4.5%	7.0%	0.7%	7.4%	6.3%	8.5%	0.7%	€ 5.6	€ 2.8	€ 8.6	€ 1.8	0.0%	4.5%	€ 36.6	€ 34.7	€ 1.9	4.3%	€ 3.7
19	Hout 1	Hout 1 - 30% LTV	5.6%	4.4%	6.9%	0.8%	6.3%	5.2%	7.5%	0.7%	€ 2.1	€ 0.1	€ 4.3	€ 1.3	4.0%	4.5%	€ 21.1	€ 20.8	€ 0.2	4.5%	€ 1.9
20	Hout 1	Hout 1 - 100% middelduur	5.1%	3.9%	6.4%	0.8%	6.4%	5.2%	7.6%	0.7%	€ 1.6	€ 0.1	€ 3.1	€ 0.9	4.0%	4.3%	€ 21.1	€ 19.9	€ 1.2	4.0%	€ 0.4
21	Hout 1	Hout 1 - 10% bouwkostenstijging	5.6%	4.4%	6.9%	0.8%	7.2%	6.1%	8.4%	0.7%	€ 3.0	€ 1.4	€ 4.7	€ 1.0	0.1%	4.5%	€ 22.7	€ 20.8	€ 1.9	4.1%	€ 1.1
22	Hout 2	Hout 2 - 30% LTV	5.6%	4.4%	6.9%	0.8%	6.3%	5.2%	7.5%	0.7%	€ 3.5	€ 0.1	€ 7.1	€ 2.2	4.1%	4.5%	€ 37.4	€ 34.7	€ 2.6	4.2%	€ 0.8
23	Hout 2	Hout 2 - 100% middelduur	5.1%	3.9%	6.5%	0.8%	6.3%	5.2%	7.5%	0.7%	€ 2.5	€ 0.1	€ 5.2	€ 1.6	4.4%	4.25%	€ 37.4	€ 33.1	€ 4.3	3.8%	€ -1.7
24	Hout 2	Hout 2 - 10% bouwkostenstijging	5.1%	3.9%	6.4%	0.8%	6.3%	5.2%	7.5%	0.7%	€ 2.8	€ 0.1	€ 5.7	€ 1.7	3.9%	4.3%	€ 40.7	€ 36.8	€ 3.9	3.8%	€ -1.1

Bijlage 7: Cashflow model (scenario 1)

Period	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Year	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	
Acquisition																	
Purchase		-21,120,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-21,120,000
Closing costs		-211,200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-211,200
total acquisition		-21,331,200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-21,331,200
Revenues																	
Total rental income		-	950,400	980,295	1,027,295	1,066,070	1,087,989	1,109,847	1,128,269	1,157,976	1,181,273	1,211,454	1,235,489	1,251,626	1,283,724	1,317,161	1,361,291
Total other income		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vacancy loss		-	-47,520	-49,015	-51,365	-53,304	-54,399	-55,492	-56,413	-57,899	-59,064	-60,573	-61,774	-62,581	-64,186	-65,858	-68,065
total revenues		-	902,880	931,280	975,931	1,012,767	1,033,590	1,054,354	1,071,856	1,100,077	1,122,210	1,150,881	1,173,715	1,189,044	1,219,537	1,251,303	1,293,226
Operating expenses																	
Maintenance		-	-47,520	-49,015	-51,365	-53,304	-54,399	-55,492	-56,413	-57,899	-59,064	-60,573	-61,774	-62,581	-64,186	-65,858	-68,065
Asset management		-	-9,504	-9,803	-10,273	-10,661	-10,880	-11,098	-11,283	-11,580	-11,813	-12,115	-12,355	-12,516	-12,837	-13,172	-13,613
Property management		-	-19,008	-19,606	-20,546	-21,321	-21,760	-22,197	-22,565	-23,160	-23,625	-24,229	-24,710	-25,033	-25,674	-26,343	-27,226
Property taxes		-	-21,120	-21,784	-22,829	-23,690	-24,178	-24,663	-25,073	-25,733	-26,251	-26,921	-27,455	-27,814	-28,527	-29,270	-30,251
Insurance		-	-4,752	-4,901	-5,136	-5,330	-5,440	-5,549	-5,641	-5,790	-5,906	-6,057	-6,177	-6,258	-6,419	-6,586	-6,806
Non-deductible VAT		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Service costs vacancy		-	-720	-743	-778	-808	-824	-841	-855	-877	-895	-918	-936	-948	-973	-998	-1,031
total operating expenses		-	-102,624	-105,852	-110,927	-115,114	-117,481	-119,841	-121,830	-125,038	-127,554	-130,813	-133,408	-135,150	-138,616	-142,227	-146,992
Carbon tax																	
EC emissions	tonnes	1,632	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OC emissions	tonnes	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Embodied carbon tax		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Operational carbon tax		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
total carbon tax		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NOI																	
		-	800,256	825,428	865,003	897,653	916,109	934,513	950,025	975,039	994,656	1,020,069	1,040,307	1,053,894	1,080,921	1,109,076	1,146,234
Capital expenditures																	
Renovation costs		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
total capex		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sales proceeds																	
Sales proceeds		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28,139,030
Transfer tax buyer		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-2,251,122
Closing costs		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-281,390
total sales proceeds		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,606,518
Cashflow (unlevered)																	
		-21,331,200	800,256	825,428	865,003	897,653	916,109	934,513	950,025	975,039	994,656	1,020,069	1,040,307	1,053,894	1,080,921	1,109,076	26,752,752
Financing																	
Equity contribution		-10,665,600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Loan proceeds		10,665,600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Beginning balance		-	10,665,600	10,665,600	10,665,600	10,665,600	10,665,600	10,665,600	10,665,600	10,665,600	10,665,600	10,665,600	10,665,600	10,665,600	10,665,600	10,665,600	10,665,600
Interest		-	-431,703	-432,566	-381,392	-401,484	-465,693	-378,722	-391,965	-286,144	-249,162	-221,615	-320,379	-302,423	-300,726	-364,291	-434,685
Repayment loan		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-10,665,600
total financing		-	-431,703	-432,566	-381,392	-401,484	-465,693	-378,722	-391,965	-286,144	-249,162	-221,615	-320,379	-302,423	-300,726	-364,291	-11,100,285
Corporate Tax																	
Depreciation		-	-278,784	-278,784	-278,784	-278,784	-278,784	-278,784	-278,784	-278,784	-278,784	-278,784	-278,784	-278,784	-278,784	-278,784	-278,784
Taxable income		-	89,769	114,078	204,828	217,385	171,632	279,277	410,111	466,709	519,670	441,144	472,687	501,411	466,001	432,765	-
VPB		-	-23,160	-29,432	-52,846	-56,085	-44,281	-71,468	-72,053	-105,809	-120,411	-134,075	-113,815	-121,953	-129,364	-120,228	-111,653
Total corporate tax		-	-23,160	-29,432	-52,846	-56,085	-44,281	-71,468	-72,053	-105,809	-120,411	-134,075	-113,815	-121,953	-129,364	-120,228	-111,653
Cashflow (levered)																	
		-10,665,600	345,393	392,862	483,612	496,169	450,416	555,791	558,061	688,895	745,493	798,454	719,928	751,471	780,195	744,785	15,652,467

Bibliografie

- ABF Research. (2024). *ABF Woningmarktverkenning 2024-2039*.
<https://open.overheid.nl/documenten/0f8f591b-5fdb-4bdf-a153-a490dbf70bab/file>
- Akbarnezhad, A., & Xiao, J. (2017). Estimation and Minimization of Embodied Carbon of Buildings: A Review. *Buildings*, 7(1), 5. <https://doi.org/10.3390/buildings7010005>
- Bahrami, A., Olsson, M., & Svensson, K. (2022). Carbon Dioxide Emissions from Various Structural Frame Materials of Single-Family Houses in Nordic Countries. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*, 5(2), 112-120.
<https://doi.org/10.53894/ijirss.v5i2.414>
- Bellanca, M. (2024). What, how and where: An assessment of multi-level European climate mitigation policies. *Npj Climate Action*, 3(1), 119. <https://doi.org/10.1038/s44168-024-00200-7>
- Bendouma, M., Beaulieu, J., Chayer, J.-A., Agéco, G., Roure, B., Agéco, G., Frenette, M., Carbone, S., Rio, J., & Carbone, S. (2024). *Applying Circularity in the Life Cycle Assessment of Buildings*.
- Blom, M., Bachaus, A., van Santen, W., Schep, E., de Vries, J., Brouwer, J., Voulis, N., Brusselaers, J., & Oosterhuis, F. (2024). *Syntheseonderzoek klimaatbeleid: Reconstructie beleidstheorie en inzicht in doeltreffendheid en doelmatigheid van het huidige klimaatbeleid*. CE Delft.
- Building Balance. (2025, oktober 10). *CO₂-commitment vastgoedpartijen is hefboom voor biobased bouwen* [Post]. <https://buildingbalance.eu/actueel/co%e2%82%82-commitment-is-hefboom-voor-biobased-bouwen/>
- BZK. (2024). *Aantal nieuwe woningen 2023 op peil*.
<https://www.volkshuisvestingnederland.nl/actueel/nieuws/2024/01/31/aantal-nieuwe-woningen-2023-op->

- Community and amending Council Directive 96/61/EC (2003). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32003L0087>
- Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency (2018). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32018L0844>
- Directive (EU) 2023/959 of the European Parliament and of the Council of 10 May 2023 amending Directive 2003/87/EC establishing a system for greenhouse gas emission allowance trading within the Union and Decision (EU) 2015/1814 concerning the establishment and operation of a market stability reserve for the Union greenhouse gas emission trading system (2023). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32023L0959>
- Dobrovolskienė, N., & Tamošiūnienė, R. (2016). Sustainability-Oriented Financial Resource Allocation in a Project Portfolio through Multi-Criteria Decision-Making. *Sustainability*, 8(5), 485. <https://doi.org/10.3390/su8050485>
- ECB. (2025). *Institutional investors and house prices*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2866/4384057>
- Europese Commissie. (2025). *DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directives (EU) 2022/2464 and (EU) 2024/1760 as regards the dates from which Member States are to apply certain corporate sustainability reporting and due diligence requirements* (No. (COM(2025) 81 final)). https://finance.ec.europa.eu/document/download/161070f0-aca7-4b44-b20a-52bd879575bc_en
- Gallas, P. (2023). *Een CO2-heffingssysteem voor de gebouwde omgeving*. Amsterdam School of Real Estate.

- Geltner, D., Miller, N. G., Clayton, J., & Eichholtz, P. (2021). *Commercial real estate: Analysis & investments* (Third edition). Mbition.
- GIIN. (z.d.). (A guide to this dynamic market). Global Impact Investing Network. <https://s3.amazonaws.com/giin-web-assets/giin/assets/publication/post/giin-impact-investing-guide.pdf>
- Hertwich, E. G., Ali, S., Ciacci, L., Fishman, T., Heeren, N., Masanet, E., Asghari, F. N., Olivetti, E., Pauliuk, S., Tu, Q., & Wolfram, P. (2019). Material efficiency strategies to reducing greenhouse gas emissions associated with buildings, vehicles, and electronics—A review. *Environmental Research Letters*, 14(4), 043004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab0fe3>
- H.N.N. (z.d.). Het Nieuwe Normaal: Leidraad HNN Nieuwbouw. *Het Nieuwe Normaal*. <https://www.hetnieuwenormaal.nl/assets/leidraden/hnn-leidraad-nieuwbouw-1.1.pdf>
- Hoek-Gerritsen, S. van. (2023). *Schrijfgids voor economen: Praktische adviezen voor scripties van a tot z* (Vijfde, herziene druk). Uitgeverij Coutinho.
- Hoxha, E., Passer, A., Saade, M. R. M., Trigaux, D., Shuttleworth, A., Pittau, F., Allacker, K., & Habert, G. (2020). Biogenic carbon in buildings: A critical overview of LCA methods. *Buildings and Cities*, 1(1), 504-524. <https://doi.org/10.5334/bc.46>
- IPCC. (2021). *Climate change 2021—The physical science basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
- Kholodilin, K. A., & Kohl, S. (2023). Do rent controls and other tenancy regulations affect new construction? Some answers from long-run historical evidence. *International Journal of Housing Policy*, 23(4), 671-691. <https://doi.org/10.1080/19491247.2022.2164398>
- Klimaatwet (Stb. 2019, 253) (2019).

- Korevaar, M., & van Dijk, J. H. (2025). *Het WWS en de private huurmarkt*. Instituut voor Publieke Economie.
- Langenaar, M. (2024). Beleggen met toekomst. *Amsterdam School of Real Estate, Amsterdam*.
<https://vastgoedbibliotheek.nl/#!/SingleDoc?find=BI:Beleggen%20met%20toekomst&hitnr=3>
- Linden van Sprankhuizen, F. F. L. van der, Jansen, C. J. H., & Schuijling, B. A. (Red.). (2024). *Ondernemingsgericht privaatrecht en ESG*. Wolters Kluwer.
- Markowitz, H. (1952). PORTFOLIO SELECTION*. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
<https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x>
- Matos, P. (2020). ESG and Responsible Institutional Investing Around the World: A Critical Review. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3668998>
- Moura, M. C. P., Smith, S. J., & Belzer, D. B. (2015). 120 Years of U.S. Residential Housing Stock and Floor Space. *PLOS ONE*, 10(8), e0134135.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134135>
- Newman, R., & Noy, I. (2023). The global costs of extreme weather that are attributable to climate change. *Nature Communications*, 14(1), 6103. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-41888-1>
- Nußholz, J. L. K., Rasmussen, F. N., Whalen, K., & Plepys, A. (2020). Material reuse in buildings: Implications of a circular business model for sustainable value creation. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118546.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118546>
- NVM. (2025, april 10). *Uitpondgolf zet door: Koopstarters profiteren, huurders in de knel*.
<https://www.nvm.nl/nieuws/2025/uitpondgolf-zet-door-koopstarters-profiteren-huurders-in-de-knel/>

- Olanrewaju, O. I., Enegbuma, W. I., & Donn, M. (2024). Challenges in life cycle assessment implementation for construction environmental product declaration development: A mixed approach and global perspective. *Sustainable Production and Consumption*, 49, 502-528. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.06.021>
- Omar, W. M. S. W., Doh, J.-H., Panuwatwanich, K., & Miller, D. (2014). Assessment of the embodied carbon in precast concrete wall panels using a hybrid life cycle assessment approach in Malaysia. *Sustainable Cities and Society*, 10, 101-111. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2013.06.002>
- Pauliuk, S., Heeren, N., Berrill, P., Fishman, T., Nistad, A., Tu, Q., Wolfram, P., & Hertwich, E. G. (2021). Global scenarios of resource and emission savings from material efficiency in residential buildings and cars. *Nature Communications*, 12(1), 5097. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25300-4>
- PBL, TNO, CBS, & RIVM. (2024). *Klimaat- en Energieverkenning 2024*. Planbureau voor de Leefomgeving. <https://www.pbl.nl/system/files/document/2025-01/pbl-2024-klimaat-en-energieverkenning-2024-5490.pdf>
- Pomponi, F., & Moncaster, A. (2016). Embodied carbon mitigation and reduction in the built environment – What does the evidence say? *Journal of Environmental Management*, 181, 687-700. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.08.036>
- Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing a framework for setting ecodesign requirements for sustainable products and repealing Directive 2009/125/EC (2022). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52022PC0142>
- Rankin, K. H., Arceo, A., Isin, K., & Saxe, S. (2024). Embodied GHG of missing middle: Residential building form and strategies for more efficient housing. *Journal of Industrial Ecology*, 28(3), 455-468. <https://doi.org/10.1111/jiec.13461>

Regulation (EU) 2019/2088 of the European Parliament and of the Council of 27 November 2019 on sustainability-related disclosures in the financial services sector (2019).
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32019R2088>

Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council of 18 June 2020 on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment, Pub. L. No. 2020/852 (2020). <http://data.europa.eu/eli/reg/2020/852/oj>

Regulation (EU) 2023/956 of the European Parliament and of the Council of 10 May 2023 establishing a carbon border adjustment mechanism (2023). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32023R0956>

Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC (2011). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32011R0305>

Richtlijn (EU) 2022/2464 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2022 amending Regulation (EU) No 537/2014, Directive 2004/109/EC, Directive 2006/43/EC and Directive 2013/34/EU, as regards corporate sustainability reporting (2022). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32022L2464>

RICS. (2024). *Whole life carbon assessment for the built environment* (2nd ed., Version 3, August 2024). Royal Institution of Chartered Surveyors.
<https://www.rics.org/profession-standards/rics-standards-and-guidance/sector-standards/construction-standards/whole-life-carbon-assessment>

Rijksoverheid. (2019). *Klimaatakkoord*. Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.
<https://www.klimaatakkoord.nl/documenten/publicaties/2019/06/28/klimaatakkoord>

- Ritchie, H., Rosado, P., & Roser, M. (2020). *Greenhouse gas emissions*.
<https://ourworldindata.org/greenhouse-gas-emissions>
- Röck, M., Saade, M. R. M., Balouktsi, M., Rasmussen, F. N., Birgisdottir, H., Frischknecht, R., Habert, G., Lützkendorf, T., & Passer, A. (2020). Embodied GHG emissions of buildings – The hidden challenge for effective climate change mitigation. *Applied Energy*, 258, 114107. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114107>
- Santos, P., Cervantes, G. C., Zaragoza-Benzal, A., Byrne, A., Karaca, F., Ferrández, D., Salles, A., & Bragança, L. (2024). Circular Material Usage Strategies and Principles in Buildings: A Review. *Buildings*, 14(1), 281. <https://doi.org/10.3390/buildings14010281>
- Schoenmaker, D., & Schramade, W. (2019). Investing for long-term value creation. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 9(4), 356-377.
<https://doi.org/10.1080/20430795.2019.1625012>
- Sobota, M., Driessen, I., & Holländer, M. (2021). *Carbon-based design: Onderzoek naar de milieu-impact van de woningbouw*. Transitieteam Circulaire Bouweconomie en CITYFÖRSTER. <https://omgevingsweb.nl/wp-content/uploads/po-assets/599477.pdf>
- Stechemesser, A., Koch, N., Mark, E., Dilger, E., Klösel, P., Menicacci, L., Nachtigall, D., Pretis, F., Ritter, N., Schwarz, M., Vossen, H., & Wenzel, A. (2024). Climate policies that achieved major emission reductions: Global evidence from two decades. *Science*, 385(6711), 884-892. <https://doi.org/10.1126/science.adl6547>
- United Nations. (2015). *Paris Agreement*.
https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf
- Vlek, P. J. (with Rust, W. N. J.). (2020). *Investeren in vastgoed, grond en gebieden* (Zesde druk). SPRYG Real Estate Academy.
- Walch, D., & de la Court, T. (2022). *Rekening houden met de Toekomst: Afwegingskader voor CO2e in provinciaal beleid*. Klimaatverbond Nederland. <https://klimaatverbond.nl/wp->

content/uploads/2023/02/20221031-Rapportage-Provincie-Utrecht-Rekening-houden-met-de-toekomst-1.pdf

- Wang, J., Lee, C. L., & Han, H. (2025). Green building certification and drivers of green premiums: A meta-regression analysis on global housing market. *Smart and Sustainable Built Environment*. <https://doi.org/10.1108/SASBE-11-2024-0472>
- WBCSD. (2023). *Net-zero buildings: Halving construction emissions today*. World Green Building Council For Sustainable Development. https://www.wbcsd.org/wp-content/uploads/2023/09/Net-zero-buildings_Halving-construction-emissions-today.pdf
- W/E adviseurs. (2024). *CO₂eq-Barometer Lente-akkoord nieuwbouwwoningen 2023: Methodiek en resultaten*. Stichting W/E Adviseurs. <https://www.lente-akkoord.nl/nieuws/co2-barometer-2023-is-gereed-lichte-uitstootreductie-woningnieuwbouw>