De invloed van het energielabel op de woningprijzen: Een vergelijking van Alkmaar vóór en ná de start van de energiecrisis.

Sella Baykara

Amsterdam School of Real Estate
Master of Science in Real Estate (MSRE)

Auteur: Sella Baykara
E-mail: sella.baykara@gmail.com
1e begeleider: Philip Koppels

2e lezer: Martijn Dröes
Datum: 22 September 2025

Voorwoord

Voor u ligt mijn afstudeerscriptie met als titel *“De invloed van het energielabel op de woningprijzen: Een vergelijking van Alkmaar vóór en ná de start van de energiecrisis”*. Dit onderzoek vormt de afsluiting van mijn studie en is het resultaat van een intensief traject van literatuuronderzoek, dataverzameling, statistische analyses en het schrijven van deze scriptie. Het thema sluit nauw aan bij de actuele maatschappelijke discussie over duurzaamheid en de waarde van energiezuinige woningen, een onderwerp dat mij gedurende dit traject steeds meer is gaan boeien.

Ik wil Overspaern Makelaardij bedanken voor het beschikbaar stellen van de benodigde data, zonder welke dit onderzoek niet mogelijk was geweest. Daarnaast dank ik mijn vorige werkgever Hoorne Vastgoed voor het mogelijk maken van het volgen van deze studie, evenals mijn huidige werkgever MRP voor de ruimte die ik heb ontvangen om dit traject succesvol af te ronden.

Mijn begeleider P. Koppels wil ik in het bijzonder bedanken voor de waardevolle sparringsessies, die mij hebben gemotiveerd om de dataset zo zorgvuldig mogelijk te analyseren en steeds kritisch naar mijn aanpak te kijken.

Tot slot gaat mijn dank uit naar mijn familie en vrienden voor hun steun, geduld en motivatie tijdens deze periode.

Samenvatting

De inval van Rusland in Oekraïne en de daaropvolgende energiecrisis hebben geleid tot sterk stijgende energieprijzen en een hernieuwde aandacht voor de energieprestaties van woningen. Deze scriptie onderzoekt de invloed van het energielabel op de transactieprijs van grondgebonden woningen in de gemeente Alkmaar, met specifieke aandacht voor de vraag in hoeverre de prijspremie voor energiezuinige labels is veranderd tussen de periode vóór de energiecrisis (2019–2021) en de periode daarna (2022–2024).

Voor dit onderzoek is gebruikgemaakt van een databestand van ruim 3.400 woningtransacties in Alkmaar, afkomstig van Overspaern Makelaardij. De analyse is uitgevoerd met behulp van een log-lineair hedonisch prijsmodel, waarin naast energielabels ook gecontroleerd is voor woningkenmerken, voorzieningen, perceelgrootte en locatie-effecten. Door middel van Ordinary Least Squares (OLS) regressie is het prijseffect van energielabels geschat. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen de twee onderzoeksperiodes en is aanvullend een pooled regressie met interactietermen uitgevoerd om verschillen tussen beide perioden statistisch te toetsen.

Uit de literatuurstudie blijkt dat eerdere onderzoeken in binnen- en buitenland aantonen dat energiezuinige labels doorgaans een meerwaarde hebben ten opzichte van minder zuinige woningen. Dit onderzoek bevestigt dit beeld, maar nuanceert het ook. In de eerste periode vóór de energiecrisis werd alleen het hoogste energielabel duidelijk beloond. In de tweede periode, waarin de energieprijzen sterk waren gestegen, werden ook andere energiezuinige labels significant hoger gewaardeerd. Daarmee wordt zichtbaar dat de markt breder differentieert in de waardering van energieprestaties. De resultaten van de totale dataset en de aanvullende post-hoc toetsen bevestigen deze ontwikkeling.

De bevindingen benadrukken dat energieprestaties een steeds belangrijkere rol spelen in de prijsvorming van woningen. Voor de wetenschap laat dit onderzoek zien dat de waarde-impact van energielabels niet statisch is, maar samenhangt met externe economische omstandigheden zoals de energiecrisis. Voor beleid benadrukken de resultaten dat het stimuleren van verduurzaming niet alleen maatschappelijke baten oplevert, maar ook aantoonbaar financiële meerwaarde creëert voor woningeigenaren.

Inhoudsopgave

1. Onderzoeksopzet 7
1.1. Aanleiding 7
1.2. Probleemstelling 7
1.3. Afbakening en steekproef 8
1.4. Doelstelling 8
1.5. Hoofdvraag en deelvragen 8
1.6. Relevantie 9
1.7. Methodologische aanpak 9
1.8. Leeswijzer 10
2. Theoretisch kader 11
2.1. Energie labels en energie-efficiëntie 11
2.1.1 Het energielabel als beleidsinstrument: doelstellingen, classificatie en toepassing in vastgoed onderzoek 11
2.1.2 Het energielabel en informatie voor huishoudens 13
2.2 Factoren die woningprijzen beïnvloeden 14
2.2.1 Het hedonische prijsmodel 14
2.2.2 Theoretische overwegingen bij variabelenselectie en functionele modelvormen. 15
2.2.3 Energie labels en woningprijzen 18
2.2.3.1 De relatie tussen energie-efficiëntie en woningprijzen 18
2.3 Invloed van energiecrisis en energieprijzen 22
2.3.1.1 De energiecrisis als exogene shock 22
2.3.1.2 Impact van stijgende energieprijzen op de woningmarkt 23
2.3.1.3 Bewustwording consumenten over energie-efficiëntie 23
2.3.1.4 Externe ontwikkelingen op de woningmarkt 24
3. Woningmarktdynamiek in Alkmaar 25
3.1 Inleiding 25
3.2 Renteontwikkeling (2019 – 2024) 25
3.3 Energieprijsontwikkeling (2019 – 2024) 26
3.4 CPI – mutatie (2019 – 2024) 26
3.5 Onderzoeksgebied Gemeente Alkmaar 27
3.5.1 Bevolking 27
3.5.2 Wonen 30
3.5.3 Duurzaamheid 31
4. Methodologie en Data 32
4.1 Inleiding 32

4.2 Onderzoeksmethode 32
4.2.1 Ordinary Least Squares (OLS) 32
4.2.2 Functionele vorm model: Log-lineair 32
4.3 Dataverzameling en bronnen 35
4.3.1 Herkomst en selectie van de onderzoeksdata 35
4.3.2 Overige databronnen 35
4.3.3 Opschoning en samenstelling van de uiteindelijke dataset 35
4.4 Operationele definitie en variabelen 36
4.5 Beschrijvende statistiek 38
4.5.1 Inleiding 38
4.5.2 Overzicht dataset 38
4.5.3 Kernstatistieken 39
4.5.3.1 Continue variabelen 39
4.5.3.2 Frequentieverdeling categorische variabelen 40
4.5.3.3 Transacties per jaar en kwartaal 43
4.5.3.4 Boxplot 44
5. Resultaten 46
5.1 inleiding 46
5.2 OLS - voorwaardelijke toetsen 46
5.2.1 Lineariteit 47
5.3.2 Onafhankelijke fouten 47
5.3.3 Homoscedasticiteit 47
5.3.4 Normaliteit van fouten 47
5.3.5 Multicollineariteit 48
5.4.6 Modelspecificatie 49
5.3 Resultaten 49
5.3.1 Resultaten periode 2019 – 2021 50
5.3.2 Resultaten periode 2022 – 2024 53
5.4 vergelijking periode 2019 – 2021 met periode 2022 – 2024 56
5.5 Resultaten volledige dataset (2019 - 2024) 57
5.5.1 Regressieanalyse volledige dataset (2019 – 2024) 58
5.5.2 Post-hoc analyse energie labels 60
6. Conclusie en discussie 61
6.1 Conclusie 61
6.2 Wetenschappelijke en beleidsmatige implicaties 62
6.3 Discussie en reflectie 62

6.4 Suggesties voor vervolgonderzoek 63

1. Onderzoeksopzet

1.1. Aanleiding

De Russische invasie van Oekraïne in februari 2022 leidde tot een aanzienlijke energiecrisis in Europa, zichtbaar door plotselinge en sterke stijgingen van energieprijzen. De Europese afhankelijkheid van Russisch gas werd duidelijk toen de toevoer werd beperkt en prijzen sterk toenamen, wat zorgde voor hogere energierekeningen en financiële druk voor huishoudens (IEA, 2022; CBS, 2023). Dit had invloed op de betaalbaarheid van woonlasten en creëerde onzekerheid omtrent toekomstige energiekosten (Vereniging Eigen Huis, 2021). Volgens Vrieselaar en De Groot (2022) leidde deze onzekerheid tot verminderde vraag naar koopwoningen en een veranderende waardering van woningen met betere energie labels.

1.2. Probleemstelling

Het onderzoek van Vrieselaar en De Groot (2022) wordt bevestigd door het onderzoek van Vereniging Eigen Huis (2021), waarbij de vraag naar koopwoningen vooral afneemt wanneer huishoudens geconfronteerd worden met sterk stijgende energieprijzen. Diverse eerdere onderzoeken, zoals Ayala et al. (2016), Cajias et al. (2019) en Zhang et al. (2020), constateren reeds een positief verband tussen energie-efficiënte woningen en hogere verkoopprijzen. Brainbay (2024) bevestigt dit recentelijk voor de Nederlandse markt, specifiek aangevend dat verschillen in woningwaarde per vierkante meter op basis van energielabels na 2022 sterk zijn toegenomen, mede door de stijgende energieprijzen als gevolg van de energiecrisis.
Dit onderzoek borduurt daarop voort door specifiek te kijken naar de gemeente Alkmaar en de periode 2019–2024. De keuze voor Alkmaar is tweeledig. Enerzijds betreft het een middelgrote Nederlandse stad met een diverse woningvoorraad en markt die in veel opzichten representatief is voor andere stedelijke gebieden buiten de grote G4-steden. Anderzijds is er uitgebreide en betrouwbare transactiedata beschikbaar, wat een diepgaande analyse mogelijk maakt. Waar Brainbay een landelijk overzicht geeft, biedt dit onderzoek juist een casestudie op regionaal niveau. Daarmee wordt niet alleen inzichtelijk of de landelijke trend ook lokaal zichtbaar is, maar wordt ook een indicatie verkregen in hoeverre de uitkomsten te vertalen zijn naar vergelijkbare middelgrote gemeenten in Nederland.

1.3. Afbakening en steekproef

Zoals ook in het onderzoek van Hoebergen et al (2022) beschreven, verlagen huishoudens hun totale energieverbruik middels diverse verduurzamingsmaatregelen. Uit de aanleiding en probleemstelling blijkt dat met name de start van de energiecrisis heeft geleid tot snelle stijging van energieprijzen waardoor deze periode interessant is om te onderzoeken. Dit onderzoek zal gericht zijn op de willingness to pay voor grondgebonden woningen in de gemeente Alkmaar, welke ook als woonplaats dient. In verband met de beperkte beschikbaarheid van data, bestaat de steekproef van dit onderzoek uit twee even lange periodes voor de start van de energiecrisis begin 2022 en de periode sinds de start. Dit is opgedeeld in twee perioden van 2019 tot en met 2021 (kort voor de start van de energiecrisis) en de erna (2022 tot en met 2024). De ontwikkeling van de energieprijzen in deze periode is weergegeven in figuur 2 in hoofdstuk 3.3, waaruit op te merken is dat de prijzen in 2022 uitzonderlijk hoog waren. Deze worden gevolgd door een daling in 2023 en 2024, waarbij het prijsniveau niet volledig terugkeerde naar het niveau vóór de start van de energiecrisis.

1.4. Doelstelling

Dit onderzoek beoogt inzicht te verschaffen in hoe de recente energiecrisis en de daarmee gepaard gaande stijging van energieprijzen de waardering van energiezuinige woningen, welke wordt gekoppeld aan de energielabel, beïnvloeden. De uitkomsten kunnen huiseigenaren en vastgoedontwikkelaars stimuleren om te investeren in verduurzaming, waardoor woningen met hogere energie labels beter gewaardeerd worden op de woningmarkt. Tevens biedt het onderzoek beleidsmakers relevante inzichten voor het stimuleren van duurzaamheidsmaatregelen in de woningmarkt.

1.5. Hoofdvraag en deelvragen

Uit bovenstaande aanleiding, probleemstelling en doelstelling zal de volgende onderzoeksvraag worden onderzocht:

In hoeverre is de prijspremium voor energie labels veranderd voor een grondgebonden woning?

De hoofdvraag zal middels een aantal deelvragen beantwoord worden:

1) Welke woningkenmerken beïnvloede volgens eerdere onderzoeken de willingness to pay voor woningen.
2) Welke methoden zijn er om de willingness to pay te bepalen voor woningkenmerken?
3) Hoe groot was de prijspremium voor energie labels in Alkmaar tussen 2019 en 2021 en hoe veranderde deze premium in de periode 2022 tot en met 2024?

Ter beantwoording van de hoofdvraag wordt een hypothese geformuleerd om te toetsen of een hogere energielabel van een grondgebonden woning van significante

invloed is op de verkoopprijs. De alternatieve hypothese toetst of er een significant verschil is tussen de periode voor en na de energiecrisis van 2022.

1.6. Relevantie

Maatschappelijke relevantie

De effecten van de energiecrisis na de Russische invasie van Oekraïne hebben naast Nederland ook bredere Europese implicaties gehad, zichtbaar in sterk stijgende levenskosten door hogere energierekeningen (CBS, 2023; Vereniging Eigen Huis, 2021). Dit onderzoek draagt bij aan het maatschappelijk debat door inzicht te geven in het belang van verduurzaming als bescherming tegen toekomstige economische schokken en biedt belanghebbenden handvatten voor gerichte investeringen in woningverduurzaming.

Wetenschappelijke relevantie

Hoewel eerdere onderzoeken het verband tussen energie labels en woningprijzen reeds hebben vastgesteld, zie overzicht in tabel 1 en tabel 2 in hoofdstuk 2, biedt dit onderzoek nieuwe inzichten door specifiek de invloed van de recente energiecrisis en gestegen energieprijzen te onderzoeken. De vergelijking tussen perioden vóór en na het ontstaan van deze energiecrisis maakt het mogelijk om na te gaan of de prijspremium voor energiezuinige woningen structureel is veranderd. Daarmee draagt dit onderzoek bij aan een beter begrip van hoe externe economische schokken, zoals energieprijsstijgingen, de waardering van duurzaamheid op de woningmarkt beïnvloeden. Dit vult bestaande literatuur aan met actuele inzichten relevant voor toekomstig beleid en verdere theorievorming.

1.7. Methodologische aanpak

Het onderzoek maakt gebruik van een kwantitatieve benadering om te onderzoeken of de aanwezigheid van een specifieke energielabel voor grondgebonden woningen een significante invloed heeft op de transactiewaarde in de periode 2019–2024. De dataset voor dit onderzoek wordt aangeleverd door Overspaern Makelaardij, waarin verkooptransacties van grondgebonden woningen zijn opgenomen in de gemeente Alkmaar. Deze dataset wordt verrijkt met openbare bronnen, zoals de Basisregistratie voor Adressen en Gebouwen (BAG) en EP-Online, dat data over energie labels en energie-efficiëntie bevat.

Voor de analyse wordt een hedonische prijsmethode, een econometrische techniek die breed wordt gebruikt in vastgoedonderzoek om de invloed van specifieke woningkenmerken op de marktwaarde te isoleren en te kwantificeren. Deze methode gaat uit van de veronderstelling dat de prijs van een woning te herleiden is tot een reeks van specifieke kenmerken, zoals oppervlakte, bouwjaar, locatie en duurzaamheidskenmerken, zoals de aanwezigheid van energie labels. In dit model fungeert de transactiewaarde als de afhankelijke variabele, terwijl de onafhankelijke variabelen bestaan uit woningkenmerken, waaronder de aanwezigheid van het energielabel en andere relevante factoren.

Het onderzoek maakt gebruik van een multilineair regressiemodel om de hypothese te toetsen dat woningen met een hogere energielabel een premie ontvangen in vergelijking met vergelijkbare woningen met lagere energie labels. Het onderzoek toetst specifiek de periode voor de energiecrisis en de periode sinds de start van de energiecrisis. Hierbij wordt gecontroleerd voor woningkenmerken, zoals bouwjaar, woonoppervlak en locatie om de specifieke impact van energie labels op de woningprijs nauwkeurig te bepalen.

1.8. Leeswijzer

De aanleiding, probleemstelling en vraagstelling is in hoofdstuk 1 uitgewerkt. In hoofdstuk 2 zal het theoretisch kader uiteengezet worden. In hoofdstuk 3 wordt de woningmarktdynamiek in Alkmaar uiteengezet en in hoofdstuk 4 zal de dataset en beschrijvende statistiek behandeld worden. In hoofdstuk 5 zullen de resultaten van het kwantitatieve onderzoek gepresenteerd worden. Hoofdstuk 6 bevat de conclusie en sluit af met de discussiepunten vanuit het onderzoek en eventuele vervolgonderzoeken.

2. Theoretisch kader

2.1. Energie labels en energie-efficiëntie

2.1.1 Het energielabel als beleidsinstrument: doelstellingen, classificatie en toepassing in vastgoed onderzoek.

Het energielabel voor gebouwen en woningen is ingevoerd als onderdeel van de Europese richtlijn voor de energieprestatie van gebouwen, de zogeheten EPBD-richtlijn (Energy Performance of Buildings Directive) (Europese Commissie, 2002). Met dit beleid wilde de Europese Unie het energieverbruik en de uitstoot van CO_2 flink terugdringen. Een belangrijke aanleiding hiervoor was het Kyoto-protocol, waarin de lidstaten afspraken maakten om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen en zo klimaatverandering tegen te gaan (Murphy, 2014).

Het energielabel is bedoeld om consumenten en bedrijven inzicht te geven in de energieprestaties van gebouwen, zodat zij beter onderbouwde keuzes kunnen maken bij koop, huur of investeringen in verduurzaming (Europese Commissie, 2018). Het idee hierachter is dat meer transparantie en betere informatie leiden tot meer bewustzijn van energiegebruik en energiekosten. Hierdoor worden huiseigenaren en bewoners sneller gestimuleerd om te investeren in energiebesparende maatregelen. Op langere termijn moet dit leiden tot structureel lager energieverbruik, minder uitstoot van broeikasgassen en lagere woonlasten door besparing op energiekosten (Murphy, 2014; Europese Commissie, 2018).

In Nederland geldt sinds 1 januari 2008 de verplichting om bij verkoop of verhuur van een woning een energielabel te overhandigen (Rijksoverheid, 2008). Het label voorziet kopers en huurders van duidelijke en vergelijkbare informatie over de energieprestatie van een woning. Daarmee fungeert het zowel als communicatiemiddel tussen verkoper en koper, als marktinstrument dat de vraag naar energiezuinige woningen stimuleert. Dit kan leiden tot een hogere waardering en een prijspremie voor woningen met een beter label (Brounen & Kok, 2011; Fuerst et al., 2015).

De labels lopen uiteen van A++++ tot G. Een woning met label A++++ voldoet aan de nieuwste bouw- en isolatienormen en beschikt vaak over moderne installaties zoals zonnepanelen en warmtepompen. Label G wordt daarentegen meestal toegekend aan oudere woningen met weinig isolatie en verouderde verwarmingssystemen, waardoor de energiekosten aanzienlijk hoger uitvallen (RVO, 2023). Deze classificatie, gebaseerd op de energie-index, laat zien hoe een woning scoort ten opzichte van actuele normen en vergelijkbare woningen.

In 2021 is in Nederland een nieuwe rekenmethode ingevoerd (NTA 8800) om het energielabel nauwkeuriger en betrouwbaarder te maken in het voorspellen van het daadwerkelijke energiegebruik (RVO, 2023). Deze wijziging was nodig omdat eerdere methodes te weinig inzicht gaven in het werkelijke verbruik, waardoor het vertrouwen onder consumenten beperkt bleef. Met de nieuwe methode zijn labels beter vergelijkbaar en transparanter. Het energielabel geeft sindsdien niet alleen informatie over isolatie en installaties, maar ook een realistischer beeld van de te verwachten energiekosten. Dit helpt consumenten bij het inschatten van toekomstige lasten en bij het maken van keuzes over energiebesparende investeringen (RVO, 2023).

Uit evaluaties van de Europese Commissie (2021) blijkt dat de invoering van energie labels daadwerkelijk heeft bijgedragen aan meer investeringen in energiebesparende maatregelen. Hierdoor is het energieverbruik van de Europese woningvoorraad merkbaar gedaald. Het energielabel blijkt daarmee niet alleen een nuttig informatie-instrument voor consumenten, maar ook een effectief beleidsmiddel om klimaat- en duurzaamheidsdoelen te ondersteunen (Europese Commissie, 2021).

Tegelijkertijd wijzen Mugarra et al. (2025) erop dat er binnen Europa grote verschillen bestaan in hoe landen de labels invoeren. Deze verschillen kunnen leiden tot verwarring bij consumenten en ervoor zorgen dat het oorspronkelijke doel – het informeren van huishoudens en stimuleren van verduurzaming – niet altijd wordt bereikt. In landen waar de invoering duidelijk en consistent verloopt, is er meer bewustzijn en een grotere bereidheid om te investeren in energiebesparende maatregelen. In landen met een zwakkere implementatie profiteren vooral huishoudens met een lager inkomen minder van energiebesparing en ervaren zij juist hogere energielasten, wat sociale ongelijkheid kan vergroten (Mugarra et al., 2025).

Ook binnen Nederland blijkt dat de manier van invoeren een verschil maakt. Zhang, Stangenberg en Van Wickeren (2020) laten zien dat verplichte energie labels effectiever zijn dan vrijwillige. Doordat ze meer transparantie geven, worden kopers beter geïnformeerd over het daadwerkelijke energieverbruik van een woning. Dit vergroot de informatiewaarde van energie labels en maakt ze een betrouwbaarder instrument voor zowel economische analyses als beleid. Consumenten nemen hierdoor de energieprestatie van woningen serieuzer mee in hun aankoopbeslissingen, wat zich vertaalt in hogere woningprijzen en een grotere bereidheid om extra te betalen voor energiezuinige woningen.

Daarnaast speelt het energielabel in vastgoedonderzoek niet alleen een rol bij het verklaren van marktwaarden, maar ook bij het beoordelen van beleidsmaatregelen. Mugarra et al. (2025) benadrukken dat beleidsmakers labels kunnen gebruiken om gerichte maatregelen te ontwikkelen die verduurzaming en bewustwording stimuleren. Een goed functionerend en duidelijk uitgelegd energielabelsysteem kan zo bijdragen aan beleidsdoelen rondom energiebesparing en verduurzaming van de woningvoorraad. Omdat het label bovendien direct is gekoppeld aan marktwaarde en investeringsbereidheid, vormt het een krachtig hulpmiddel om beleidseffecten en consumentengedrag te analyseren, zeker in tijden van externe schokken zoals een energiecrisis (Mugarra et al., 2025; Brainbay, 2024).

Nu het beleidsmatige fundament en de doelstelling van het energielabel zijn besproken, is het belangrijk om verder te kijken naar welke informatie het label precies biedt aan consumenten en hoe zij deze informatie gebruiken.

2.1.2 Het energielabel en informatie voor huishoudens

Waar in de voorgaande paragraaf het energielabel vooral vanuit een beleidsmatig perspectief is besproken, gaat dit deel in op hoe het label in de praktijk wordt bepaald en welke technische kenmerken hierbij een rol spelen. Het energielabel wordt vastgesteld op basis van een technische opname door een gecertificeerde energieprestatieadviseur en wordt berekend met gestandaardiseerde methodes.

Tot en met 2020 was de Energie-Index (EI) de basis voor de toekenning van het energielabel. Sinds januari 2021 wordt gebruikgemaakt van de vernieuwde NTA 8800-norm (RVO, 2023). Hoewel de term Energie-Index tegenwoordig minder gebruikt wordt, blijft het idee achter de berekening hetzelfde: op basis van gebouw- en installatiekenmerken wordt het primaire fossiele energiegebruik per vierkante meter bepaald, wat vervolgens leidt tot de classificatie in een energielabel (Nieman, 2023).

De bepaling van het energielabel start altijd met een woningopname door een gecertificeerde energieprestatieadviseur (EPA). Tijdens deze opname worden gedetailleerde gegevens verzameld volgens de richtlijnen BRL 9500 en ISSO-publicatie 82.1 (RVO, 2023). Dit zorgt voor een uniforme en objectieve beoordeling van woningen en geeft een betrouwbaar beeld van de technische staat.

Bij de opname wordt gekeken naar twee soorten kenmerken. De eerste categorie betreft de gebouwgebonden eigenschappen, zoals het type woning (vrijstaand, rijwoning, appartement), het bouwjaar en de thermische isolatie van dak, gevel en vloer (RVO, 2023; Stekcheck, 2023). Hierbij spelen ook details als het gebruikte isolatiemateriaal, de isolatiedikte en de kwaliteit van beglazing (bijvoorbeeld dubbel glas, HR-glas of triple glas) een rol. Deze factoren zijn bepalend voor het warmteverlies en dus voor de totale energievraag van een woning.

De tweede categorie bestaat uit installatietechnische kenmerken. Hierbij gaat het om systemen voor verwarming, ventilatie en warm water, maar ook om eventuele voorzieningen voor hernieuwbare energie, zoals zonnepanelen of zonneboilers (Essent, 2023; Label-up, 2023). Voor verwarmingssystemen wordt bijvoorbeeld gekeken naar het type installatie (cv-ketel, warmtepomp, stadsverwarming) en het rendement daarvan. Bij ventilatie wordt beoordeeld welk systeem aanwezig is, variërend van natuurlijke ventilatie tot balansventilatie met warmteterugwinning (WTW). Na de opname voert de energieadviseur de verzamelde gegevens in gespecialiseerde software in, die rekent volgens de NTA 8800-methodiek. Deze methode hanteert drie kernindicatoren: de energiebehoefte (EP1), het primair fossiel energiegebruik (EP2) en het aandeel hernieuwbare energie (EP3) (RVO, 2023; Nieman, 2023). Sinds 2021 vormt de EP2-waarde – het primair fossiel energiegebruik per m² per jaar – de directe basis voor het energielabel, zonder tussenkomst van de oude Energie-Index (W/E Adviseurs, 2023).

Het resultaat van deze berekening wordt gekoppeld aan een labelklasse die varieert van A++++ (zeer energiezuinig) tot G (zeer energie onzuinig). De indeling in deze klassen is vastgesteld door de RVO (2023). Zo krijgen huishoudens een duidelijk beeld van hoe hun woning presteert ten opzichte van andere woningen en geldende normen.

Naast de labelclassificatie bevat het energielabel extra informatie, zoals een schatting van het jaarlijkse energieverbruik en de bijbehorende kosten voor verwarming, warm water en elektriciteit (Milieu Centraal, 2023). Ook worden aanbevelingen gedaan voor verduurzamingsmaatregelen en de mogelijke kostenbesparingen daarvan. Daarmee is het energielabel niet alleen een vergelijkingsinstrument, maar ook een praktische handleiding voor bewoners die hun woning willen verbeteren.

Het belang van deze informatie kwam sterk naar voren tijdens de energiecrisis van 2022. De plotselinge stijging van de energieprijzen maakte huishoudens veel bewuster van de financiële gevolgen van het energieverbruik van hun woning (Brainbay, 2024). Hierdoor is het energielabel een nog belangrijkere factor geworden bij aankoopbeslissingen en bij de keuze om te investeren in energiebesparende maatregelen.

Samengevat is het energielabel een technisch én informatief instrument dat huishoudens helpt bij het maken van beter onderbouwde keuzes. Door inzicht te geven in de gebouw- en installatiekenmerken en hun invloed op energieverbruik en kosten, levert het label een waardevolle bijdrage aan aankoop- en investeringsbeslissingen binnen de woningmarkt.

2.2 Factoren die woningprijzen beïnvloeden

2.2.1 Het hedonische prijsmodel

Het hedonische prijsmodel is een algemeen erkend theoretisch kader binnen economisch en vastgoedonderzoek om prijsverschillen op de woningmarkt te verklaren vanuit specifieke woning- en locatiekenmerken (Rosen, 1974; Lancaster, 1966). De kernveronderstelling van het hedonische model is dat consumenten vastgoed waarderen op basis van afzonderlijke kenmerken die het bezit, zoals oppervlakte, bouwjaar, ligging, voorzieningen en energie-efficiëntie, en niet uitsluitend vanwege het object als geheel (Chau & Chin, 2003; Taylor, 2008). Binnen dit theoretische raamwerk ontstaan woningprijzen door interactie tussen vraag en aanbod naar afzonderlijke woningkenmerken, waarbij elk kenmerk een impliciete prijs vertegenwoordigt (Rosen, 1974).

Het model biedt daarom een geschikt theoretisch perspectief voor onderzoek naar specifieke prijsbepalende factoren op de woningmarkt, zoals energiezuinigheid, die in dit onderzoek centraal staat. In eerdere studies is consistent vastgesteld dat woningkenmerken zoals bouwjaar, woonoppervlak, locatie en energie-efficiëntie significant bijdragen aan woningprijzen (Evangelista et al., 2020; Brounen & Kok, 2011). Deze kenmerken beïnvloeden prijzen omdat zij rechtstreeks samenhangen met de gebruikswaarde en toekomstige kosten verbonden aan woningbezit, zoals energiekosten, onderhoud en woongenot.

Chau en Chin (2003) wijzen hierbij op het belang van een zorgvuldige selectie van woningkenmerken, omdat de betrouwbaarheid van het theoretische verklaringsvermogen sterk afhankelijk is van de volledigheid en nauwkeurigheid van de opgenomen variabelen. Nguyen (2020) toont bijvoorbeeld aan dat in een relatief jonge en opkomende woningmarkt, zoals in Vietnam, kenmerken als woonoppervlak, bouwjaar en energieprestatie systematisch een significante relatie vertonen met

woningprijzen. Dit specifieke onderzoek biedt daarbij belangrijke empirische ondersteuning vanuit een context die vergelijkbaar is met het huidige onderzoek naar de woningmarkt in Alkmaar, omdat het eveneens gaat om een gedetailleerde toepassing van het hedonische prijsmodel op woningkenmerken en energiebesparende eigenschappen in een dynamische woningmarkt.

Ook in het Nederlandse onderzoek "De prijs van de plek" wordt bevestigd dat specifieke fysieke woningkenmerken zoals oppervlakte, bouwjaar en aanwezigheid van tuin of garage, evenals omgevingskenmerken zoals sociale status van de buurt en nabijheid van voorzieningen, significante determinanten zijn van woningprijzen. Deze bevindingen sluiten aan bij internationaal onderzoek waaruit blijkt dat dergelijke kenmerken structureel waarde toevoegen aan woningen (Brounen & Kok, 2011; Fuerst et al., 2015; Ayala et al., 2016). De aanwezigheid van dergelijke kenmerken bepaalt mede de betalingsbereidheid van consumenten, omdat ze verbonden zijn met het verwachte toekomstige nut en de toekomstige kosten.

Binnen de specifieke context van het huidige onderzoek, waarin het effect van de recente energiecrisis op woningprijzen via energie labels centraal staat, levert het hedonische prijsmodel een theoretische onderbouwing om het relatieve belang van energie-efficiëntie ten opzichte van andere prijsbepalende kenmerken te verklaren. Vanuit dit theoretische perspectief kan inzicht verkregen worden in het belang van energiezuinigheid voor de woningwaardering tijdens een economische schokperiode (Brainbay, 2024; Evangelista et al., 2020).

2.2.2 Theoretische overwegingen bij variabelenselectie en functionele modelvormen.

De toepasbaarheid van het hedonische prijsmodel is in sterke mate afhankelijk van de zorgvuldigheid waarmee verklarende variabelen worden geselecteerd en de functionele vorm van het model wordt bepaald. De keuze voor variabelen dient gebaseerd te zijn op theoretische en empirische inzichten in prijsbepalende kenmerken van woningen.

Zoals eerder aangehaald, identificeren Brounen en Kok (2011), Evangelista et al. (2020) en het rapport *De prijs van de plek* een consistente set van kenmerken die woningprijzen beïnvloeden: woonoppervlakte, bouwjaar, woningtype, ligging ten opzichte van voorzieningen, sociaaleconomische buurtkenmerken, en energieprestatie. Variabelen dienen niet uitsluitend op beschikbaarheid gebaseerd te zijn, maar op theoretische relevantie en aantoonbare relatie met marktwaardering. Een onvolledige variabelenselectie kan leiden tot vertekende schattingen van de waarde van bijvoorbeeld het energielabel.

Naast de variabelenselectie speelt ook de keuze voor de functionele vorm van het model een rol van betekenis. In hedonische woningprijsstudies wordt veelvuldig gekozen voor een log-lineair model, waarin de natuurlijke logaritme van de verkoopprijs als afhankelijke variabele wordt gemodelleerd (Taylor, 2008). Dit modeltype maakt het mogelijk om coëfficiënten te interpreteren als benaderingen van procentuele prijseffecten, wat vooral nuttig is bij de analyse van discrete kenmerken zoals energie labels.

Brounen en Kok (2011) hanteren eveneens een log-transformatie van de woningprijs in hun analyse van energie labels in de Nederlandse markt, waarmee zij aansluiten bij de conventie in de internationale literatuur. Evangelista et al. (2020) benadrukken dat de functionele vorm niet louter een technische keuze is, maar ingebed moet zijn in het theoretisch kader: een logaritmische specificatie past bij de veronderstelling dat consumenten prijsveranderingen in relatieve termen evalueren.

De uiteindelijke keuze voor een functionele vorm dient in empirisch onderzoek verder te worden getoetst, maar theoretisch gezien is een log-lineaire benadering passend in situaties waarin prijsverschillen worden geïnterpreteerd als proportionele effecten van variabelen zoals oppervlakte, locatie of energie-efficiëntie. Dit geldt in het bijzonder wanneer woningprijzen over een breed spectrum uiteenlopen en heteroscedasticiteit wordt vermoed.

Om de empirische toepassing van de besproken theorie te illustreren, wordt in tabel 1 een efficiënt overzicht gegeven van studies die zich richten op de algemene waardebepaling van woningen. Vervolgens wordt elke artikel kort tekstueel toegelicht. Chau & Chin (2023) hebben een uitgebreide kritische literatuurreview uitgevoerd naar toepassingen van het hedonische prijsmodel in verschillende woningmarkten wereldwijd. Ze beschrijven uitvoerig hoe het model wordt gebruikt om woningprijzen te verklaren aan de hand van locatie-, structuur-, en buurtkenmerken. Hun onderzoek bevestigt dat het hedonische prijsmodel een geschikte methode is om de bijdrage van verschillende woningkenmerken op woningprijzen vast te stellen. Belangrijkste conclusie is dat locatie- en buurtkenmerken, zoals bereikbaarheid en sociale status van buurten, een significante invloed hebben op woningprijzen. Structurele kenmerken zoals leeftijd en woningoppervlakte blijken eveneens belangrijke factoren te zijn. Nguyen (2020) heeft in Vietnam onderzocht welke factoren woningprijzen bepalen met behulp van het hedonische prijsmodel, waarbij woningtransacties uit de steden Ho Chi Minh en Hanoi werden geanalyseerd. De studie toont aan dat woningprijzen positief worden beïnvloed door woninggrootte, aantal slaapkamers, type woning, lokale voorzieningen zoals parken en winkelcentra, en de kwaliteit van de bouwstructuur. Daarnaast blijkt dat woningen dichter bij het stadscentrum aanzienlijk duurder zijn dan woningen verder weg. De studie concludeert dat het hedonische prijsmodel effectief is in het verklaren van woningprijzen in een opkomende markt zoals Vietnam.

Visser & van Dam (2006) hebben voor Nederland onderzocht hoe kenmerken van de woonomgeving de woningprijzen beïnvloeden. Zij analyseerden een groot aantal woningtransacties en ontdekten dat naast fysieke kenmerken van woningen, vooral sociale en functionele kenmerken van de woonomgeving (zoals status van de buurt en bereikbaarheid van voorzieningen en werkgelegenheid) sterk bepalend zijn voor woningprijzen. Opvallend is dat fysieke omgevingskenmerken zoals groen en water slechts een beperkte rol spelen, behalve bij woningen dicht bij bosrijke of recreatieve gebieden. De auteurs concluderen dat de sociale status van een buurt en goede bereikbaarheid tot de belangrijkste prijsbepalende factoren behoren.

Onderzoek	Land	Onderzoeksmethode	Markt	Afhankelijke variabele	Fysieke kenmerken	Locatiekenmerken	Duurzaamheids kenmerken	Overige	Resultaat/Uitkomst
Chin & Chau (2003)	Internationaal	Literatuurreview van hedonische prijsonderzoeken	Koop	genaturaliseerde (log) transactieprijsrijs	Aantal vertrekken Aantal slaapkamers Aantal badkamers Vloeroppervlak Kelder Garage Verdiepingsniveau van de woning Bouwjaar Kwaliteit van de tuin Aanwezigheid van lift Kwaliteit van de constructie Kwaliteit van bouwmaterialen en afwerking	Afstand tot de centrale zakenwijk Inkomen van bewoners in de buurt Afstand tot goede scholen Afstand tot ziekenhuizen Afstand tot gebedshuizen Afstand tot winkelcentra Afstand tot bosgebieden Kwaliteit van het landschap Kwaliteit van speelvoorzieningen Uitzicht op zee, meren of rivieren Uitzicht op heuvels, valleien of golfbanen Belemmerd uitzicht Aanwezigheid terras Aanwezigheid van zwembad Aanwezigheid van fitnessruimte Aanwezigheid van tennisbaan	Aanwezigheid airconditioning	Looptijd van de erfpacht Misdaadcijfers Geluidsniveaus van verkeer of vliegverkeer	Oceaanzicht volledig (B = +147%)** Oceaanzicht gedeeltelijk (B = +10%)** Extra kamer (B = +7%)** Extra badkamer (B = +14%)** Oudere woning (25 jaar) (B = -3150 USD)**
Visser & Van Dam (2006)	Nederland	OLS-hedonische regressie	Koop	Verkoopprijs van de woning per vierkante meter (€/m²)	Woningtype Type woning Bouwjaar Woonoppervlak Inhoud Kadastrale perceeloppervlakte Aantal kamers Aanwezigheid van garage Aanwezigheid van tuin Staat van onderhoud	Segmentatie-dummy stedelijk vs landelijk Provinciedummies Proxies voor aantal arbeidsplaatsen in de buurt Proxies voor nieuwbouwvoorraad in de buurt	Isolatie	Segmentatie-dummy grondgebonden vs appartementen	Aanwezigheid bos binnen 50 meter (B = +94 euro/m²)** Aanwezigheid recreatief water binnen 50 meter (B = +74 euro/m²)** Percentage recreatief groen (B = +2.674 euro per procentpunt)** Aanwezigheid bedrijventerreinen (B = -302 euro/m²)** Percentage niet-westerse allochtonen (B = -562 euro per procentpunt)** Sociale status buurt (B = -99 euro per punt lagere status)**
My-Linh Thi Nguyen (2020)	Vietnam	OLS-hedonische regressie	Koop	Prijs per vierkante meter (house price per m²)	Woonoppervlak in vierkante meters Aantal slaapkamers Aantal badkamers Aanwezigheid van tuin Aanwezigheid van zwembad en/of hottub Moderne en nieuwe bouwstructuur	Afstand tot het stadscentrum in kilometers Nabijheid van lokale voorzieningen zoals parken, pleinen, scholen en winkelcentra	n.v.t.	n.v.t.	Nabijheid stadscentrum (B = -0,020)** Woninggrootte (B = 0,001)* Aantal slaapkamers (B = 0,065)** Aanwezigheid tuin (B = 0,048)* Lokale voorzieningen (parken, scholen, winkelcentra) (B = 0,187)** Kwaliteit bouwstructuur (B = 0,050)**

Tabel 1: Overzicht studies algemene waardebepaling van woningen.

De onderzoeken zoals hierboven samengevat geven inzicht in welke fysieke en locatiekenmerken structureel worden meegenomen in hedonische prijsmodellen en vormen daarmee een uitgangspunt voor de variabelenselectie in het huidige onderzoek. Uit tabel 1 blijkt dat fysieke kenmerken zoals woonoppervlak, type woning, bouwjaar en staat van onderhoud, evenals locatiekenmerken als buurt, bereikbaarheid en stedelijkheid, in vrijwel alle algemene onderzoeken een centrale rol innemen als verklaring voor de woningprijs. Deze bevindingen bieden een solide basis voor het opzetten van het empirisch model van deze scriptie. In het vervolg van dit hoofdstuk wordt het blikveld verbreed naar recente literatuur die specifiek de invloed van energie-efficiëntie en duurzaamheidskenmerken op de woningwaarde heeft onderzocht. De inzichten uit deze studies zijn relevant voor het integreren van duurzaamheidsvariabelen in het uiteindelijke analysekader.

2.2.3 Energie labels en woningprijzen

2.2.3.1 De relatie tussen energie-efficiëntie en woningprijzen

Energie-efficiëntie wordt binnen de woningmarkt in toenemende mate beschouwd als een prijsbepalend kenmerk. Het energielabel, als officieel erkende indicator van de energetische kwaliteit van een woning, speelt hierin een centrale rol. Diverse studies tonen aan dat woningen met een gunstig energielabel systematisch hogere transactieprijzen realiseren dan vergelijkbare woningen met een slechter label (Brounen & Kok, 2011; Fuerst et al., 2015; Brainbay, 2024). Dit prijseffect wordt doorgaans aangeduid als de energielabel-premie.

In de literatuur worden drie dominante verklaringsmechanismen onderscheiden. Ten eerste verlagen energiezuinige woningen de structurele energielasten voor huishoudens, wat zich vertaalt in een hogere betalingsbereidheid (Brounen & Kok, 2011; Zhan et al., 2022). Ten tweede fungeert het energielabel als signaal van duurzaamheid en woonkwaliteit, hetgeen inspeelt op niet-financiële voorkeuren van huishoudens (Fuerst et al., 2015). Ten derde versterken beleidsmaatregelen, zoals subsidieregelingen en verduurzamingsleningen, het investeringsrendement van energiezuinige woningen, wat eveneens in de prijsvorming tot uiting komt (Evangelista et al., 2020; Brainbay, 2024).

Het Nederlandse rapport *De prijs van de plek* laat op basis van grote woningtransactiedata zien dat energie labels significant bijdragen aan woningprijzen, zelfs na controle voor andere fysieke en omgevingskenmerken. Ook daaruit blijkt dat het energielabel zich ontwikkelt van een technische registratie tot een gedrags- en prijssignaal. Deze bevindingen sluiten aan bij internationaal vergelijkbare studies waarin het label niet alleen wordt gezien als energie-informatie, maar ook als maatstaf voor toekomstig comfort en investeringswaarde (Evangelista et al., 2020).

De mate waarin het energielabel doorwerkt in woningprijzen blijkt echter afhankelijk van contextuele factoren. Zo toont Brainbay (2024) op basis van Nederlandse transactiedata aan dat de prijspremie per labelklasse sterker is in stedelijke gebieden en in hogere prijsklassen. Bovendien hangt het effect mede af van de wijze waarop het label is vastgesteld. In de praktijk bestaat er een verschil tussen labels die zijn gebaseerd op fysieke inspectie door een energieadviseur en labels die automatisch of forfaitair zijn toegekend. De eerste categorie wordt algemeen beschouwd als

betrouwbaarder, wat impliceert dat deze ook sterker kunnen doorwerken in prijsperceptie en marktgedrag (Brainbay, 2024; Milieu Centraal, 2023).

Tenslotte benadrukt de literatuur het belang van transparantie en informatieoverdracht. Zhang et al. (2020) tonen aan dat verplicht gestandaardiseerde labeling leidt tot betere marktwerking en grotere bewustwording onder kopers. Informatieasymmetrie tussen koper en verkoper wordt daarmee verkleind, waardoor het energielabel naast technisch instrument ook een communicatieve functie vervult. Brounen en Kok (2011) onderbouwen dit met empirisch bewijs uit de Nederlandse woningmarkt, waaruit blijkt dat transparante labelinformatie de woningprijs beïnvloedt, zelfs wanneer energiebesparingen niet expliciet worden doorgerekend. Uitbreidend op het overzicht in subsectie 2.2.2 is hieronder tabel 2 opgenomen van nationale en internationale onderzoeken die specifiek het effect van energie labels of duurzaamheid op de woningwaarde hebben onderzocht. Een deel van deze studies is hierboven al kort besproken, maar de tabel biedt een gestructureerd totaalbeeld van de gehanteerde methoden, onderzochte markten en gevonden prijseffecten. Dit overzicht vormt daarmee een belangrijke aanvulling op de eerder besproken literatuur en dient als uitgangspunt voor de verdere variabelenselectie en modelkeuze in het huidige onderzoek.

Onderzoek	Land	Onderzoeksmethode	Markt	Afhankelijke variabele	Fysieke kenmerken	Locatiekenmerken	Duurzaamheidskenmerken	Overige	Resultaat/Uitkomst
Brounen & Kok (2011)	Nederland	OLS-hedonische regressie	Koop	Natuurlijke logaritme van de transactieprijs van de woning	Woonoppervlak Aantal slaapkamers Type woning Bouwperiode Aanwezigheid van centrale verwarming Isolatiekwaliteit Onderhoudsstaat interieur Onderhoudsstaat exterieur	Woningdichtheid Gemiddeld maandinkomen van huishoudens in de buurt Wijk-fixed effects	Isolatiekwaliteit Aanwezigheid van centrale verwarming	Gemiddelde verkooptijd op de markt Tijd-fixed effects	Per label t.o.v. G: A +12,1% B +7,5% C +5,3% D +3,7% E +3,1% F +1,8%
Perez, R., Amoudi, Famuyiwa & Tah (2025)	Verenigd Koninkrijk (Oxfordshire)	Log-Log OLS-hedonische regressie	Koop	Natuurlijke logaritme van de totale transactieprijs van de woning (log P)	Aantal slaapkamers Totale vloeroppervlakte Type woning Bouwperiode	District dummies	Energielabel	n.v.t.	Label t.o.v. G: A: +35,1% B: +37,3% C: 36,2% D: +33,5% E: +18,5% F: +11,7%
Rui Evangelista, Esmeralda A. Ramalho & João Andrade e Silva (2020)	Portugal	OLS-hedonische regressie	Koop	Natuurlijke logaritme van de transactiewoningprijs (gebaseerd op onroerendezaakbelasting-gegevens)	Bruto vloeroppervlak Netto vloeroppervlak Oppervlakte van onbebouwde grond Aantal slaapkamers Bouwperiode	Proxies voor kwaliteit van publieke voorzieningen Proxies voor landschappelijk uitzicht Regionale dummyvariabelen per district	Energielabel	Tijd-dummyvariabelen voor jaar-kwartaal Controle op fiscale taxatiewaarde	Label A/B t.o.v. C: +11,8% (appartm. Bestaand) Label A/B t.o.v. C: 12,3% (appartm. Nieuw) Label A/B t.o.v. C: 4,5% (huizen bestaand) Label A/B t.o.v. C: 5,5% (huizen nieuw)
Aras Khazal & Ole Jakob Sønstebø (2020)	Noorwegen	Multilevel hedonische regressie	Huur	Natuurlijke logaritme van de maandelijkse huurprijs (log huurprijs)	Woonoppervlak Verdiepingsniveau Bouwjaar Aantal slaapkamers Type woning Balkon (ja/nee) Gemeubileerd (ja/nee)	“Centraal gelegen” dummy Multilevel random-effects op county-, gemeente- en postcode-niveau	Energielabel	Breedbandinternet (ja/nee) Jaar-kwartaal dummies “Professional” dummy (makelaar versus particuliere verhuurder)	Groen (label A-C) vs niet Groen (D-G): +3,3% Label A t.o.v. D: +2,7% Label B t.o.v. D: +1,3% Label C t.o.v. D: +0,9%
Franz Fuerst, Patrick McAllister, Anupam Nanda & Peter Wyatt (2015)	Engeland	OLS-hedonische regressie	Koop	Natuurlijke logaritme van de transactieprijs per vierkante meter (log prijs per m²)	Bouwperiode Type woning Aantal slaapkamers	Verstedelijkingsindex Achterstands-index Postcode-gebied dummy’s	Energielabel	Eigendomsvorm (eigen grond vs erfpacht) Kwartaal-dummy’s	Label A/B t.o.v. D: +5% Label C t.o.v. D: +1,8% Label E t.o.v. D: -0,7% Label F t.o.v. D: -0,9% Label G t.o.v. D: -6,8%
Andrea Chegut, Piet Eichholtz & Rogier Holtermans (2015)	Nederland	OLS-hedonische regressie	Koop	Transactieprijs per vierkante meter	Woonoppervlak Aantal vertrekken Aanwezigheid van kelder Bouwperiode van de woning Onderhoudsstaat interieur Onderhoudsstaat exterieur Type verwarming Isolatiekwaliteit	Postcode dummy	Energielabel Isolatiekwaliteit Type verwarming Interactietermen tussen huishouden-inkomenscategorie en EPC-label	Kwartaaljaar dummy’s	Label A/B t.o.v. C: +2,6% Label A t.o.v. C: + 7% Label B t.o.v. C: 1,9%
Marco Cajias, Franz Fuerst & Sebastian Bienert (2018)	Duitsland	Multilevel hedonische regressie	Huur	Natuurlijke logaritme van de maandelijkse huurprijs (log huurprijs)	Woonoppervlak Aantal slaapkamers Type woning Bouwjaar Verdiepingsniveau Balkon (ja/nee)	Dummy voor ‘centraal gelegen’ Regionale dummyvariabelen Multilevel random-effects op county-, gemeente- en wijkniveau	Energielabel	Breedbandinternet (ja/nee) Gemeubileerd (ja/nee)	Label t.o.v. D: A+: +0,9% A: + 1,4% B: +0,9% C: +0,2%
Amaia de Ayala, Ibon Galarraga & Joseph V. Spadaro (2016)	Spanje	OLS-hedonische regressie	Koop	Natuurlijke logaritme van de transactiewoningprijs	Woonoppervlakte Aantal vertrekken Verdieping Bouwjaar	Geografische dummies voor Bilbao, Vitoria, Malaga, Sevilla Bevolkingsdichtheid (inwoners/km²) Levenskwaliteitsindex gemeente Stedelijkheidsdummy (gemeente > 10 000 inwoners) Afstand tot snelweg (meters) Percentage tweede woningen	Energielabel Airconditioning (ja/nee)	Vergrijzingsindex (% ≥ 65 jaar)	Labels A/B/C t.o.v. labels D/E/F/G: +9,8% Labels A/B/C t.o.v. labels E/F/G: +5,4%
Lennart Stangenberg, Sjors van Wickeren & Lu Zhang (2020)	Nederland	Regression discontinuity desing & matching	Koop	Transactieprijs van woningen (feitelijke verkoopprijs)	Woonoppervlak Bouwjaar Woningtype Onderliggende Energy Index	Postcode-fixed effects	Energielabel (vrijwillig versus verplicht)	Jaar-kwartaal-fixed effects Matching- en RDD-specificaties (overige controlevariabelen)	Informatiewaarde energielabels vrijwillig versus verplicht. Vrijwillig: t.o.v. D: A: +6,5%, B: + 3,5%, C: +1,8% Verplicht: t.o.v. D: A: +5%, B: +6,2%, C: +3.2%

Tabel 2: Overzicht nationaal/internationale studies waardebepaling van woningen met nadruk op energie labels/duurzaamheid.

De onderzoeken uit tabel 2 laten in grote lijnen hetzelfde zien namelijk, energiezuinigheid telt mee in de prijs. Hoeveel dat precies is, verschilt per land, periode en segment (koop/huur).

Voor de Nederlands koopmarkt vinden Brounen & Kok duidelijke prijsstappen per label (referentie = G): A +12,1%, B +7,5%, C +5,3%, D +3,7%, E +3,1%, F +1,8%. Gemiddeld geeft “groen” (A–C) eerst +6,1%, maar met extra controles zakt dat naar +2,7–2,8%. Dat suggereert: een deel is echte energiebesparing, maar het label werkt óók als informatiesignaal.
In betaalbare koop (corporatiewoningen) vinden Chegut et al. kleinere, maar consistente effecten. Ten opzichte van C is A +7,0% en B +1,9%; binnen gelabelde woningen is “A/B vs C of lager” +2,6%. Ten opzichte van ongelabeld is A +7,2%, B +1,9%, terwijl D −1,1%, E −1,5%, F −1,6% zijn.
Zhang et al. kijken specifiek naar de informatiewaarde van labels. In het vrijwillige systeem (2008–2014) is t.o.v. D: A +6,5%, B +3,5%, C +1,8%, F −2,0%, G −5,8%; maar zodra ze echte energiezuinigheid meenemen, blijft vooral A +3,7% over. In het verplichte systeem (2015–2017) zijn de stappen weer duidelijk: A +5,0%, B +6,2%, C +3,2%, E −1,7%, F −4,4%, G −12,2%.

Voor de Engels koopmarkt vinden Fuerst et al. t.o.v. D: A/B +5,0%, C +1,8%, E −0,7%, F −0,9%, G −6,8%. De effecten zijn sterker in goedkopere regio’s en zwakker in dure markten (zoals Londen). Perez et al. (Oxfordshire) rapporteren hoge verschillen t.o.v. G: A 36,1%, B 37,3%, C 36,2%, D 33,5%, E 18,5%, F 11,7%. Bij vrijstaande woningen lopen de premies nog verder op (bijv. B +53%). Opmerkelijk hier is dat de waarden van de coëfficiënten hier veel hoger liggen dan de resultaten van andere onderzoeken die in het tabel zijn gepresenteerd. De mogelijke verklaring hiervoor zou de lange onderzochte periode kunnen zijn alsmede de keuze om label G als referentiegroep te hanteren.

Voor de Portugese koopmarkt hebben Evangelista et al. labels A/B onderzocht ten opzichte van C voor bestaande en nieuwe appartementen alsmede bestaande en nieuwe huizen. Zij vinden voor beide type woningen hogere percentages in geval het appartementen of huis nieuw is.

Voor de Spaanse koopmarkt hebben Ayala et al. cluster vergelijkingen van energie labels onderzocht. Hierin vinden zij dat labels die vallen onder “Groen” (A/B/C) 9,8% beter doen wanneer vergeleken met de clusters D/E/F/G. Wanneer de “Groene” labels worden vergeleken met de cluster E/F/G, daalt de waarde naar 5,4%.

Naast de koopwoningmarkt, zijn er ook onderzoeken gedaan naar de huurwoningmarkt in diverse landen. In Duitsland vinden Caijas et al. kleine, maar significante huurverschillen t.o.v. label D. voor labels A+ (+0,9%), A (+1,4%), B (+0,9%), C (+0,2%). Voor de minder groene labels vinden zij voor label F (−0,1%), G (−0,3%), H (−0,5%). In secundaire steden zijn de verschillen groter (A +2,0%, A+ +2,3%, G −1,7%, H −1,8%). Daarnaast staan inefficiënte labels langer te huur (bijv. G +11%; H+14% langere marktduur).
In Noorwegen vinden Khazal & Sønstebø voor A–C vs D–G +3,3% huurpremie, en ongelabeld wordt −2,5% afgerekend — samen +5,8% voor groen t.o.v. ongelabeld. In de gelabelde subset is A vs D +2,8% (en A vs G +5,9%).

Op basis van bovenstaande onderzoeken en de vergelijking onderling valt op dat de premies in koopstudies groter zijn dan huurstudies. Daarnaast valt op dat de premie sterk kan afwijken afhankelijk van de referentielabel die gebruikt wordt (D of G). de onderzoeken laten allen zien dat energiezuinige woningen meer gewaardeerd worden en daarnaast hogere huren vangen.

2.3 Invloed van energiecrisis en energieprijzen

2.3.1.1 De energiecrisis als exogene shock

Zoals in voorgaande secties is beschreven, zorgde de plotselinge toename van energieprijzen in 2022 door de Russische invasie van Oekraïne voor een exogene schok, die zorgde voor een verschuiving in het belang dat huishoudens toekennen aan energie-efficiëntie. Gedurende deze periode verdubbelden of verdrievoudigden energielasten voor veel huishoudens, hetgeen directe implicaties had voor hun betalingsbereidheid bij het kopen van een woning (Vereniging Eigen Huis, 2022; Brainbay, 2024).

Binnen economisch-theoretisch perspectief geldt een dergelijke gebeurtenis als een exogene schok, een onverwachte, van buiten komende factor die de onderliggende voorkeuren van marktpartijen beïnvloedt. Ayala et al. (2016) en Evangelista et al. (2020) stellen dat dergelijke schokken een waardevolle analysemogelijkheid bieden in woningprijsstudies, omdat zij blootleggen in welke mate consumenten waarde toekennen aan specifieke woningkenmerken onder veranderde omstandigheden. In dit geval gaat het specifiek om de vraag of energie-efficiëntie, uitgedrukt via het energielabel, na de crisisperiode een hogere waardering heeft gekregen in de transactieprijs.

Brainbay (2024) toont aan dat de prijspremie voor gunstige energie labels vanaf het tweede kwartaal van 2022 significant is toegenomen, met de grootste effecten zichtbaar bij oudere en slecht geïsoleerde woningen. Ook Vereniging Eigen Huis (2022) rapporteert een toenemend bewustzijn onder huizenkopers ten aanzien van energieprestaties, mede gevoed door de angst voor onvoorziene energiekosten. In termen van marktgedrag impliceert dit een herwaardering van duurzaamheid als aankoopcriterium.

De energiecrisis biedt daarmee een unieke natuurlijke experimentsetting voor dit onderzoek. Door de empirische analyse te richten op woningtransacties in de periode 2019–2024, kan onderzocht worden in hoeverre de prijseffecten van energie-efficiëntie structureel zijn veranderd onder invloed van externe economische druk. Deze periode en context specifieke benadering vormt de basis om vervolgens concreet te onderzoeken welke directe effecten deze energieprijsstijging heeft gehad op de woningmarkt en het consumentengedrag (uitgedrukt in WTP), welke in de volgende subsecties wordt toegelicht.

2.3.1.2 Impact van stijgende energieprijzen op de woningmarkt

De stijgende energieprijzen hebben een directe invloed gehad op de woningmarkt. Brainbay (2024) stelt vast dat woningen met groene energie labels (A en B) aanzienlijk populairder en waardevoller zijn geworden sinds de energiecrisis. De verhoogde energieprijzen maken woningen met betere energieprestaties aantrekkelijker vanwege lagere toekomstige energiekosten. Hierdoor realiseren energie-efficiënte woningen een duidelijke prijspremie ten opzichte van woningen met slechtere energie labels.

Daarnaast laten Vrieselaar en De Groot (2022) zien dat externe economische factoren zoals de renteverhoging, inflatie en stijgende energieprijzen leiden tot veranderend consumentengedrag op de woningmarkt. Deze factoren verhogen de financiële druk op huishoudens, waardoor de aantrekkelijkheid van energiezuinige woningen toeneemt. Hierdoor worden woningen met slechte energie labels minder aantrekkelijk, wat zich vertaalt in dalende prijzen en langere verkoopperiodes.

2.3.1.3 Bewustwording consumenten over energie-efficiëntie

Naast de economische impact van stijgende energieprijzen is ook de bewustwording van consumenten omtrent energie-efficiëntie sterk toegenomen. Mugarra et al. (2025) tonen aan dat consumenten bereid zijn extra te betalen voor energie-efficiëntie, vooral als zij duidelijk geïnformeerd worden over de voordelen van energiezuinige woningen. Transparante communicatie over energiebesparingen verhoogt daarmee de betalingsbereidheid.

Brainbay (2024) bevestigt deze toegenomen bewustwording sinds de energiecrisis van 2022. Consumenten zijn door de hoge energiekosten bewuster geworden van het belang van energiezuinigheid, wat zich vertaalt in een grotere betalingsbereidheid voor woningen met betere energie labels. De markt laat een duidelijke trend zien: energie-efficiëntie wordt steeds nadrukkelijker een belangrijk beslissingscriterium voor consumenten.

Mugarra et al. (2025) benadrukken dat de mate van transparantie en begrijpelijkheid van energie labels essentieel is voor het vergroten van consumentenbewustzijn. Zij stellen bovendien dat duidelijke en gestandaardiseerde energielabelsystemen cruciaal zijn voor effectieve consumentenbewustwording en dat inconsistente systemen juist leiden tot verwarring en minder efficiëntie. Tijdens crises, wanneer consumenten gevoeliger zijn voor energiekosten, zijn duidelijke labels en communicatie extra belangrijk voor het realiseren van energiebesparende maatregelen en woningwaardeontwikkeling.

2.3.1.4 Externe ontwikkelingen op de woningmarkt

In de afgelopen jaren heeft de Nederlandse woningmarkt te maken gehad met diverse externe schokken, zoals fluctuaties in de hypotheekrente, extreme stijgingen van de energieprijzen en hoge inflatie. Deze ontwikkelingen hebben mogelijk rechtstreeks of indirect invloed op de prijsvorming en het gedrag van potentiële kopers en verkopers op de woningmarkt.

Gelet op de besproken literatuur en de externe ontwikkelingen op de woningmarkt, wordt verwacht dat de invloed van energie labels op transactieprijzen niet constant is gebleven. De energiecrisis en de gestegen energieprijzen hebben de aandacht voor energiezuinigheid vergroot en daarmee de meerwaarde van gunstige labels versterkt. Dit leidt tot de volgende hypothese:

Hypothese
"De prijspremie voor energiezuinige labels is in de periode 2022–2024 hoger dan in de periode 2019–2021. Daarbij wordt verwacht dat dit verschil tussen de twee periodes statistisch significant is".

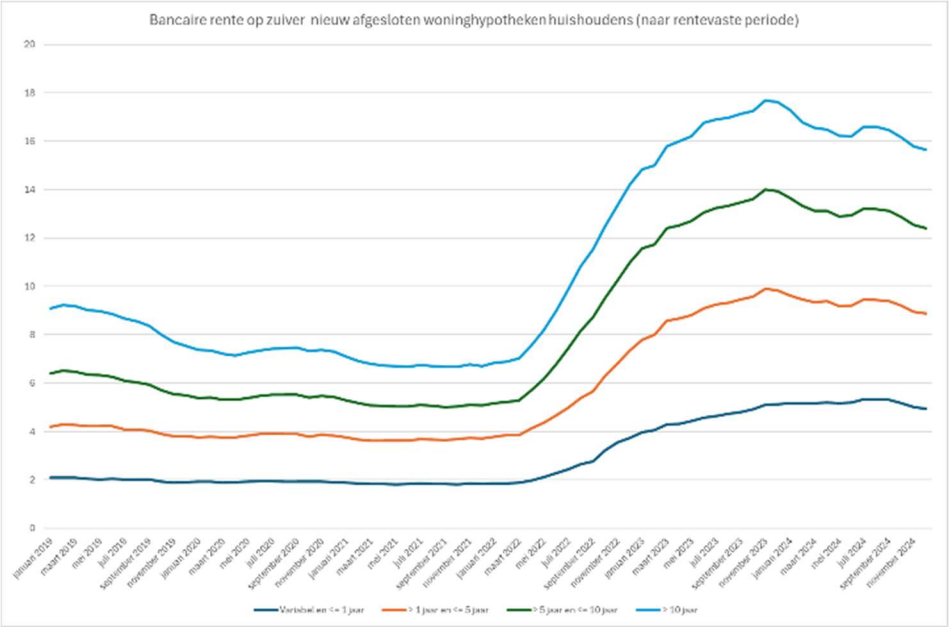
3. Woningmarktdynamiek in Alkmaar

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de context geschetst waarbinnen het onderzoek naar de invloed van energie labels op transactieprijzen van woningen in de gemeente Alkmaar plaatsvindt. Eerst worden drie relevante macro-economische ontwikkelingen besproken die in de onderzoeksperiode 2019–2024 een significante invloed hebben gehad op de Nederlandse woningmarkt, namelijk de hypotheekrente, de energieprijzen en de consumentenprijsindex (CPI). Deze factoren hebben zowel direct als indirect effect op het prijsniveau, de betaalbaarheid en de vraag naar woningen. Vervolgens wordt ingezoomd op de lokale situatie in Alkmaar, waarbij de kenmerken van de woningvoorraad, het prijsniveau en de transactiedynamiek worden beschreven. Door het combineren van deze macro-economische en lokale context ontstaat een beter begrip van de marktomstandigheden waarin de onderzochte transacties hebben plaatsgevonden.

3.2 Renteontwikkeling (2019 – 2024)

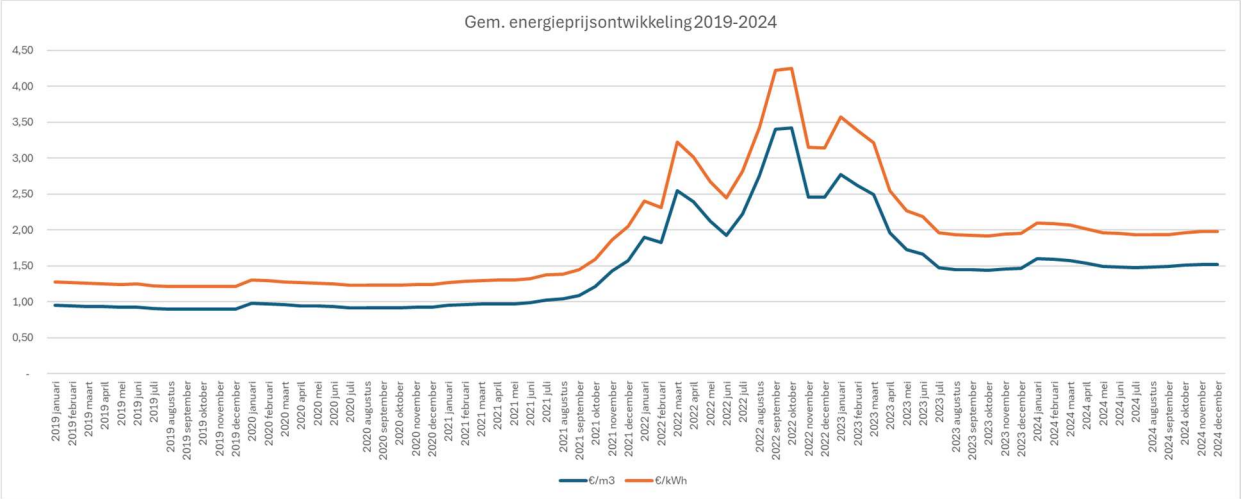
Figuur 1 laat de bancaire rente zien op zuiver nieuw afgesloten woninghypotheken voor een viertal verschillende rentevaste periodes (DNB, 2025). Voor alle periodes is te zien de hypotheekrente tot ongeveer eind 2021 een stabiel en dalende trend laat zien. Vanaf 2022 stijgt de hypotheekrente sterk waarbij tot december 2024 de piek lijkt gehaald te zijn. Doorgaans leiden hogere hypotheekrentes tot minder leencapaciteit bij de potentiële woningkoper, wat tot een drukkend gevolg heeft op de betaalbaarheid en de vraag op de koopwoningmarkt. De ontwikkeling van de rente over de onderzochte periode van 2019-2024 zou invloed gehad kunnen hebben op de ontwikkeling van de woningprijzen in Gemeente Alkmaar.



Figuur 1: Bancaire renteontwikkeling periode 2019-2024

3.3 Energieprijsontwikkeling (2019 – 2024)

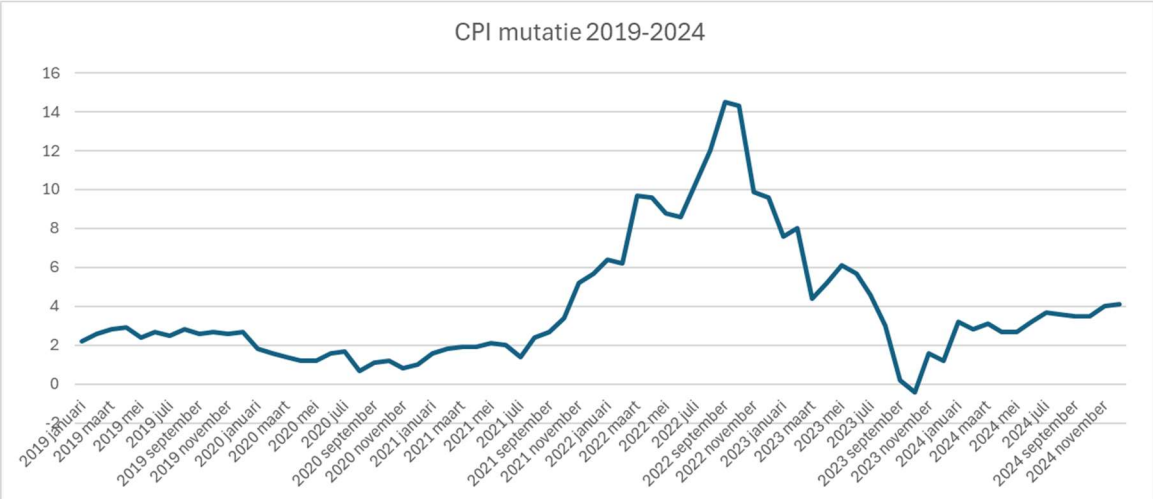
Figuur 2 laat de ontwikkeling van de gemiddelde energieprijzen zien in €/m3 (gas) en €/kWh (elektriciteit) over de onderzochte periode (CBS, 2025). Uit deze grafiek is duidelijk zichtbaar hoe de energieprijzen vanaf het laatste kwartaal van 2021 sterk stijgen naar een historische piek in oktober 2022. Dit is een direct gevolg van de energiecrisis en wordt hiermee grafisch zichtbaar. De ontwikkeling van de energieprijs is voor dit onderzoek relevant omdat de hoge energiekosten het voordeel van een gunstigere energie label kunnen vergroten in de perceptie van de kopers.



Figuur 2: Ontwikkeling gem. energieprijzen periode 2019-2024

3.4 CPI – mutatie (2019 – 2024)

Figuur 3 toont de ontwikkeling van de inflatie over de onderzochte periode, met een duidelijke piek in 2022 (CBS, 2025). Stijgende inflatie heeft een direct effect op de koopkracht van consumenten, maar kan daarnaast ook invloed hebben op de rentestand en financieringsvoorwaarden van banken. Een dalende koopkracht en veranderende (verslechterend bij stijgende inflatie) financieringsvoorwaarden zijn factoren die samenhangen met de prijsvorming van woningen op de woningmarkt en daarmee ook het gedrag van marktpartijen kunnen beïnvloeden.



Figuur 3: CPI-mutatie periode 2019-2024

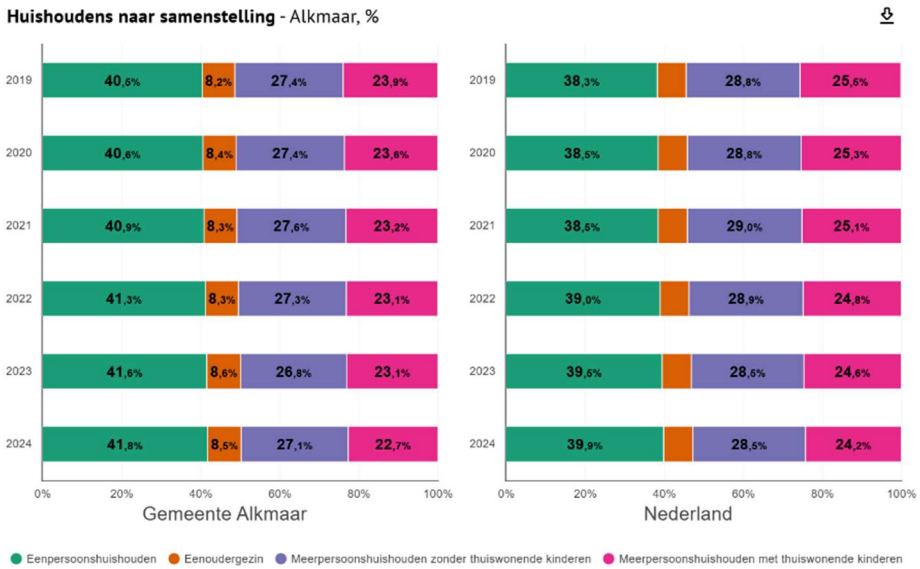
Bovenstaand gepresenteerde exogene schokken zijn voor de periode die in dit onderzoek worden onderzocht grafisch weergegeven en benadrukken het belang van het meenemen van exogene factoren bij de interpretatie van de resultaten over het effect van energie labels op de transactieprijs van woningen in de Gemeente Alkmaar.

3.5 Onderzoeksgebied Gemeente Alkmaar

3.5.1 Bevolking

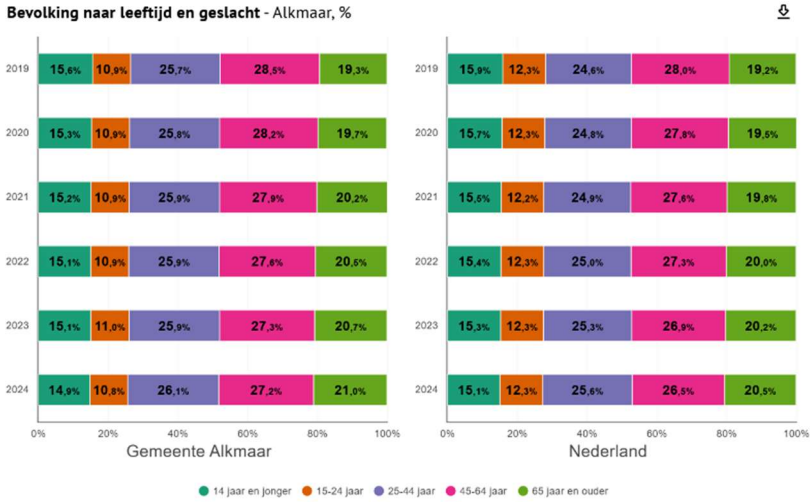
De gemeente Alkmaar, gelegen in Noord-Holland, vormt het onderzoeksgebied van dit onderzoek. Op het moment van schrijven telt de gemeente 112.937 inwoners, verdeeld over 54.312 huishoudens. De gemiddelde leeftijd bedraagt 43,2 jaar en het gemiddelde huishoudgrootte is 2,07 personen, wat lager is dan het landelijke gemiddelde van 2,14 (Gemeente Alkmaar, 2025).

In 2024 bestaat de huishoudenssamenstelling uit 41,8% eenpersoonshuishoudens, 8,5% eenoudergezinnen, 27,1% meerpersoonshuishoudens zonder thuiswonende kinderen en 22,7% meerpersoonshuishoudens met kinderen. In de periode 2019 tot en met 2024 is een lichte toename zichtbaar van het aandeel eenpersoonshuishoudens, wat in lijn is met landelijke trends en wijst op vergrijzing en een toename van alleenstaanden, zie tabel 3 (Gemeente Alkmaar, 2025).



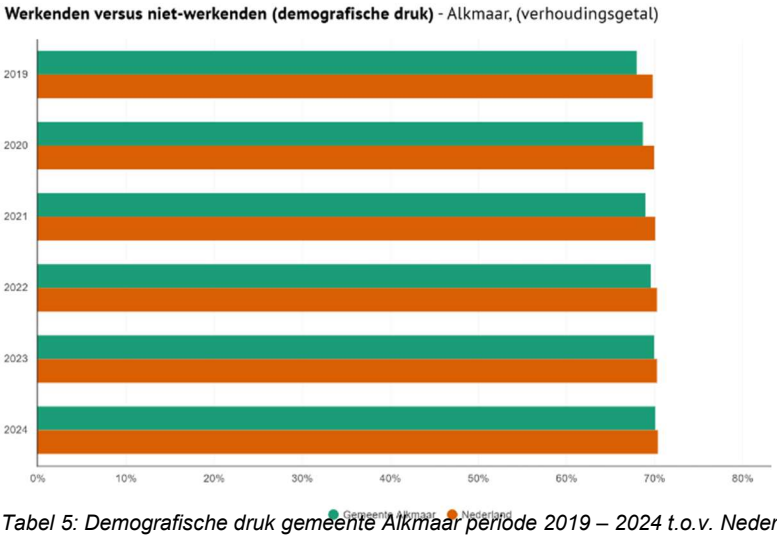
Tabel 3: Huishoudsamenstelling gemeente Alkmaar periode 2019 – 2024 t.o.v. Nederland

De leeftijdsverdeling toont dat 14,8% van de inwoners tussen 0 en 14 jaar is en 21,3% behoort tot de groep van 65 jaar en ouder, zie tabel 4. Deze verdeling komt grotendeels overeen met het landelijke beeld, waarbij Alkmaar net iets meer ouderen heeft dan gemiddeld (Gemeente Alkmaar, 2025).



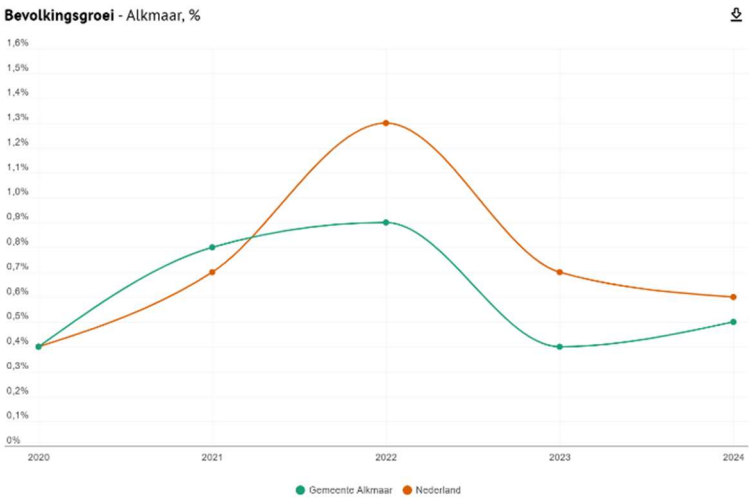
Tabel 4: Leeftijdsverdeling Gemeente Alkmaar periode 2019 – 2024 t.o.v. Nederland

De demografische druk, die de verhouding tussen niet-werkenden en de potentiële beroepsbevolking (20-64 jaar) inhoudt, bedraagt 69,6% tegenover 70,3% landelijk. Van 2019 tot en met 2024 is sprake van een stijgende trend. Deze ontwikkeling loopt vrijwel gelijk met het landelijke patroon, zie tabel 5, al ligt het niveau in Alkmaar iets lager (Gemeente Alkmaar, 2025).



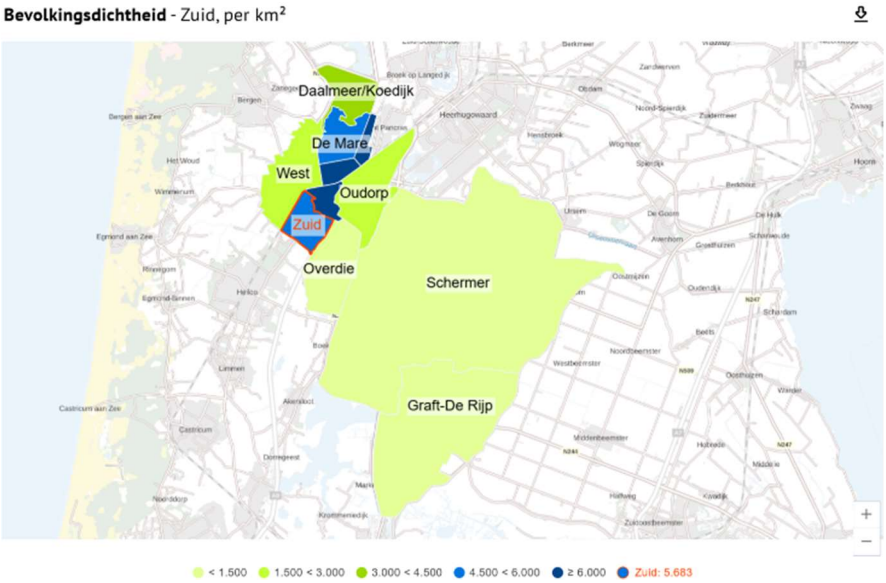
Tabel 5: Demografische druk gemeente Alkmaar periode 2019 – 2024 t.o.v. Nederland

De bevolkingsgroei in Alkmaar was het sterkst in 2022, zie grafiek 1. Gedurende de periode 2020-2024 zijn er jaarlijkse fluctuaties te zien, met in 2021 een jaar waarin Alkmaar sneller groeide dan het landelijke gemiddelde. Over het geheel genomen volgt de bevolkingsgroei in Alkmaar de landelijke lijn (Gemeente Alkmaar, 2025).



Grafiek 1: Bevolkingsgroei Alkmaar periode 2019 – 2024 t.o.v. Nederland

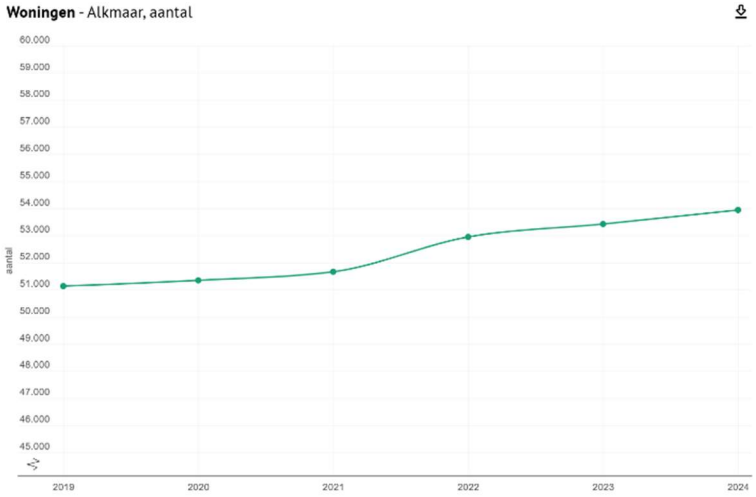
De gemeente bestaat uit tien wijken, zie figuur 4, waarvan het centrum met 7.960 inwoners het dichtstbevolkt is. De wijk Huiswaard staat op de tweede plek qua bevolkingsdichtheid met 7.103 inwoners gevolgd door de wijk Vroonermeer met 6.771 inwoners. De spreiding van bevolkingsdichtheid verschilt per wijk zoals in onderstaande landkaart van de gemeente te zien is.



Figuur 4: Bevolkingsdichtheid gemeente Alkmaar periode 2019 – 2024 t.o.v. Nederland

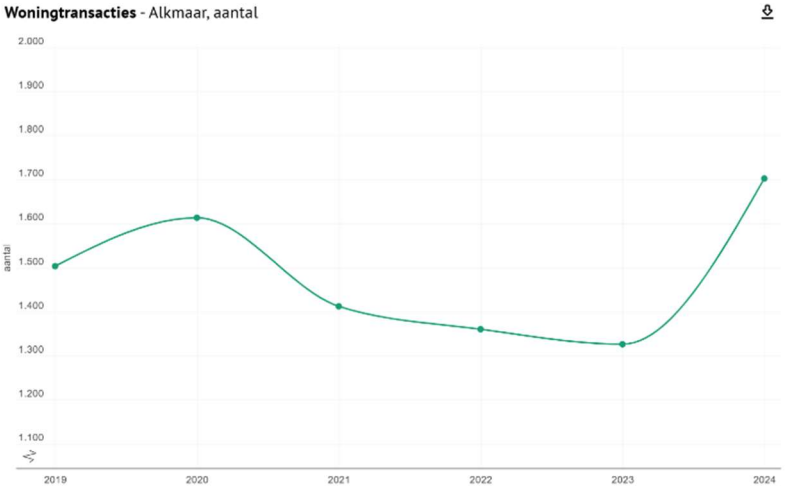
3.5.2 Wonen

Op het gebied van wonen laat Alkmaar, zie grafiek 2, een gestage toename in de woningvoorraad zien. In 2019 waren er 51.127 woningen, oplopend tot 53.936 woningen in 2024. In 2024 zijn er 809 woningen bijgebouwd en 118 woningen gesloopt, resulterend in een netto toename van 691 woningen. De verwachting is dat dit aantal zal stijgen richting 60.650 woningen in 2050 (Gemeente Alkmaar, 2025).



Grafiek 2: Woningvoorraad gemeente Alkmaar periode 2019 – 2024 t.o.v. Nederland

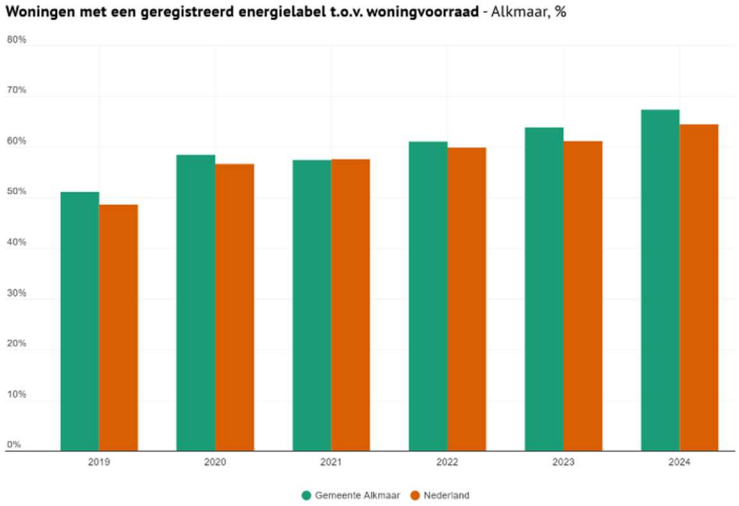
De ontwikkeling van woningtransacties in Alkmaar van 2019 tot en met 2024 laat een stijging zien van 2019 tot 2020, zie grafiek 3, gevolgd door een daling tot 2023, waarna in 2024 een duidelijke correctie zichtbaar is. Dit patroon komt overeen met de landelijke woningmarktontwikkelingen, beïnvloed door economische en beleidsmatige factoren (Gemeente Alkmaar, 2025).



Grafiek 3: Woningtransacties gemeente Alkmaar periode 2019 – 2024 t.o.v. Nederland

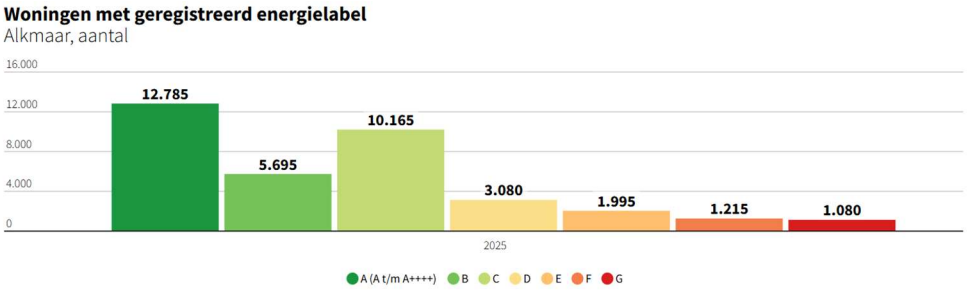
3.5.3 Duurzaamheid

Duurzaamheid krijgt een steeds prominentere rol in de Gemeente Alkmaar. Het aandeel woningen met een geregistreerd energielabel steeg van 51,1% in 2019 naar 67,3% in 2024 zoals te zien is in tabel 6. Alkmaar loopt hiermee voor op het landelijke gemiddelde. De grafiek toont dat deze groei in Alkmaar sneller verloopt dan in Nederland als geheel (Gemeente Alkmaar, 2025).



Tabel 6: Geregistreerde labels gemeente Alkmaar periode 2019 – 2024 t.o.v. Nederland

De meest recente cijfers tonen een stijging van het aandeel woningen met een gunstig energielabel, al bestaat een substantieel deel van de woningvoorraad nog uit woningen met lagere energie labels, tabel 7(Gemeente Alkmaar, 2025). De groei van het aantal gelabelde en energiezuinige woningen duidt op meer bewustzijn en investeringen in verduurzaming, wat direct relevant is voor het onderzoek naar de prijspremie van energie labels in Alkmaar.



Tabel 7: Geregistreerde labelsoort gemeente Alkmaar periode 2019 – 2024 t.o.v. Nederland

Samenvattend waren er grote veranderingen tussen 2019 en 2024 in de economie. De hypotheekrente steeg sterk, energieprijzen liepen op en de inflatie was hoog. Dit had invloed op de betaalbaarheid van woningen en op de aandacht voor energiezuinigheid. In Alkmaar bleef de woningmarkt in eerste instantie sterk, maar de stijgende rente en hogere kosten drukten later op de prijzen. De woningvoorraad in Alkmaar bestaat vooral uit bestaande grondgebonden woningen, waardoor de effecten van deze ontwikkelingen mogelijk anders zijn dan in bijvoorbeeld Amsterdam. Deze context is belangrijk om de resultaten van dit onderzoek goed te begrijpen.

4. Methodologie en Data

4.1 Inleiding

In hoofdstuk 2 is de theorie rondom het hedonische prijsmodel toegelicht en zijn diverse onderzoeken met betrekking tot woningwaardering op basis van diverse woningkenmerken aangehaald. In dit hoofdstuk wordt uitgelegd hoe deze theorie zich in de praktijk vertaalt binnen het eigen onderzoek. Allereerst wordt de onderzoeksmethode behandeld, waarna de dataverzameling in kaart wordt gebracht alsmede de gebruikte openbare bronnen. Tot slot wordt er een overzicht gepresenteerd van de belangrijkste variabelen welke als input dienen voor de statistische analyse en worden er enkele beschrijvende statistieken van de dataset gepresenteerd.

4.2 Onderzoeksmethode

4.2.1 Ordinary Least Squares (OLS)

Het gebruik van de Ordinary Least Squares (OLS) regressiemethode is gangbaar in empirische onderzoeken naar woningtransactieprijzen en energie labels (zie ook tabel X in paragraaf 2.3). De OLS-methode minimaliseert de som van de gekwadrateerde verschillen tussen de werkelijke en voorspelde waarden en is met name geschikt voor grote datasets. Daarmee vormt deze techniek een robuuste basis om de invloed van woningkenmerken, en specifiek energie labels, op de transactieprijs te analyseren.

De afhankelijke variabele in dit onderzoek is de logaritme van de transactieprijs (LN(Transprijs)). De belangrijkste verklarende variabelen zijn de energie labels, waarbij label G als referentie dient. Daarnaast worden verschillende woningkenmerken toegevoegd, zoals woonoppervlakte, leeftijd (bouwjaar – transactiejaar), inhoud, perceeloppervlakte, aantal kamers en woonlagen. Verder wordt gecontroleerd voor locatie, onderhoudsstaat (binnen en buiten), woningtype, tijdseffecten (kwartaal × jaar) en overige voorzieningen (balkon, tuin, schuur, garage).

Omdat de afhankelijke variabele is gelogd, kunnen coëfficiënten van continue variabelen worden geïnterpreteerd als een benadering van het procentuele prijsverschil bij een eenheidstoename (100% × β). Voor dummyvariabelen wordt de coëfficiënt geïnterpreteerd als een procentueel verschil ten opzichte van de referentiecategorie: (e^β−1)×100%. Het gehanteerde significantieniveau is α = 0,05

Om het gebruik van de OLS-regressiemethode te valideren, dient aan een aantal voorwaarden te worden voldaan, waarvan de toetsen in hoofdstuk 5 worden uitgevoerd en de uitkomsten als bijlage worden toegevoegd. De voorwaarden betreffen de toetsen op lineariteit, onafhankelijke fouten, homoscedasticiteit, normaliteit van fouten, multicollineariteit en afsluitend de modelspecificatie.

4.2.2 Functionele vorm model: Log-lineair

In dit onderzoek is voor de analyse van de transactieprijzen en de invloed van energie labels gekozen voor een log-lineair model. Dit is in lijn met de onderzoeken zoals gepresenteerd in tabel 1 en tabel 2 in paragraaf 2.2 en wordt vrijwel in elke recente studie binnen het vakgebied gebruikt. De belangrijkste reden hiervoor is dat transactieprijzen voor woningen scheef verdeeld zijn, waardoor het loggen van de prijs

zorgt voor een meer normale verdeling van de residuen. Hierdoor wordt het mogelijk om de geschatte effecten te interpreteren als een procentueel verschil.

Een andere verklaring is dat de log-lineaire vorm helpt bij het beperken van problemen met heteroscedasticiteit, waarbij de variantie van de residuen (dus de afwijking tussen de geobserveerde waarde en voorspelde waarden) niet constant is over de waarden van de onafhankelijke variabelen. In meerdere onderzoeken wordt het probleem van heteroscedasticiteit uitgelegd dat dit kan leiden tot onderschatting van de standaardfouten, waardoor de significantie van schattingen verkeerd kan worden geïnterpreteerd (Fuerst et al., 2015; Chegut et al.,2016; Evangelista et al., 2020). Hoewel de log-lineaire specificatie heteroscedasticiteit doorgaans sterk vermindert, zal in dit onderzoek gecontroleerd worden op het voorkomen hiervan middels een Breusch-Pagan-test (Fuerst et al., 2015; Evangelista et al., 2020). Indien uit deze toets blijkt dat heteroscedasticiteit aanwezig is, worden in de regressieanalyse robuuste standaardfouten toegepast. Dit zorgt ervoor dat de betrouwbaarheidsintervallen en significanties van de resultaten correct blijven, in lijn met de gangbare aanpak in de recente literatuur (Fuerst et al., 2015; Evangelista et al., 2020)

Om de onderzoeksvraag te beantwoorden worden twee modelvarianten gehanteerd:

<u>Vergelijking 1</u>: afzonderlijke regressies per periode.
De dataset wordt gesplitst in periode 1 (2019–2021) en periode 2 (2022–2024). Voor beide periodes wordt hetzelfde model geschat:

$$\ln(\text{Transprijs}_{it}) = \beta_0 + \sum_{j=A}^{F} \beta_j EPC_{ij} + \sum_k \gamma_k X_{ik} + \alpha_i + \tau_t + \varepsilon_{it}$$

Hierbij is EPC_G de referentiecategorie, X_{ik} zijn de controlevariabelen voor woning- en locatiekenmerken, α_i de locatie-fixed effects, en τ_t de tijds-fixed effects. Dit model maakt het mogelijk om de prijspremies van de energie labels per periode afzonderlijk te bepalen.

<u>Vergelijking 2</u>: gezamenlijke regressies met interactietermen.
Om te toetsen of de prijspremies significant zijn veranderd tussen periode 1 en 2, wordt een totaalmodel geschat waarin interactietermen worden toegevoegd tussen de energie labels en een dummyvariabele voor periode 2. Dit model luidt:

$$\ln(\text{Transprijs}_{it}) = \beta_0 + \sum_{j=A}^{F} \beta_j EPC_{ij} + \sum_{j=A}^{F} \delta_j (EPC_{ij} \times DPeriode_t) + \sum_k \gamma_k X_{ik} + \alpha_i + \tau_t + \varepsilon_{it}$$

Hierbij geeft $DPeriode_t$ aan of de transactie in periode 2 (2022–2024) valt. De interactietermen δ_j geven dus direct aan in hoeverre de prijspremies van energie labels in periode 2 afwijken van periode 1.

Met dit interactiemodel wordt zowel inzicht verkregen in de afzonderlijke prijspremies (vergelijking 1) als in de significante verschuiving tussen de periodes (vergelijking 2).

De toelichting op de variabelen in beide modellen zijn hieronder gepresenteerd:

- ln(Transprijs$_{it}$): logaritme van de transactieprijs van woning i op tijdstip t.
- EPC_{ij}: dummyvariabele voor energielabel j∈{A,B,C,D,E,F}; label G fungeert als referentie.
- $DPeriode_t$: periode-dummy (0 voor 2019–2021; 1 voor 2022–2024).
- $EPC_{ij} \times DPeriode_t$: interactieterm die de verandering in prijspremie voor label j tussen periode 1 en 2 meet.
- X_{ik}: vector van controlevariabelen voor woning- en locatiekenmerken (o.a. woonoppervlakte, perceeloppervlakte, leeftijd, kamers, woonlagen, onderhoud, voorzieningen).
- α_i: locatie-fixed effects (dummy's voor buurten binnen Alkmaar).
- τ_t: tijds-fixed effects (dummy's voor kwartalen en jaren van transacties).
- β_0: intercept (constante).
- $\beta_j, \delta_j, \gamma_k$: coëfficiënten die de effecten van de respectieve variabelen weergeven.
- ε_{it}: foutterm.

4.3 Dataverzameling en bronnen

4.3.1 Herkomst en selectie van de onderzoeksdata

Voor dit onderzoek is woningmarktdata verzameld via Overspaern Makelaardij, een NVM-makelaar in Haarlem met toegang tot de landelijke woningmarktdatabase van Brainbay. Via Overspaern Makelaardij is een datadump verkregen van alle grondgebonden woningtransacties in de gemeente Alkmaar over de periode 2015 tot en met 2024. Dit betrof in eerste instantie 6.765 ruwe transacties, zonder dat daarbij al correcties waren toegepast voor bijvoorbeeld dubbele registraties of missende waarden.

Omdat de onderzoeksfocus ligt op het effect van de energiecrisis (vanaf eind 2021/begin 2022), is gekozen voor een analyseperiode waarin de periode vóór en na de energiecrisis even lang zijn. Uiteindelijk is de periode 2019–2024 geselecteerd (drie jaar voor en drie jaar na de energiecrisis), waarmee 4.150 woningtransacties (eengezinswoningen) in Alkmaar als uitgangspunt dienden voor verdere analyse.

4.3.2 Overige databronnen

Naast de transactiegegevens zijn aanvullende bronnen gebruikt voor het verrijken van de dataset en het plaatsen van de resultaten in context:

- EP-online**:** Missende of niet-geregistreerde energie labels zijn via EP-online (RVO) aangevuld, door koppeling op postcode en huisnummer. Steekproefsgewijs is gecontroleerd of de energie labels uit de datadump overeenkomen met de officiële registratie, wat het geval bleek.
- CBS (Centraal Bureau voor de Statistiek): Data over de ontwikkeling van de consumentenprijsindex (CPI) en energieprijzen is gebruikt voor grafieken in het theoretisch kader.
- DNB (De Nederlandsche Bank): Informatie over de hypotheekrenteontwikkeling is eveneens verwerkt in het theoretisch kader.
- Gemeente Alkmaar: Voor achtergrondinformatie over het onderzoeksgebied zijn kerncijfers over Alkmaar gebruikt, afkomstig van www.alkmaar.incijfers.nl. Deze cijfers zijn gebaseerd op data van betrouwbare instanties als RVO, Kadaster en het CBS

4.3.3 Opschoning en samenstelling van de uiteindelijke dataset

Om een betrouwbare en consistente analysetabel te creëren, is de initiële selectie van 4.150 woningtransacties uit de periode 2019–2024 in verschillende stappen bewerkt en opgeschoond. In de eerste stap zijn dubbele adressen en identieke transacties verwijderd, evenals transacties met onvolledige adresinformatie of nieuwbouwprojecten zonder huisnummer, omdat koppeling aan een energielabel anders niet mogelijk was. Dit resulteerde in 4.074 transacties.

Daarna zijn alle transacties zonder vermelde transactieprijs uitgesloten, gevolgd door het verwijderen van woningen met een onrealistische woonoppervlakte (kleiner dan 30 m² of groter dan 350 m²). Ook transacties zonder bouwjaar of met een bouwjaar vóór 1900 zijn verwijderd, evenals transacties zonder ingevulde perceeloppervlakte.

Na deze basiscontroles is de dataset beperkt tot eengezinswoningen, waarbij overige typen woningen (zoals woonboten, boerderijen, bungalows, grachtenpanden, herenhuizen, landhuizen en villa's) zijn uitgesloten van de dataset. Vervolgens is gecontroleerd op de aanwezigheid van een energielabel. Voor transacties waarbij het energielabel ontbrak in de oorspronkelijke dataset, is geprobeerd deze via EP-Online aan te vullen. In totaal zijn op deze manier 710 energie labels aan de dataset toegevoegd. Tot slot zijn transacties zonder energielabel die ook niet via EP-Online konden worden gevonden alsnog verwijderd.

Deze bewerkingsstappen hebben geleid tot een definitieve en opgeschoonde dataset van 3.402 eengezinswoningtransacties. Het volledige selectieproces is samengevat in tabel 8 hieronder.

Stap	Bewerkingscriterium	Transacties start	Transacties eind
1	Adressen (dubbel, onvolledig) & nieuwbouw zonder huisnummer.	4.150	4.074
2	Adressen zonder transactieprijs	4.074	4.068
3	Woonopp. (<30m2 of >350m2)	4.068	4.058
4	Ontbrekende bouwjaar of <1900	4.058	3.872
5	Transacties met lege perceelopp.	3.872	3.803
6	Type woning niet zijnde eengezinswoning	3.803	3.541
7	Missende energie labels (incl. check EP-Online)	3.451	3.402

Tabel 8: bewerkingsstappen dataset.

De uiteindelijke dataset is vervolgens ingedeeld in de twee onderzochte perioden 2019-2021 (1.655 transacties) en 2022-2024 (1.747 transacties) en vormt de basis voor het empirisch onderzoek naar de prijseffecten van de energie labels op de woningmarkt in de Gemeente Alkmaar. De jaarlijkse verdeling van het aantal eengezinswoningtransacties is in onderstaande tabel 9 weergegeven. Hierin valt op dat er een stabiele spreiding is van de transacties per jaar.

Jaar	Aantal transacties
2019	534
2020	619
2021	502
2022	627
2023	570
2024	550

Tabel 9: Transacties per jaar.

4.4 Operationele definitie en variabelen

De keuze voor de gebruikte variabelen is gebaseerd op een vergelijking van bestaande empirische studies naar prijsvorming en energie labels, zoals samengevat in tabellen 1 en 2 in het theoretisch kader. Daaruit blijkt dat kernvariabelen als transactieprijs (gelogd), energie labels, woonoppervlakte, bouwjaar, woningtype, locatiekenmerken en tijdsdummy's in vrijwel alle relevante onderzoeken worden meegenomen. In lijn met deze literatuur zijn deze variabelen ook in het huidige onderzoek opgenomen. De keuze om bepaalde variabelen, zoals transactieprijs per m², niet in het model op te nemen, is gemaakt om multicollineariteit te voorkomen en omdat deze variabele direct afgeleid is van de transactieprijs en het woonoppervlak.

Voor de regressieanalyse is een set van variabelen geselecteerd die inzicht geven in de prijsvorming van eengezinswoningen en de invloed van het energielabel en andere woningkenmerken in Alkmaar. Hieronder worden de gehanteerde variabelen en de codering daarvan gepresenteerd in tabel 10.

Variabele	Omschrijving	Meetniveau / codering	Referentiecategorie
LN_Transprijs	Logaritme van transactieprijs (euro's)	Numeriek	n.v.t.
EPC_A t/m EPC_F	Energielabel dummy's (A t/m F)	Dummy (1 = label, 0 = anders)	EPC_G
Kwartaaldummies	Tijdsdummy's per kwartaal (per periode)	Dummy (1 = kwartaal, 0 = anders)	Q1_2019 (2019-2021), Q1_2022 (2022-2024)
LN_woonoppm2	Logaritme gebruiksoppervlak (m²)	Numeriek	n.v.t.
Leeftijd	Bouwjaar - Transactiejaar	Numeriek	n.v.t.
Inhoudm3	Inhoud woning (m³)	Numeriek	n.v.t.
Perceeloppm2	Oppervlakte perceel (m²)	Numeriek	n.v.t.
Kamers	Aantal kamers	Numeriek	n.v.t.
Woonlagen	Aantal woonlagen	Numeriek	n.v.t.
HKW, EDW, etc.	Type woning dummy's (hoek, eind, vrijst., etc.)	Dummy (1 = type, 0 = anders)	Tussenwoning *[1]
Buurtdummies	Wijk/buurt dummy's binnen Alkmaar	Dummy (1 = wijk, 0 = anders)	Centrum Alkmaar
Dummy_OHBin_SL/GD	Onderhoudsstaat binnen (slecht/goed)	Dummy (1 = staat, 0 = anders)	Matig (M)
Dummy_OHBuit_SL/GD	Onderhoudsstaat buiten (slecht/goed)	Dummy (1 = staat, 0 = anders)	Matig (M)
Dummy_TuinA	Aanwezigheid achtertuin	Dummy (1 = ja, 0 = nee)	Geen achtertuin
Dummy_BalkTer	Aanwezigheid balkon/terras	Dummy (1 = ja, 0 = nee)	Geen balkon/terras
Dummy_bergruimte	Aanwezigheid bergruimte	Dummy (1 = ja, 0 = nee)	Geen bergruimte
Dummy_schberg	Aanwezigheid schuur/berging	Dummy (1 = ja, 0 = nee)	Geen schuur/berging
Dummy_garage	Aanwezigheid garage	Dummy (1 = ja, 0 = nee)	Geen garage

*[1] periode 2019-2021 >63%, periode 2022-2024 >65%

Tabel 10: Variabelen set.

4.5 Beschrijvende statistiek

4.5.1 Inleiding

In deze paragraaf worden de kernkarakteristieken van de uiteindelijke onderzoek dataset beschreven. Na de selectie en opschoningsstappen, zoals toegelicht in paragraaf 4.3, bestaat de dataset uit 3.402 woningtransacties van grondgebonden woningen in de gemeente Alkmaar in de periode 2019–2024.

Het doel van deze beschrijvende statistieken is om een eerste beeld te geven van de verdeling en spreiding van de belangrijkste variabelen die gebruikt wordt in de analyse. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen continue variabelen (zoals transactieprijs, woonoppervlakte en bouwjaar) en categorische variabelen (zoals dummy's voor energielabel, woningtype en de verschillende buurten in Gemeente Alkmaar)

Daarnaast wordt een vergelijking gemaakt tussen de periodes vóór en na de energiecrisis, om eventuele verschillen in woningkarakteristieken en prijzen op hoofdlijnen inzichtelijk te maken. De hier gepresenteerde statistieken vormen de basis voor de regressieanalyses in hoofdstuk 5.

4.5.2 Overzicht dataset

In tabel 11 is de totale finale dataset gepresenteerd, verdeeld over de twee onderzochte perioden. Beide perioden bestaan uit dezelfde gegevens en variabelen, met een uitzondering in periode 2022-2024. Hiervan valt op dat het aantal variabelen gebruikt één minder is dan in de periode 2019-2021. Dit betreft de dummyvariabelen voor het woningtype "verspringend" welke niet voorkomt in de periode 2022-2024. Het restant van de dataset en gebruikte variabelen is verder identiek over beide perioden. De volledige lijst van de variabelen, waaronder de dummy's, is als bijlage geleverd bij dit onderzoek.

Kenmerk	Periode 2019–2021	Periode 2022–2024
Aantal observaties	1655	1747
Aantal variabelen	52	51
Periode	2019–2021	2022–2024
Afhankelijke variabele	LN_Transprijs	LN_Transprijs
Onafhankelijke variabelen	Woningtype, kwartaal-dummy's, energielabel-dummy's, woonoppervlakte, leeftijd, inhoud, perceeloppervlakte, aantal kamers, aantal woonlagen, buurt-dummy's, onderhoudsstaat-dummy's, buitenruimte-dummy's	Woningtype, kwartaal-dummy's, energielabel-dummy's, woonoppervlakte, leeftijd, inhoud, perceeloppervlakte, aantal kamers, aantal woonlagen, buurt-dummy's, onderhoudsstaat-dummy's, buitenruimte-dummy's
Referentiecategorieën	EPC_G, Q1_2019, tussenwoning, OHbin_Matig, OHBuit_Matig, Centrum Alkmaar	EPC_G, Q1_2022, tussenwoning, OHbin_Matig, OHBuit_Matig, Centrum Alkmaar

Tabel 11: Finale dataset verdeeld over periode 1 en periode 2.

4.5.3 Kernstatistieken

4.5.3.1 Continue variabelen

Tabel 12.1 en 12.2 geeft de kernstatistieken weer voor de afzonderlijke perioden (2019 – 2021) en (2022 – 2024) en daarnaast de resultaten voor de gehele periode 2019-2024.

Kernstatistieken periode 2019–2021

Variabele	Gemiddelde	Std. dev.	Min	Max
LN_Transprijs	12,675	0,286	12,044	13,764
Transprijs	€ 333.661	€ 105.751	€ 170.000	€ 950.000
LN_woonoppm2	4,689	0,225	3,951	5,521
Woonoppm2	111,5	25,6	52,0	250,0
Leeftijd	50,5	28,9	0,0	121,0
Inhoudm3	400,5	98,7	10,0	851,0
Perceeloppm2	150,6	62,7	43,0	31.010,0
Kamers	4,8	1,0	1,0	9,0
Woonlagen	2,7	0,5	1,0	7,0

Kernstatistieken periode 2022–2024

Variabele	Gemiddelde	Std. dev.	Min	Max
LN_Transprijs	12,907	0,254	11,935	13,780
Transprijs	€ 417.143	€ 115.513	€ 152.500	€ 965.000
LN_woonoppm2	4,663	0,235	3,784	5,384
Woonoppm2	108,8	25,0	44,0	218,0
Leeftijd	56,3	31,2	0,0	124,0
Inhoudm3	403,9	102,0	175,0	933,0
Perceeloppm2	147,9	63,5	36,0	1.210,0
Kamers	4,7	1,0	1,0	9,0
Woonlagen	2,7	0,6	1,0	6,0

Tabel 12.1: Kernstatistieken per periode.

Kernkarakteristieken periode 2019-2024

Variabele	Observaties	Gemiddelde	Standaarddeviatie	Minimum	Maximum
LN_Transprijs	3402	12,794	0,294	11,935	13,780
Transprijs	3402	€ 376.531	€ 118.450	€ 152.500	€ 965.000
LN_woonoppm2	3402	4,7	0,2	3,8	5,5
Woonoppm2	3402	110,1	25,3	44,0	250,0
Leeftijd	3402	53,5	30,2	-	124,0
Inhoudm3	3402	402,2	100,4	10,0	933,0
Perceeloppm2	3402	149,1	62,8	36,0	31.010,0
Kamers	3402	4,7	1,0	1,0	9,0
Woonlagen	3402	2,7	0,6	1,0	7,0

Tabel 12.2: Kernstatistieken totale dataset.

In de periode vóór de energiecrisis bedraagt de gemiddelde logaritme van de transactieprijs 12,67, wat overeenkomt met een gemiddelde transactieprijs van circa € 320.000. De spreiding is beperkt (standaarddev. = 0,29), wat duidt op een relatief homogene prijsverdeling binnen deze periode. De woonoppervlakte (log) per m² varieert minder sterk (standaarddev. = 0,23) en is gemiddeld 4,69, hetgeen overeenkomt met een gemiddelde woonoppervlakte van ongeveer 111 m².

De gemiddelde leeftijd van de woningen is 51 jaar (afgerond naar boven), maar de spreiding is groot (standaarddev. ≈ 28,9 jaar), met uitschieters aan zowel de onder- als bovenkant van het spectrum. De gemiddelde inhoud van de woningen bedraagt 401 m³. Opvallend is dat de perceeloppervlakte zeer scheef verdeeld is (skewness = 38,76) en dat er sprake is van een extreem hoge maximumwaarde (31.010 m²), wat een duidelijke uitschieter is ten opzichte van de gemiddelde perceelgrootte (151 m²). Het aantal kamers ligt gemiddeld op 4,77 en het aantal woonlagen op 2,69, beide met een beperkte spreiding.

Opmerking datakwaliteit*:* de enkele extreme perceeloppervlakte van 31.010 kan de statistische analyses beïnvloeden. Om de invloed van deze ene uitschieter te beperken zonder observaties te verwijderen, is winsorisering toegepast op het 99^{e} percentiel. Waarden boven deze grens zijn teruggezet naar de waarde van het 99^{e} percentiel.

De resultaten van de periode ná de start van de energiecrisis zijn in de tabel eveneens gepresenteerd. De gemiddelde logaritme van de transactieprijs bedraagt 12,91, wat neerkomt op een gemiddelde transactieprijs van circa € 417.000. De spreiding is met een standaarddeviatie van 0,25 iets kleiner dan in de eerste periode. De woonoppervlakte (log) per m² bedraagt gemiddeld 4,66, vergelijkbaar met de eerste periode, maar de spreiding is iets groter.

De gemiddelde leeftijd van een woning is met 56 jaar iets ouder dan de gemiddelde leeftijd in de vorige periode, met een grote spreiding (standaarddev. ≈ 31,2 jaar). De gemiddelde inhoud is 404 m³, wat vrijwel gelijk is aan de eerste periode. De perceeloppervlakte is gemiddeld kleiner (148 m²), maar ook hier is sprake van scheefheid (skewness = 3,99) en een aantal hoge waarden (maximaal 1.210 m²). Het gemiddeld aantal kamers bedraagt 4,73, en het aantal woonlagen ligt wederom op 2,69.

Het meest opvallende verschil tussen beide perioden betreft de gemiddelde transactieprijs, die in de periode 2022–2024 aanzienlijk hoger ligt dan in 2019–2021, wat overeenkomt met de prijsontwikkelingen op de woningmarkt in deze jaren. De perceeloppervlakte is gemiddeld kleiner in de tweede periode, terwijl de woonoppervlakte nagenoeg gelijk is gebleven. Ook is de spreiding in perceeloppervlak in de tweede periode minder extreem, hoewel nog steeds scheef verdeeld. De overige variabelen, zoals leeftijd, inhoud, aantal kamers en woonlagen, vertonen slechts beperkte verschillen tussen de perioden.

4.5.3.2 Frequentieverdeling categorische variabelen

In dit onderdeel worden de frequentieverdelingen van de belangrijkste categorische variabelen in de dataset gepresenteerd. Deze variabelen geven inzicht in de verdeling van woningen naar energielabel, woningtype, buurt, onderhoudsstaat en de aanwezigheid van buitenruimten of overige voorzieningen. De tabellen tonen per periode het absolute aantal waarnemingen en het percentage ten opzichte van het totaal aantal transacties in die periode. De referentiecategorieën die in de regressieanalyse zullen worden gebruikt, zijn als resultante afgeleid.

Door de verdeling over beide perioden naast elkaar te zetten, ontstaat inzicht in eventuele verschuivingen in het woningaanbod of in de eigenschappen van verkochte woningen gedurende de onderzoeksperiode. Dit is relevant voor de interpretatie van de regressieresultaten in hoofdstuk 5.

Energielabel

Energielabel	Periode 2019–2021	%	Periode 2022–2024	%	Verschil (%)
EPC A	240	14,50%	381	21,81%	7,31%
EPC B	186	11,24%	287	16,43%	5,19%
EPC C	734	44,35%	649	37,15%	-7,20%
EPC D	177	10,69%	166	9,50%	-1,19%
EPC E	145	8,76%	128	7,33%	-1,43%
EPC F	113	6,83%	77	4,41%	-2,42%
EPC G (ref.)*	60	3,62%	59	3,38%	-0,24%
Totaal	**1.655**	**100%**	**1.747**	**100%**	

* EPC_G betreft referentie label. Derhalve is dit de resultante waarde in beide perioden.

Tabel 13: Verdeling energie labels per periode.

De verdeling van energie labels in tabel 13 laat zien dat in beide perioden het merendeel van de woningen een label C heeft. In de periode 2019–2021 had 44,35% van de woningen een C-label, gevolgd door 14,50% met label A en 11,24% met label B. De minst voorkomende labels waren F (6,83%) en G (3,62%).

In de periode 2022–2024 is het aandeel woningen met label A sterk toegenomen naar 21,81%, evenals het aandeel met label B (16,43%). Daartegenover staat een duidelijke daling in het aandeel woningen met label C (37,15%). De percentages van de lagere labels D, E en F zijn ook afgenomen, terwijl het aandeel G vrijwel stabiel is gebleven op 3,38%.

De vergelijking tussen beide perioden laat een duidelijke verschuiving naar hogere energie labels zien. Met name het aandeel woningen met label A is sterk gestegen (+7,31 procentpunt) en ook label B nam fors toe (+5,19 procentpunt). Het aandeel woningen met label C daalde met 7,20 procentpunt, wat erop wijst dat een deel van deze woningen is verbeterd naar een hoger label. Ook bij de lagere labels D t/m F is een lichte afname te zien. Het aandeel van label G, de referentiecategorie, is in beide perioden nagenoeg gelijk gebleven. Deze ontwikkeling sluit aan bij de landelijke trend van verduurzaming van de woningvoorraad.

Woningtype

Woningtype	Aantal 2019–2021	%	Aantal 2022–2024	%	Verschil (%)
(HKW)	257	15,53%	280	16,03%	0,50%
(EDW)	118	7,13%	145	8,30%	1,17%
(TEW)	117	7,07%	116	6,64%	-0,43%
(GSW)	44	2,66%	47	2,69%	0,03%
(VSW)	33	2,00%	30	1,72%	-0,28%
(G21W)	22	1,33%	21	1,20%	-0,13%
(HVSW)	10	0,60%	13	0,74%	0,14%
(VSPW)	2	0,12%	0	0,00%	-0,12%
(TW)*	1.052	63,55%	1.095	62,69%	-0,86%
Totaal	**1.655**	**100%**	**1.747**	**100%**	

* TW (Tussenwoning) betreft referentie type. Derhalve is dit de resultante waarde in beide perioden.

Tabel 14: Woningtype per periode.

In beide perioden is in tabel 14 te zien dat de hoekwoning (HKW) het meest voorkomende woningtype is, met een lichte toename van 15,53% naar 16,03%. Het aandeel eindwoningen (EDW) stijgt eveneens, terwijl het aandeel twee-onder-één-kapwoningen (TEW) iets afneemt. Vrijstaande woningen (VSW) en geschakelde twee-onder-één-kapwoningen (G21W) blijven relatief schaars, met marges rond of onder de 2%. In de tweede periode komt de woning (VSPW) niet voor, terwijl deze in de eerste periode nog marginaal aanwezig was (0,12%). Over het algemeen zijn de relatieve verhoudingen tussen woningtypen stabiel gebleven, met slechts beperkte verschuivingen. In beide perioden blijft de tussenwoning de dominante woningcategorie met een % boven de 62%, waardoor deze type woning als referentiegroep wordt gehanteerd in de regressieanalyse.

Woningbuurten

Buurt (dummy)	Periode 2019–2021	%	Periode 2022–2024	%	Verschil (%)
Buurt Alkmaar Overdie	76	4,6%	104	6,0%	1,4%
Buurt Alkmaar Zuid	292	17,6%	359	20,6%	2,9%
Buurt Alkmaar West	184	11,1%	213	12,2%	1,1%
Buurt Alkmaar Oudorp	152	9,2%	162	9,3%	0,1%
Buurt Alkmaar Huiswaard/Vroonermeer	280	16,9%	265	15,2%	-1,8%
Buurt Alkmaar De Mare	375	22,7%	377	21,6%	-1,1%
Buurt Alkmaar Daalmeer/Koedijk	255	15,4%	220	12,6%	-2,8%
Buurt Alkmaar Centrum*	41	2,5%	47	2,7%	0,2%
Totaal	**1.655**	**100,0%**	**1.747**	**100,0%**	

* Alkmaar Centrum betreft referentie buurt. Derhalve is dit de resultante waarde in beide perioden.

Tabel 15: Verdeling transacties naar buurten in gemeente Alkmaar.

In de eerste periode vonden de meeste transacties plaats in Buurt Alkmaar De Mare (22,66%), gevolgd door Buurt Alkmaar Zuid (17,64%) en Buurt Alkmaar Huiswaard/Vroonermeer (16,92%), zie tabel 15. De buurten Alkmaar West (11,12%) en Alkmaar Daalmeer/Koedijk (15,41%) hebben eveneens een substantieel aandeel. Het kleinste aandeel transacties komt voor in de referentiebuurten Buurt Alkmaar Centrum (2,48%) en Buurt Alkmaar Overdie (4,59%).

In de tweede periode blijft Buurt Alkmaar De Mare de buurt met het grootste aandeel transacties (21,58%), maar Buurt Alkmaar Zuid neemt in relatieve zin licht toe naar 20,55%. Buurt Alkmaar Huiswaard/Vroonermeer daalt licht naar 15,17%. Het aandeel transacties in Buurt Alkmaar West en Buurt Alkmaar Overdie stijgt licht, terwijl Buurt Alkmaar Daalmeer/Koedijk daalt naar 12,59%. De referentiecategorie Buurt Alkmaar Centrum blijft een zeer klein aandeel behouden (2,69%).

Binnen en buiten onderhoudsstaat/ Buitenruimtekenmerken

Voor de frequentieverdelingen van de binnen en buiten onderhoudsstaat alsmede de buitenruimtekenmerken bestaande uit diverse dummy variabelen, wordt verwezen naar de bijlage.

In deze paragraaf zijn de frequentieverdelingen van de belangrijkste categorische variabelen samengevat. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen energie labels en woningtypen enerzijds en buurtkenmerken anderzijds.

Energielabel C komt in beide perioden het vaakst voor, gevolgd door A en B. De minst voorkomende labels zijn E, F en het referentielabel G. Tussen de perioden valt een lichte verschuiving op: het aandeel A-labels is gestegen, terwijl het aandeel C-labels iets is afgenomen. Bij de woningtypen zijn hoekwoningen en eindwoningen licht toegenomen in de tweede periode, terwijl het aandeel twee-onder-een-kapwoningen, vrijstaande woningen en overige types nagenoeg stabiel bleef.

De overige categorische variabelen laten over het algemeen een stabiel beeld zien. In de verdeling naar buurten is er sprake van kleine verschuivingen, met een lichte groei in Overdie en Alkmaar Zuid. De onderhoudsstaat is in de tweede periode iets minder vaak als ‘goed’ beoordeeld, terwijl het aandeel ‘slecht’ beperkt bleef. De aanwezigheid van buitenruimten, zoals tuin, balkon/terras, berging en garage, is in beide perioden hoog en laat slechts kleine variaties zien per type voorziening.

4.5.3.3 Transacties per jaar en kwartaal

In deze subparagraaf wordt het aantal woningtransacties uitgesplitst naar jaar en kwartaal. Dit geeft inzicht in de verdeling van verkopen binnen een jaar en maakt het mogelijk om eventuele seizoen patronen te signaleren. Door de resultaten te vergelijken tussen de periode 2019–2021 en 2022–2024 kan worden beoordeeld of de verdeling van transacties door de tijd heen is veranderd, bijvoorbeeld onder invloed van macro-economische ontwikkelingen zoals de stijgende hypotheekrente en de inflatiepieken die in hoofdstuk 2 zijn besproken.

Tabel 16 hieronder geeft per kwartaal en per jaar het aantal transacties en het bijbehorende aandeel (%) in het totale aantal transacties van dat jaar. Het verschil in procentpunten tussen de twee perioden wordt weergegeven in de laatste kolom.

Periode 2019-2021			Periode 2022-2024			
Kwartaal	**Transacties**	**%**	**Kwartaal**	**Transacties**	**%**	**Verschil (%)**
Q1 2019*	133	24,91%	Q1 2022*	124	19,78%	-5,13%
Q2 2019	142	26,59%	Q2 2022	182	29,03%	2,44%
Q3 2019	129	24,16%	Q3 2022	159	25,36%	1,20%
Q4 2019	130	24,34%	Q4 2022	162	25,84%	1,49%
Totaal 2019	**534**	**100,00%**	Totaal 2022	**627**	**100,00%**	0,00%
Q1 2020	113	18,26%	Q1 2023	131	22,98%	4,73%
Q2 2020	188	30,37%	Q2 2023	157	27,54%	-2,83%
Q3 2020	153	24,72%	Q3 2023	139	24,39%	-0,33%
Q4 2020	165	26,66%	Q4 2023	143	25,09%	-1,57%
Totaal 2020	**619**	**100,00%**	Totaal 2023	**570**		
Q1 2021	120	23,90%	Q1 2024	129	23,45%	-0,45%
Q2 2021	118	23,51%	Q2 2024	156	28,36%	4,86%
Q3 2021	122	24,30%	Q3 2024	143	26,00%	1,70%
Q4 2021	142	28,29%	Q4 2024	122	22,18%	-6,11%
Totaal 2021	**502**	**100,00%**	Totaal 2024	**550**	**100,00%**	
Totaal Overall	**1.655**			**1.747**		

*betreft referentie periode. Derhalve is dit de resultante van de totale transacties per periode

Tabel 16: Transacties per kwartaal en jaar in periode 1 en 2

Periode 2019–2021 laat een vrij stabiel beeld zien, met de hoogste kwartaalbijdragen in Q2 en Q4. In 2020 springt Q2 eruit met ruim 30% van de transacties, wat deels te verklaren kan zijn door uitgestelde verkopen in Q1 vanwege de eerste coronamaatregelen, gevolgd door een inhaalslag in het tweede kwartaal. Het jaar 2021 laat in Q4 een piek zien (28,29%).

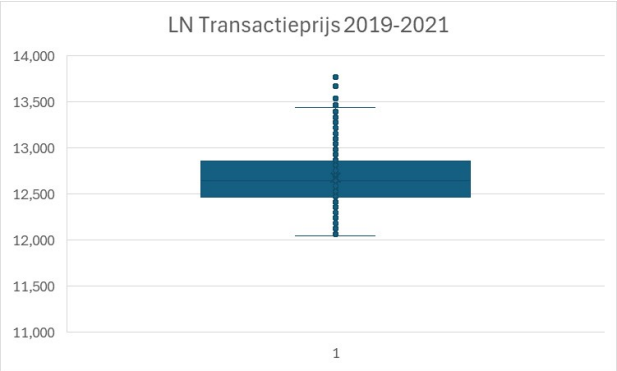
Periode 2022–2024 vertoont eveneens pieken in Q2, maar de verdeling is iets vlakker dan in de eerste periode. Q2 2022 laat de hoogste bijdrage zien met 29,03%, terwijl Q4 2024 juist een duidelijke daling laat zien naar 22,18%. De lagere aandelen in Q4 zouden samenhangen met de stijgende hypotheekrente vanaf medio 2022 en de piek in inflatie, waardoor kopers mogelijk terughoudender werden richting het einde van het jaar.

Over beide periodes heen is een terugkerend seizoen patroon zichtbaar: Q2 en Q3 hebben over het algemeen een hoger aandeel transacties dan Q1, terwijl Q4 wisselende resultaten laat zien. Dit patroon sluit aan bij de bredere woningmarkttrend waarin de lente- en zomermaanden traditioneel een hogere verkoopactiviteit kennen, mede door betere weersomstandigheden, vakantiespreiding en het afronden van transacties voor het nieuwe schooljaar.

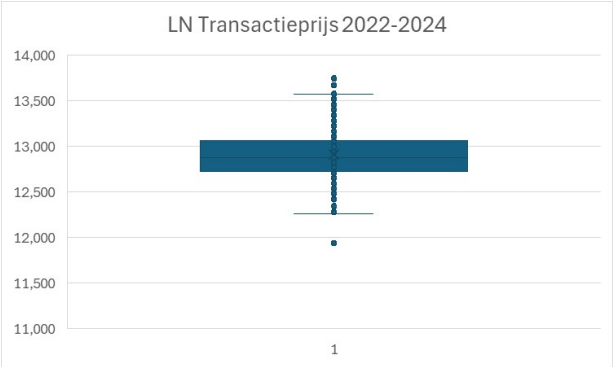
Het totaal aantal transacties is in de tweede periode (1.747) iets hoger dan in de eerste periode (1.655). De verdeling over de kwartalen laat echter enkele verschuivingen zien: Q2 heeft in 2022–2024 vaker een relatief groter aandeel, terwijl Q4 juist verliest. Deze verschuiving kan mede verklaard worden door externe factoren: vanaf begin 2022 steeg de hypotheekrente fors, zoals beschreven in hoofdstuk 2, terwijl in dezelfde periode de inflatie een historisch hoog niveau bereikte. Deze ontwikkelingen hebben vermoedelijk geleid tot meer besluitvorming en aankoopmomenten in het voorjaar en een terugval in de activiteit richting het einde van het jaar

4.5.3.4 Boxplot

Om de spreiding en verdeling van de transactieprijzen te visualiseren, zijn voor beide perioden boxplots opgesteld op basis van de natuurlijke logaritme van de transactieprijs (LN_Transprijs), zie figuur 5 en 6, respectievelijk. Door de logaritmische transformatie worden extreme waarden afgevlakt, waardoor verschillen in prijsniveaus en spreiding tussen perioden beter zichtbaar worden.



Figuur 5: Boxplot periode 1



Figuur 6: Boxplot periode 2.

De boxplots tonen voor beide perioden de mediaan (horizontale lijn in de box), het interkwartielbereik (hoogte van de box) en de uiterste waarden binnen 1,5×IQR (de ‘whiskers’). Punten buiten de whiskers zijn aangemerkt als uitschieters. De breedte van de box speelt hierbij geen rol en is slechts een visueel element; de hoogte van de box geeft de spreiding van het middelste 50% van de transacties weer.

In de eerste periode ligt de mediaan van de LN_Transprijs lager dan in de tweede periode, wat wijst op een algeheel lager prijsniveau. De spreiding binnen het interkwartielbereik is bovendien kleiner, wat duidt op een relatief homogene prijsvorming in de kern van de markt. In de tweede periode verschuift de mediaan duidelijk naar boven en wordt het interkwartielbereik groter. Dit suggereert dat er in de recente periode zowel relatief goedkope als juist duurdere woningen zijn verkocht, wat wijst op meer heterogeniteit in de markt.

Het aantal uitschieters aan de bovenkant neemt bovendien toe, wat kan wijzen op enkele transacties in het hogere segment.

Een mogelijke verklaring voor de hogere mediaan in de tweede periode kan liggen in de prijsgroei van woningen tussen 2021 en 2022, in combinatie met de stijgende inflatie en de oplopende hypotheekrente. De rente steeg in 2022 fors, terwijl de inflatie in datzelfde jaar piekte. Het is mogelijk dat sommige kopers hun aankoop naar voren hebben gehaald om nog te profiteren van lagere rentepercentages. Dit kan hebben bijgedragen aan hogere prijzen in de eerste kwartalen van de tweede periode. Deze interpretatie sluit aan bij marktobservaties van onder andere de NVM en DNB, maar kan met de huidige dataset niet rechtstreeks worden bevestigd en dient daarom als aanname te worden beschouwd.

In dit hoofdstuk is een uitgebreid beeld geschetst van de dataset en de belangrijkste kenmerken van de onderzochte woningtransacties in Alkmaar over de perioden 2019–2021 en 2022–2024. Uit de beschrijvende statistieken blijkt een verschuiving naar hogere energie labels, stabiele verhoudingen in woningtypen, beperkte veranderingen in buurt- en buitenruimtekenmerken, en een lichte daling in de gemiddelde onderhoudsstaat. De analyse van transacties per kwartaal laat herkenbare seizoenspatronen zien, met een opvallend groter aandeel transacties in het tweede kwartaal van de jaren na 2021.
De boxplots tonen een duidelijke stijging in het prijsniveau zien en een grotere spreiding in de tweede periode, wat mogelijk samenhangt met macro-economische factoren zoals de rente- en inflatieontwikkeling.
Deze beschrijvende analyses in dit hoofdstuk vormen de basis voor de econometrische analyses in het volgende hoofdstuk, waarbij de resultaten van de regressieanalyses worden gepresenteerd en geïnterpreteerd.

5. Resultaten

5.1 inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd van de hedonische regressieanalyses die in hoofdstuk 3 zijn voorbereid. De analyses zijn afzonderlijk uitgevoerd voor de periode vóór de energiecrisis (2019–2021), de periode sinds de start van de crisis (2022–2024) en over de gehele periode (2019 – 2024). Deze splitsing van de data en analyse maakt het mogelijk om te onderzoeken of de prijseffecten van woningkenmerken, en in het bijzonder van het energielabel, zijn veranderd onder invloed van de energiecrisis en de sterk gestegen energieprijzen.

De stijging van de energieprijzen heeft het belang van energiezuinige woningen vergroot, zoals beschreven in hoofdstuk 2. Verwacht wordt dat woningen met een gunstig energielabel (A of B) in de tweede periode een hogere prijspremie hebben, terwijl woningen met een lager label mogelijk een relatief lagere waarde kennen.

De regressiemodellen zijn geschat met de logaritme van de transactieprijs als afhankelijke variabele, waarbij de onafhankelijke variabelen de fysieke eigenschappen, locatiekenmerken, onderhoudsstaat, energie labels en tijdsgebonden factoren van de woningen omvatten. De referentiecategorieën zijn per periode vastgesteld en komen overeen met de indeling zoals beschreven in hoofdstuk 4.

De resultaten worden per periode gepresenteerd en geïnterpreteerd, waarbij de focus zal liggen op het verschil in prijseffect van energie labels tussen beide perioden. Daarna volgt een directe vergelijking tussen de twee perioden, waarin ook kort wordt gereflecteerd op andere woningkenmerken. De analyse wordt afgesloten met een regressieanalyse over de gehele periode van 2019 tot en met 2024, waarbij wordt getoetst of het verschil in prijseffect van energie labels significant afwijkt tussen de perioden.

5.2 OLS - voorwaardelijke toetsen

In hoofdstuk 4.2.1 is kort opgesomd aan welke voorwaarden het gebruik van de OLS-regressiemethode dient te worden voldaan. In dit hoofdstuk worden voor de twee perioden achtereenvolgens de verschillende toetsen uitgevoerd. De uitkomsten van de voorwaardelijke toetsen zijn in de bijlage toegevoegd en bij bijzonderheden worden deze ook kort toegelicht in dit hoofdstuk. In de datacleaningfase (paragraaf 4.3.3) is vastgesteld dat de variabele *Perceeloppm2* één extreme uitschieter bevatte (31.010 m²). In de tweede periode bleek de perceeloppervlakte gemiddeld kleiner met eveneens een minder extreme spreiding. Echter, om de consistente dataverwerking tussen beide perioden te waarborgen, is ook voor de dataset van de tweede periode winsorisering toegepast op het 99^{e} percentiel. Dit betekende dat waarden boven de 99e percentielgrens zijn vervangen door de 99e percentielwaarde (Periode 1: n = 16 waarnemingen; Periode 2: n = 17 waarnemingen).

5.2.1 Lineariteit

De lineariteitstoets is uitgevoerd door de residuen te plotten tegen de voorspelde waarden. In zowel periode 1 als periode 2 laten de scatterplots zien dat de residuen willekeurig rond de nul-lijn zijn verdeeld en er geen duidelijk systematisch patroon zichtbaar is. Dit ondersteunt de aanname dat de relatie tussen de onafhankelijke variabelen en de afhankelijke variabele (log-transactieprijs) lineair kan worden verondersteld. De bijbehorende grafieken zijn opgenomen in de bijlage.

5.3.2 Onafhankelijke fouten

Om te toetsen of de foutentermen onafhankelijk zijn, is de verdeling van de residuen geplot tegen de observatienummers. In zowel periode 1 als periode 2 laten de grafieken zien dat de residuen willekeurig verdeeld zijn rond de nul-lijn, zonder systematisch patroon of autocorrelatie. Hiermee kan worden aangenomen dat de aanname van onafhankelijke fouten in beide periodes geldig is. De bijbehorende grafieken zijn opgenomen in de bijlage.

5.3.3 Homoscedasticiteit

De residuplots en de Breusch-Pagan test laten zien dat de nulhypothese van constante variantie in beide perioden wordt verworpen (Periode 1: χ^2 (1) =28.82, p=0.000; Periode 2: χ^2 (1) =16.91, p=0.000). Dit betekent dat sprake is van heteroscedasticiteit. Daarom is in de regressieanalyses gecorrigeerd met robuuste standaardfouten. Voor de volledige resultaten wordt verwezen naar de bijlage.

5.3.4 Normaliteit van fouten

Om de assumptie van normaliteit te toetsen zijn zowel histogrammen, Q-Q plots als de Shapiro-Wilk test uitgevoerd voor de residuen. De histogrammen en Q-Q plots tonen dat de residuen in beide perioden overwegend normaal verdeeld zijn, met slechts lichte afwijkingen in de uiterste waarden (staarten). De Shapiro-Wilk testen zijn significant ($p < 0,01$), wat wijst op afwijkingen van normaliteit. Gezien de omvang van de steekproef (Periode 1: 1.655 en Periode 1: 1.747 observaties) is deze significantie echter niet verrassend, omdat de Shapiro-Wilk test bij grote datasets zeer gevoelig is voor zelfs kleine afwijkingen van normaliteit.

5.3.5 Multicollineariteit

Een hoge onderlinge correlatie tussen verklarende variabelen kan leiden tot multicollineariteit, wat de stabiliteit en interpretatie van regressiecoëfficiënten negatief beïnvloedt (Taylor, 2008). Conform bestaande woningprijs onderzoeken zoals verricht door Perez et al. (2023), Fuerst et al. (2015) en Evangelista et al. (2020) wordt een kritische grens gehanteerd voor waardes groter dan 0,7 en kleiner dan -0,7. Zij veronderstellen dat indien twee variabelen de kritische waarden overschrijdt, een overweging gepast is om een van de twee variabelen uit het model te laten dan wel deze samen te voegen of aan te passen. De resultaten van de correlatiematrix voor periode 1 is hieronder gepresenteerd in tabel 17, waarbij de hoogste correlatie wordt gevonden tussen woonoppervlakte en inhoud (0,7893).

Variabele	LN_Transprijs	LN_woonoppm2	Bouwjaar	Inhoudm3	Perceeloppm2	Kamers	Woonlagen
LN_Transprijs	1.000						
LN_woonoppm2	0.6929	1.000					
Leeftijd	(0.0287)	(0.3106)	1.000				
Inhoudm3	0.6604	0.7893	(0.3373)	1.000			
Perceeloppm2	0.5034	0.5262	(0.2777)	0.5875	1.000		
Kamers	0.3420	0.5272	(0.2409)	0.5257	0.2758	1.000	
Woonlagen	0.1505	0.3107	(0.2469)	0.2685	0.0185	0.5366	1.000

Tabel 17: Correlatiematrix periode 1

Voor periode 2 is de correlatie tussen de transactieprijs (log) en woonoppervlakte (log) het hoogst (0,8237) en de correlatie tussen woonoppervlakte (log) en inhoud wederom hoog (0,7617), zie tabel 18,

Variabele	LN_Transprijs	LN_woonoppm2	Bouwjaar	Inhoudm3	Perceeloppm2	Kamers	Woonlagen
LN_Transprijs	1.000						
LN_woonoppm2	0.8237	1.000					
Leeftijd	(0.1683)	(0.2647)	1.000				
Inhoudm3	0.7110	0.7617	(0.3744)	1.000			
Perceeloppm2	0.5209	0.5067	(0.3285)	0.6017	1.000		
Kamers	0.3660	0.4758	(0.3089)	0.5168	0.2798	1.000	
Woonlagen	0.1994	0.2978	(0.2451)	0.2899	0.0396	0.5120	1.000

Tabel 18: Correlatiematrix periode 2

De variabele inhoud laat in beide perioden hoge correlaties zien met woonoppervlakte (log) waarbij de grenswaarde van 0,7 overgeschreden wordt. Voor de regressieanalyse is besloten om de variabele inhoud niet mee te nemen, omdat dit tot instabiliteit van de regressieresultaten en onnauwkeurige schattingen kan leiden. Woonoppervlakte (log) wordt wel behouden in de regressieanalyse, omdat dit een directe relevante variabele is voor de woningwaarde (zie ook de aangehaalde studies welke zijn besproken in hoofdstuk 2).

5.4.6 Modelspecificatie

De Ramsey RESET-test is in beide perioden significant, hetgeen betekent dat de nulhypothese van een correcte modelspecificatie wordt verworpen. Dit wijst erop dat het model mogelijk niet volledig alle relevante variabelen omvat of dat bepaalde niet-lineaire verbanden niet volledig worden meegenomen. Bij grote datasets, zoals in dit onderzoek, leidt de RESET-test echter vaak al snel tot significante uitkomsten, ook bij kleine afwijkingen. Om deze reden vormt de uitkomst geen directe reden om de regressieanalyse te verwerpen. Wel dient rekening gehouden te worden met een zekere mate van modelonvolledigheid. Aangezien het model theoretisch goed is onderbouwd en in de analyse gebruik wordt gemaakt van robuuste standaardfouten, wordt geconcludeerd dat de regressieresultaten betrouwbaar genoeg zijn om te interpreteren.

Samenvattend voldoen de modellen grotendeels aan de OLS-voorwaarden. Lineariteit en onafhankelijke fouten zijn bevestigd, terwijl heteroscedasticiteit is opgevangen met robuuste standaardfouten. Multicollineariteit is beperkt door het uitsluiten van de variabele inhoud. Ondanks een aanwijzing voor mogelijke modelonvolledigheid zijn de modellen voldoende betrouwbaar om de regressieresultaten te presenteren, welke in het volgende hoofdstuk worden besproken.

5.3 Resultaten

Op basis van de multicollineariteitsanalyse is vastgesteld dat de variabele Inhoud vanwege een hoge correlatie met woonoppervlakte (log) niet wordt opgenomen in de regressiemodellen. De overige continue en categorische variabelen worden wel meegenomen. In dit hoofdstuk wordt voor beide perioden afzonderlijk de regressieanalyse uitgevoerd om het effect van het energielabel, samen met de overige woningkenmerken en locatievariabelen, op de transactieprijs (log) te bepalen. Per periode bestaat deze analyse uit het schatten van het regressiemodel met de geselecteerde variabelen en de gehanteerde referentiegroepen zoals toegelicht in hoofdstuk 4.

Naast deze afzonderlijke modellen wordt aanvullend een pooled regressie met interactietermen tussen periode en energie labels geschat. Hiermee wordt expliciet getoetst of de prijspremies van de labels in periode 2 significant verschillen van die in periode 1. Deze aanpak sluit direct aan bij de hypothese van dit onderzoek, waarin wordt verwacht dat (1) de prijspremies voor energiezuinige labels in de periode na de energiecrisis hoger zijn dan in de periode ervoor en (2) dat deze verschuiving significant is. De resultaten van de analyses worden in de volgende paragrafen gepresenteerd en geïnterpreteerd.

5.3.1 Resultaten periode 2019 – 2021

Variabele	Coef. (sig)	Std. Err.	t-waarde
EPC_A	0.121379***	0,0271865	4,46
EPC_B	0.038722	0,0249583	1,55
EPC_C	0.000306	0,0238093	0,01
EPC_D	-0.004904	0,0237505	-0,21
EPC_E	-0.006089	0,0241802	-0,25
EPC_F	0.011712	0,0243637	0,48
EPC_G (ref)	-	-	-
Leeftijd	0.00057**	0,0002441	2,34
LN_woonoppm2	0.574283***	0,0221254	25,96
Perceeloppm2	0.00087***	0,0000891	9,76
Kamers	0.004967	0,0041082	1,21
Woonlagen	0.010671	0,0066047	1,62
HKW	0.028866***	0,008563	3,37
EDW	0.007286	0,0103279	0,71
TEW	0.104932***	0,0126698	8,28
GSW	0.04716**	0,0190515	2,48
VSW	0.151966***	0,0328764	4,62
G21W	0.084894***	0,0251002	3,38
HVSW	0.115248***	0,0406677	2,83
VSPW	-0.053334**	0,0269068	-1,98
Tussenwoning (ref)	-	-	-
Dummy_Brt_OVD	-0.195592***	0,03114	-6,28
Dummy_Brt_Zuid	-0.085471***	0,0245188	-3,49
Dummy_Brt_West	-0.11724***	0,0267656	-4,38
Dummy_Brt_Odrp	-0.154455***	0,0258039	-5,99
Dummy_Brt_HV	-0.255665***	0,026012	-9,83
Dummy_Brt_DM	-0.30784***	0,026465	-11,63
Dummy_Brt_DK	-0.287779***	0,0264801	-10,87
Dummy Centrum (ref)	-	-	-
Q1-2019 (ref)	-	-	-
Q2_2019	0.020019	0,0142896	1,4
Q3_2019	0.040017***	0,0150305	2,66
Q4_2019	0.00762	0,0138888	0,55
Q1_2020	0.087201***	0,0138212	6,31
Q2_2020	0.094711***	0,0129669	7,3
Q3_2020	0.133331***	0,0134249	9,93
Q4_2020	0.121023***	0,0129825	9,32
Q1_2021	0.270969***	0,013793	19,65
Q2_2021	0.296161***	0,0135746	21,82
Q3_2021	0.330051***	0,0126747	26,04
Q4_2021	0.293311***	0,0124271	23,6
Dummy_OHBin_SL	0.008427	0,0335264	0,25
Dummy_OHBin_Matig (ref)	-	-	-
Dummy_OHBin_GD	0.098114***	0,0109178	8,99
Dummy_OHBuit_SL	-0.19907***	0,0648892	-3,07
Dummy_OHBuit_Matig (ref)	-	-	-
Dummy_OHBuit_GD	0.012227	0,0122374	1
Dummy_TuinA	-0.006657	0,0107749	-0,62
Dummy_BalkTer	0.016583	0,0108678	1,53
Dummy_bergruimte	0.011043*	0,0065523	1,69
Dummy_schberg	0.003925	0,0097241	0,4
Dummy_garage	0.032375***	0,0095782	3,38
_cons	9.696423***	0,1032646	93,9

**P<0,1, **P<0,05, ***P<0,01*

Modelstatistieken	
Obs	1.655
F (46, 1608)	237.32
Prob > F	0,0000
R-kwadraat	0.8514
Root MSE	0.1119

Tabel 19: Resultaten Periode 1.

Het model voor periode 1, zie tabel 19, bevat 1.655 transacties en verklaart 85,1% van de variatie in transactieprijzen (R^2 = 0,851). De F-waarde is significant, wat aangeeft dat de verklarende variabelen gezamenlijk sterk bijdragen aan de verklaring van de prijsverschillen.

Energie labels

De resultaten laten zien dat alleen energielabel A een significant en positief effect heeft op de transactieprijs ten opzichte van de referentiecategorie (energie label G). De coëfficiënt van 0,121 ($p < 0,01$) betekent dat woningen met energielabel A gemiddeld circa 12,9% hoger geprijsd zijn, gecorrigeerd voor andere factoren. De overige labels (B t/m F) hebben geen significant effect in deze periode. Hoewel label C, zoals te zien in tabel 13 het vaakst voorkomt in beide perioden (Periode 1: 44%; Periode 2: 37%), wordt hier geen significant effect gevonden. De mogelijke verklaring voor het niet vinden van een significant effect op de overige labels is een gebrek aan observaties.

Woningkenmerken

De woningkenmerken laten zien dat woonoppervlakte de sterkste verklarende factor is, namelijk een stijging van 1% in woonoppervlakte gaat samen met een toename van 0,57% in de transactieprijs. Ook perceeloppervlakte speelt een duidelijke rol, waarbij elke extra vierkante meter gemiddeld 0,09% aan de prijs toevoegt. Daarnaast heeft de leeftijd van de woning een klein maar significant positief effect, per extra bouwjaar neemt de prijs toe met 0,06%. Het aantal kamers en het aantal woonlagen hebben daarentegen geen significant effect.

Woningtype

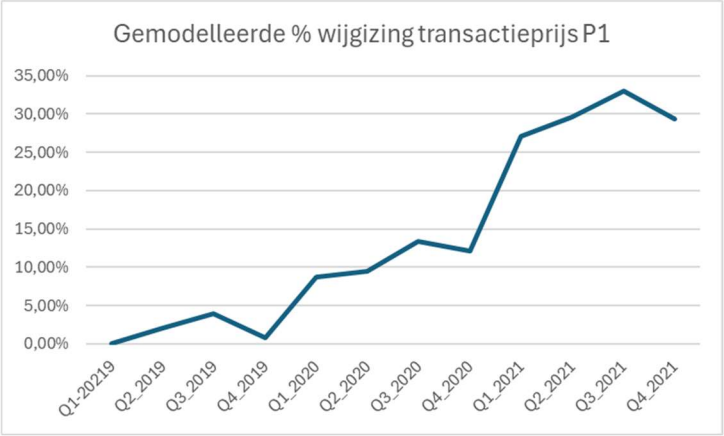
Ook het type woning draagt sterk bij aan de prijsvorming. Hoekwoningen zijn gemiddeld 2,9% duurder dan tussenwoningen. Voor twee-onder-een-kapwoningen wordt een premie van 11,1% gevonden, terwijl vrijstaande woningen zelfs 16,4% meer waard zijn. Geschakelde woningen (+4,8%), geschakelde twee-onder-een-kapwoningen (+8,9%) en half vrijstaande woningen (+12,2%) tonen eveneens significante prijspremies. Verspringende woningen vormen een uitzondering: deze liggen gemiddeld 5,2% lager geprijsd dan de referentie.

Buurten in Alkmaar

De buurtkenmerken laten zien dat alle onderzochte buurten significant lagere prijzen laten zien in vergelijking met Alkmaar Centrum. In Overdie liggen de prijzen 17,7% lager, in Zuid 8,2%, in West 11,1% en in Oudorp 14,3%. Nog grotere verschillen worden gevonden in Huiswaard/Vroonermeer (-22,6%), De Mare (-26,6%) en Daalmeer/Koedijk (-24,9%). Dit bevestigt dat de locatie binnen Alkmaar een zeer bepalende factor is voor de woningprijs.

Tijdsverloop

De tijdsdummy's laten een sterk oplopende trend zien ten opzichte van het eerste kwartaal van 2019. Vanaf 2020 nemen de prijsstijgingen aanzienlijk toe: Q1 2020 ligt 9,1% hoger, Q3 2020 14,2% en Q1 2021 al 31,1% hoger dan de referentieperiode. Het derde kwartaal van 2021 markeert de piek, met een stijging van 39,1% ten opzichte van Q1 2019. De vertaling van de coëfficiënten van de kwartaaldummies laat de gemodelleerde procentuele wijziging zien van de transactieprijzen in grafiek 4, allen significant (met uitzondering van Q4-2019).



Grafiek 4: Gemodelleerde procentuele ontwikkeling transactieprijzen periode 1.

Ten slotte geven de overige kenmerken een verwacht beeld. Een goede onderhoudsstaat binnen leidt tot een meerwaarde van 10,3% terwijl slecht buitenonderhoud een prijsdaling van 18,1% veroorzaakt. Woningen met een bergruimte zijn gemiddeld 1,1% duurder en een garage draagt 3,3% bij aan de waarde. Voor tuin, balkon/terras en schuurtje worden geen significante effecten gevonden.

5.3.2 Resultaten periode 2022 – 2024

Variabele	Coefficient	Std. Err.	t-waarde
EPC_A	0,1264173***	0,0208657	6,06
EPC_B	0,0603717***	0,0196269	3,08
EPC_C	0,0533701***	0,0188571	2,83
EPC_D	0,0384257**	0,0195457	1,97
EPC_E	0,0113882	0,0206438	0,55
EPC_F	0,0499679**	0,0226514	2,21
EPC_G (ref)	-	-	-
Leeftijd	-0,0002583	0,0001816	-1,42
LN_woonoppm2	0,5691511***	0,020357	27,96
Perceeloppm2	0,0008321***	0,0000773	10,77
Kamers	0,0075615**	0,0037508	2,02
Woonlagen	0,0084842	0,0059434	1,43
HKW	0,0076736	0,0070359	1,09
EDW	0,0244605**	0,0100016	2,45
TEW	0,0582634***	0,013019	4,48
GSW	0,0634172***	0,0160033	3,96
VSW	0,0769755***	0,0253055	3,04
G21W	0,0257667	0,021926	1,18
HVSW	0,0523954**	0,0213862	2,45
Tussenwoning (ref)	-	-	-
Dummy_Brt_OVD	-0,1977736***	0,0273841	-7,22
Dummy_Brt_Zuid	-0,0728548***	0,0237117	-3,07
Dummy_Brt_West	-0,1326139***	0,0248973	-5,33
Dummy_Brt_Odrp	-0,134551***	0,0250483	-5,37
Dummy_Brt_HV	-0,2038727***	0,0253434	-8,04
Dummy_Brt_DM	-0,2516604***	0,0255299	-9,86
Dummy_Brt_DK	-0,2565664***	0,0255646	-10,04
Dummy Centrum (ref)	-	-	-
Q1-2022 (ref)	-	-	-
Q2_2022	-0,0142043	0,0164124	-0,87
Q3_2022	-0,0685431***	0,0167616	-4,09
Q4_2022	-0,0628946***	0,0168121	-3,74
Q1_2023	-0,0802382***	0,0153907	-5,21
Q2_2023	-0,0786934***	0,0152345	-5,17
Q3_2023	-0,0689628***	0,0156466	-4,41
Q4_2023	-0,0702462***	0,0156172	-4,5
Q1_2024	0,0296469*	0,0157605	1,88
Q2_2024	0,048566***	0,0157121	3,09
Q3_2024	0,0450708***	0,0150175	3
Q4_2024	0,035603**	0,0155568	2,29
Dummy_OHBin_SL	-0,0384422	0,0363333	-1,06
Dummy_OHBin_Matig (ref)	-	-	-
Dummy_OHBin_GD	0,0562744***	0,0102444	5,49
Dummy_OHBuit_SL	0,0046582	0,0381885	0,12
Dummy_OHBuit_Matig (ref)	-	-	-
Dummy_OHBuit_GD	0,0381944***	0,0101534	3,76
Dummy_TuinA	-0,0003224	0,0091142	-0,04
Dummy_BalkTer	0,0153341	0,0108313	1,42
Dummy_bergruimte	-0,0010971	0,0058535	-0,19
Dummy_schberg	-0,0176013**	0,0082005	-2,15
Dummy_garage	0,0236947***	0,0089093	2,66
_cons	10,14256***	0,0928526	109,23

**P<0,1, **P<0,05, ***P<0,01*

Modelstatistieken	
Obs	1.747
F (45, 1701)	205.89
Prob > F	0,0000
R-kwadraat	0.8269
Root MSE	0.10723

Tabel 20: Resultaten periode 2.

Het model voor periode 2, zie tabel 20, bevat 1.747 transacties en verklaart 82,7% van de variatie in de transactieprijzen (R^2 = 0,827). De F-waarde is ook hier significant, wat aangeeft dat de verklarende variabelen gezamenlijk een sterke bijdrage leveren aan de prijsvorming.

Energie labels

De energieprestaties laten in deze periode een breder significant effect zien dan in periode 1. Woningen met energielabel A hebben gemiddeld een prijsopslag van 13,5% ten opzichte van label G. Ook labels B, C, D en F zijn significant positief met respectievelijk 6,2%, 5,5%, 3,9% en 5,1% hoger geprijsd. Dit wijst erop dat de woningmarkt in deze periode sterker differentieerde naar energiezuinigheid, waarbij niet alleen het beste label, maar ook tussenliggende labels waarde toevoegden.

Woningkenmerken

Bij de woningkenmerken blijft woonoppervlakte de belangrijkste factor, een toename van 1% in woonoppervlakte leidt tot een stijging van eenzelfde 0,57% in de transactieprijs. Ook perceeloppervlakte heeft opnieuw een positief effect, elke extra vierkante meter verhoogt de prijs met gemiddeld 0,08%. In tegenstelling tot periode 1 is leeftijd van de woning niet langer significant. Het aantal kamers heeft nu wel een significant effect, waarbij elke extra kamer de waarde met 0,76% verhoogt. Het aantal woonlagen blijft zonder betekenisvolle invloed.

Woningtype

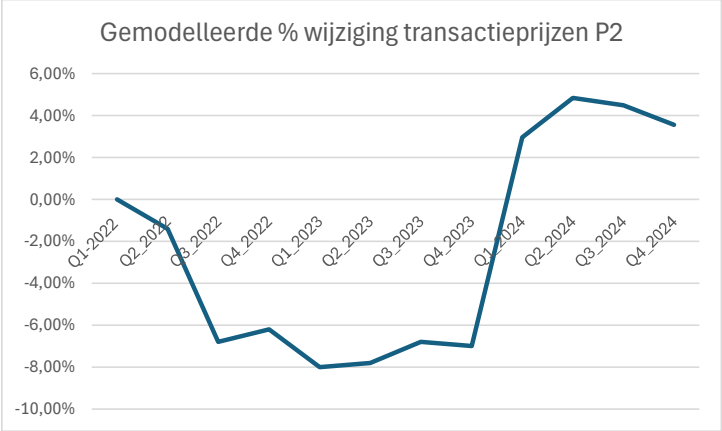
Ook in de tweede periode tonen woningtypen een duidelijk patroon van hogere transactieprijzen ten opzichte van tussenwoningen. Eindwoningen zijn 2,5% duurder, twee-onder-een-kapwoningen 6,0%, geschakelde woningen 6,6%, vrijstaande woningen 8,0% en half vrijstaande woningen 5,4%. Hoekwoningen en geschakelde twee-onder-een-kapwoningen laten geen significant verschil zien. Hiermee is de waardering van woningtypen in periode 2 iets gematigder dan in de eerste periode, maar wel consistenter verdeeld over meerdere categorieën.

Buurten in Alkmaar

De buurtkenmerken bevestigen opnieuw het belang van locatie. In vergelijking met Alkmaar Centrum liggen de prijzen in alle andere buurten significant lager. Overdie scoort gemiddeld 17,9% lager, Zuid 7,0%, West 12,4% en Oudorp 12,6%. In de grotere woonwijken zijn de verschillen nog sterker: in Huiswaard/Vroonermeer liggen de prijzen 18,5% lager, in De Mare 22,2% en in Daalmeer/Koedijk 22,7%. Daarmee blijven de relatieve prijsverschillen tussen centrum en buitenwijken aanzienlijk.

Tijdsverloop

De tijdsdummy's laten een heel ander patroon zien dan in de eerste periode. Terwijl periode 1 werd gekenmerkt door sterke prijsstijgingen, zijn in periode 2 juist duidelijke prijsdalingen zichtbaar. Vanaf het derde kwartaal van 2022 liggen de prijzen tussen 6,3% en 8,0% lager dan in het eerste kwartaal van 2022. Pas vanaf het eerste kwartaal van 2024 is weer sprake van herstel, in Q1 2024 is de prijs 3,0% hoger, oplopend tot 4,9% in Q2 2024, 4,6% in Q3 2024 en 3,6% in Q4 2024. Deze trend weerspiegelt de tijdelijke afkoeling van de woningmarkt, gevolgd door een voorzichtig herstel. Deze gemodelleerde prijswijziging is ook voor de tweede periode in kaart gebracht in grafiek 5.



Grafiek 5: Gemodelleerde procentuele ontwikkeling transactieprijzen periode 2

De overige kenmerken laten een meer beperkt effect zien. Een goede onderhoudsstaat binnen verhoogt de waarde met 5,8%, terwijl een goede onderhoudsstaat buiten een premie van 3,9% oplevert. Een garage blijft eveneens een duidelijke meerwaarde geven van 2,4%. Slecht buitenonderhoud is in deze periode niet meer significant, maar wel valt op dat een schuur of berging gemiddeld juist een kleine negatieve invloed heeft van 1,7%. Voor tuin, balkon/terras en bergruimte zijn geen significante effecten gevonden.

5.4 vergelijking periode 2019 – 2021 met periode 2022 – 2024

De regressieresultaten van periode 1 (2019–2021) en periode 2 (2022–2024) laten zowel overeenkomsten als duidelijke verschuivingen zien in de prijsvorming van grondgebonden woningen in de gemeente Alkmaar. Voor beide perioden is de analyse gecorrigeerd voor heteroscedasticiteit door het toepassen van robuuste standaardfouten.

Energie labels

In beide perioden is EPC-label A sterk en significant positief geassocieerd met de transactieprijs. In periode 1 bedraagt het effect +12,9% ten opzichte van label G, in periode 2 is dit verder opgelopen naar +13,5%. In de tweede periode zijn bovendien meer energie labels significant, label B (+6,2%), label C (+5,5%), label D (+3,9%) en label F (+5,1%). In periode 1 waren deze effecten nog verwaarloosbaar of niet significant. Deze ontwikkeling suggereert dat de markt in de tweede periode gevoeliger is geworden voor betere energie labels, ook in de middenklassen, mogelijk door gestegen energieprijzen en beleidsdruk op verduurzaming.

Woningkenmerken

Wat betreft woningkenmerken geldt in beide perioden dat woonoppervlakte en perceeloppervlakte een sterk en positief effect hebben. Een verdubbeling van het woonoppervlak verhoogt de prijs met circa 57%, vrijwel identiek in beide perioden. Elke extra m² perceel leidt tot een waardestijging van ongeveer 0,08–0,09%. Het aantal kamers wordt alleen in periode 2 significant gevonden (+0,76% per extra kamer). De leeftijd van de woning had in periode 1 nog een klein positief effect (+0,06% per jaar), maar is in periode 2 niet meer significant.

Woningtypen

De woningtypen laten in beide perioden consistente patronen zien: vergeleken met een tussenwoning zijn eindwoningen circa +2,5% duurder, twee-onder-één-kapwoningen +11,1% (periode 1) en +6,0% (periode 2), geschakelde woningen +4,8% en +6,6%, vrijstaande woningen +16,4% en +8,0%, en half vrijstaande woningen +12,2% en +5,4%. Dit wijst erop dat de prijspremies voor duurdere woningtypen in periode 2 zijn afgenomen, wat mogelijk samenhangt met de verminderde betaalbaarheid door de hogere rente.

Buurten in Alkmaar

De buurtdummy’s tonen in beide perioden duidelijke prijsverschillen ten opzichte van het centrum. In periode 1 waren woningen in Overdie gemiddeld -17,7% goedkoper, in Zuid -8,2%, in West -11,1%, in Oudorp -14,3%, in Huiswaard/Vroonermeer -22,6%, in De Mare -26,6% en in Daalmeer/Koedijk -24,9%. In periode 2 zijn deze negatieve effecten vrijwel even groot, maar met kleine nuances: Overdie -17,9%, Zuid -7,0%, West -12,4%, Oudorp -12,6%, Huiswaard/Vroonermeer -18,5%, De Mare -22,2% en Daalmeer/Koedijk -22,7%. Dit bevestigt dat structurele buurtverschillen in woningprijzen bestaan, maar dat de kloof in de tweede periode iets is verkleind.

Tijdsverloop

De tijdsdummies reflecteren de dynamiek van de woningmarkt. In periode 1 is sprake van een sterke en aanhoudende prijsstijging: vanaf Q1 2020 lopen de prijzen gestaag op, met een piek van +39,1% in Q3 2021 ten opzichte van begin 2019. In periode 2 zien we het omgekeerde beeld: vrijwel alle kwartalen in 2022 en 2023 zijn significant negatief, met dalingen tussen de -6% en -7,7% ten opzichte van Q1 2022. In 2024 treedt herstel op: Q1 (+3,0%), Q2 (+5,0%), Q3 (+4,6%) en Q4 (+3,6%) laten weer significante stijgingen zien.

Bij de overige objectkenmerken zijn de effecten beperkter. In beide perioden heeft goed binnen onderhoud een prijsopslag (periode 1: +10,3%, periode 2: +5,8%), en ook een garage verhoogt de waarde (periode 1: +3,3%, periode 2: +2,4%). Slecht buitenonderhoud verlaagt de waarde duidelijk, met -18,1% in periode 1 en een kleiner negatief effect in periode 2 (-1,7%).

De verklaringskracht van de modellen is in beide perioden hoog, R^2 bedraagt 0,851 in periode 1 en 0,827 in periode 2. Dit suggereert dat de gebruikte verklarende variabelen een groot deel van de prijsvariatie verklaren, maar dat in de tweede periode de voorspelkracht iets lager ligt, mogelijk door grotere marktonzekerheid en externe factoren die minder goed worden gevangen door de gebruikte variabelen.

Samengevat laten de resultaten zien dat energielabel A in beide perioden een sterke prijsopslag oplevert, maar dat in de tweede periode ook de midden labels (B, C, D en F) duidelijker een rol spelen. Dit ondersteunt de hypothese dat de energielabelpremie is toegenomen door stijgende energieprijzen. Daarnaast is de prijspremie van duurdere woningtypen in de tweede periode afgenomen, terwijl de tijdsvariabelen de overgang markeren van een stijgende markt in periode 1 naar een dalende markt in periode 2, met recent herstel in 2024.

5.5 Resultaten volledige dataset (2019 - 2024)

Om de robuustheid van de resultaten uit de afzonderlijke perioden te toetsen, is de regressie ook uitgevoerd op de totale dataset (2019–2024). Door alle transacties gezamenlijk te analyseren, kan een vollediger beeld worden verkregen van de prijspremies die aan energie labels worden toegekend, en hoe deze zich ontwikkeld hebben over de tijd.

5.5.1 Regressieanalyse volledige dataset (2019 – 2024)

Variabele	Coef. (sig)	Std. Err.	t-waarde
EPC_A	0.0789959***	0.024248	3.26
EPC_B	0.0026607	0.0232907	0.11
EPC_C	-0.0357231	0.022425	-1.59
EPC_D	-0.0202134	0.0232604	-0.87
EPC_E	-0.0065796	0.0241052	-0.27
EPC_F	0.0108813	0.0245783	0.44
EPC_G (ref)	-	-	-
DPeriode_EPC_A	0.0715175**	0.0290729	2.46
DPeriode_EPC_B	0.080153***	0.0287513	2.79
DPeriode_EPC_C	0.108609***	0.0280044	3.88
DPeriode_EPC_D	0.0641739**	0.0303067	2.12
DPeriode_EPC_E	0.0190848	0.0318996	0.6
DPeriode_EPC_F	0.0381748	0.0335798	1.14
Leeftijd	1.26e-05	0.0001495	0.08
LN_woonoppm2	0.5593772***	0.0148754	37.6
Perceeloppm2	0.000861***	5.89e-05	14.61
Kamers	0.0078835***	0.0027855	2.83
Woonlagen	0.0087476**	0.0043968	1.99
HKW	0.0185352***	0.0055649	3.33
EDW	0.0185949**	0.0073189	2.54
TEW	0.0824652***	0.0091938	8.97
GSW	0.0594821***	0.0126358	4.71
VSW	0.1229497***	0.021196	5.8
G21W	0.0590822***	0.0168975	3.5
HVSW	0.0791057***	0.0219152	3.61
VSPW	-0.0667158**	0.0310857	-2.15
Tussenwoning (ref)	-	-	-
Dummy_Brt_OVD	-0.204691***	0.0207035	-9.89
Dummy_Brt_Zuid	-0.0840475***	0.0172774	-4.86
Dummy_Brt_West	-0.1312619***	0.0184226	-7.13
Dummy_Brt_Odrp	-0.1489787***	0.0181183	-8.22
Dummy_Brt_HV	-0.2337268***	0.018363	-12.73
Dummy_Brt_DM	-0.2844289***	0.0185011	-15.37
Dummy_Brt_DK	-0.2776357***	0.018535	-14.98
Centrum Alkmaar (ref)	-	-	-
Q1_2019 (ref)	-	-	-
Q2_2019	0.0182278	0.0145721	1.25
Q3_2019	0.0374352**	0.0153988	2.43
Q4_2019	0.0061635	0.014226	0.43
Q1_2020	0.0850147***	0.0145298	5.85
Q2_2020	0.0947245***	0.0132492	7.15
Q3_2020	0.1356215***	0.0136326	9.95
Q4_2020	0.1243933***	0.0131425	9.46
Q1_2021	0.2711064***	0.0133196	20.35
Q2_2021	0.2998621***	0.0129886	23.09
Q3_2021	0.3334477***	0.0125264	26.62
Q4_2021	0.2948317***	0.0122053	24.16
Q1_2022	0.3263559***	0.0313416	10.41
Q2_2022	0.3113668***	0.0301939	10.31
Q3_2022	0.2528117***	0.0302828	8.35
Q4_2022	0.2608123***	0.0302501	8.62
Q1_2023	0.2419306***	0.0296414	8.16
Q2_2023	0.2417293***	0.0294855	8.2
Q3_2023	0.2512443***	0.0297742	8.44
Q4_2023	0.2502725***	0.0296035	8.45
Q1_2024	0.3498526***	0.0294152	11.89
Q2_2024	0.3701934***	0.0297447	12.45
Q3_2024	0.3644442***	0.0293028	12.44
Q4_2024	0.3578371***	0.0297224	12.04
Dummy_OHBin_SL	-0.027434	0.0302488	-0.91
Dummy_OHBin_Matig (ref)	-	-	-
Dummy_OHBin_GD	0.0749274***	0.0075379	9.94
Dummy_OHBuit_SL	-0.0396759	0.038799	-1.02
Dummy_OHBuit_Matig (ref)	-	-	-
Dummy_OHBuit_GD	0.0260916***	0.0079626	3.28
Dummy_TuinA	-0.0052075	0.0072434	-0.72
Dummy_BalkTer	0.014992*	0.0076885	1.95
Dummy_bergruimte	0.0046339	0.00444	1.04
Dummy_schberg	-0.0081888	0.006394	-1.28
Dummy_garage	0.027066***	0.0065663	4.12
_cons	9829408***	0.0696369	141.15

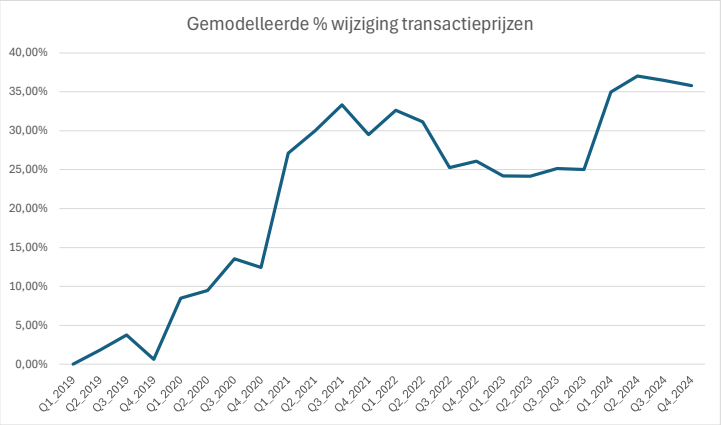
**P<0,1, **P<0,05, ***P<0,01*

Modelstatistieken	
Obs	3.402
F (64, 3337)	368.53
Prob > F	0,0000
R-kwadraat	0.8604
Root MSE	0.11099

Tabel 21: Resultaten volledige periode

De resultaten in tabel 21 laten zien dat woningen met energielabel A een significante prijspremium kennen van circa 8,2% ten opzichte van de referentiegroep (label G). Voor de labels B t/m F zijn de afzonderlijke premies in de eerste periode niet of nauwelijks significant. De interactietermen met de tweede periode (2022–2024) tonen echter een duidelijke toename in waardering: zo stijgt de premium voor label A in de tweede periode met 7,4%, voor label B met 8,3%, en voor label C met 10,9%. Deze interactietermen zijn allemaal significant, hetgeen bevestigt dat de invloed van energie labels op de transactieprijs sterker is geworden sinds de start van de energiecrisis.

Naast de energie labels zijn ook de controlevariabelen in lijn met de verwachtingen. Zo heeft woonoppervlakte (LN), perceeloppervlakte en aantal kamers een positieve en significante invloed op de transactieprijs, evenals de aanwezigheid van voorzieningen zoals een garage. Negatieve effecten worden gevonden voor de buurt-dummy's welke overeenkomen met de effecten in periode 1 en 2 afzonderlijk. Het gemodelleerde tijdsverloop van de volledige periode is hieronder zichtbaar en toont een logische samenstelling van grafiek 4 en 5.



Grafiek 6: Gemodelleerde procentuele ontwikkeling transactieprijzen volledige periode.

5.5.2 Post-hoc analyse energie labels

Omdat de regressie de premies per label altijd relateert aan referentiegroep G, is aanvullend een post-hoc analyse uitgevoerd om de onderlinge verschillen tussen de labels in kaart te brengen. In tabel Y zijn de resultaten voor periode 1 (2019–2021) en periode 2 (2022–2024) overzichtelijk naast elkaar gezet.

Vergelijking	Coeff. P1	% P1	Coeff. P2	% P2
A-B	0.0763352*	7,9%	0.0676997*	7,0%
A-C	0.114719*	12,2%	0.0776275*	8,1%
A-D	0.0992093*	10,4%	0.1065529*	11,2%
A-E	0.0855755*	8,9%	0.1380082*	14,8%
A-F	0.0681146*	7,0%	0.1014573*	10,7%
B-C	0.0383838*	3,9%	0.0099278	1,0%
B-D	0.0228742*	2,3%	0.0388533*	4,0%
B-E	0.0092403	0,9%	0.0703085*	7,3%
B-F	-0.0082206	-0,8%	0.0337576*	3,4%
C-D	-0.0155097	-1,5%	0.0289254*	2,9%
C-E	-0.0291435**	-2,9%	0.0603807*	6,2%
C-F	-0.0466044***	-4,6%	0.0238298	2,4%
D-E	-0.0136339	-1,4%	0.0314552	3,2%
D-F	-0.0310948*	-3,1%	-0.0050956	-0,5%
E-F	-0.0174609	-1,7%	-0.0365509*	-3,6%

**P<0,1, **P<0,05, ***P<0,01*

Tabel 22: Resultaten volledige periode

Periode 1:

In de eerste periode zijn er duidelijke prijspremies voor woningen met een label A ten opzichte van alle lagere labels. Het verschil varieert tussen +6,8% en +11,5%. Vooral het verschil A–C (0,115) en A–D (0,099) zijn groot en sterk significant. Tussen de middenlabels zijn de verschillen minder uitgesproken. Zo is het verschil B–C nog wel positief (0,038, p<0,01), maar verder zijn veel vergelijkingen (B–E, B–F, D–E) niet significant. Dit suggereert dat de markt in deze periode vooral scherp onderscheid maakte tussen de top (A) en de rest, terwijl verschillen binnen de middenlabels minder duidelijk werden gewaardeerd.

Periode 2:

In de tweede periode wordt het beeld genuanceerder. De premie van label A blijft duidelijk aanwezig ten opzichte van lagere labels, met coëfficiënten variërend van 0,068 tot 0,138. Opvallend is dat de verschillen tussen de middenlabels sterker naar voren komen. B–D, B–E en C–E zijn nu significant positief, terwijl ook D–E een positief en significant verschil laat zien. Dit wijst erop dat de markt tijdens de energiecrisis en daarna meer onderscheid is gaan maken tussen de ‘tussenlabels’, waarschijnlijk omdat energiekosten en duurzaamheid nadrukkelijker zijn meegewogen in aankoopbeslissingen.

6. Conclusie en discussie

6.1 Conclusie

Dit onderzoek had als doel te bepalen in hoeverre het energielabel van grondgebonden woningen in de gemeente Alkmaar invloed heeft op de transactieprijs, en of dit effect verschilt tussen de periode vóór de energiecrisis (2019–2021) en de periode sinds de start van de energiecrisis (2022–2024). Uit de analyses, waarin is gecontroleerd voor woningkenmerken en locatie-effecten, blijkt dat het energielabel inderdaad een significante invloed heeft, maar dat de omvang en breedte van dit effect varieert per periode.

In de eerste onderzoeksperiode (2019–2021) realiseerden uitsluitend woningen met energielabel A een significante prijsopslag ten opzichte van label G, van gemiddeld circa 12,9%. Voor de labels B tot en met F werden geen significante effecten gevonden. Dit wijst erop dat vóór de energiecrisis alleen het hoogste energielabel duidelijk werd beloond door de markt.

In de tweede periode (2022–2024) verandert dit beeld. Niet alleen label A, maar ook de labels B, C, D en F laten significante prijspremies zien, variërend van circa 3,9% (label D) tot 13,5% (label A). Daarmee wordt zichtbaar dat de energiecrisis en de gestegen energiekosten ervoor hebben gezorgd dat ook relatief zuinige labels meer waardering kregen op de woningmarkt.

De analyse op de volledige dataset (2019–2024) met interactietermen bevestigt dit verschil tussen de periodes. Hieruit blijkt dat de prijspremies voor label A tot en met D in de tweede periode significant hoger zijn dan in de eerste periode. Daarmee is de hypothese ondersteund dat de waarde van het energielabel na de energiecrisis sterker tot uiting komt in de woningprijzen. Uit aanvullende post-hoc vergelijkingen blijkt bovendien dat in de eerste periode alleen label A duidelijk boven de andere labels uitstak, terwijl in de tweede periode de markt veel sterker is gaan differentiëren tussen de verschillende labels.

De resultaten van dit onderzoek sluiten in grote lijnen aan bij eerdere bevindingen uit de aangehaalde literatuur in het theoretisch kader. Zo toonden bijvoorbeeld Brounen & Kok (2011) al aan dat woningen met een gunstig energielabel in Nederland een duidelijke prijspremie realiseren, met name bij label A.

Naast het energielabel spelen ook andere woningkenmerken een substantiële rol in de prijsvorming. In beide periodes blijken het woonoppervlak en de perceelgrootte sterke en consistente prijsbepalers. Ook variabelen die de kwaliteit en afwerking weerspiegelen, zoals de aanwezigheid van een garage of bepaalde soorten buitenruimte, laten in meerdere gevallen significante effecten zien. Locatie-effecten zijn eveneens belangrijk. Buurten laten een significante afwijking zien ten opzichte van het centrum, hetgeen wijst op een duidelijke invloed van omgevingskenmerken op de prijs.

Samengevat laat dit onderzoek zien dat het energielabel een steeds belangrijkere rol speelt in de prijsvorming van grondgebonden woningen in Alkmaar. Waar vóór de energiecrisis vooral label A werd beloond, is de markt daarna breder gaan

differentiëren en worden ook andere zuinige labels significant gewaardeerd. Daarmee bevestigen de resultaten dat verduurzaming niet alleen maatschappelijk wenselijk is, maar ook daadwerkelijk in toenemende mate waarde toevoegt aan woningen.

6.2 Wetenschappelijke en beleidsmatige implicaties

De bevindingen van dit onderzoek dragen bij aan de wetenschappelijke literatuur door te laten zien dat de prijspremies van energie labels niet constant zijn, maar samenhangen met externe omstandigheden zoals de energiecrisis. Dit benadrukt het belang van longitudinale studies die de dynamiek van prijseffecten in de tijd analyseren. Voor beleid betekent dit dat de woningmarkt verduurzaming in toenemende mate waardeert, maar dat deze waardering sterk afhankelijk kan zijn van externe prijsontwikkelingen. Beleidsmakers kunnen hierop inspelen door stimuleringsmaatregelen, zoals subsidies of strengere eisen, te richten op het structureel verankeren van de waarde van energie labels, zodat verduurzaming niet uitsluitend wordt gedreven door tijdelijke energieprijsstijgingen.

6.3 Discussie en reflectie

Hoewel de resultaten uit dit onderzoek duidelijke aanwijzingen geven dat het energielabel een significante invloed heeft op de transactieprijs van grondgebonden woningen in de gemeente Alkmaar, is het van belang om de bevindingen in het juiste perspectief te plaatsen. Een eerste beperking betreft de omvang en samenstelling van de dataset. De analyses zijn uitgevoerd op transacties uit de periode 2019 tot en met 2024, wat betekent dat de uitkomsten specifiek zijn voor deze zesjarige tijdspanne. In deze periode vonden ingrijpende macro-economische ontwikkelingen plaats, zoals de energiecrisis van 2022–2023 en stijgende hypotheekrentes, die mogelijk de gevonden prijseffecten hebben beïnvloed. Bij vergelijking met andere perioden kunnen de effecten daarom verschillen.

Daarnaast richt dit onderzoek zich uitsluitend op de gemeente Alkmaar. Hoewel Alkmaar een representatieve middelgrote stad is, kan niet zonder meer worden aangenomen dat de resultaten generaliseerbaar zijn naar andere regio’s in Nederland. In bijvoorbeeld Amsterdam, waar woningprijzen over het algemeen aanzienlijk hoger liggen en de marktdynamiek anders is, kan de relatieve invloed van energie labels afwijken. Regionale factoren zoals inkomensniveau, woningvoorraad en marktspanning spelen hierin een belangrijke rol. Daarbij speelt ook de huidige krappe woningmarkt in heel Nederland mee. De vraag naar koopwoningen is groter dan het aanbod, waardoor de noodzaak om überhaupt een woning te bemachtigen vaak zwaarder weegt dan specifieke woningkenmerken zoals het energielabel. Dit kan betekenen dat de premie op energiezuinige woningen in de praktijk deels wordt overstemd door de structurele schaarste op de markt.

Een tweede beperking betreft het woningtype. In dit onderzoek zijn uitsluitend grondgebonden woningen meegenomen, waarbij nieuwbouwwoningen expliciet zijn uitgesloten. Juist deze nieuwbouwwoningen beschikken vrijwel altijd over de beste energie labels (A of hoger), wat mogelijk een onderschatting van het prijseffect in de totale woningmarkt tot gevolg heeft. De keuze om nieuwbouw uit te sluiten, was omdat in de dataset deze woningen geen ingevuld energielabel hadden. Deze worden pas toegekend bij oplevering.

Ook de kwaliteit en volledigheid van de gebruikte data vraagt aandacht. De dataset is afkomstig van een makelaar en, hoewel deze bron zeer waardevol is, betreft het gegevens die handmatig door mensen zijn ingevoerd. Hierdoor bestaat altijd een kans op invoerfouten of onvolledige registraties, bijvoorbeeld bij oppervlakten, bouwjaar of de aanwezigheid van specifieke voorzieningen. Verder gaat het uitsluitend om geregistreerde markttransacties. Woningen die buiten de openbare markt om verkocht zijn, bijvoorbeeld via stille verkoop of directe transacties tussen partijen, blijven buiten beeld, wat kan leiden tot een vertekening van het prijsniveau en de spreiding binnen de dataset.

Daarnaast is er methodologisch een belangrijke kanttekening te maken. Zoals beschreven bij de voorwaardelijke toetsen is de modelspecificatie op basis van de Ramsey RESET-toets in beide perioden verworpen. Dit suggereert dat het gehanteerde model niet volledig alle relevante variabelen of niet-lineaire verbanden omvat. Hoewel het model theoretisch goed onderbouwd is en de robuuste standaardfouten zorgen voor betrouwbare schattingen, dient men deze beperking in het achterhoofd te houden bij de interpretatie van de resultaten.

Gezien deze beperkingen is voorzichtigheid geboden bij het trekken van algemene conclusies voor de gehele Nederlandse woningmarkt. De resultaten laten voor Alkmaar weliswaar een consistent prijseffect van energie labels zien, maar vervolgonderzoek in andere steden, met andere woningtypen en over langere tijdreeksen, is wenselijk om te bepalen in hoeverre deze uitkomsten breder toepasbaar zijn. Daarbij zou het opnemen van nieuwbouwwoningen, appartementen en mogelijk subjectieve kwaliteitsindicatoren, een vollediger beeld kunnen opleveren van de rol van het energie label in de prijsvorming op de woningmarkt.

6.4 Suggesties voor vervolgonderzoek

Een mogelijke vervolgstap in het onderzoek is om te analyseren in hoeverre de gevonden prijspremies voor hogere energie labels daadwerkelijk in verhouding staan tot de investeringen die nodig zijn om een woning te verduurzamen. In dit onderzoek is uitsluitend gekeken naar transactieprijzen, zonder rekening te houden met de kosten die samenhangen met renovaties of energiebesparende maatregelen. Het zou daarom interessant zijn om de prijspremies af te zetten tegen gemiddelde verduurzamingskosten, zodat beter kan worden vastgesteld of de economische meerwaarde die kopers aan een hoger label toekennen ook in de praktijk rendabel is. Daarnaast kan vervolgonderzoek worden uitgebreid naar langere tijdreeksen, andere woningtypen en verschillende regio’s, om zo een vollediger beeld te krijgen van de rol van energie labels in de prijsvorming op de Nederlandse woningmarkt.

Literatuurlijst

Ayala, A., Galarraga, I., & Spadaro, J.V. (2016). The price of energy efficiency in the Spanish housing market. *Energy Policy, 94*, 16-24. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.03.032

Brainbay. (2024). *Woningen met groenste energielabels zijn het meeste waard*. Geraadpleegd via https://brainbay.nl

Brounen, D., & Kok, N. (2011). On the economics of energy labels in the housing market. *Journal of Environmental Economics and Management, 62*(2), 166-179. https://doi.org/10.1016/j.jeem.2010.11.006

Cajias, M., Fuerst, F., & Bienert, S. (2019). Tearing down the information barrier: The price impacts of energy efficiency ratings for buildings in the German rental market. *Energy Research & Social Science, 47*, 177-191. https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.08.014

Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). (2021). *Stijgende gasprijzen en verduurzamen*. Vereniging Eigen Huis. Geraadpleegd via https://vereniging-eigen-huis.nl

Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). (2022). *Achtergronden van CBS-onderzoek naar energieprijzen*. Geraadpleegd via https://www.cbs.nl

Chau, K. W., & Chin, T. L. (2003). A critical review of literature on the hedonic price model. *International Journal for Housing Science and Its Applications, 27*(2), 145-165.

Chegut, A., Eichholtz, P., & Kok, N. (2016). Energy efficiency and economic value in affordable housing. *Energy Policy, 87*, 220-228. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.09.003

Essent (2023). Hoe wordt een energielabel bepaald? Verkregen via: https://www.essent.nl/kennisbank/energie-besparen/energielabel/berekenen

Evangelista, R., Ramalho, E. A., & e Silva, J. A. (2020). On the use of hedonic regression models to measure the effect of energy efficiency on residential property transaction prices: Evidence for Portugal and selected data issues. *Energy Economics*, *86*, 104699.

Europese Commissie. (2002). *Richtlijn 2002/91/EG betreffende de energieprestatie van gebouwen (EPBD-richtlijn)*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX:32002L0091

Europese Commissie. (2018). *Evaluatie van het energielabelbeleid: Doelstellingen en effecten van de richtlijn*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX:32018L0844

Europese Commissie. (2021). *Evaluatie van recente wijzigingen in de EPBD-richtlijn*. https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_nl

Fuerst, F., McAllister, P., Nanda, A., & Wyatt, P. (2015). Does energy efficiency matter to home-buyers? An investigation of EPC ratings and transaction prices in England. *Energy Economics, 48*, 145-156. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.12.012

Gemeente Alkmaar. (2025). Alkmaar in cijfers. Geraadpleegd via https://www.alkmaar.incijfers.nl

International Energy Agency. (2022). *World Energy Outlook 2022*. IEA Publications. https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022

Label-up (2023). Berekening energielabel woningen. Verkregen via: https://label-up.nl/energielabel-berekenen

Milieu Centraal (2023). Energielabel woningen. Verkregen via: https://milieucentraal.nl

Murphy, L. (2014). The influence of the Energy Performance Certificate: The Dutch case. *Energy Policy, 67*, 664–672 https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.11.054

Nguyen, M.-L. T. (2020). The hedonic pricing model applied to the housing market. *International Journal of Economics and Business Administration, 8*(3), 416–428.

Nieman Raadgevende Ingenieurs (2023). Wijzigingen in stelsel energieprestatie gebouwen. Verkregen via: https://www.nieman.nl/publicatie/wijzigingen-in-stelsel-energieprestatie-gebouwen

Perez, H., Amoudi, O., Famuyiwa, F., & Tah, J. H. M. (2025). An investigation of the impact of energy performance certificate (EPC) ratings on residential property prices in Oxfordshire: a hedonic study. *Advances in Building Energy Research*, 19(1), 1–20.

Planbureau voor de Leefomgeving. (2022). *De prijs van de plek: Een analyse van de Nederlandse woningmarkt*. Planbureau voor de Leefomgeving. https://www.pbl.nl/publicaties/de-prijs-van-de-plek

Rijksoverheid. (2025). *Energielabel woning*. Geraadpleegd via https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/energielabel-woningen-en-gebouwen/energielabel-woning

RVO (2023) – Energielabel woningen en gebouwen, herziene rekenmethode NTA 8800

Stekcheck (2023). *Hoe wordt een energielabel bepaald?* Verkregen via: https://stekcheck.nl

Taylor, L. O. (2008). Theoretical foundations and empirical developments in hedonic modeling. In *Handbook of Environmental Economics* (Vol. 2, pp. 331-393). Elsevier. https://doi.org/10.1016/S1574-0099(05)02010-3

Vrieselaar, N., & De Groot, C. (2022). *Sterke afkoeling huizenmarkt door hogere rente en economische omslag*. RaboResearch. Geraadpleegd via https://www.rabobank.nl

W/E Adviseurs (2023). NTA 8800 en energielabels. Verkregen via: https://www.w-e.nl/onderzoek-duurzaam-bouwen/nta-8800-en-energielabels

Zhang, L., Stangenberg, L., & Van Wickeren, S. (2020). The information value of energy labels: Evidence from the Dutch residential housing market. CPB Discussion Paper 413, CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis. Verkregen via https://ideas.repec.org/p/cpb/discus/413.html

Bijlagen

Volledige variabelenoverzicht

Variabele	Omschrijving	Meetniveau / codering	Referentiecategorie
LN_Transprijs	Logaritme van transactieprijs (euro's)	Numeriek	n.v.t.
LN_woonoppm2	Logaritme woonoppervlakte (m²)	Numeriek	n.v.t.
EPC_A	Energielabel dummy	Dummy	EPC_G
EPC_B	Energielabel dummy	Dummy	EPC_G
EPC_C	Energielabel dummy	Dummy	EPC_G
EPC_D	Energielabel dummy	Dummy	EPC_G
EPC_E	Energielabel dummy	Dummy	EPC_G
EPC_F	Energielabel dummy	Dummy	EPC_G
Perceeloppm2	Oppervlakte perceel (m²)	Numeriek	n.v.t.
Leeftijd	Bouwjaar - Transactiejaar	Numeriek	n.v.t.
Inhoudm3	Inhoud woning (m³)	Numeriek	n.v.t.
Kamers	Aantal kamers	Numeriek	n.v.t.
Woonlagen	Aantal woonlagen	Numeriek	n.v.t.
Q2-2019	Kwartaal x Jaar	Dummy	Q1-2019
Q3-2019	Kwartaal x Jaar	Dummy	Q1-2019
Q4-2019	Kwartaal x Jaar	Dummy	Q1-2019
Q1-2020	Kwartaal x Jaar	Dummy	Q1-2019
Q2-2020	Kwartaal x Jaar	Dummy	Q1-2019
Q3-2020	Kwartaal x Jaar	Dummy	Q1-2019
Q4-2020	Kwartaal x Jaar	Dummy	Q1-2019
Q1-2021	Kwartaal x Jaar	Dummy	Q1-2019
Q2-2021	Kwartaal x Jaar	Dummy	Q1-2019
Q3-2021	Kwartaal x Jaar	Dummy	Q1-2019
Q4-2021	Kwartaal x Jaar	Dummy	Q1-2019
Q2-2022	Kwartaal x Jaar	Dummy	Q1-2022
Q3-2022	Kwartaal x Jaar	Dummy	Q1-2022
Q4-2022	Kwartaal x Jaar	Dummy	Q1-2022
Q1-2023	Kwartaal x Jaar	Dummy	Q1-2022
Q2-2023	Kwartaal x Jaar	Dummy	Q1-2022
Q3-2023	Kwartaal x Jaar	Dummy	Q1-2022
Q4-2023	Kwartaal x Jaar	Dummy	Q1-2022
Q1-2024	Kwartaal x Jaar	Dummy	Q1-2022
Q2-2024	Kwartaal x Jaar	Dummy	Q1-2022
Q3-2024	Kwartaal x Jaar	Dummy	Q1-2022
Q4-2024	Kwartaal x Jaar	Dummy	Q1-2022
HKW	Hoekwoning	Dummy	Tussenwoning
EDW	Eindwoning	Dummy	Tussenwoning
TEW	Twee-onder-eenkap woning	Dummy	Tussenwoning
GSW	Geschakelde woning	Dummy	Tussenwoning
VSW	Vrijstaande woning	Dummy	Tussenwoning
G21W	Geschakelde twee-onder-eenkap woning	Dummy	Tussenwoning
HVSW	Halfvrijstaande woning	Dummy	Tussenwoning
VSPW	Verspringende woning	Dummy	Tussenwoning
Dummy_Brt_OVD	Overdie	Dummy	Alkmaar Centrum
Dummy_Brt_Zuid	Alkmaar Zuid	Dummy	Alkmaar Centrum
Dummy_Brt_West	Alkmaar West	Dummy	Alkmaar Centrum
Dummy_Brt_Odrp	Alkmaar Oudorp	Dummy	Alkmaar Centrum
Dummy_Brt_HV	Huiswaard/Vroonermeer	Dummy	Alkmaar Centrum
Dummy_Brt_DM	De Mare	Dummy	Alkmaar Centrum
Dummy_Brt_DK	Daalmeer/Koedijk	Dummy	Alkmaar Centrum
Dummy_OHBin_SL	Onderhoudsstaat binnen slecht	Dummy	Matig (M)
Dummy_OHBin_GD	Onderhoudsstaat binnen goed	Dummy	Matig (M)
Dummy_OHBuit_SL	Onderhoudsstaat buiten slecht	Dummy	Matig (M)
Dummy_OHBuit_GD	Onderhoudsstaat buiten goed	Dummy	Matig (M)
Dummy_TuinA	Aanwezigheid achtertuin	Dummy	Geen achtertuin
Dummy_BalkTer	Aanwezigheid balkon/terras	Dummy	Geen balkon/terras
Dummy_bergruimte	Aanwezigheid bergruimte	Dummy	Geen bergruimte
Dummy_schberg	Aanwezigheid schuur/berging	Dummy	Geen schuur/berging
Dummy_garage	Aanwezigheid garage	Dummy	Geen garage

Frequentietabellen onderhoudsstaat binnen en buiten

Onderhoudsstaat	2019–2021	%	2022–2024	%	Verschil (%)
Binnen – Slecht	14	0,85%	27	1,55%	0,70%
Binnen – Goed	1.376	83,14%	1.398	80,02%	-3,12%
Binnen – Matig*	265	16,01%	322	18,43%	2,42%
Totaal	**1.655**	**100,00%**	**1.747**	**100,00%**	

* Matig betreft referentie onderhoudsstaat. Derhalve is dit de resultante waarde in beide perioden.

Onderhoudsstaat	2019–2021	%	2022–2024	%	Verschil (%)
Buiten – Slecht	8	0,48%	23	1,32%	0,84%
Buiten – Goed	1.419	85,74%	1.423	81,45%	-4,29%
Buiten – Matig*	228	13,78%	301	17,23%	3,45%
Totaal	**1.655**	**100,00%**	**1.747**	**100,00%**	

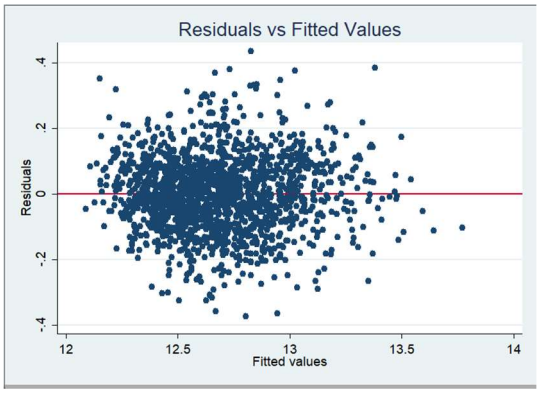
* Matig betreft referentie onderhoudsstaat. Derhalve is dit de resultante waarde in beide perioden.

Frequentietabellen buitenruimtekenmerken

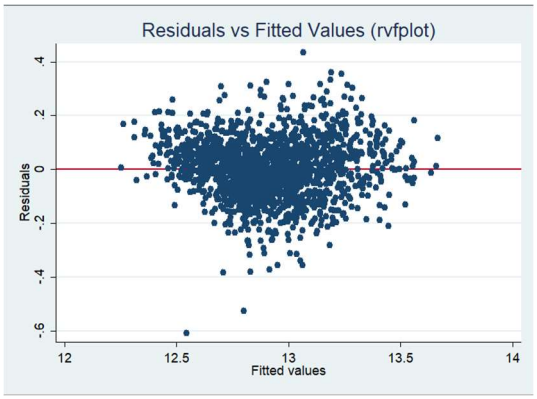
Kenmerk	Periode 2019–2021	(%)	Periode 2022–2024	(%)	verschil (%)
Achtertuin	1.460	88,20%	1.549	88,70%	0,50%
Balkon/Terras	199	12,00%	187	10,70%	-1,30%
Bergruimte (apart)	1.081	65,30%	1.081	61,90%	-3,40%
Schuur/Berging	1.340	81,00%	1.416	81,10%	0,10%
Garage	368	22,20%	373	21,40%	-0,80%

Lineariteitstoets

Periode 1

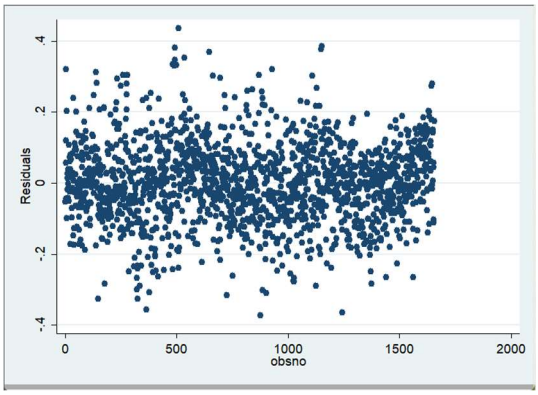


Periode 2

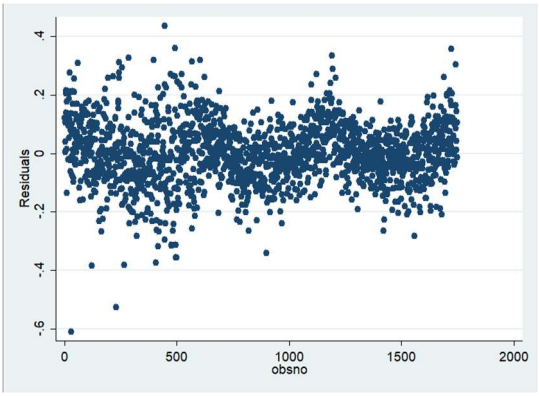


Test onafhankelijke fouten

Periode 1

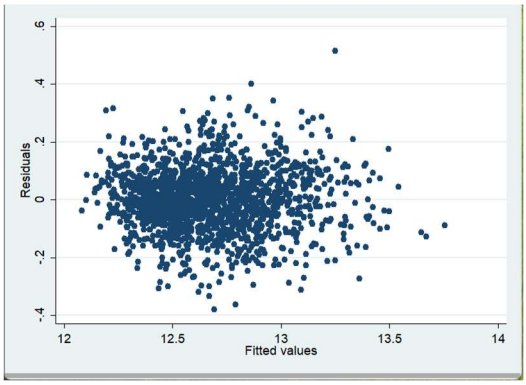


Periode 2



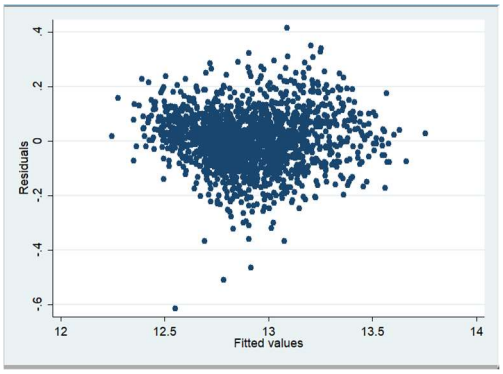
Test Homoscedasticiteit

Periode 1




```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
         Ho: Constant variance
         Variables: fitted values of LN_Transprijs

         chi2(1)      =    28.82
         Prob > chi2  =   0.0000
```

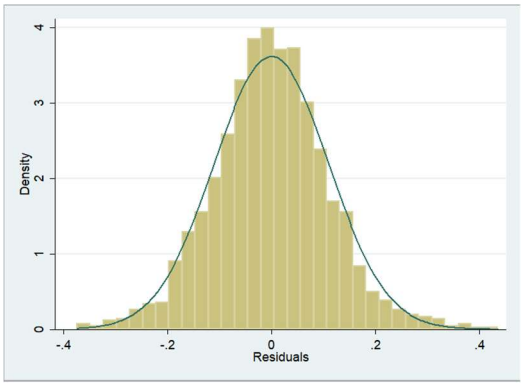
Periode 2



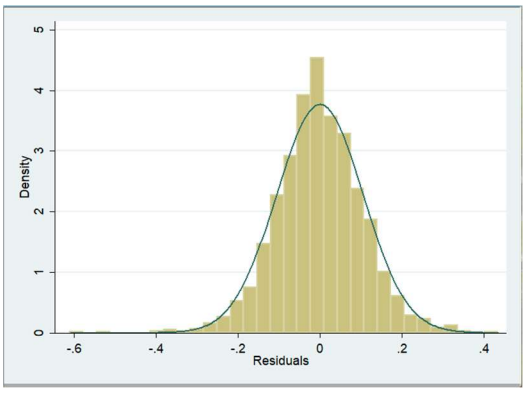

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
         Ho: Constant variance
         Variables: fitted values of LN_Transprijs

         chi2(1)      =    16.91
         Prob > chi2  =   0.0000
```

Test normaliteit van fouten

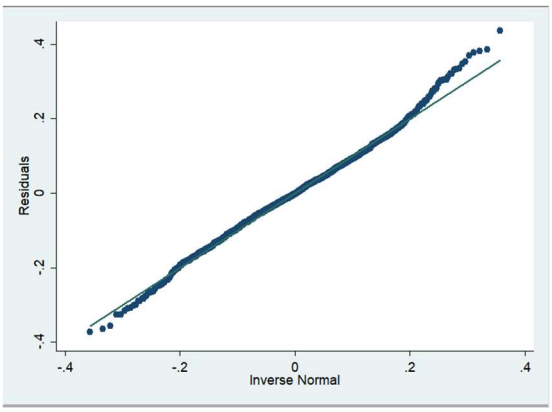
Periode 1: Histogram



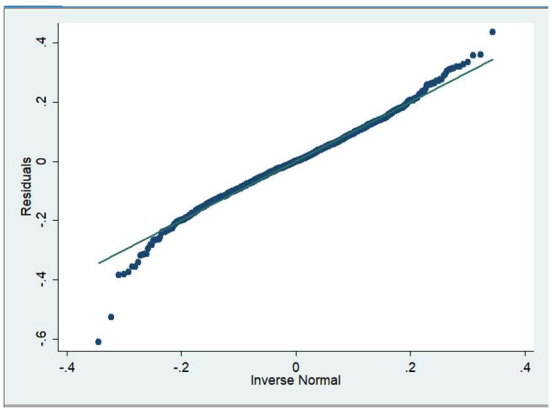
Periode 2: Histogram



Periode 1: Q-Q plot



Periode 2: Q-Q plot



Periode 1: Shapiro Wilk test

```
swilk resid
```

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
resid	1,655	0.99457	5.419	4.269	0.00001

Periode 2: Shapiro Wilk test

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
resid	1,747	0.98877	11.780	6.243	0.00000

Multicollineariteit toets

Periode 1:

```
. correlate LN_Transprijs LN_woonoppm2 Leeftijd Inhoudm3 Perceeloppm2 Kamers Woonlagen
(obs=1,655)
```

	LN_Tra~s	LN_woo~2	Leeftijd	Inhoudm3	Percee~2	Kamers	Woonla~n
LN_Transpr~s	1.0000						
LN_woonoppm2	0.6929	1.0000					
Leeftijd	-0.0287	-0.3106	1.0000				
Inhoudm3	0.6604	0.7893	-0.3373	1.0000			
Perceeloppm2	0.5034	0.5262	-0.2777	0.5875	1.0000		
Kamers	0.3420	0.5272	-0.2409	0.5257	0.2758	1.0000	
Woonlagen	0.1505	0.3107	-0.2469	0.2685	0.0185	0.5366	1.0000

Periode 2:

```
. correlate LN_Transprijs LN_woonoppm2 Leeftijd Inhoudm3 Perceeloppm2 Kamers Woonlagen
(obs=1,747)
```

	LN_Tra~s	LN_woo~2	Leeftijd	Inhoudm3	Percee~2	Kamers	Woonla~n
LN_Transpr~s	1.0000						
LN_woonoppm2	0.8237	1.0000					
Leeftijd	-0.1683	-0.2647	1.0000				
Inhoudm3	0.7110	0.7617	-0.3744	1.0000			
Perceeloppm2	0.5209	0.5067	-0.3285	0.6017	1.0000		
Kamers	0.3660	0.4758	-0.3089	0.5168	0.2798	1.0000	
Woonlagen	0.1994	0.2978	-0.2451	0.2899	0.0396	0.5120	1.0000

Modelspecificatie

Periode 1:

```
. estat ovtest

Ramsey RESET test using powers of the fitted values of LN_Transprijs
       Ho:  model has no omitted variables
                F(3, 1605) =      6.26
                  Prob > F =      0.0003
```

Periode 2:

```
. estat ovtest

Ramsey RESET test using powers of the fitted values of LN_Transprijs
       Ho:  model has no omitted variables
                F(3, 1698) =     68.24
                  Prob > F =      0.0000

.
```

Post-hoc test voorbeeld periode 1:

```
. lincom EPC_A - EPC_B

 ( 1)  EPC_A - EPC_B = 0
```

LN_Transpr~s	Coef.	Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf.	Interval]
(1)	.0763352	.0108486	7.04	0.000	.0550645	.0976058

Post-hoc test voorbeeld periode 2:

```
. lincom (EPC_A + DPeriode_EPC_A) - (EPC_B + DPeriode_EPC_B)

 ( 1)  EPC_A - EPC_B + DPeriode_EPC_A - DPeriode_EPC_B = 0
```

LN_Transpr~s	Coef.	Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf.	Interval]
(1)	.0676997	.0081947	8.26	0.000	.0516326	.0837667

Finale regressie output Periode 1:

Linear regression

Number of obs	=	1,655
F(46, 1608)	=	237.32
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.8514
Root MSE	=	.1119

LN_Transprijs	Coef.	Robust Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf.	Interval]
EPC_A	.121379	.0271865	4.46	0.000	.0680544	.1747036
EPC_B	.038722	.0249583	1.55	0.121	-.0102323	.0876763
EPC_C	.0003058	.0238093	0.01	0.990	-.0463947	.0470064
EPC_D	-.0049039	.0237505	-0.21	0.836	-.0514891	.0416813
EPC_E	-.0060889	.0241802	-0.25	0.801	-.0535169	.0413392
EPC_F	.011712	.0243637	0.48	0.631	-.0360759	.0594999
Leeftijd	.0005699	.0002441	2.34	0.020	.0000912	.0010487
LN_woonoppm2	.5742826	.0221254	25.96	0.000	.5308848	.6176803
Perceeloppm2	.0008699	.0000891	9.76	0.000	.0006951	.0010447
Kamers	.0049671	.0041082	1.21	0.227	-.0030909	.0130251
Woonlagen	.0106712	.0066047	1.62	0.106	-.0022836	.0236259
HKW	.0288658	.008563	3.37	0.001	.0120701	.0456615
EDW	.0072855	.0103279	0.71	0.481	-.012972	.0275429
TEW	.1049319	.0126698	8.28	0.000	.0800809	.129783
GSW	.0471595	.0190515	2.48	0.013	.0097911	.084528
VSW	.1519656	.0328764	4.62	0.000	.0874806	.2164506
G21W	.084894	.0251002	3.38	0.001	.0356613	.1341266
HVSW	.1152475	.0406677	2.83	0.005	.0354803	.1950147
VSPW	-.0533342	.0269068	-1.98	0.048	-.1061103	-.000558
Dummy_Brt_OVD	-.1955918	.03114	-6.28	0.000	-.256671	-.1345126
Dummy_Brt_Zuid	-.0854712	.0245188	-3.49	0.001	-.1335634	-.037379
Dummy_Brt_West	-.1172397	.0267656	-4.38	0.000	-.1697388	-.0647407
Dummy_Brt_Odrp	-.1544553	.0258039	-5.99	0.000	-.205068	-.1038425
Dummy_Brt_HV	-.2556648	.026012	-9.83	0.000	-.3066857	-.2046439
Dummy_Brt_DM	-.3078398	.026465	-11.63	0.000	-.3597493	-.2559302
Dummy_Brt_DK	-.287779	.0264801	-10.87	0.000	-.3397181	-.2358399
Q2_2019	.020019	.0142896	1.40	0.161	-.0080092	.0480473
Q3_2019	.0400167	.0150305	2.66	0.008	.0105352	.0694982
Q4_2019	.0076198	.0138888	0.55	0.583	-.0196223	.034862
Q1_2020	.0872009	.0138212	6.31	0.000	.0600914	.1143104
Q2_2020	.0947106	.0129669	7.30	0.000	.0692769	.1201443
Q3_2020	.1333306	.0134249	9.93	0.000	.1069984	.1596627
Q4_2020	.1210229	.0129825	9.32	0.000	.0955585	.1464873
Q1_2021	.2709693	.013793	19.65	0.000	.2439151	.2980234
Q2_2021	.2961612	.0135746	21.82	0.000	.2695355	.3227869
Q3_2021	.3300514	.0126747	26.04	0.000	.3051908	.354912
Q4_2021	.2933108	.0124271	23.60	0.000	.2689358	.3176857
Dummy_OHBin_SL	.0084269	.0335264	0.25	0.802	-.057333	.0741868
Dummy_OHBin_GD	.0981139	.0109178	8.99	0.000	.0766992	.1195285
Dummy_OHBuit_SL	-.1990703	.0648892	-3.07	0.002	-.3263467	-.071794
Dummy_OHBuit_GD	.0122272	.0122374	1.00	0.318	-.0117758	.0362301
Dummy_TuinA	-.0066572	.0107749	-0.62	0.537	-.0277916	.0144771
Dummy_BalkTer	.0165826	.0108678	1.53	0.127	-.004734	.0378992
Dummy_bergruimte	.0110428	.0065523	1.69	0.092	-.0018091	.0238947
Dummy_schberg	.003925	.0097241	0.40	0.687	-.0151482	.0229982
Dummy_garage	.0323746	.0095782	3.38	0.001	.0135875	.0511616
_cons	9.696423	.1032646	93.90	0.000	9.493876	9.89897

Finale regressie output periode 2:

Linear regression

Number of obs	= 1,747
F(45, 1701)	= 205.89
Prob > F	= 0.0000
R-squared	= 0.8269
Root MSE	= .10723

LN_Transprijs	Coef.	Robust Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf.	Interval]
EPC_A	.1264173	.0208657	6.06	0.000	.0854922	.1673425
EPC_B	.0603717	.0196269	3.08	0.002	.0218762	.0988672
EPC_C	.0533701	.0188571	2.83	0.005	.0163845	.0903556
EPC_D	.0384257	.0195457	1.97	0.049	.0000897	.0767618
EPC_E	.0113882	.0206438	0.55	0.581	-.0291017	.0518781
EPC_F	.0499679	.0226514	2.21	0.028	.0055403	.0943954
Leeftijd	-.0002583	.0001816	-1.42	0.155	-.0006144	.0000979
LN_woonoppm2	.5691511	.020357	27.96	0.000	.5292238	.6090785
Perceeloppm2	.0008321	.0000773	10.77	0.000	.0006806	.0009837
Kamers	.0075615	.0037508	2.02	0.044	.0002049	.0149182
Woonlagen	.0084842	.0059434	1.43	0.154	-.0031729	.0201413
HKW	.0076736	.0070359	1.09	0.276	-.0061264	.0214736
EDW	.0244605	.0100016	2.45	0.015	.0048437	.0440773
TEW	.0582634	.013019	4.48	0.000	.0327285	.0837984
GSW	.0634172	.0160033	3.96	0.000	.0320289	.0948054
VSW	.0769755	.0253055	3.04	0.002	.0273422	.1266087
G21W	.0257667	.021926	1.18	0.240	-.0172379	.0687714
HVSW	.0523954	.0213862	2.45	0.014	.0104494	.0943414
Dummy_Brt_OVD	-.1977736	.0273841	-7.22	0.000	-.2514838	-.1440635
Dummy_Brt_Zuid	-.0728548	.0237117	-3.07	0.002	-.119362	-.0263475
Dummy_Brt_West	-.1326139	.0248973	-5.33	0.000	-.1814464	-.0837814
Dummy_Brt_Odrp	-.134551	.0250483	-5.37	0.000	-.1836796	-.0854223
Dummy_Brt_HV	-.2038727	.0253434	-8.04	0.000	-.2535802	-.1541653
Dummy_Brt_DM	-.2516604	.0255299	-9.86	0.000	-.3017336	-.2015872
Dummy_Brt_DK	-.2565664	.0255646	-10.04	0.000	-.3067077	-.206425
Q2_2022	-.0142043	.0164124	-0.87	0.387	-.0463949	.0179863
Q3_2022	-.0685431	.0167616	-4.09	0.000	-.1014187	-.0356675
Q4_2022	-.0628946	.0168121	-3.74	0.000	-.0958693	-.02992
Q1_2023	-.0802382	.0153907	-5.21	0.000	-.1104248	-.0500515
Q2_2023	-.0786934	.0152345	-5.17	0.000	-.1085737	-.048813
Q3_2023	-.0689628	.0156466	-4.41	0.000	-.0996513	-.0382742
Q4_2023	-.0702462	.0156172	-4.50	0.000	-.100877	-.0396153
Q1_2024	.0296469	.0157605	1.88	0.060	-.0012652	.0605589
Q2_2024	.048566	.0157121	3.09	0.002	.0177489	.0793832
Q3_2024	.0450708	.0150175	3.00	0.003	.0156162	.0745255
Q4_2024	.035603	.0155568	2.29	0.022	.0050906	.0661153
Dummy_OHBin_SL	-.0384422	.0363333	-1.06	0.290	-.109705	.0328205
Dummy_OHBin_GD	.0562744	.0102444	5.49	0.000	.0361814	.0763674
Dummy_OHBuit_SL	.0046582	.0381885	0.12	0.903	-.0702432	.0795596
Dummy_OHBuit_GD	.0381944	.0101534	3.76	0.000	.0182799	.0581089
Dummy_TuinA	-.0003224	.0091142	-0.04	0.972	-.0181986	.0175537
Dummy_BalkTer	.0153341	.0108313	1.42	0.157	-.0059101	.0365782
Dummy_bergruimte	-.0010971	.0058535	-0.19	0.851	-.0125778	.0103837
Dummy_schberg	-.0176013	.0082005	-2.15	0.032	-.0336854	-.0015173
Dummy_garage	.0236947	.0089093	2.66	0.008	.0062203	.0411692
_cons	10.14256	.0928526	109.23	0.000	9.960447	10.32468

Finale regressie output volledige periode

Linear regression

Number of obs	= 3,402
F(64, 3337)	= 368.53
Prob > F	= 0.0000
R-squared	= 0.8604
Root MSE	= .11099

LN_Transprijs	Coef.	Robust Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf.	Interval]
EPC_A	.0789959	.024248	3.26	0.001	.0314535	.1265383
EPC_B	.0026607	.0232907	0.11	0.909	-.0430047	.0483262
EPC_C	-.0357231	.022425	-1.59	0.111	-.0796912	.008245
EPC_D	-.0202134	.0232604	-0.87	0.385	-.0658196	.0253927
EPC_E	-.0065796	.0241052	-0.27	0.785	-.053842	.0406828
EPC_F	.0108813	.0245783	0.44	0.658	-.0373088	.0590714
DPeriode_EPC_A	.0715175	.0290729	2.46	0.014	.014515	.12852
DPeriode_EPC_B	.080153	.0287513	2.79	0.005	.0237811	.1365249
DPeriode_EPC_C	.108609	.0280044	3.88	0.000	.0537015	.1635165
DPeriode_EPC_D	.0641739	.0303067	2.12	0.034	.0047523	.1235955
DPeriode_EPC_E	.0190848	.0318996	0.60	0.550	-.04346	.0816296
DPeriode_EPC_F	.0381748	.0335798	1.14	0.256	-.0276644	.1040139
Leeftijd	.0000126	.0001495	0.08	0.933	-.0002806	.0003058
LN_woonoppm2	.5593772	.0148754	37.60	0.000	.5302115	.588543
Perceeloppm2	.000861	.0000589	14.61	0.000	.0007454	.0009766
Kamers	.0078835	.0027855	2.83	0.005	.002422	.0133449
Woonlagen	.0087476	.0043968	1.99	0.047	.0001269	.0173682
HKW	.0185352	.0055649	3.33	0.001	.0076243	.0294462
EDW	.0185949	.0073189	2.54	0.011	.004245	.0329449
TEW	.0824652	.0091938	8.97	0.000	.0644391	.1004913
GSW	.0594821	.0126358	4.71	0.000	.0347073	.0842569
VSW	.1229497	.021196	5.80	0.000	.0813912	.1645082
G21W	.0590822	.0168975	3.50	0.000	.0259517	.0922128
HVSW	.0791057	.0219152	3.61	0.000	.0361371	.1220743
VSPW	-.0667158	.0310857	-2.15	0.032	-.1276647	-.0057668
Dummy_Brt_OVD	-.204691	.0207035	-9.89	0.000	-.2452838	-.1640982
Dummy_Brt_Zuid	-.0840475	.0172774	-4.86	0.000	-.1179228	-.0501721
Dummy_Brt_West	-.1312619	.0184226	-7.13	0.000	-.1673826	-.0951412
Dummy_Brt_Odrp	-.1489787	.0181183	-8.22	0.000	-.1845028	-.1134547
Dummy_Brt_HV	-.2337268	.018363	-12.73	0.000	-.2697307	-.197723
Dummy_Brt_DM	-.2844289	.0185011	-15.37	0.000	-.3207037	-.2481542
Dummy_Brt_DK	-.2776357	.018535	-14.98	0.000	-.3139769	-.2412946
Q2_2019	.0182278	.0145721	1.25	0.211	-.0103435	.046799
Q3_2019	.0374352	.0153988	2.43	0.015	.0072432	.0676272
Q4_2019	.0061635	.014226	0.43	0.665	-.021729	.034056
Q1_2020	.0850147	.0145298	5.85	0.000	.0565265	.1135028
Q2_2020	.0947245	.0132492	7.15	0.000	.0687471	.1207018
Q3_2020	.1356215	.0136326	9.95	0.000	.1088923	.1623506
Q4_2020	.1243933	.0131425	9.46	0.000	.0986252	.1501615
Q1_2021	.2711064	.0133196	20.35	0.000	.2449909	.2972219
Q2_2021	.2998621	.0129886	23.09	0.000	.2743957	.3253285
Q3_2021	.3334477	.0125264	26.62	0.000	.3088876	.3580079
Q4_2021	.2948317	.0122053	24.16	0.000	.270901	.3187624
Q1_2022	.3263559	.0313416	10.41	0.000	.2649052	.3878066
Q2_2022	.3113668	.0301939	10.31	0.000	.2521663	.3705672
Q3_2022	.2528117	.0302828	8.35	0.000	.1934369	.3121865
Q4_2022	.2608123	.0302501	8.62	0.000	.2015016	.320123
Q1_2023	.2419306	.0296414	8.16	0.000	.1838135	.3000478
Q2_2023	.2417293	.0294855	8.20	0.000	.1839178	.2995408
Q3_2023	.2512443	.0297742	8.44	0.000	.1928667	.3096219
Q4_2023	.2502725	.0296035	8.45	0.000	.1922296	.3083154
Q1_2024	.3498526	.0294152	11.89	0.000	.2921789	.4075262
Q2_2024	.3701934	.0297447	12.45	0.000	.3118737	.4285131
Q3_2024	.3644442	.0293028	12.44	0.000	.306991	.4218975
Q4_2024	.3578371	.0297224	12.04	0.000	.2995611	.4161132
Dummy_OHBin_SL	-.027434	.0302488	-0.91	0.365	-.0867421	.031874
Dummy_OHBin_GD	.0749274	.0075379	9.94	0.000	.060148	.0897069
Dummy_OHBuit_SL	-.0396759	.038799	-1.02	0.307	-.115748	.0363963
Dummy_OHBuit_GD	.0260916	.0079626	3.28	0.001	.0104795	.0417036
Dummy_TuinA	-.0052075	.0072434	-0.72	0.472	-.0194094	.0089944
Dummy_BalkTer	.014992	.0076885	1.95	0.051	-.0000825	.0300666
Dummy_bergruimte	.0046339	.00444	1.04	0.297	-.0040715	.0133393
Dummy_schberg	-.0081888	.006394	-1.28	0.200	-.0207253	.0043477
Dummy_garage	.027066	.0065663	4.12	0.000	.0141916	.0399405
_cons	9.829408	.0696369	141.15	0.000	9.692873	9.965944