
Het effect van type warmteopwekking op woningprijzen

Een onderzoek op basis van hedonische prijsanalyse

R. Buiteveld

Begeleider: M. Dröes

Afstudeerscriptiescriptie

Master of Science in Real Estate

Amsterdam School of Real Estate

2024-2025

Voorwoord

Voor u ligt mijn afstudeerscriptie met als titel *"Het effect van type warmteopwekking op woningprijzen"*. Dit onderzoek is het resultaat van een intensief proces van gegevens verzamelen, analyseren en reflecteren. Het onderwerp, dat nauw verweven is met de uitdagingen van de energietransitie, heeft mij gedurende dit traject geboeid en uitgedaagd.

Ik wil graag mijn begeleider, de heer M. Dröes, bedanken voor zijn waardevolle inzichten, constructieve feedback en geduld. Zijn begeleiding was onmisbaar bij dit onderzoek.

Daarnaast wil ik mijn ouders bedanken voor hun steun, zowel praktisch als emotioneel. Hun aanmoediging en betrokkenheid hebben mij geholpen om dit traject te voltooien.

Hoewel deze scriptie niet pretendeert een allesomvattend antwoord te bieden, hoop ik dat het bijdraagt aan een breder inzicht in de relatie tussen duurzame warmteopwekking en woningprijzen (in Almere).

R. Buiteveld

Samenvatting

Het effect van type warmteopwekking op woningprijzen in Almere

Duurzaamheid is een belangrijk thema in de Nederlandse energietransitie. Tegen 2050 moeten alle woningen van het gas af zijn. Dit betekent dat alternatieve vormen van warmteopwekking, zoals stadswarmte en warmtepompen steeds belangrijker worden. Dit onderzoek richt zich op de vraag of het type warmteopwekking van invloed is op de verkoopprijs van woningen, met een specifieke focus op Almere.

Er is gekozen om de woningmarkt van Almere te onderzoeken. De stad kent relatief uniforme woningbouw en een groot aandeel woningen dat is aangesloten op stadswarmte. Ongeveer 60% van de woningen in Almere maakt gebruik van stadswarmte, wat grotendeels wordt geleverd door de restwarmte van een elektriciteitscentrale in Diemen. Tegelijkertijd heeft de stad geen historische of monumentale wijken, wat het eenvoudiger maakt om prijseffecten van warmteopwekking te isoleren.

Het onderzoek maakt gebruik van een hedonische prijsanalyse, een econometrische methode die kijkt naar de invloed van verschillende woningkenmerken op de verkoopprijs. Voor dit doel is data verzameld uit de Brainbay-database, aangevuld met informatie van makelaars, de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) en de locatiescores uit de leefbarometer. Factoren zoals type warmteopwekking, energielabel, woningoppervlakte, en locatie zijn in de analyse meegenomen.

Resultaten

Uit het onderzoek blijkt dat het type warmteopwekking invloed heeft op woningprijzen, waarbij dit effect afhankelijk is van hoe locatie in de analyse wordt meegenomen. Stadswarmte laat een positief effect zien op woningprijzen wanneer er gebruik wordt gemaakt van waarderingscores als locatiefactor. Er wordt ongeveer 5,5% meer betaald voor een woning met stadswarmte ten opzichte van een woning met een cv-ketel. Uit de analyses blijkt stadswarmte geassocieerd te worden met hogere woningprijzen, mogelijk door de praktische voordelen en het verbeterde energielabel dat ermee gepaard gaat.

Wanneer postcodegebieden echter wel worden meegenomen, verdwijnt dit positieve effect (en de significantie), omdat het type warmteopwekking in Almere grotendeels samenhangt met de wijk waarin de woning ligt. Stadswarmte wordt bijvoorbeeld hoofdzakelijk toegepast in specifieke stadsdelen, zoals Almere Stad en Almere Poort. Hierdoor is het lastig om de effecten van stadswarmte volledig los te zien van de geografische context waarin deze wordt toegepast.

Warmtepompen hebben een duidelijk significant positief effect op woningprijzen, met een gemiddelde meerwaarde van ongeveer 9%. Woningen met warmtepompen zijn aantrekkelijker voor kopers vanwege lagere gebruikskosten.

Een opvallend obstakel in het onderzoek is de sterke samenhang tussen geografische locatie en type warmteopwekking. Wijk- en postcodegebieden in Almere hebben vrijwel altijd één dominant type warmteopwekking, wat het moeilijk maakt om de impact van stadswarmte los te analyseren. Alternatieve methoden, zoals het toepassen van boundary fixed effects en het gebruik van waarderingsscores voor leefbaarheid en voorzieningen boden enigszins uitkomst.

Conclusie en reflectie

Het onderzoek toont aan dat stadswarmte en warmtepompen een positieve impact kunnen hebben op woningprijzen, maar dat de mate van invloed sterk afhankelijk is van de context. Stadswarmte biedt voordelen zoals een beter energielabel en minder onderhoud, maar hogere vaste kosten en beperkte keuzevrijheid. Warmtepompen blijken een duidelijke meerwaarde te hebben, wat de groeiende populariteit van deze technologie ondersteunt.

Toch zijn de resultaten niet eenduidig generaliseerbaar buiten Almere. De stad heeft unieke kenmerken, zoals een jonge woningvoorraad en een hoog aandeel woningen met stadswarmte. Toekomstig onderzoek zou zich moeten richten op een grotere regio of landelijk niveau, om meer inzicht te krijgen in de effecten van warmteopwekking op woningprijzen. Daarnaast is het verbeteren van de datakwaliteit cruciaal, vooral wat betreft de registratie van verwarmingssystemen.

Met de energietransitie in volle gang, zullen de keuzes voor warmteopwekking een steeds grotere rol spelen in de woningmarkt. Dit onderzoek biedt een waardevolle eerste stap in het begrijpen van deze invloed, maar laat ook zien dat verdere verdieping nodig is om de relatie tussen warmteopwekking en woningprijzen volledig te doorgronden.

Inhoud

1 Inleiding	2
1.1 Aanleiding	2
1.2 Doelstelling	4
1.3 Onderzoeksafbakening	4
1.4 Onderzoeksvragen	5
1.5 Leeswijzer	5
1.6 Conclusie	6
2 Voorgaande literatuur	7
2.1 Inleiding	7
2.2 Verwarming en woningprijzen	7
2.3 Investerings in verduurzamingen	8
2.4 Conclusie	9
3 Institutioneel kader	10
3.1 Inleiding	10
3.2 Woningmarkt Almere	10
3.3 Warmteopwekking in Almere	11
3.4 Voor- en nadelen van Stadswarmte	12
3.5 Stadswarmte en energielabel	13
3.6 Kosten stadswarmte	14
3.7 Conclusie	15
4 Hedonisch Prijsmodel	16
4.1 Inleiding	16
4.2 Historie hedonisch prijsmodel	16
4.3 Formulering hedonisch prijsmodel	17
4.4 Conclusie	19
5 Methodiek en data	20
5.1 Inleiding	20
5.2 Onderzoekopzet	20
5.3 Dataverzameling	20
5.4 Beschrijving variabelen	22
5.5 Conclusie	29
6 Resultaten	30

6.1 Inleiding	30
6.1 Regressie op basis van objectkenmerken	30
6.2 Regressie op basis van objectkenmerken en tijd	30
6.3 Regressie op basis van objectkenmerken, tijd en locatie	31
6.4 Conclusie	37
7 Conclusie en Reflectie	38
7.1 Beantwoording van de onderzoeksvragen	38
7.2 Interpretatie van de resultaten	39
7.3 Reflectie op het onderzoek	40
7.4 Aanbevelingen voor toekomstig onderzoek	41
Bijlagen	45

1 Inleiding

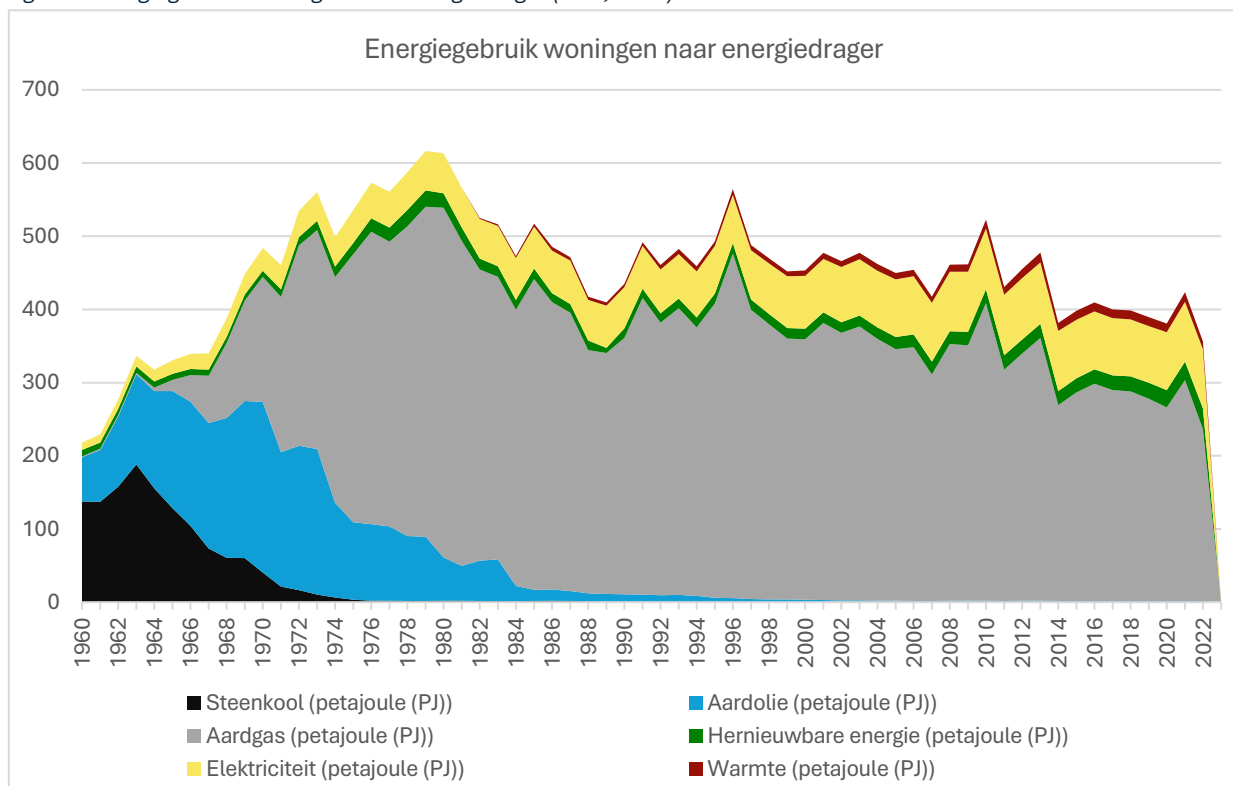
1.1 Aanleiding

Duurzaamheid is belangrijk in de huidige samenleving en ook een belangrijk punt binnen de ruimtelijke en de economische wetenschap. In 2050 moeten alle woningen van het gas af. Koken en stoken kan vanaf dat moment alleen nog maar met duurzame installaties (Rijksoverheid, 2024). Er zijn diverse onderzoeken gedaan naar de impact van de energetische kwaliteit (bijvoorbeeld energielabel) op de verkoopprijzen van woningen en kantoren. Een deel van de onderzoeken gaan over het rendement (voor een belegger of ontwikkelaar) een ander deel betreft een onderzoek naar een specifieke regionale markt of buitenlandse markten.

Energiegebruik en energiedragers in Nederland

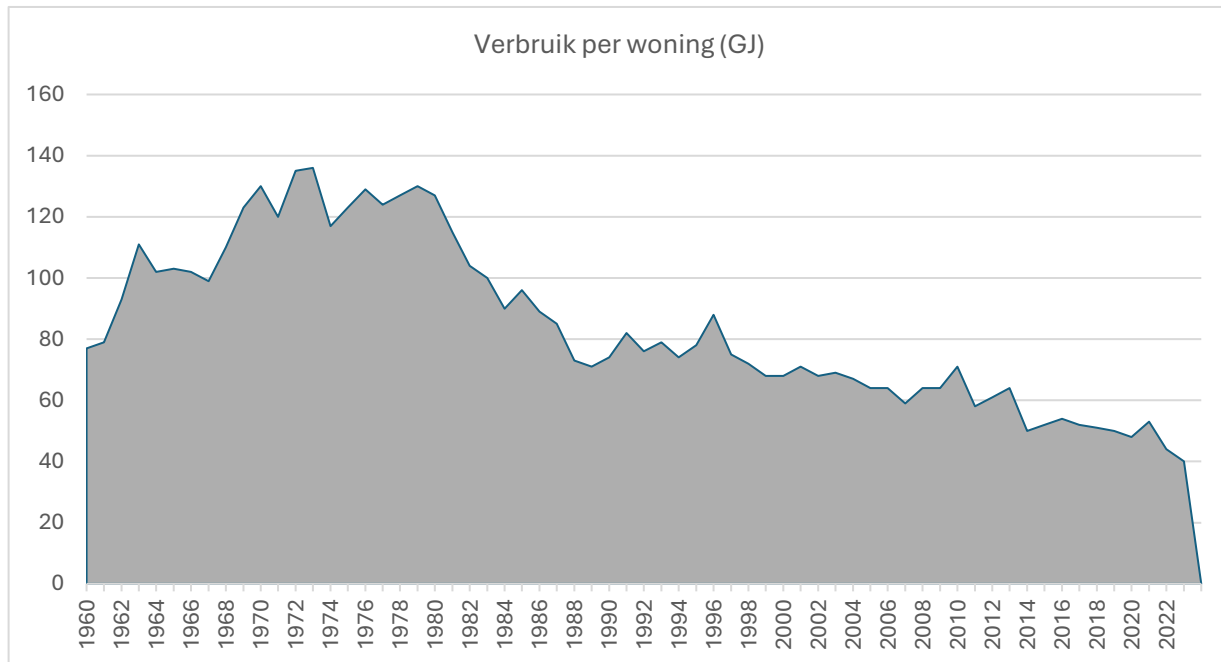
Het totale energieverbruik van Nederland is 3.241,90 petajoule, ongeveer 19% van het totale energieverbruik is toe te schrijven aan woningen. Wanneer er wordt gekeken naar het totale energiegebruik van woningen in Nederland in 2022 blijkt dat ongeveer 66% van het energiegebruik bestaat uit gas. Dit is voornamelijk het gevolg van de verwarming van een groot deel van de woningen (met een cv-ketel op gas). Naast gas bestaat het meeste van het energiegebruik voor woningen uit elektriciteit, namelijk ongeveer 22,7%. Slechts een relatief klein deel is afkomstig uit hernieuwbare energie en warmte, respectievelijk 8% en 3%. In figuur 1 wordt de historie van energiegebruik van woningen weergegeven.

Figuur 1 Energiegebruik woningen naar energiedrager (CBS, 2023)



Hoewel het aantal woningen is toegenomen is het totale energiegebruik in de afgelopen decennia redelijk stabiel gebleven, in de laatste jaren is er zelfs een afname te zien. Het energiegebruik per woning is sinds de jaren 70 geleidelijk afgenomen van 130 gigajoule per jaar in 1970 naar 60 gigajoule in 2022.

Figuur 2 verbruik per woning (CBS, 2023)



Tegelijkertijd is dus 66% van het huidige energiegebruik nog gas. Er zijn meerdere mogelijke oplossingen voor het terugdringen en vervangen van gas. Een deel van het terugdringen van het gebruik zal moeten worden gerealiseerd door het beter isoleren van woningen en het opwekken van duurzame energie door bijvoorbeeld zonnepanelen. Voor het verwarmen van woningen zijn andere oplossingen nodig.

Een zeer actueel onderwerp binnen warmteopwekking is stadswarmte, ofwel warmtenetten. Dit onderwerp is in de afgelopen tijd meermaals in het nieuws geweest, onder andere vanwege de hoge kostenstijgingen (Tros Radar, 2023) en de koppeling van de levering van warmte met gasprijzen (Rijksoverheid, 2024).

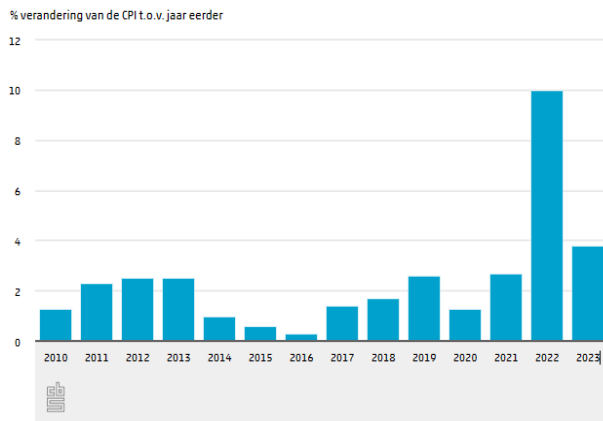
Recentelijk heeft de Amsterdamse Federatie van Woningcorporaties te kennen gegeven dat er geen woningen meer worden aangesloten op stadswarmte (Vrijmoed, 2024). Dit na berichtgeving dat Vattenfall de prijzen voor stadswarmte met ongeveer 30% heeft verhoogd in 2024.

De grote kostenstijgingen voor de levering van warmte heeft tot protesten geleid. Huurders willen niet meer dat hun woningen worden aangesloten op stadswarmte. Onder andere sociale huurders gaan fors meer betalen voor de geleverde warmte (Rigter, 2024). Toegelaten instellingen (woningcorporatie) hebben laten weten dat voor de sociale huurders zal worden bijgepast en dat deze relatief economisch zwakke groep niet zal opdraaien voor de kosten. Gelet op de bovenstaande ontwikkelingen is het interessant om te weten in hoeverre mensen extra betalen voor woningen met

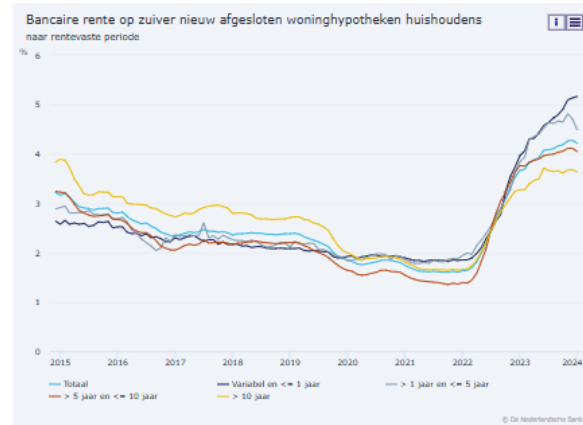
een specifieke warmteopwekking. Het is de verwachting dat eventuele negatieve of positieve effecten van type warmteopwekking tot uitdrukking komen in de transactieprijs woningen.

In de afgelopen jaren zijn er veel zaken veranderd zo zijn de bouwkosten gestegen en wordt er korting gegeven op de woninghypotheken voor woningen met een goed energielabel (ING, 2024). Tegelijkertijd zijn de kosten voor stadswarmte ook hard gestegen, was er in 2022 een zeer sterke inflatie (Mares, 2024) en zijn de hypotheekrenten sterk ook gestegen (De Nederlandsche Bank, 2024).

Figuur 4 Inflatiecijfers (Mares, 2024)



Figuur 5 Hypotheekrentes (De Nederlandsche Bank, 2024)



In de afgelopen tijd zijn de energiekosten (gas en elektra) ook gestegen, waardoor investeringen in duurzaamheid sneller worden terugverdiend. In de huidige situatie is de prijs voor de levering van warmte gekoppeld aan de integrale gasprijs (Rijksoverheid, 2024). Hierdoor profiteert dit type warmteopwekking niet van kortere terugverdientijden zoals een warmtepomp of WKO.

Hebben de recente ontwikkelingen een effect op het verband tussen verkoopprijs en type warmteopwekking? Of zorgt de krapte op de woningmarkt voor een situatie waarin dit niet wordt meegewogen?

1.2 Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek is het duidelijk maken van een eventueel verband tussen het type warmteopwekking en de verkoopprijzen van woningen. Met het oog op de plannen van de overheid om stadsverwarming verder uit breiden en tot 2030 te verdubbelen met een half miljoen aansluitingen, is dit een belangrijk onderdeel van de energietransitie. Tegelijkertijd is er al geruime tijd onzekerheid over de betaalbaarheid van de warmtenetten en de kosten voor de eindgebruiker.

Dit onderzoek moet bijdragen aan het inzicht van warmtenetten op woningprijzen en daarmee de marktperceptie met betrekking tot warmtenetten.

1.3 Onderzoeksafbakening

Om te onderzoeken of er een verband is tussen type warmteopwekking en verkoopprijs van woningen is er voor gekozen om de markt van Almere te onderzoeken. Dit heeft een aantal redenen. De woningmarkt in Almere betreft een relatief homogene markt (qua bouwjaren en woningtypen). Daarnaast is Almere een grote stad met een groot aandeel stadswarmte en ligt de gemiddelde

woningprijs in Almere ongeveer op het zelfde niveau als het Nederlands gemiddelde. Hierdoor zijn de resultaten goed generaliseerbaar.

1.4 Onderzoeksvragen

In dit onderzoek draagt bij in het inzicht van het verband tussen woningprijzen en type warmteopwekking. Er zijn een hoofdvraag en 3 deelvragen die, wanneer beantwoord bijdragen aan de doelstelling van dit onderzoek.

Hoofdvraag

In welke mate is er een verband tussen het type warmteopwekking en de verkoopprijs van woningen?

Deelvragen

1. Wat zijn de kenmerken van stadswarmte?

In Nederland zijn er een aantal partijen die stadswarmte leveren. De grote spelers zijn de energieleveranciers. In Almere is Vattenfall de partij die het warmtenet heeft aangelegd en exploiteert. Bij de beantwoording van deze deelvraag worden de belangrijke kenmerken van stadswarmte in Almere beschreven.

2. Is er een prijsverschil van woningen met en zonder stadswarmte?

Stadswarmte is in de afgelopen maanden veel in het nieuws geweest, op basis van nieuwsartikelen is een veelvoorkomend probleem voor bewoners van woningen met stadswarmte de gebruiksonafhankelijke kosten. Worden deze zorgen van bewoners ook vertaald in de woningprijs.

3. Is er een prijsverschil van woningen met en zonder warmtepomp?

Naast stadswarmte en cv-ketels op gas komt als type warmteopwekking warmtepompen relatief veel voor (ten opzichte van andere warmteopwekking installaties). In zijn algemeenheid worden warmtepompen gezien als een deel van de oplossing voor de verduurzaming van de gebouwde omgeving in Nederland. Deze installatie wordt gekenmerkt door een relatief hoge aanschafprijs. Een warmtepomp heeft het voordeel dat deze volledig elektrisch is. Daarnaast heeft dit type warmteopwekking een positief effect op het energielabel. Omdat er gebruik gemaakt van lage-temperatuur verwarming, kan deze alleen zinvol worden toegepast in goed geïsoleerde huizen.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de voorgaande literatuur inzake warmteopwekking besproken. Hoofdstuk 3 betreft het institutioneel kader, hierin worden de woningmarkt in Almere, stadswarmte, regelgeving en kosten van stadswarmte besproken. In hoofdstuk 4 wordt het hedonisch prijsmodel besproken en worden de gebruikte vergelijkingen geformuleerd. Hoofdstuk 5 betreft methodiek en data in dit hoofdstuk wordt de onderzoeksopzet besproken, wordt de gebruikte data omschreven en worden de individuele variabelen beschreven. In hoofdstuk 6 worden de resultaten gepresenteerd en worden de resultaten van de regressieanalyses weergegeven. Het laatste hoofdstuk (hoofdstuk 7) is de conclusie en reflectie, hierin worden de onderzoeksvragen beantwoord en worden de resultaten geïnterpreteerd. Tevens is er een reflectie op het onderzoek en worden er aan aanbevelingen gedaan voor eventueel toekomstig onderzoek.

1.6 Conclusie

De inleiding biedt een overzicht van de relevantie van duurzaamheid binnen de woningmarkt en specificeert het belang van warmteopwekking. De keuze voor Almere is gebaseerd op de homogeniteit van de woningmarkt en de hoge mate van woningen met stadswarmte. Daarnaast is de gemiddelde woningprijs in Almere vergelijkbaar met de gemiddelde woningprijs in Nederland. Dit maakt het een goede case voor een gericht onderzoek. Het doel is om het verband tussen type warmteopwekking en woningprijzen te analyseren. De relevantie van dit onderzoek wordt in het volgende hoofdstuk verder onderbouwd door bestaande literatuur te onderzoeken die inzicht biedt in eerdere studies naar de invloed van energetische kenmerken op woningprijzen.

2 Voorgaande literatuur

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is gekeken naar eerder gepubliceerde onderzoeken. Het onderwerp van het onderzoek is stadswarmte en multivariabele regressie voor het verklaren van verkoopprijzen van woningen. Er zijn geen onderzoeken uitgevoerd (voor zover bekend) waarbij er is gekeken naar de relatie tussen warmteopwekking en de verkoopprijzen van woningen in Nederland.

Recentelijk is een onderzoek gedaan naar de potentie van warmtenetten (Hoogervorst, 2024). Dit onderzoek concludeert dat de met name restwarmte in potentie een belangrijke bijdrage kan leveren, omdat nu veel restwarmte ‘verloren gaat’. Tegelijkertijd kunnen er ook ontwikkelingen zijn waarom er minder restwarmte beschikbaar komt, bijvoorbeeld door het efficiënter werken van de industrie, ook is het mogelijk dat bronnen niet meer beschikbaar zijn omdat bijvoorbeeld een industrie vertrekt.

In het buitenland zijn er wel onderzoeken bekend waarin er is gekeken naar warmteopwekking. Hierbij is bijvoorbeeld gekeken wat de invloed is op woningprijzen bij de aanwezigheid van een centraal verwarmingssysteem.

2.2 Verwarming en woningprijzen

Zo blijkt dat de aanwezigheid van een centraal verwarmingssysteem een positief en significant effect heeft op de woningprijs van ongeveer 9%. Wanneer er helemaal geen verwarming aanwezig is heeft dit een negatief effect op woningprijzen van 13,5% (Malpezzi, 1980). Het is natuurlijk goed om deze resultaten te beschouwen in de woningmarkten waar het onderzoek is uitgevoerd (Verenigde Staten). In Nederland hebben eigenlijk alle woningen een vorm van warmteopwekking en eigenlijk hebben alle woningen een centrale verwarming.

Uit onderzoek uitgevoerd in de Verenigde Staten (X. Shen, 2020) blijkt dat de aanwezigheid van een (lucht-lucht) warmtepomp een positief effect op de woningprijzen heeft van tussen de 4,3% en 7,1%. Dit komt neer op ongeveer een bedrag van tussen de \$10.400,- en \$17.000,-. Met name specifieke middenklasse huishoudens welke in gebieden wonen met een gematigd zijn bereid om een hogere prijs te betalen voor woningen met een (lucht-lucht) warmtepomp. In tegenstelling tot de Verenigde Staten worden (lucht-lucht) warmtepompen in Nederland voornamelijk toegepast als bijverwarming en als koeling.

Ander onderzoek uit de Verenigde Staten (T. M. Dinan, 1989) concludeert dat wanneer investeringen leiden tot lagere stookkosten, de woningwaarde met een factor 11,63 stijgt. Wanneer er 1 euro wordt bespaart op stookkosten, wordt de woning € 11,63,- meer waard. Het onderzoek is uitgevoerd in Des Moines in Iowa. Er kan worden geconcludeerd dat wanneer investeringen leiden tot lagere maandelijkse lasten deze besparing gekapitaliseerd in de woningprijs terug te zien is.

In Zuid-Korea (J. Kim, S.L, 2023) is er een studie gedaan naar de ‘price-premium’ van warmtenetten ten opzichte individuele verwarmingsinstallaties. De methodiek voor het bepalen van deze ‘price premium’ is een enquête. De resultaten van dit onderzoek bieden eigenlijk op geen enkele manier houvast voor dit onderzoek; de methode is anders, de manier van warmteopwekking is anders, en het is onduidelijk wat de financiële gevolgen zijn van de twee verschillende type warmteopwekking.

Wat in het onderzoek wordt aangegeven is dat in Zuid-Korea de warmtenetten (District Heating Installation) vanuit een duurzaamheidsperspectief worden geprefereerd boven individuele verwarming (Individual Heating Installation). Hiervoor zijn drie redenen; huishoudens hoeven geen ruimte te reserveren voor de boiler, er zijn geen storingen en ten derde hoeven er geen reparaties uitgevoerd te worden. Op basis van een uitgevoerde enquête is men bereid om 5,9% meer te betalen voor warmte van een warmtenet ten opzichte van een individuele verwarmingsinstallatie.

In de abstract van een andere studie die is uitgevoerd door dezelfde onderzoekers (J. Kim, S.L, 2023), is er een hedonische prijs-analyse uitgevoerd. Dit onderzoek concludeert dat er een prijsverschil is, waarbij er 22% meer voor woningen wordt betaald die op een warmtenet zijn aangesloten ten opzichte van woningen met individuele warmte- installaties.

Finse warmtebedrijven maken gebruik van diverse warmtebronnen, waaronder biogas, biomassa, aardgas, olie, diesel, LNG, LPG, kolen, turf en afval. Daarnaast wordt warmte gewonnen uit elektriciteit, industriële restwarmte en zelfs nucleaire restwarmte. Biomassa van hout is de meest gebruikte primaire energiedrager. In tegenstelling tot Nederland worden de warmtetarieven in Finland niet gereguleerd door een onafhankelijke toezichthouder en er is geen specifieke warmtewetgeving. De ruim 200 warmtebedrijven stellen hun tarieven zelf vast waarbij de prijzen sterk variëren, met als enige overheidsvoorwaarde volledige transparantie en uniformiteit tussen klein- en grootverbruikers. Dit dus in tegenstelling tot in Nederland waar de prijzen zijn gereguleerd (Greenvis, 2024).

2.3 Investerings in verduurzamingen

Naast onderzoeken over de invloed van verwarming op woningprijzen, zijn er onderzoeken gedaan naar het effect van energielabels en investeringen in duurzame verbeteringen van woningen op woningprijzen. Warmteopwekking is één van de belangrijke onderdelen bij het vaststellen van een energielabel. Ook is de energiedrager een belangrijke factor bij het bepalen van het energielabel (Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut, 2024).

Recent onderzoek heeft uitgewezen dat een labelsprong van C naar A een waardestijging vertegenwoordigt van 5,1%. Tevens geeft dit onderzoek van Brainbay aan dat met een “eenvoudige ingreep de woning € 10.000 tot € 15.000, - meer waard kan worden” (Weck, 2024). Dit druist echter wel in tegen één van de economische grondbeginselen, namelijk dat een verschil in woningwaarde nooit meer mag zijn dan het verschil in prijs van de te plaatsen voorzieningen en verbeteringen.

In recent uitgevoerd onderzoek (Rouwendaal, 2023) blijkt er een verband tussen stijgende energieprijzen en de betalingsbereidheid voor investeringen in verduurzaming. Dit effect neemt toe naarmate de energieprijzen hoger worden. Investeren in energiebesparende maatregelen blijkt niet alleen een direct rendement te hebben door energiebesparing maar ook door hogere woningprijzen. Op gespannenwoningmarkten zoals in Utrecht blijken mensen bereid te betalen voor slechte energieprestaties, maar in minder gespannen markten zal het prijseffect waarschijnlijk groter zijn.

In Denemarken is er onderzoek gedaan naar investeringen in de adoptie van duurzame technieken zoals warmtepompen en elektrische voertuigen (T. Berg, 2024). Een specifiek onderwerp binnen dit onderzoek waren eventuele financiële meevallers en het effect hiervan op de bereidheid om te investeren in duurzame technieken. Er blijkt ook een relatie te zijn de bereidheid om te investeren in duurzaamheid en de LTV (Loan to Value) van een huishouden. Het omlaag brengen van bijvoorbeeld de schuldenlast kan voor een versnelling in de adaptatie van groene technologieën zorgen.

Beleidsmakers zouden financiële hulp gericht kunnen inzetten om huishoudens met hoge schulden te ondersteunen.

Recent onderzoek in België naar de invloed van verbeteringen van de energetische kwaliteit van de woningen wijst uit dat woningen welke zijn verbeterd een sterkere stijging van woningprijzen laten zien dan woningen welke niet zijn verbeterd (P. Reusens, 2022).

2.4 Conclusie

Concluderend is aangetoond dat aanwezigheid van duurzame installaties en of investeringen in verduurzaming resulteren in hogere woningprijzen. Ook is aangetoond dat het hebben van centrale verwarming een positief effect heeft op woningprijzen.

Warmtenetten hebben op basis van in het buitenland uitgevoerd onderzoek een positief effect op woningprijzen. Ook blijkt dat in het buitenland een hele andere kaders en normen zijn voor het vaststellen van energieprijzen ten opzichte van hoe het in Nederland geregeld is. In Zuid-Korea resulteert dit bijvoorbeeld in een positief effect van bijna 22%. Tegelijkertijd is elk land anders, in Nederland ligt er bijvoorbeeld bijna volledig dekkend gasnetwerk.

Wanneer wordt gekeken naar de invloed van energielabels op woningprijzen is er ook een duidelijk effect geconstateerd. Recent onderzoek heeft uitgewezen dat wanneer een energielabel van C naar A gaat dit een positief effect heeft van ongeveer €10.000,- tot € 15.000,-. Ook in België lijkt het verbeteren van de energetische kwaliteit van woningen tot een hogere woningprijs.

En er lijken dus voldoende aanleidingen om te kunnen stellen dat bepaalde typen warmteopwekking en woningprijzen aan elkaar gerelateerd zijn. Dit moet echter wel in de context worden geplaatst van de locatie; prijzen, wetgeving, infrastructuur, marktperceptie en subsidieregelingen zorgen in elk land voor een unieke context waarin de resultaten moeten worden gezien.

In het volgende hoofdstuk (institutioneel kader) zal de context van de situatie in Nederland en specifiek de situatie van Almere worden beschreven zodat resultaten in een verband kunnen worden gezien met dit institutioneel kader.

3 Institutioneel kader

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden er op basis van literatuuronderzoek diverse onderwerpen besproken. Allereerst wordt er inzicht gegeven in de woningmarkt van Almere. Vervolgens wordt de warmteopwekking in Almere onderzocht en wordt er aandacht besteed aan de samenhang met het energielabel en worden de kosten van de verschillende type warmteopwekking toegelicht. Ook worden de voor- en nadelen van stadswarmte toegelicht.

3.2 Woningmarkt Almere

In Almere zijn er 92.353 woningen, namelijk 58.090 koopwoningen en 34.263 huurwoningen (Almere in Cijfers, 2023). De woningmarkt wordt gekenmerkt door het relatief grote aandeel eengezinswoningen (ten opzichte van de metropoolregio Amsterdam). In Almere is ongeveer 74% van de woningen een eengezinswoning. In de metropoolregio Amsterdam ligt het percentage op 48% (H. Booi, 2021). Qua woningen is Almere (één van) de meest duurzame gemeenten in Nederland. Dit wordt natuurlijk voor een deel verklaard door de bouwjaren. De eerste woningen in Almere zijn in het jaar 1976 opgeleverd.

De huurwoningmarkt wordt gekenmerkt door een relatief laag aandeel sociale huur ten opzichte van de metropoolregio Amsterdam. In 2021 was ongeveer 25% van de woningen sociaal verhuurd (23% is corporatiebezit en 2 % is particulier bezit). In de metropoolregio Amsterdam zijn deze percentages respectievelijk 30% en 7% (H. Booi, 2021). De geliberaliseerde sector bestaat in Almere uit 8% middeldure huurwoningen (met huren tussen €752- €1.053) en 3% dure huurwoningen (met een huur hoger dan € 1.053). De metropoolregio Amsterdam heeft een respectievelijk 7% middeldure huurwoningen en 9% dure huurwoningen (H. Booi, 2021).

Wanneer er wordt gekeken naar de WOZ-waarden van koopwoningen in Almere (in 2021) blijkt dat er een groot deel van de koopwoningen (70,3%) zich bevindt binnen een bandbreedte van ongeveer €188.000,- en € 296.000, -. Op basis van de woningkwartaalcijfers van de NVM blijkt dat de woningprijzen in Almere tussen het eerste kwartaal van 2021 en het derde kwartaal van 2022 te zijn gestegen. Door de renteontwikkelingen zijn de woningprijzen in het derde en vierde kwartaal van 2022 zijn gedaald.

In de onderstaande tabel 1 staat per kwartaal de gemiddelde woningprijzen in Nederland en Almere weergegeven. De gemiddelde woningprijzen in Almere zijn ongeveer gelijk aan de gemiddelde woningprijzen in Nederland.

Tabel 1 ontwikkeling woningprijzen (Brainbay, 2024)

	Almere	Nederland
2021 kwartaal 1	€372.969	€384.278
2021 kwartaal 2	€407.372	€410.492
2021 kwartaal 3	€419.214	€419.731
2021 kwartaal 4	€442.414	€440.533
2022 kwartaal 1	€429.462	€431.442
2022 kwartaal 2	€456.666	€450.625
2022 kwartaal 3	€432.361	€426.820
2022 kwartaal 4	€406.536	€408.959

3.3 Warmteopwekking in Almere

Om te toetsen of er een verband is tussen type warmteopwekking en verkoopprijs van woningen is ervoor gekozen om de woningmarkt van Almere te onderzoeken. De inschatting is dat de markt goed geschikt is voor een dergelijk onderzoek vanwege het aandeel grondgebonden woningen, de kleine verschillen in bouwperiodes en het ontbreken van een monumentale binnenstad. Daarnaast is ongeveer 60% van de woningen in Almere aangesloten op stadsverwarming (Gemeente Almere, 2022). De aanname is dat hierdoor eventuele effecten van prijzen van type warmteopwekking in een specifieke stad als Almere makkelijker te identificeren zijn ten opzichte van de gehele woningvoorraad in Nederland of steden met hele specifieke wijken (zoals de monumentale binnenstad van Amsterdam).

In de tabel (2) wordt het aandeel van het type warmteopwekking van de Almeerse woningvoorraad weergegeven.

Tabel 2 warmteopwekking in Almere (Gemeente Almere, 2022)

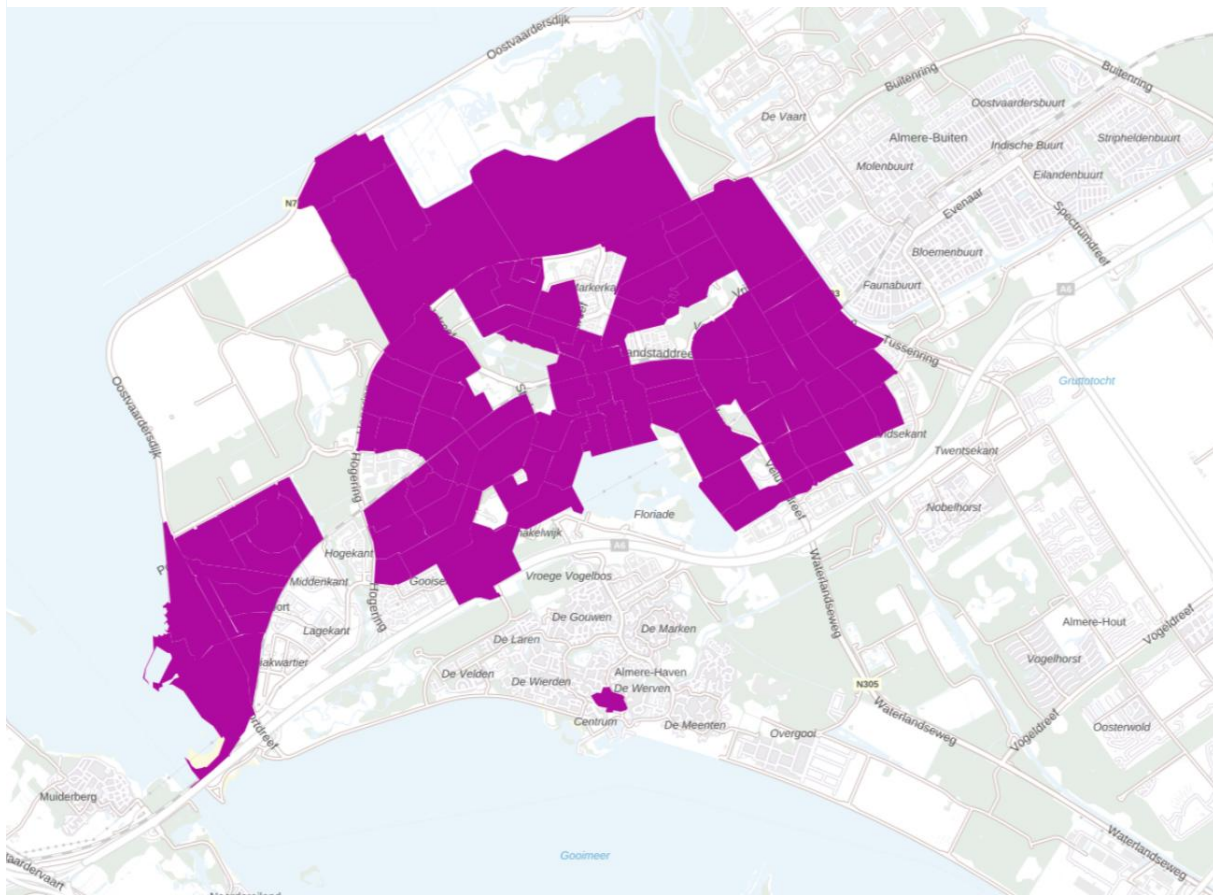
Type verwarming in Almere	2018 (%)	2022 (%)
Individuele centrale verwarming	40,2	39,1
Blokverwarming	0,5	0,5
Stadsverwarming (met gas)	0,2	0,1
Stadsverwarming (zonder gas)	58,3	57,2
All Electric (met gas)	0,1	0,2
All Electric (zonder gas)	0,3	2,3
Installaties onbekend	0,3	0,6

In Almere zijn er een aantal wijken aangesloten op een warmtenet. Dit betekent niet dat per definitie dat alle woningen zijn aangesloten op dit net. Op individueel niveau kan een huishouden een andere voorziening hebben getroffen. Op basis van de gegevens die gebruikt zijn voor dit onderzoek (database Brainbay) blijkt dit in één enkel geval te zijn voorgekomen.

De stadsdelen die stadswarmte hebben zijn; Almere Stad, Almere Poort en Almere Haven (maar slechts voor enkele woningen). De stadsdelen die niet zijn aangesloten op een warmtenet zijn; Almere Haven (voor het overgrote deel), Almere Buiten en Almere Hout. Op de onderstaande kaart wordt in

het paars weergegeven welke gebieden aangesloten zijn op stadswarmte. De open plekken in het paars zijn bedrijfsterreinen, water, parken en sportvelden, hier zijn geen woningen.

Figuur 3 aanwezigheid stadswarmte in Almere (leefomgeving, 2024)



Stadswarmte wordt in Almere geleverd door Vattenfall. In Almere zijn er volgens deze leverancier meerdere energiebronnen en is het warmtenet gekoppeld aan het warmtenet van Diemen en Amsterdam Zuidoost. De warmte wordt volgens de meest recente cijfers grotendeels opgewekt door een elektriciteitscentrale op gas (voor 91,0%), voor een klein deel vanuit gestookte ketels speciaal voor het warmtenet (9,0%) en voor een miniem deel (0,3%) uit hernieuwbare energie. Het totaal komt uit op 100,3% dus hier zit waarschijnlijk een klein afrondingsverschil in.

3.4 Voor- en nadelen van Stadswarmte

Stadswarmte wordt veel toegepast in nieuwbouw, maar ook bestaande wijken worden aangesloten op warmtenetten. Stadsverwarming heeft een aantal voordelen.

- Stadswarmte zorgt voor duurzame verwarming van huizen, maar niet alle warmte die wordt geleverd is afkomstig uit even duurzame bronnen. De warmte (van het warmtenet) in Almere wordt bijvoorbeeld opgewekt uit een gasverbrandingsinstallatie (energiecentrale) en er wordt bijgestookt met individuele gasketels voor piekbelasting.

- Stadswarmte belast niet de capaciteit op het elektriciteitsnetwerk (zoals bij warmtepompen of elektrische kachels het geval is).
- Ook zijn er directe praktische voordelen voor de gebruiker; er is geen ruimte nodig voor het plaatsen van een cv-installatie (waaronder de ketel en de afvoerkanalen), er zijn geen storingen (zoals bij een cv-ketel).
- Bij stadswarmte is er geen verbranding van aardgas (in huis), er zijn dus ook geen problemen met koolstof mono-oxide of explosiegevaar.
- Een financieel voordeel is dat er niet periodiek geïnvesteerd hoeft te worden in onderhoud aan de cv-installatie en/of het plegen van vervangingsonderhoud.

Er zitten ook nadelen aan stadswarmte.

- Een nadeel is het ontbreken van marktwerking. De methodiek voor het bepalen van de maximale prijzen die mogen worden gevraagd door warmteleveranciers staan omschreven in de warmtewet. Op de methodiek wordt in dit onderzoek niet ingegaan maar de kosten van levering van warmte zijn 'gekoppeld aan de gasprijzen' en hier wordt het zogenaamde 'niet-meer-dan-anders' principe gehanteerd. (Rijksoverheid, 2024).
- Een ander groot nadeel is dat de gebruiksonafhankelijke kosten een stuk hoger zijn bij stadswarmte in relatie tot gas. Over de kosten wordt in paragraaf 3.6 verder toegelicht. In Almere zijn de jaarlijkse kosten voor de levering van warmte hoger dan de netbeheerkosten voor de levering van gas. Daarnaast is er een verschil tussen de verdeling kosten tussen verhuurders en huurders, afhankelijk van het type warmteopwekking, dit wordt verder toegelicht in paragraaf 3.6
- Ook is het bij een cv-ketel op gas mogelijk om de woning te verduurzamen door het installeren van bijvoorbeeld een lucht-lucht warmtepomp, echter is dit bij woningen met een aansluiting op het warmtenet veel minder snel rendabel omdat de gebruiksonafhankelijke kosten van het warmtenet veel hoger zijn.

Concluderend zijn er zowel voor- als nadelen gekoppeld aan de levering van warmte door middel van een warmtenet. Er is niet op een voorhand een voor de hand liggende woningprijs beïnvloedende keuze.

3.5 Stadswarmte en energielabel

Wanneer een woning is aangesloten op stadswarmte heeft dit gunstig effect op een energielabel in vergelijking met een centrale verwarming op gas. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen de bron van de warmte en/of het rendement door bijvoorbeeld warmteverlies. Er wordt gerekend met een forfaitair rendement voor de levering van warmte (H. Valk, 2022). In Almere wordt de warmte geleverd met als energiebron de restwarmte van een elektriciteitscentrale en gasgestookte ketels voor piekbelasting, terwijl in Amsterdam Noord de energiebron van warmte uit afvalverbranding en biomassa bestaat. Voor Almere geldt dat slechts 0,6% van de energiebron hernieuwbaar is terwijl voor Amsterdam Noord geldt dat 76% van de geleverde warmte afkomstig is van hernieuwbare energiebronnen (Vattenfall, 2022).

Tabel 3 Verdeling en energielabel en warmteopwekking

Energielabel	Cv-ketel	Stadsverwarming	Warmtepomp	Totaal
A+++	0	2	16	18
A++	2	13	6	21
A+	24	147	2	173
A	541	1.342	19	1.902
B	424	322	0	746
C	277	131	0	408
D	17	1	0	18
E	3	0	0	3
F	2	0	0	2
G	2	0	0	2
Geen energielabel	18	11	0	29
Totaal	1.310	1.969	43	3.322

Overigens is deze forfaitaire waarde alleen van toepassing bij het vaststellen van het energielabel. Dit is in tegenstelling tot de rekenmethodiek die wordt gehanteerd bij aanvragen van een omgevingsvergunning (bij de realisatie van nieuwbouw), waarbij er rekening wordt gehouden met de herkomst van de bron van de warmte, het aandeel hernieuwbare energie en het “rendement” door aspecten als warmteverlies.

Tabel (3) geeft aan hoe energielabels verdeeld zijn voor de dataset van dit onderzoek in relatie met de warmteopwekking. Hierbij valt op dat er geen woningen zijn met een “slecht” energielabel en aangesloten zijn op stadsverwarming. Er is slechts één woning met een energielabel D die is aangesloten op stadswarmte, voor cv-ketels is dit getal 17 terwijl er veel meer woningen op stadswarmte zijn aangesloten. Tegelijkertijd ligt het zwaartepunt van energielabels van woningen met een stadsverwarming op een energielabel A, terwijl dit voor woningen met een cv-ketel op gas energielabel B is.

3.6 Kosten stadswarmte

3.6.1 Stadswarmte bij eigenaren

Wat bij koopwoningen meespeelt is dat er vaak een overeenkomst is met de leverancier van stadswarmte. In sommige gevallen wordt stadswarmte overeengekomen middels een zakelijk recht van opstal (ECLI:NL:RBOBR:2017:4593, 2017). In andere gevallen is er ook een verplichting overeengekomen om (een deel van) de installatie(s) te huren. Wanneer de woning een cv-ketel heeft kan een eigenaar ervoor kiezen om van het gas af te gaan, dit is voor gas gratis. Bij stadswarmte ligt dat net wat anders; doorgaans zijn de overeengekomen termijnen voor de levering van stadswarmte voor een lange periode waardoor je als woningeigenaar veel minder opties hebt (om te verduurzamen of kosten te besparen). Wanneer de gehele installatie (inclusief leidingwerk) weggehaald dient te worden zullen hiervoor aanzienlijke kosten in rekening worden gebracht. In het geval van Vattenfall, de leverancier van warmte in Almere, zijn de kosten hiervan € 5.277,68 (Vattenfall, 2024).

3.6.2 Stadswarmte bij huurders

In een recente rapportage van AT5 komen meerdere huurders van sociale huurwoningen aan het woord. De geïnterviewden geven aan dat de gebruiksonafhankelijke kosten dermate hoog zijn dat de

mensen in de problemen komen (Rigter, 2024). Omdat de kosten gebruiksonafhankelijk zijn kunnen deze mensen niet besparen op energiekosten door bijvoorbeeld kort te douchen of een extra trui aan te doen.

Op basis van een uitspraak van de rechter (De Rechtspraak, 2024) is het in sommige gevallen mogelijk dat de verhuurder de kosten betaald voor het onderhoud aan het warmtenet en de afleverset, maar alleen als de verhuurder eigenaar is van de woning én de warmteopwekking-installatie. In principe worden de gebruiksonafhankelijke kosten door de huurder betaald. Dit is in tegenstelling met de wijze waarop de kosten van de cv-installatie worden verdeeld. De verhuurder is bij een (gas) cv-ketel namelijk verantwoordelijk voor controle, reparaties en vervanging (rijksoverheid, 2024).

3.6.3 Gebruiksonafhankelijke kosten en gebruiksaafhankelijke kosten van stadswarmte

De aansluitingskosten voor stadswarmte bedraagt in Almere in 2024 € 759,98 per jaar (in 2023 was dit € 599,98 en in 2022 was dit €527,67) (Vattenfall, 2024). De netbeheerkosten voor de levering van gas bedragen bij Vattenfall in 2024 € 318,35 (Vattenfall, 2024). De gebruiksonafhankelijke kosten voor stadswarmte zijn dus meer dan dubbel zo hoog. Ook is de kostenstijging van de gebruiksonafhankelijke kosten in de afgelopen jaren opvallend, omdat het warmtenet al lang bestaat.

De gebruiksaafhankelijke kosten voor de levering van warmte (de daadwerkelijke warmte) is in Almere € 46,69 per GJ. De totale variabele kosten voor gas (prijspeil november 2024), is € 1,288541 per m³ gas. Er wordt door de Gasunie gerekend dat er ongeveer 28,43 kubieke meters gas nodig is voor één GJ aan energie (Gasunie, 2024). Dit komt neer op ongeveer € 36,63,- per GJ aan energie. Dit zijn actuele prijzen en zeggen niets over de afgelopen jaren, maar geeft wel aan wat ongeveer de kosten zijn.

Het is lastig om de exacte kosten met elkaar te vergelijken omdat de kosten voor stadswarmte één keer per jaar worden vastgesteld terwijl de prijzen voor gas variabel zijn. In de laatste jaren blijkt dat de levering van warmte duurder is als gas.

3.7 Conclusie

In dit hoofdstuk wordt de specifieke context van Almere besproken, inclusief de kenmerken van de woningmarkt en de werking van stadswarmte. Almere heeft een relatief jonge en uniforme woningvoorraad, wat bijdraagt aan de generaliseerbaarheid van de resultaten. De voordelen en nadelen van stadswarmte, evenals de samenhang met energielabels, worden beschreven.

Om de prijseffecten van verschillende typen warmteopwekking verder te onderzoeken, wordt in het volgende hoofdstuk de theoretische en methodologische basis voor de analyse beschreven met behulp van het hedonische prijsmodel.

4 Hedonisch Prijsmodel

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de methodiek omschreven die wordt gebruikt, namelijk de hedonische prijsanalyse. In deze hoofdstuk zal ook worden beschreven wat de historie en toepassing van de hedonische prijsanalyse is. Tot slot worden de gebruikte vergelijkingen geformuleerd.

4.2 Historie hedonisch prijsmodel

Het verklaren van waarde van homogene goederen is in veel gevallen relatief eenvoudig omdat de goederen vaak maar één of enkele kenmerken hebben, voorbeelden hiervan zijn goud of openbaar verhandelde aandelen. Bij heterogene producten zoals vastgoed, maar ook bijvoorbeeld auto's is er een grote diversiteit aan kenmerken die de prijs van een goed bepalen.

G.C. Haas (Haas, 1922) is de eerste onderzoeker die hedonische prijsstelling heeft gebuikt. De oorsprong van de hedonische prijsanalyse is in 1922 voor het waarderen van landbouwgrond. In dit onderzoek is het uitgangspunt dat verkoopprijzen de beste grondslag is voor het waarderen van het betreffende goed. Dit is onafhankelijk van de hoe goed de beoordeling van het goed is. Het is hierbij belangrijk om de kenmerken van de onderzochte markt te doorgronden, en op welke manier deze prijzen tot stand komen. Een uitgangspunt van deze methodiek is dat de alle marktpartijen volledige kennis hebben van transacties die worden gedaan. Daarnaast gaat het uit van een volledig en accuraat beeld van alle kenmerken van het goed dat wordt verkocht.

In 1974 heeft Rosen (1974) een raamwerk gepubliceerd voor de toepassing van het hedonische prijsmodel voor goederen. Een belangrijke uitkomst is dat wanneer goederen worden gezien als een combinatie van kenmerken, is dat de prijzen worden verklaard door deze kenmerken.

In een onderzoek van Malpazzi (1980) wordt geconcludeerd dat niet alle markten (bijvoorbeeld verschillende steden) eenzelfde set variabelen hebben die de woningprijzen in gelijke mate verklaard. Daarnaast is vastgesteld dat het gebruik van de semi-log specificaties in sommige gevallen voordelen heeft ten opzichte van de lineaire vorm. Voordelen zijn onder andere dat de semi-log rekening houdt met het effect van de waardering van de valuta. Daarnaast zijn de uitkomsten makkelijker te interpreteren om dat deze procentueel zijn uitgedrukt. Een ander voordeel is dat het semi-log model de heteroscedasticiteit minimaliseert. Heteroscedasticiteit is wanneer de standaardfout van een variabele niet constant zijn wanneer er naar een periode in tijd wordt gekeken.

Ook zijn er onderzoeken uitgevoerd waarbij is onderzocht welke milieueffecten een verband houden met verkoopprijs van woningen, zo is er een onderzoek uitgevoerd, waarbij er is gekeken naar de invloed van zonneparken en windturbines op de verkoopprijzen van woningen (M. Dröes, 2021) .

Omdat er in dit onderzoek veel gebruik wordt gemaakt van dummyvariabelen, ligt het niet voor de hand om voor deze variabelen de logaritmische vorm te hanteren. Voor het gebruiken van de logaritmische vorm voor de afhankelijke variabele zijn voor beide keuzes argumenten, maar uiteindelijk is het een voorspellend model en moet er worden gekozen voor de vorm met de hoogste (adjusted) R^2 waarde. Tegelijkertijd wordt aangegeven dat in het onderzoek uitgevoerd door Malpazzi, het (semi)-logaritmische model een betere verklarende waarde geeft dan het lineaire model. Verder wordt het argument gegeven dat wanneer er bijvoorbeeld wordt gekeken naar de hoeveelheid kamers

de absolute waarde voor dure woningen een groter verschil zal laten zien dan voor goedkopere woningen, dit is een argument voor het hanteren van de semi-logaritmische vorm.

Ook wordt er aandacht besteed aan het vervangingswaardeprincipe; “wanneer een verschil in prijs tussen een woning met een centrale verwarming wordt vergeleken met de woning die alleen een houtkachel heeft, dan is het verschil in de waarde van de woning gelijk aan het verschil in de marktwaarde van de installaties”.

Later hebben onderzoekers (G. Stacy Sirmans, 2003) een review-studie gedaan naar hedonische modellen voor het schatten van huizenprijzen. In dit onderzoek zijn er drie elementen onderzocht; de historie van hedonische modellen, de relatie tussen verkoopprijzen en verkooptijden en hedonische modellen die kort voorafgaand aan het uitgevoerde onderzoek zijn uitgebracht. Op basis van eerder uitgevoerde onderzoeken zijn de kenmerken die worden gebruikt in hedonische onderzoeken samengevat. Deze zijn onderverdeeld in diverse categorieën: objectkenmerken, interne kenmerken, externe kenmerken, milieukenmerken, locatiekenmerken, openbare voorzieningen, financiering en marketing.

Verder wordt er ook een algemene formule vormgegeven voor het hedonische model:

“Price = f (Physical Characteristics, Other Factors)”

Collineariteit en locatie

Een belangrijk element in dit onderzoek is de locatie. In een onderzoek naar de invloed van scholen op de woningprijzen in de Verenigde Staten 1999 (Black, 1999) bleken de geografische kenmerken voor het bepalen van de invloed op de woningprijs complex. Omdat in de Verenigde Staten de wijk bepaald naar welke school het kind gaat, is er in dit onderzoek voor gekozen om de woningen binnen een afstand van de grenslijn tussen scholen als groep te identificeren en voor deze groepen te corrigeren.

In het onderhavige onderzoek speelt collineariteit een relatief grote rol. Dit begrip geeft de relatie tussen variabelen aan. Er is eerder onderzoek uitgevoerd naar de oorzaken, gevolgen en mogelijke oplossingsrichtingen voor dit fenomeen (York, 2012). Collineariteit is een uitdaging omdat afzonderlijke effecten van variabelen moeilijker te onderscheiden zijn en hoge collineariteit resulteert in overlappende informatie. In dit onderzoek is naar voren gekomen dat residualisatie geen goede oplossing is voor collineariteit, omdat dit geen fundamentele oplossing is voor het probleem. Het onderzoek stelt dat in gevallen dat de collineariteit een direct gevolg is van de data, het model kan worden herzien. Dit kan bijvoorbeeld door het toepassen van statistische technieken. In sommige gevallen is het beter om een andere selectie van variabelen te gebruiken. In het onderhavige onderzoek is er sprake van volledige collineariteit tussen de variabelen postcode en verwarming, waardoor er is gekozen om variabele ‘postcode’ niet te gebruiken.

4.3 Formulering hedonisch prijsmodel

Op basis van de voorgaande studies ligt het voor de hand om gebruik te maken van een semi-logaritmische functie. In semi-logaritmische functie hebben de inputvariabelen een procentueel effect op de output-variabele (in dit geval prijs). In een log-log functie wordt de input ook logaritmisch getransformeerd. Hierbij wordt er gekeken naar de procentuele invloed op de output door procentuele wijziging van de variabelen. In dit onderzoek is naast de transactieprijs (output) de

inputvariabele gebruikersoppervlakte logaritmisch getransformeerd. Dit zorgt ervoor dat eventuele outliers minder zwaar meewegen in het model.

Op basis van onder andere de beschikbare data is er een dataset gehanteerd. Via 'trial and error' zijn onder andere woningkenmerken en locatievariabelen meegenomen in verschillende samenstellingen.

Een aantal variabelen waar wel data voor aanwezig is, zijn niet meegenomen in de analyse omdat deze variabelen niet significant zijn. Het aantal kamers en type woning zijn om deze reden niet meegenomen.

Tijdens het verzamelen van de data is gebleken dat er bijna volledige multicollineariteit bestaat tussen het 4-cijferig postcodegebied en het type warmteopwekking. Multicollineariteit is een statistisch fenomeen waarbij twee variabelen sterk gecorreleerd zijn. Het 4-cijferig postcodegebied is om deze reden niet meegenomen in de analyse.

Om toch de locatie-effecten mee te nemen zijn er twee verschillende methodes gehanteerd. Als eerste is er gebruik gemaakt van het boundary fixed effect, hierbij worden de wijken die grenzen aan andere wijken met een ander type warmteopwekking met elkaar vergeleken. Dit is door S. Black (Black, 1999) toegepast in een onderzoek waarbij de invloed van scholen op de transactieprijs van woningen wordt onderzocht.

Als tweede methode om multicollineariteit te ondervangen is de geografische component vervangen door waarderingsscores en de mate van urbanisatie. De waarderingsscores die zijn gehanteerd zijn de aanwezigheid sociale voorzieningen en de leefbaarheidsscore. De leefbaarheidsscore is een samenstelling van onderwerpen als veiligheid, bereikbaarheid, aanwezige voorzieningen en groen.

Op basis van de beschikbare data en het literatuuronderzoek is de volgende vergelijking (1) van het hedonisch prijsmodel geformuleerd:

$$(1) \text{Log } P_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \text{ warmteopwekking } i + \beta_2 \log m^2_i + \beta_3 \text{ woningkenmerken} + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

Hierin staat $\log p_{i,t}$ voor de transactieprijs van woning i , met de transactiedatum op tijdstip t . β_0 staat voor de constante in de vergelijking. β_1 is de onderzochte variabele, hierbij zijn er drie dummyvariabelen opgesteld, namelijk stadswarmte, cv-ketel en warmtepomp. Variabele β_2 vormt de coëfficiënt voor gebruikersoppervlak van de woning i . Alle overige woningkenmerken vallen onder β_3 en worden omschreven in tabel 4. De tijdsvariabelen zijn looptijd van verkoop (in dagen) en transactiedatum (in dagen) en zijn met λ_t weergegeven. ε_{it} zijn kenmerken die niet zijn geobserveerd (onverklaarde variantie).

In deze regressies zijn specifieke gebieden met elkaar vergeleken welke aan elkaar grenzen en andere type warmteopwekking hebben (boundary fixed effects).

Voor de tweede methodiek waarbij er gebruik wordt gemaakt van waarderingsscores voor het meenemen van de locatievariabelen is de volgende vergelijking (2) van het hedonisch prijsmodel geformuleerd:

$$(2) \text{Log } P_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \text{ warmteopwekking } i + \beta_2 \log m^2_i + \beta_3 \text{ woningkenmerken} + \beta_4 \text{ locatiewaardering} + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

In de bovenstaande vergelijking (2) zijn de locatiewaarderingen en de mate van urbanisatie β_4 toegevoegd. Om te corrigeren voor outliers is gebruik gemaakt van een robuuste regressie analyse, waardoor de standaarddeviaties minder gevoelig zijn voor uitschieters en heteroscedasticiteit.

Tevens is er een regressieanalyse uitgevoerd waarbij in plaats van het gemiddelde de mediaan is gehanteerd. Dit zorgt ervoor dat er wordt gecorrigeerd voor outliers.

4.4 Conclusie

Dit hoofdstuk introduceert het hedonisch prijsmodel, dat woningprijzen verklaart door variabelen zoals warmteopwekking, locatie en woningkenmerken. De keuze voor een semi-logaritmische functie past bij het type data en de onderzoeksvragen. De praktische toepassing van deze methodiek wordt uitgewerkt in hoofdstuk 5, dat de data en variabelen beschrijft.

5 Methodiek en data

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de methodologie van het onderzoek omschreven en worden de data en individuele variabelen toegelicht. Er wordt per variabele omschreven hoe de data is verkregen en op welke manier de data is bewerkt. Ook wordt er een overzicht gegeven met de beschrijvende statistiek.

5.2 Onderzoeksopzet

De onderzoeksopzet is opgesteld om systematisch de invloed van het type warmteopwekking op woningprijzen te analyseren. Dit ontwerp combineert een kwantitatieve benadering, gebaseerd op hedonische prijsanalyse, met specifieke aandacht voor de context van de woningmarkt in Almere. Hierin worden drie factoren onderscheiden: woningkenmerken, tijdsgebonden factoren en locatiekenmerken.

Het ontwerp bouwt voort op inzichten uit de literatuur over hedonische prijsmodellen, eerdere studies naar energie gerelateerde woningkenmerken en de specifieke invloed van stadswarmte en warmtepompen. Multivariabele regressiemodellen vormen de kernmethodologie, waarin object-, locatie- en tijdsgebonden kenmerken worden geanalyseerd.

5.3 Dataverzameling

Voor het uitvoeren van het onderzoek is gebruik gemaakt van een dataset van de NVM geleverd door Brainbay. De organisatie beheert de data uit het uitwisselingssysteem van de NVM makelaars en de Midas-database. De database bevat onder andere informatie over objectieve woningkenmerken (zoals omvang, perceelgrote, bouwjaar en aantal kamers), daarnaast zijn er ook onderdelen geobjectiveerd (zoals staat van onderhoud, urbanisatiegraad en woningtype). Wat ontbreekt in de dataset is de type warmteopwekking, energielabels en de locatiewaarderingsscores, deze zijn aan de dataset toegevoegd op basis van de NVM-database, EP-online en de leefbarometer. In de onderstaande tabel staat de beschrijvende statistiek van alle gebruikte variabelen weergegeven.

Tabel 4 overzicht variabelen

Variabele	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
gbo	3,322	118,770	42,156	30	503
cv- ketel	3,322	0,394	.489	0	1
stadsverwarming	3,322	0,593	.491	0	1
warmtepomp	3,322	0,013	.113	0	1
energielabel	3,322	1,389	.552	1	4
bouwjaar	3,322	1997,450	11,051	1976	2022
overig inpandig	3,322	3,489	8,700	0	142
gebouwgebonden buitenruimte	3,322	0,509	2,843	0	143
externe bergruimte	3,322	0,755	0,430	0	1
binnen onderhoud	3,322	2,833	0,515	1	3
buiten onderhoud	3,322	2,097	0,440	1	3
schuur	3,322	0,811	0,391	0	1
datumtr	3,322	22647,550	198,267	22286	23010
looptijd	3,322	30,386	27,714	0	271
leefbaarheid	3,322	73,495	3,152	64	83
sociale voorzieningen	3,322	73,722	7,294	44	82
urbanisatiegraad	3,322	2,542	0,843	1	5

5.2.1 Steekproef

De steekproef bestaat uit de verkopen van woningen in 2021 en 2022 in Almere. De data is afkomstig van de NVM. Het is over het algemeen aangenomen dat de NVM-database de meeste informatie heeft over woningtransacties. Naar eigen zeggen vertegenwoordigt de database 70% van de totale verkopen (NVM, 2022).

Omdat de prijs van woningen in de loop der tijd sterk varieert is ervoor gekozen om een afgebakende periode te onderzoeken. Ten tweede is er maar een beperkte periode in ogenschouw genomen vanwege het grote aandeel handmatig werk voor het volledig maken van de database. Deze data is geen onderdeel van de Brainbay database en er is geen openbare database waarin deze informatie beschikbaar is.

Bij het toevoegen van de ontbrekende data en het analyseren van de dataset is vast komen te staan dat er 86 'dubbele transacties' in het databestand aanwezig waren. Deze dubbele transacties hebben dezelfde postcode, huisnummer en transactieprijs. Bij het controleren van de transacties in de NVM-database (stamkaarten) bleek dat deze transacties door twee verschillende makelaars waren afgemeld. Er is voor gekozen om één van deze dubbele transacties te verwijderen.

Voor een deel van de waarnemingen (43 transacties) geldt dat er geen bouwjaar bekend was. Voor deze ontbrekende waarnemingen is het bouwjaar aangehouden zoals deze in de basisregistratie voor adresgegevens bekend is.

5.4 Beschrijving variabelen

De variabelen die gebruikt zijn tijdens dit onderzoek worden ingedeeld in drie hoofdgroepen: (1) objectkenmerken (bijv. bouwjaar, type verwarming), (2) tijdsvariabelen (bijv. transactiedatum), en (3) locatiekenmerken (bijv. leefbaarheid, postcode).

5.4.1 Objectkenmerken

In deze paragraaf worden de objectkenmerken besproken. Objectkenmerken zijn kenmerken die de fysieke staat van de woning weergeven.

Type warmteopwekking

Het type warmteopwekking is geen onderdeel van de door Brainbay aangeleverde dataset. Om de data te verkrijgen zijn de stamkaarten uit de NVM-database uitgelezen. Dit bestand was niet geheel compleet omdat niet voor elke woning het type warmte opwekking is ingevuld (door de makelaar). Dit betrof ongeveer 400 waarnemingen, voor deze woningen zijn de stamkaarten met foto's en plattegronden bekeken om te achterhalen welk type warmteopwekking deze woningen heeft. In sommige gevallen waren de woningen ook al op een eerder moment verkocht en is op deze wijze het type warmteopwekking achterhaald. In de onderstaande tabel 5 staat de verdeling van het type warmteopwekking weergegeven.

Tabel 5 frequentie type warmteopwekking

Verwarming	Freq.	Percent	Cum.
Blokverwarming	6	0,18	0,18
Cv-ketel	1.308	39,26	39,44
Electrische verwarming	2	0,06	39,50
Gehuurde Warmtepomp	5	0,15	39,65
Hybride warmtepomp	2	0,06	39,71
Pelletkachel	3	0,09	39,80
Stadsverwarming	1.963	58,91	98,71
Warmtepomp	43	1,29	100,00
Total	3.332	100,00	

Voor de verwarmingstypen elektrische verwarming (2), gehuurde warmtepomp (5) en pelletkachel (3) is het aantal waarnemingen dermate klein is, dat deze woningen buiten de analyses hebben gehouden (10 woningen). De woningen met type blokverwarming bleken na controle woningen met stadswarmte te zijn, deze als zodanig meegenomen.

Niet alle installaties zijn eigendom. Voor 5 van de warmtepompen stond specifiek aangegeven dat dit gehuurde warmtepompen zijn. Maar het zou heel goed kunnen zijn dat er ook een deel van de cv-ketels wordt gehuurd en ook blijkt niet uit de data van de makelaars of de afleverset voor de stadswarmte in eigendom is of dat deze wordt gehuurd.

Met betrekking tot de afleverset voor stadswarmte is het aannemelijk dat deze in eigendom blijft van Vattenfall, dit is namelijk wat het bedrijf zelf aangeeft (Vattenfall, 2022). Er is dus geen informatie bekend over het eigendom van de cv-installatie, hetgeen de resultaten kan beïnvloeden.

Voor de hybride cv-ketels (2) is er in dit onderzoek voor gekozen om deze samen te voegen met cv-ketels, vanwege de gasaansluiting (die de woning dan heeft), het niet hebben van stadswarmte en

omdat de investeringskosten voor een hybride cv-ketels beter overeenkomt met een reguliere cv-ketel in plaats van een warmtepomp of stadswarmte.

In de onderstaande tabel 6 wordt de verdeling tussen het type warmteopwekking na bewerking weergegeven.

Tabel 6 frequentie warmteopwekking na bewerking

Verwarming	Frequentie	Percentage	Percentage (cum)
Cv-ketel	1.310	39,43	39,43
Stadsverwarming	1.969	59,27	98,71
Warmtepomp	43	1,29	100.00
Totaal	3.322	100.00	

Woningtypen

In de dataset aangeleverd door Brainbay worden de woningen opgesplitst in 19 verschillende woningtypen. Gelet op de omvang van de dataset (totaal 3.322 waarnemingen), is ervoor gekozen om de verschillende woningtypen te reduceren naar twee woningtypen, meergezinswoningen en eengezinswoningen. In de onderstaande tabel 7 staan de twee woningtypen en het al dan niet aanwezig zijn van stadswarmte aangegeven.

Tabel 7 verdeling warmteopwekking en type woning

Type woning	Verwarming			Totaal
	Cv-ketel	Stadsverwarming	Warmtepomp	
EGW	1,103	1,447	41	2.591
MGW	207	522	2	731
Totaal	1.310	1.969	43	3.322

Tijdens het uitvoeren van de regressieanalyses is vast komen te staan dat woningtype niet significant is voor de woningprijzen in Almere. Deze variabele is vervolgens niet meegenomen in de uiteindelijke analyse.

Gebruikersoppervlakte

De belangrijkste waarneming van de oppervlakte is het gbo (gebruikersoppervlakte), deze wordt vastgesteld op basis van de 'Meetinstructie gebruiksoppervlakte woningen juli 2019' en is qua oppervlakte de meest verklarende variabele voor de transactieprijs.

In de dataset is er één woning waarvan het gbo naderhand is aangepast op basis van de basisregistratie adresgegevens. De waarneming was op basis van de aangeleverde dataset 999m², in de basisregistratie adresgegevens staat het gbo aangegeven als 132 m².

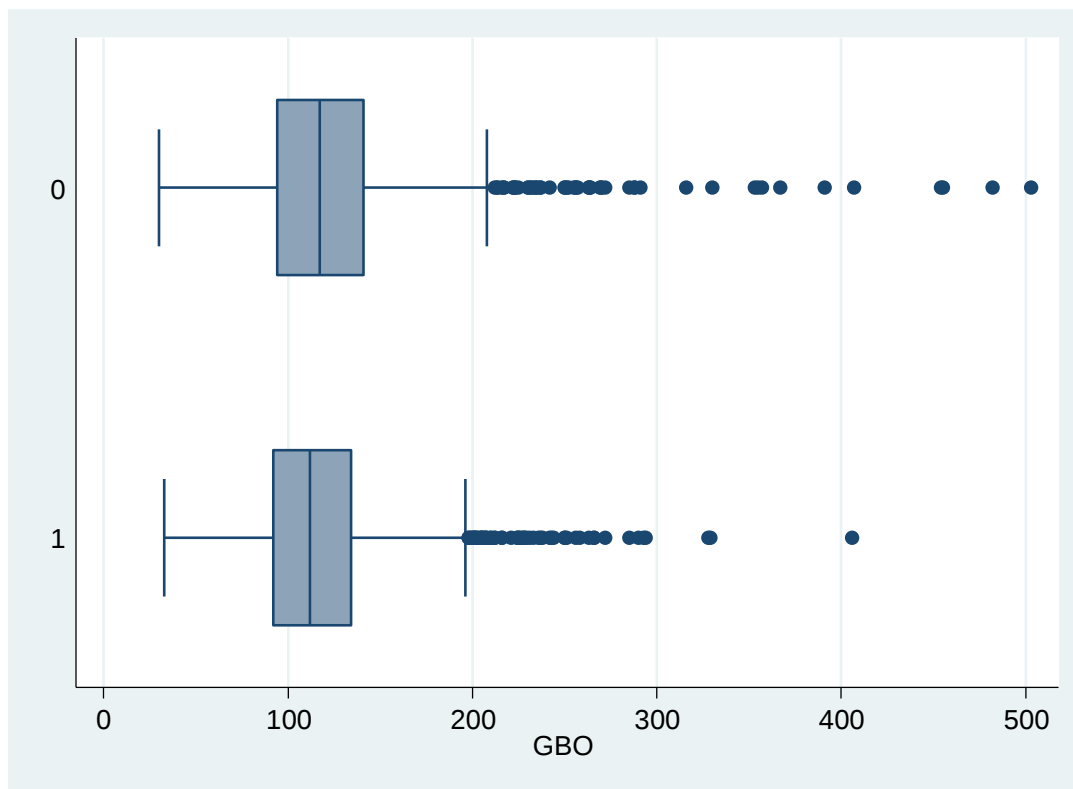
Tabel 8 gemiddelde gbo woningen

Variabele	Observaties	Gemiddelde	Std. Dev.	Min	Max
gbo	3,322	118,77	42,15	30	503

In de bovenstaande tabel 8 is samenvatting gegeven van de waarnemingen van het gbo van de gebruikte dataset.

In de onderstaande boxplot (figuur 7) is de spreiding van de gebruikersoppervlakten voor zowel woningen met als de woningen zonder stadswarmte weergegeven. De verdeling lijkt gelijkwaardig te zijn, maar er wordt opgemerkt dat de mediaan en het derde kwartiel van de woningen met stadswarmte waarneembaar kleiner te zijn. Ook is de grootste woning (zonder outliers) voor woningen met stadswarmte kleiner. Gemiddeld zijn de woningen met stadswarmte 7,71 m² kleiner en dit verschil significant (bijlage 7).

Figuur 4 boxplot verdeling gbo (1= stadswarmte, 0= geen stadswarmte)



Overige oppervlakten

Naast het gbo is er ook rekening gehouden met de volgende onderdelen die te maken hebben met oppervlakte: wel of geen schuur, gebouwgebonden buitenruimte, wel of geen externe bergruimte en over inpandige ruimte.

Voor alle van de bovenstaande dichotome kenmerken geldt dat wanneer de waarde nul is (in de database), het kenmerk niet aanwezig is, wanneer er wel een waarde is ingevuld het kenmerk wel aanwezig is.

Bouwjaar

De eerste woningen in Almere zijn opgeleverd in 1976. In de oorspronkelijke dataset die is verkregen van Brainbay staan bouwjaar grotendeels aangegeven. Het is aannemelijk dat deze zijn gebaseerd

op de basisregistratie van adresgegevens, een onderdeel van het Kadaster. Een klein deel van de woningen kent in het databestand geen bouwjaar, bij het aanvullen van de database is gebruik gemaakt van de basisregistratie adresgegevens om het bestand compleet te maken.

Tabel 9 verdeling bouwperioden en verwarming

Bouwperiode	Verwarming			
	Cv-ketel	Stadsverwarming	Warmtepomp	Totaal
1971-1980	157	8	1	166
1981-1990	290	538	1	829
1991-2000	395	713	0	1.108
2001-2010	346	355	3	704
2011-2020	120	350	24	494
2021-2030	2	5	14	21
Totaal	1.310	1.969	43	3.322

In de bovenstaande tabel 9 staat de verdeling weergegeven tussen de verschillende bouwperioden en de aanwezigheid van stadswarmte.

Energie label

Het energielabel is geen onderdeel van de door Brainbay aangeleverde dataset. Om de data te verkrijgen zijn de stamkaarten uit de NVM-database uitgelezen. Dit bestand was niet geheel compleet, op basis van de database van de Rijksoverheid (EP-online), is de dataset compleet gemaakt.

Hierbij is er dus voorrang gegeven aan het energielabel dat door de makelaars is vermeld en wanneer deze niet beschikbaar was is de data aangevuld met de data van EP-online. Hierbij is steekproefsgewijs getoetst wat de afgiftedatum was van het energielabel is. Tijdens de steekproef zijn er geen waarnemingen geconstateerd, waarbij het energielabel later is afgegeven dan de transactiedatum. Het is voor een deel van de woningen echter mogelijk dat het energielabel op transactiedatum niet correspondeert met het energielabel in de gebruikte dataset.

De energielabels zijn nadien geclusterd in 4 groepen; 1 is energielabel A of beter, 2 is energielabel B-C, en groep 3 zijn alle woningen met een energielabel D-G, daarnaast is er nog een groep die niet beschikt over een energielabel. In de onderstaande tabel (9) staat de verdeling weergegeven.

Tabel 10 verdeling energielabel en verwarming

Energie label	Verwarming			Totaal
	Cv-ketel	Stadsverwarming	Warmtepomp	
> A	567	1.504	43	2.114
B-C	701	453	0	1.154
D-G	24	1	0	25
Geen energielabel	18	11	0	29
Totaal	1.310	1.969	43	3.322

Binnenonderhoud

Het binnenonderhoud geeft de onderhoudstoestand van de woning aan de binnenzijde aan en is onderdeel van de geobjectiveerde kenmerken in de Brainbay database. Op basis van deze beoordeling zijn de woningen ingeschaald van 1 voor slechte staat van onderhoud tot 9 voor een goede staat van onderhoud.

Omdat er wordt gewerkt met een relatief kleine populatie van 3.322 woningen is ervoor gekozen om deze te categoriseren in 3 groepen; 1 (slecht) voor woningen met een cijfer 1, 2, 3. Woningen met een cijfer 4, 5, 6 voor hebben een cijfer 2 (redelijk) en 3 (goed) voor woningen met een cijfer 7, 8, en 9. In de onderstaande tabel 11 wordt de score voor het binnenonderhoud en het type warmteopwekking weergegeven.

Tabel 11 verdeling binnenonderhoud en verwarming

Onderhoud binnen	Verwarming			Totaal
	Cv-ketel	Stadsverwarming	Warmtepomp	
1 (slecht)	103	106	1	210
2 (redelijk)	55	79	0	134
3 (goed)	1.152	1.784	42	2.978
Totaal	1.310	1.969	43	3.322

Buitenonderhoud

Het buitenonderhoud geeft de onderhoudstoestand van de woning aan de buitenzijde aan en is onderdeel van de geobjectiveerde kenmerken in de Brainbay database. Op basis van deze beoordeling zijn de woningen ingeschaald van 1 voor slechte staat van onderhoud tot 9 voor een goede staat van onderhoud.

Omdat er wordt gewerkt met een relatief kleine populatie van 3.322 woningen is ervoor gekozen om deze te categoriseren in 3 groepen; 1 voor woningen met een cijfer 1, 2, 3, twee voor woningen met een cijfer 4, 5, 6, en 3 voor woningen met een cijfer 7,8 en 9. In de onderstaande tabel 12 wordt de score voor het buitenonderhoud en het wel of niet aanwezig zijn voor stadswarmte weergegeven.

Tabel 12 verdeling buitenonderhoud en verwarming

Onderhoud buiten	Verwarming			Totaal
	Cv-ketel	Stadsverwarming	Warmtepomp	
1 (slecht)	95	81	0	176
2 (redelijk)	1.042	1.584	23	2.649
3 (goed)	173	304	20	497
Totaal	1.310	1.969	43	3.322

Aantal kamers

In de database van Brainbay is het aantal kamers opgenomen. In tegenstelling tot de meeste andere continue variabele hebben wij deze niet in logaritmische vorm opgenomen in de regressieanalyse. In de onderstaande tabel is de verdeling tussen aantal kamers en type verwarming weergegeven.

Tabel 13 verdeling aantal kamers en verwarming

Aantal kamers	Verwarming			Totaal
	Cv-ketel	Stadsverwarming	Warmtepomp	
1	6	12	1	19
2	39	89	2	130
3	190	405	5	600
4	359	459	15	833
5	473	706	14	1.193
6	176	231	4	411
7	48	49	1	98
8	8	13	0	21
9	5	4	0	9
10	2	0	1	3
11	3	1	0	4
12	1	0	0	1
Totaal	1.310	1.969	43	3.322

Tijdens het uitvoeren van de regressieanalyse is vast komen te staan dat het aantal kamers niet significant is voor de woningprijzen in Almere. Deze variabele is vervolgens niet meegenomen in de uiteindelijke analyse.

5.4.2 Tijdsvariabelen

Transactiedatum

In de database staat de datum van ondertekening van koopakte opgenomen. Dit is in tegenstelling tot het Kadaster de datum van het ondertekenen van de akte van levering hanteert als het moment van koop. In onze database staan verkoopprijzen opgenomen van woningen in Almere van 1 januari 2021 tot en met 31 december 2022. In dit onderzoek is de data die is opgenomen in de Brainbay database geformatteerd als tijd-variabelen en meegenomen in de hedonische analyse.

Looptijd

Tot slot is ook meegenomen hoe lang de woning te koop heeft gestaan voordat deze was verkocht. Deze data komt uit de Brainbay database en staat aangegeven als de verkooptijd in dagen.

5.4.3 Locatie variabelen

Een belangrijke indicator voor woningprijzen is de locatie. Het is gebruikelijk om hiervoor de postcode of wijkcode te gebruiken. In dit getal zit natuurlijk een geografische component; waar ligt een wijk ten opzichte van de snelwegen andere wijken, hoe snel is Amsterdam te bereiken, en welke voorzieningen zijn aanwezig.

Wijknummer

Eerst is geprobeerd om de wijknummers als dummy variabele mee te nemen in de hedonische analyse. Dit leverde twee obstakels op. De warmteopwekking is geen significant onderdeel meer van de woningprijs en de data werd in dermate veel groepen opgesplitst dat het gehele model niet significant is. Wijknummer heeft naast een geografisch component ook een hoge correlatie met het type woning en de bouwperiode. Na het verzamelen van alle data blijkt dat het wel of niet aangesloten zijn op een warmtenet voor bijna 100% wordt bepaald door de wijk waarin de woning ligt. Dit stelt het onderzoek voor een grote uitdaging omdat het wijknummer niet alleen de aanwezigheid voor stadswarmte verklaard, maar ook geografische en objectkenmerken voor een deel verklaard en dus een betere verklarende heeft voor de woningprijs als enkel het kenmerk 'type warmteopwekking'. Om de locatie toch te kunnen meenemen is ervoor gekozen om in plaats van het wijknummer of wijk het viercijferige postcodegebied aan te houden. Hierbij wordt er dus op een hoger schaalniveau gekeken.

4-Cijferig postcodegebied

Het 4-cijferig postcodegebied is als dummy variabelen meegenomen in de hedonische prijsanalyse. Hierbij werd tegen hetzelfde probleem aangelopen als bij het wijknummer. Het model is in zijn geheel niet meer significant, maar ook blijkt dat de verschillende typen warmteopwekking (stadswarmte, cv-ketel, warmtepomp) niet meer significant te zijn. Dit kan op eenzelfde manier worden verklaard als de afname van de significantie bij het wijknummer namelijk dat het postcodenummer volledig verklaart welk type warmteopwekking de woning heeft.

Stadsdelen

In Almere zijn er 5 stadsdelen (Almere Hout, Almere Stad, Almere Haven, Almere Poort en Almere Buiten). Wanneer er op dit schaalniveau wordt gekeken naar de verdeling van het type warmteopwekking blijkt deze ook bijna volledig te worden verklaard door het stadsdeel waar de woning in ligt.

Waarderingscores

Omdat er zo nauwe relatie is tussen het postcodegebied, het wijknummer, het stadsdeel enerzijds en het type warmteopwekking anderzijds is in dit onderzoek getracht om een waardering van de locatie in het model op te nemen zonder dat dit een relatie heeft met daadwerkelijke geografische locatie.

Hiervoor zijn twee waarderingscijfers gebruikt. De eerste is het rapportcijfer van de leefbaarheid daarnaast is er een rapportcijfer voor de aanwezigheid van sociale voorzieningen gebruikt. Beide cijfers worden gepubliceerd door het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

De leefbarometer is ontwikkeld om tot op een laag schaalniveau een inschatting te geven van de leefbaarheid in Nederland. Dat is gedaan aan de hand van een groot aantal kenmerken van de woonomgeving zoals type voorzieningen lokale geluidsbelasting en onveiligheid (Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, 2022).

Het rapportcijfer voor de aanwezigheid van sociale voorzieningen is een samenstelling van kenmerken die betrekking hebben op de kwaliteit van sociale voorzieningen in een wijk.

Urbanisatiegraad

De urbanisatiegraad is onderdeel van de Brainbay database en geeft aan in welke mate er sprake is van urbanisatie. Dit wordt gemeten door het aantal adressen binnen een straal van 1 km te nemen. De

urbanisatiegraad is verdeeld in 5 categorieën; 1 is zeer sterk stedelijk, 2 is sterk stedelijk, 3 is matig stedelijk, 4 is weinig stedelijk, 5 is niet stedelijk. In de tabel 14 zijn de frequenties van de mate van verstedelijking en het wel of niet aanwezig zijn van stadswarmte weergegeven.

Tabel 14 verdeling urbanisatiegraad en verwarming

Urbanisatiegraad	Verwarming			Totaal
	Cv-ketel	Stadsverwarming	Warmtepomp	
1	0	60	0	60
2	782	1.180	1	1.963
3	352	528	2	882
4	93	174	5	272
5	83	27	35	145
Totaal	1.310	1.969	43	3.322

5.5 Conclusie

Het onderzoeksontwerp is opgebouwd, met een dataset die woningkenmerken, locatiegegevens en tijdsvariabelen combineert. De dataset bestaat uit 3.322 transacties, waarbij ongeveer 59% aangesloten is op stadswarmte en ongeveer 40% een cv-ketel heeft, ongeveer 1% heeft een warmtepomp. Het hoofdstuk benadrukt de uitdagingen van collineariteit en de gekozen oplossingen, zoals waarderingsscores. Hoofdstuk 6 presenteert de resultaten van de regressieanalyses en bespreekt de invloed van warmteopwekking op woningprijzen.

6 Resultaten

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten van dit onderzoek gepresenteerd. In het eerste deel van dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd met betrekking tot de objectkenmerken, vervolgens wordt het element tijd aan de analyse toegevoegd. Met betrekking tot de verklarende variabelen voor locatie zijn er een aantal mogelijke methoden toegepast. Deze zullen afzonderlijk van elkaar worden behandeld.

6.1 Regressie op basis van objectkenmerken

Als eerste is er een multivariabele regressie uitgevoerd voor de verschillende objectkenmerken. De volgende objectkenmerken zijn meegenomen in de analyse: de gebruikersoppervlakte, type warmteopwekking, het energielabel, het bouwjaar, overige inpandige ruimte, gebouwgebonden buitenruimte, aanwezigheid van externe bergruimte, de staat van onderhoud (zowel intern als extern).

De regressie (tabel 16) resulteert in een verklarende waarde (R^2) van 82,64%. Hierbij zijn alle woningenkenmerken significant. Wanneer er wordt gekeken naar de invloed van type warmteopwekking op verkoopprijzen, blijkt dat stadswarmte een significant positief effect heeft ten opzichte van een cv-ketel, de warmtepomp heeft een sterker positief effect.

Ten opzichte van een cv-ketel heeft stadswarmte een positief effect van ongeveer 5,4% en binnen een betrouwbaarheidsinterval van 95% heeft stadswarmte een positief effect op de verkoopprijs van tussen de 4,4% en 6,4%.

De aanwezigheid van een warmtepomp heeft een sterk positief effect op de woningprijs van 20,5%, en binnen een betrouwbaarheidsinterval van 95% heeft een warmtepomp een positief effect op de verkoopprijs van tussen de 15,2% en 25,7%.

Het is belangrijk om aan te geven dat invloedrijke kenmerken, namelijk de locatie en tijd geen onderdeel zijn van de analyse. Wanneer er sec wordt gekeken naar de objectkenmerken lijkt stadswarmte een positief effect te hebben op de woningprijzen.

6.2 Regressie op basis van objectkenmerken en tijd

Een belangrijke factor voor woningprijzen is tijd. Over het algemeen is bekend dat gedurende de tijd vordert de woningprijzen stijgen. In het onderhavige onderzoek zijn slechts transacties meegenomen van twee jaar, namelijk van 1 januari 2021 tot en met 31 december 2022. Hierdoor is er een beperkte variantie met betrekking tot het kenmerk tijd wanneer dit wordt vergeleken met onderzoeken die een langere periode beslaan. Deze variabele is aangeduid met datumtr en is per dag gemeten. Ook is meegenomen hoe lang de woning te koop heeft gestaan dit wordt aangeduid met looptijd.

In de regressieanalyse (tabel 16) is naast de objectkenmerken de factor tijd meegewogen. Deze analyse resulteert in een verklarende waarde van 84% waarbij alle kenmerken significant zijn.

Ook uit deze analyse blijkt dat stadswarmte ten opzichte van een cv-ketel een positief effect op verkoopprijzen heeft van ongeveer 5,8% en binnen een betrouwbaarheidsinterval van 95% heeft stadswarmte een positief effect op de verkoopprijs van tussen de 4,8% en 6,7%.

De aanwezigheid van een warmtepomp heeft ook een sterk positief effect op de woningprijs van 18,52%, en binnen een betrouwbaarheidsinterval van 95% heeft een warmtepomp een positief effect op de verkoopprijs van tussen de 13,26% en 23,78%.

De coëfficiënt van de variabele datumtr is 0.0001988, dat wil zeggen dat voor elke dag na 1 januari 2021 de woningprijzen gemiddeld 0,01988% per dag stijgt. Dit komt neer op een stijging van de gemiddelde transactieprizen van ongeveer 14,5% in twee jaar.

6.3 Regressie op basis van objectkenmerken, tijd en locatie

Locatie is een van de belangrijkste determinanten voor woningprijzen. In dit specifieke onderzoek wordt er alleen gekeken naar woningtransacties binnen de stad Almere waardoor er voor dit kenmerk er een redelijke mate van homogeniteit bestaat. Desalniettemin is locatie binnen Almere nog steeds een belangrijke factor welke invloed heeft op de transactieprizen. In dit onderzoek is in eerste instantie het viercijferige wijknummer als dummy variabele opgenomen in de regressieanalyse. Bij deze analyse geeft het model geen kans op toeval voor het gehele model (zie bijlage 1). Dit heeft naar alle waarschijnlijkheid als reden dat de populatie (3,322 waarnemingen) wordt opgesplitst in te veel subpopulaties. Echter loopt het onderzoek hier ook tegen de situatie aan dat het type warmteopwekking niet meer significant is. Dit is op eenvoudige wijze te verklaren; stadswarmte is namelijk per wijk wel of niet aanwezig en alle woningen binnen de wijk zijn of wel of niet aangesloten op stadswarmte.

Omdat wijknummer volledige multicollineariteit heeft met type warmteopwekking kan wijknummer dus niet worden gebruikt als variabele. Kortom het wijknummer geeft aan welk type warmteopwekking alle woningen in die wijk heeft, maar heeft meer verklarende werking bijvoorbeeld: een geografische component, welke voorzieningen aanwezig zijn en hoe ver deze vanaf de wijk liggen, een uiterlijke component bijvoorbeeld voor woningtype of aangezichten van woningen, maar ook hoe de wijk is opgebouwd; is het een ruim opgezette groene wijk of is het een stadswijk, hoeveel er criminaliteit is er en hoe veiligheid wordt ervaren, eigenlijk alle kenmerken die een wijk een wijk maken.

Voorafgaand aan dit onderzoek bestond er een vermoeden dat straten of buurten in ieder geval voor een deel zouden zijn aangesloten op stadswarmte of niet. Het was niet duidelijk dat deze volledig overeen zou komen met postcodenummer. Om toch locatie mee te nemen in de analyse zonder wijknummer is gekeken naar een hoger schaalniveau om zo tot een locatiekenmerk te komen waar zowel woningen met stadswarmte als woningen met cv-installatie aanwezig zijn.

Eerst is in plaats van wijknummer de vier cijfers van de postcode gebruikt, maar ook alle woningen binnen de 4-cijferige postcode hebben of wél of geen stadswarmte. Daarna zijn alle postcodegebieden ingedeeld in stadsdelen. Hiervan zijn er vijf, namelijk: Almere stad, Almere Hout, Almere poort, Almere Buiten en Almere Haven. Na alle woningen te hebben ingedeeld in deze 5 stadsdelen blijkt alsnog dat alle woningen (bijna zonder uitzondering) wel of geen stadswarmte hebben (tabel 15). Een dermate hoog schaalniveau resulteert tevens in een minder goede weergave van de daadwerkelijke locatie van de woning, immers er zijn maar 5 stadsdelen.

Tabel 15 verdeling Stadsdeel en verwarming

Stadsdeel	Verwarming			Totaal
	Cv-ketel	Stadsverwarming	Warmtepomp	
Almere Buiten	908	0	2	910
Almere Haven	329	2	6	337
Almere Hout	72	0	34	106
Almere Poort	1	356	0	357
Almere Stad	0	1,611	1	1,612
Totaal	1310	1,969	43	3,322

In de bijlagen (bijlage 2) staan de lineaire regressieanalyses met de postcodegebieden en de wijknummers gepresenteerd. Deze modellen hebben een verklarende waarde van respectievelijk 86,83% en 86,54%. Hierbij wordt opgemerkt dat het type warmteopwekking niet meer significant is. Dit wordt verklaard door multicollineariteit tussen wijknummer/postcodegebied en warmteopwekking.

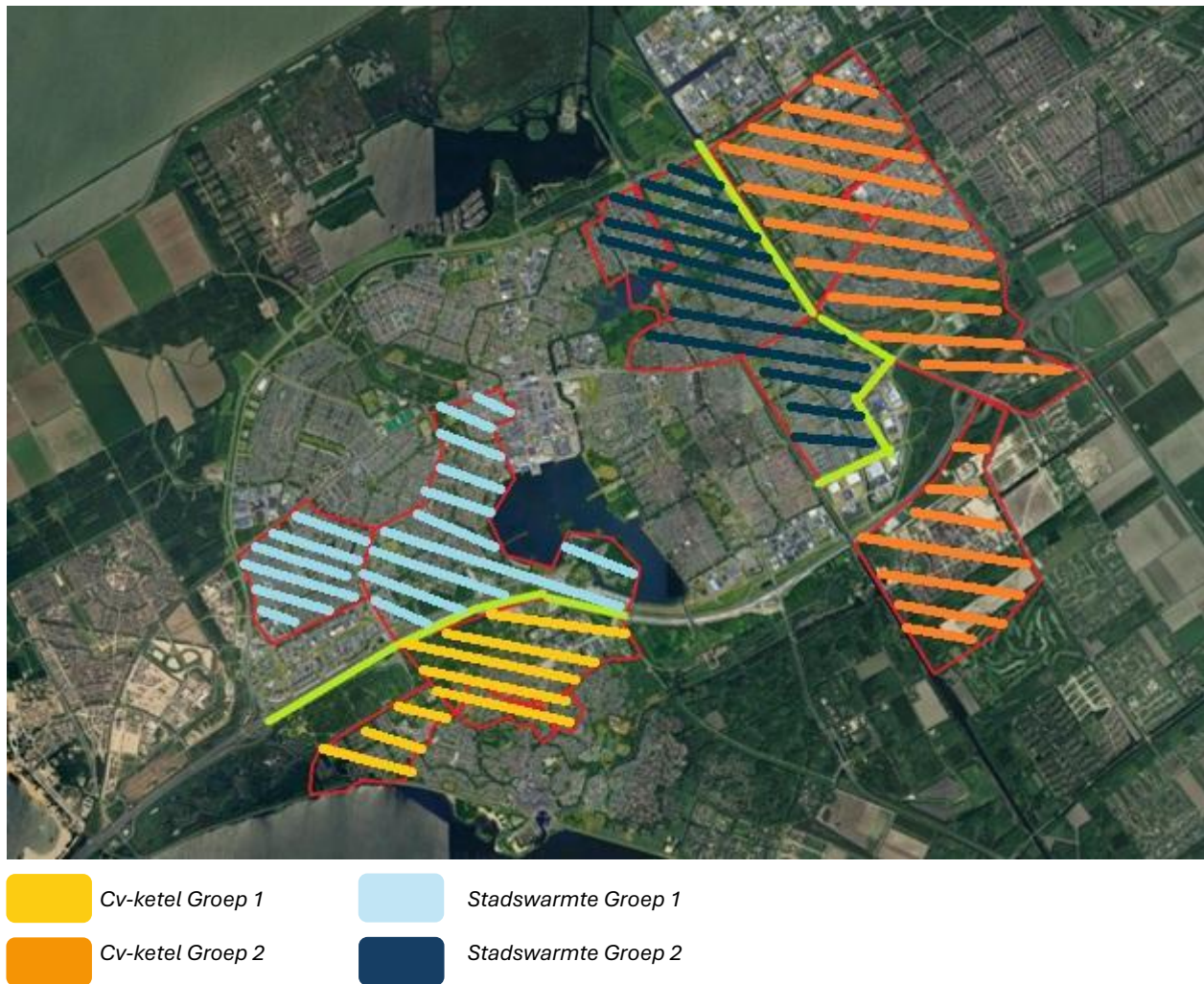
In de bijlage (bijlage 3) staat de regressieanalyse op basis van stadsdelen. Hierbij is te zien dat alleen de aanwezigheid van een warmtepomp significant is. Het wel of niet aanwezig zijn van stadswarmte ten opzichte van een cv-ketel is niet significant, sterker nog, er is een 60% kans dat dit op toeval berust. De verklaarde waarde (r^2) is 85,72%, waarmee het model een fractie minder verklarende waarde heeft ten opzichte van de modellen met postcodes en wijknummers.

Boundary fixed effects

Er zijn eerder onderzoeken uitgevoerd waarbij de locatie het onderzoek bemoeilijkt. In eerder uitgevoerd onderzoek naar de invloed van scholen op woningprijzen in de omgeving (Black, 1999) heeft zich een vergelijkbare situatie voorgedaan. In dit onderzoek is er gebruik gemaakt van zogenaamde boundary fixed effects. Hierin worden aan elkaar grenzende wijken verdeeld in twee groepen; één groep van wijken die grenzen aan een gebied met woningen met een andere school. Deze woningen worden aangeduid met een cijfer (bijvoorbeeld 1) en wijken die niet grenzen aan wijken met een andere school worden aangeduid met een ander cijfer (bijvoorbeeld 0). Door alleen de groep met het cijfer 1 te analyseren wordt er gecorrigeerd voor de locatievariabele.

In het onderhavige onderzoek is er ook border fixed effect toegepast. De wijken zijn verdeeld in een groep die grenst aan een andere wijk met een ander type warmteopwekking kortom wijken met stadsverwarming en wijken met cv-ketels die aan elkaar grenzen behoren tot één groep. Dit is hieronder weergegeven in figuur 7.

Figuur 7 kaartweergave boundary fixed effects



In het bovenstaande overzicht staan de verschillende gebieden weergegeven. De blauw gearceerde gebieden zijn gebieden waar woningen stadswarmte hebben. De geel/oranje gearceerde gebieden hebben een cv-ketel. De grenzen zijn met fel groen aangegeven. De linker grens (licht blauw en geel) is één groep en de rechtergrens (donkerblauw en oranje) is één groep.

Het is hierbij van belang om de resultaten goed te interpreteren. Almere is een stad die geografisch gezien is opgebouwd uit een aantal stadsdelen waarbij de stadsdelen en wijken vaak gescheiden zijn door (snel)wegen, waterwegen, sportvelden en andere niet natuurlijk grenzen. De stadsdelen zijn daarmee van elkaar gesplitst waardoor de karakteristieken van de wijken met elkaar verschillen. In de tabel 16 staat de regressie weergegeven.

Het aantal transacties is sterk afgenomen door het toepassen van boundary fixed effects. De totale steekproef bedroeg 3.322 transacties en nu nog maar 1.084. De totaal verklarende waarde van het model is afgenomen naar 81,81%.

Deze groep is ingedeeld in twee groepen. Boundary fixed effects groep 1 kent 368 observaties, en heeft een r^2 van 85,55%. De uitkomsten van de regressie wijzen uit dat er geen significant verschil is tussen de transactieprijs van woningen met stadsverwarming en cv-ketel.

Boundary fixed effects groep 2 kent 716 observaties, en heeft een r^2 van 82,21%. De uitkomsten van de regressie wijzen uit dat er geen significant verschil is tussen de transactieprijs van woningen met stadsverwarming en cv-ketel.

Het resultaat is niet significant. Dat kan het gevolg zijn van het lage aantal transacties, maar ook door de verschillen tussen de wijken.

Het nadeel van de gebruikte methode is dat wijken met in de basis verschillende karakteristieken met elkaar worden vergeleken en als één groep worden beschouwd, terwijl de wijken van elkaar verschillen.

In het onderzoek waar de invloed van scholen op woningprijzen is onderzocht (Black, 1999) worden alleen transacties met elkaar vergeleken wanneer deze niet zijn gescheiden door spoor-, snel- en waterwegen omdat de wijken dan niet meer goed te vergelijken zijn.

Dit levert in het onderhavige onderzoek een probleem op omdat er altijd duidelijke grenzen zijn tussen wijken met en zonder stadswarmte. Dit wordt mede verklaard vanwege het feit dat deze wijken altijd in verschillende stadsdelen liggen. Daarom is er gezocht naar een andere methode om locatievariabele los te zien van de geografische ligging.

Waarderingsscores als locatievariabelen

Er is gekeken naar een waardering van de locatie zonder dat de geografische locatie een onderdeel is van deze waardering. Een oplossingsrichting is om een beoordeling van de locatie als uitgangspunt nemen. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van de leefbaarheidsscore, de urbanisatiegraad en een rapportcijfer voor aanwezige sociale voorzieningen.

De verklarende waarde het regressiemodel op basis van deze waarderingsscores benadert de verklarende waarde van het regressiemodel met wijknummers. De r^2 is namelijk 85,4% voor het model met de drie waarderingsscores en 86,8% voor het model met wijknummers.

Tegelijkertijd zijn er ook kenmerken binnen het concept postcode die niet volledig worden meegenomen in deze drie onderdelen (urbanisatiegraad, sociale voorzieningen, leefbaarheidsscore). Een voorbeeld zou kunnen zijn de afstand naar Amsterdam toe (gelet op de functie van slaapstad Almere).

Type warmteopwekking is in deze regressieanalyse significant. De coëfficiënten voor stadswarmte en warmtepomp zijn in deze regressieanalyse positief. Ten opzichte van een cv-ketel zijn de transactiepreisen van woningen met stadswarmte 5,5% hoger als de transactiepreisen van woningen met een cv-ketel. Binnen een betrouwbaarheidsinterval van 95% heeft stadswarmte een positief effect op de verkoopprijs van tussen de 4,54% en 6,54%.

De aanwezigheid van een warmtepomp heeft eveneens een significant positief effect op de verkoopprijzen. De aanwezigheid van een warmtepomp heeft een positief effect op de transactieprijs van 7,4% ten opzichte van een cv-ketel. Binnen een betrouwbaarheidsinterval van 95% heeft een warmte een positief effect op de verkoopprijs van tussen de 1,11% en 13,8%.

Naast de regressie van het gemiddelde is er ook een regressie uitgevoerd op basis van de mediaan. De regressie van de mediaan heeft als voordeel dat er de regressie toegepast bij niet normaal verdeelde data. Daarnaast is de mediane regressie minder gevoelig voor outliers. De uitkomsten van deze regressie verklaren in mindere mate de transactieprizen ten opzichte van de regressieanalyses op basis van het gemiddelde. De uitkomsten van deze regressie duiden op een hogere transactieprijs van 5,3% voor woningen met stadswarmte ten opzichte van een cv-ketel. De aanwezigheid van een warmtepomp heeft een positief effect van ongeveer 9,5%. De significantie van deze waarden neemt wel af

In de volgende tabel 16 staat het overzicht van de regressieanalyses weergegeven. De meest verklarende analyse voor heel Almere is de regressie waar in de locatiescores zijn opgenomen. Het model geeft aan dat stadswarmte een positief effect heeft op de woningprizen van ongeveer 5% (t.o.v. een cv-ketels). Het effect van een warmtepomp op de woningprizen is 9%.

.

Tabel 16 Overzicht regressieanalyses

	(1) objectkenmerken	(2) + tijd	(3) Boundary FE	(4) Boundary FE groep 1	(5) Boundary groep 2	(6) locatiescore	(7) Median- locatiescore
loggbo	0.730*** (0.010)	0.736*** (0.010)	0.716*** (0.019)	0.724*** (0.033)	0.670*** (0.021)	0.697*** (0.009)	0.670*** (0.009)
cvketel	-	-	-	0.037 (0.087)	-0.555 (0.063)	-	-0.095*** (0.025)
stadsverwarming	0.054*** (0.005)	0.058*** (0.005)	0.014 (0.009)	-0.018 (0.085)	-0.031 (0.063)	0.055*** (0.005)	-0.042* (0.025)
warmtepomp	0.205*** (0.027)	0.185*** (0.027)	0.083 (0.053)	-	-	0.074** (0.032)	-
energie	0.014** (0.006)	0.024*** (0.006)	0.002 (0.010)	0.003 (0.016)	0.013 (0.011)	0.021*** (0.005)	0.027*** (0.006)
bouwjaar	0.006*** (0.000)	0.007*** (0.000)	0.005*** (0.001)	0.009*** (0.001)	0.006*** (0.001)	0.005*** (0.000)	0.005*** (0.000)
overiginpandig	0.006*** (0.001)	0.006*** (0.001)	0.005*** (0.001)	0.002** (0.001)	0.007*** (0.001)	0.005*** (0.001)	0.007*** (0.000)
gebouwgebonden buitenruimte	0.003*** (0.001)	0.004*** (0.001)	0.007 (0.008)	0.031** (0.013)	-0.005 (0.001)	0.004*** (0.001)	0.004*** (0.001)
externeberggruimte	0.042*** (0.008)	0.038*** (0.008)	0.032** (0.013)	0.066*** (0.020)	0.014 (0.014)	0.038*** (0.007)	0.041*** (0.007)
onderhoudbinnen	0.045*** (0.005)	0.046*** (0.005)	0.044*** (0.008)	0.058*** (0.013)	0.312*** (0.010)	0.047*** (0.005)	0.045*** (0.006)
onderhoudbuiten	0.068*** (0.007)	0.064*** (0.006)	0.063*** (0.012)	0.035*** (0.020)	0.087*** (0.014)	0.056*** (0.006)	0.055*** (0.007)
schuur	-0.042*** (0.008)	- (0.008)	-0.053*** (0.015)	-0.088*** (0.020)	-0.015*** (0.017)	-0.049*** (0.008)	-0.044*** (0.008)
datumtr		0.045*** (0.000)	0.000*** (0.000)	0.000*** (0.000)	0.000*** (0.000)	0.000*** (0.000)	0.000*** (0.000)
looptijd		- (0.001)	-0.001*** (0.000)	-0.001*** (0.000)	-0.000*** (0.000)	-0.001*** (0.000)	-0.001*** (0.000)
leefbaarheid						0.008*** (0.001)	0.008*** (0.001)
rcsvoorziening						-0.003*** (0.001)	-0.003*** (0.001)
urbanisatiegraad						0.016*** (0.004)	0.007 (0.004)
Observations	3,322	3,322	1.084	368	716	3,322	3,322
R-squared	0.826	0.840	0.818	0.855	0.821	0.854	0.609 (pseudo)

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

6.4 Conclusie

De resultaten tonen dat zowel stadswarmte als warmtepompen een positief effect hebben op woningprijzen ten opzichte van woningen met een cv-ketel op gas. De warmtepompen blijken een sterker en consistent effect te hebben.

Stadsverwarming heeft op basis van alleen objectkenmerken een positief effect van ongeveer 5,4%, de aanwezigheid van een warmtepomp heeft een positief effect van ongeveer 20,5 %.

Wanneer er gekeken wordt naar objectkenmerken en tijdskenmerken heeft stadsverwarming een positief effect op woningprijzen van bijna 5,8%. Het positief effect van een warmtepomp is 18,5%.

Wanneer ook de locatie wordt betrokken gebruik makend van boundary fixed effects valt het op dat het type verwarming niet significant is. Bij deze analyse is het aantal waarnemingen sterk afgenomen. Wat verder opvalt is dat wanneer de boundary fixed effects worden toegepast het energielabel ook geen significant effect meer heeft op de woningprijs.

Als alternatief op het toepassen van de boundary fixed effects is er gewerkt met waardering scores als locatiekenmerken. Deze regressie resulteert in de hoogste r^2 waarbij alle onderdelen (waaronder het energielabel en type warmteopwekking) significant zijn. Stadswarmte heeft een positief effect op de woningprijs van 5,5% en een warmtepomp heeft een positief effect van 7,4%.

In de regressie waarbij de mediaan in plaats van het gemiddelde is gehanteerd resulteert in een afname van de significantie, de coëfficiënten blijven relatief gelijk ten opzichte van de regressie op basis van het gemiddelde

De implicaties van deze bevindingen worden verder uitgediept in de conclusie en reflectie van hoofdstuk 7.

7 Conclusie en Reflectie

In dit hoofdstuk worden de onderzoeksvragen beantwoord, zullen de resultaten worden geïnterpreteerd, vindt er een reflectie op het onderzoek plaats en worden er aanbevelingen gedaan voor eventueel toekomstig onderzoek.

7.1 Beantwoording van de onderzoeksvragen

In deze paragraaf wordt op basis van de resultaten antwoord gegeven op de hoofdvraag en deelvragen.

Hoofdvraag

In welke mate is er een verband tussen het type warmteopwekking en de verkoopprijs van woningen?

- Stadswarmte heeft een positief effect op woningprijzen, met een prijsverhoging van ongeveer 5,4% ten opzichte van woningen met een cv-ketel. Dit effect kan worden toegeschreven aan praktische voordelen zoals minder onderhoud en een goede leveringszekerheid, maar ook een beter energielabel (en daardoor betere financieringsmogelijkheden).
- Warmtepompen hebben een nog sterker effect, met een prijsverhoging van ongeveer 9%, dankzij de lagere gebruikskosten, daarnaast is de woning ook direct toekomstbestendig (omdat de woning geen gasaansluiting meer nodig heeft).

Deelvragen

1. Wat zijn de kenmerken van stadswarmte in Almere?

In het literatuuronderzoek en bij het verzamelen van de data is een beeld verkregen over de kenmerken van stadswarmte. In Almere is ongeveer 60% van de woningen aangesloten op stadswarmte. De stadswarmte van Almere wordt hoofdzakelijk opgewekt in Diemen (bij een elektriciteitscentrale die op gas werkt). Een klein deel wordt opgewekt door middel van gasketels voor piekbelasting en bij eventuele uitval. Op basis van het literatuuronderzoek lijkt stadswarmte zowel voor de gebruikersonafhankelijke kosten als voor de gebruikersafhankelijke kosten een duurdere optie te zijn in vergelijking met de levering van gas in combinatie met een cv-ketel (althans momenteel).

Tegelijkertijd zitten er ook voordelen aan stadswarmte bijvoorbeeld een beter energielabel, het niet hoeven te onderhouden en vervangen van een installatie en een relatief hoge leveringsgarantie zonder storingen. Voor stadswarmte is er geen ruimte nodig voor het plaatsen van de installatie zoals als bij een cv-ketel en/of warmtepomp met boiler.

Tijdens het verzamelen en analyseren van de data van de transacties in Almere is gebleken dat er een bijna volledige multicollineariteit is tussen postcodegebieden (en wijken) en het wel of niet aanwezig zijn van stadswarmte. Er is gekeken op een hoger schaalniveau namelijk op stadsdeelniveau. Zelfs op stadsdeelniveau is het wel of niet hebben van stadswarmte compleet afhankelijk van het stadsdeel waarin de woning ligt. Het komt eigenlijk niet voor dat wanneer een woning is aangesloten op stadswarmte woningeigenaren ervoor kiezen om hiervan af te stappen. De kosten hiervan zijn € 5.277

(Vattenfall, 2024) een aanzienlijk bedrag. Zeker wanneer er ook geïnvesteerd moet worden in een alternatief verwarmingssysteem.

Is er een verschil tussen woningprijzen met of zonder stadswarmte?

Om vast te stellen of er een verschil is in woningprijzen van woningen met stadswarmte en zonder stadswarmte is er een hedonische prijsanalyse uitgevoerd. Op basis van de analyse van de objectkenmerken lijkt de aanwezigheid van stadswarmte een positief effect te hebben op de woningprijs in relatie tot woningen met een cv-ketel. Deze analyse resulteert in een significant positief effect, maar de effecten van tijd en locatie zijn in deze analyse niet meegenomen.

Wanneer de tijdsvariabelen aan het model worden toegevoegd blijkt stadswarmte eveneens een positief en significant effect te hebben op woningprijzen ten opzichte van woningen met een cv-ketel.

Om met meer zekerheid iets kunnen zeggen over de waardering van type warmteopwekking is (naast het toepassen van het boundary fixed effect) een waardering van de locatie meegenomen in de regressieanalyse, zonder dat hier direct geografische kenmerken aan gekoppeld zijn. Dit leverde een even hoge r^2 als het model waarin de boundary fixed effects zijn meegenomen. Uit deze regressieanalyse blijkt dat de transactieprizen voor woningen met stadswarmte ongeveer 5% hoger liggen als transactieprizen van de woningen met een cv-ketel.

Is er een verband tussen verkoopprijzen met en zonder warmtepomp?

Op basis van de regressieanalyse met waarderingsscores als locatievariabelen blijkt dat de aanwezigheid van een warmtepomp een significant positief effect heeft van ongeveer 9% ten opzichte van een cv-ketel.

7.2 Interpretatie van de resultaten

De resultaten van dit onderzoek duiden op een hogere transactieprijs voor woningen met stadswarmte ten opzichte van woningen met een cv-ketel. Een warmtepomp heeft een nog sterker effect op de transactieprijs. De resultaten kunnen op een aantal manieren worden geïnterpreteerd.

Uit de analyse van de data blijkt dat woningen welke gebruik maken van stadswarmte een hoger energielabel hebben dan woningen met een cv-ketel. Dit zou een verklaring kunnen zijn voor dit verschil. Dit hangt ook samen met bijvoorbeeld financiering. Wanneer een woning een beter energielabel heeft is de rente vaak lager. De huidige rentekorting bij de drie grootbanken is bijvoorbeeld 0,10% tot 0,15% voor woningen met een energielabel A of beter (ING, 2024).

Een argument voor hogere woningprijzen voor woningen met stadswarmte zou kunnen zijn dat de perceptie leeft dat Nederland in de komende jaren van het gas af gaat. De marktperceptie zou kunnen zijn dat er voor woningen die niet zijn aangesloten op het warmtenet er nog geïnvesteerd moet worden in een aardgasloze oplossing.

Een deel van de aanleiding van dit onderzoek waren de vele negatieve nieuwsberichten. Dit zijn eigenlijk allemaal interviews en nieuwsberichten over huurders die niet blij waren met stadswarmte vanwege de hogere kosten. In retrospectief ligt dit waarschijnlijk in meerdere mate aan de verdeling van de kosten tussen de huurder en de verhuurder dan dat hij het sec aan de stadsverwarmingsinstallatie ligt. Kosten voor onderhoud en vervanging van de cv-ketel liggen

namelijk normaal gesproken bij de verhuurder bij stadswarmte zit dit verdisconteerd in de maandelijkse vastrechtvergoeding en komt dit voor de rekening van de huurder.

Eerder onderzoek heeft uitgewezen dat er extra wordt betaald voor woningen met een beter energielabel (Brainbay , 2024). Omdat er een duidelijke relatie is tussen de aanwezigheid van stadswarmte en een beter energielabel, zou het verschil in transactieprijs hierdoor kunnen worden verklaard.

In eerder onderzoek in Zuid-Korea (J. Kim, 2023) heeft uitgewezen dat mensen extra bereid zijn om te betalen voor collectieve verwarmingssystemen omdat dit een duurzaamheidseffect heeft. Dit zou ook een reden kunnen zijn waarom mensen extra betalen voor stadswarmte.

Het is goed uitlegbaar waarom warmtepompen een groot effect hebben op de verkoopprijzen van woningen. Woningen met een warmtepomp moeten in de basis goed geïsoleerd zijn om geschikt te zijn voor een warmtepomp (dit zijn vaak nieuwe, of vernieuwde woningen). Daarnaast zijn de aanschafkosten van een volledige warmtepompinstallatie hoog en zijn de gebruikskosten erg laag.

Warmteopwekking is nog een relatief onderbelicht onderwerp. In Nederland is het heel gebruikelijk om een cv-ketel op gas te hebben, ongeveer 90% van de huizen worden verwarmd met gas. In de toekomst zal naar verwachting de warmteopwekking verder diversifiëren. Meer woningen zullen worden aangesloten op een warmtenet of zal worden verwarmd met warmtepompen (al dan niet hybride warmtepompen). De diversiteit in de installaties zal dus gaan toenemen. Gelet op de investeringskosten van een warmtepomp (en een significant positief effect op woningprijzen) of een bijvoorbeeld een WKO is het logisch dat het type warmteopwekking een grotere rol zal gaan spelen bij de woningprijzen in Nederland.

7.3 Reflectie op het onderzoek

Dit onderzoek heeft naast de resultaten ook een aantal vragen opgeworpen. Naast de uitdagingen qua geografie en verdeling tussen stadswarmte en cv-ketels zijn er nog een aantal punten die de aandacht verdienen.

Er bestaat een populatiebias omdat er alleen woningtransacties in dit onderzoek zijn meegenomen welke in de Brainbay database staan. De NVM geeft zelf aan dat ongeveer 70% van de verkochte woningen in de database staan. Transacties van woningen die zonder zijn makelaar hebben plaatsgevonden staan in ieder geval niet in deze database evenals nieuwbouwwoningen.

Daarnaast is er een populatiebias omdat alleen de verkopen van de jaren 2021 en 2022 zijn meegenomen in de analyse. Tegelijkertijd kan worden geredeneerd dat wanneer er een negatief causaal verband zou zijn, deze juist zichtbaar zou zijn in deze periode (vanwege de gestegen prijzen voor de gebruiksonafhankelijke en gebruiksafhankelijke kosten van stadswarmte). Het zou kunnen dat door recente ontwikkelingen de resultaten van andere periodes anders kunnen zijn. Ook kan het in de toekomst zo zijn dat woningen met stadswarmte anders worden gewaardeerd.

De conclusies van de resultaten kunnen niet zonder meer worden veralgemeniseerd voor woningen buiten Almere. Hiervoor zou eigenlijk de gehele woningmarkt in Nederland moeten worden onderzocht. Tegelijkertijd kunnen de resultaten van dit onderzoek toch representatief zijn voor

Nederland, omdat kosten voor stadswarmte door regelgeving bijna overal gelijk zijn. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld Finland, waar de prijzen sterk fluctueren omdat hier de tarieven vrij zijn (Greenvis, 2024).

Tijdens het verzamelen van de data is geconstateerd dat er een aantal warmtepompen gehuurd worden. Er is geen volledig inzicht geweest in de eigendomssituatie van elke cv-installatie en/of warmtepomp. Op basis van het lezen van aanbestedingsteksten van de makelaars blijkt dat deze installaties soms worden gehuurd (net als de afleverset voor de levering van de stadswarmte, welke in Almere altijd eigendom blijft van de warmteleverancier).

In dit onderzoek is geprobeerd om boundary fixed effects toe te passen, maar dit bleek uiteindelijk niet de meest geschikte methode te zijn omdat stadsdelen van elkaar zijn gescheiden door grote wegen of spoorlijnen. Vervolgens is er gezocht naar een manier waarop de locatiekenmerken te onderscheiden zijn van de daadwerkelijk geografische locatie. Aan deze oplossingsrichting is invulling gegeven door drie rapportcijfers aan de analyse toe te voegen namelijk het rapportcijfer voor de aanwezige sociale voorzieningen, het rapportcijfer voor de leefbaarheid en de urbanisatiegraad. Deze oplossingsrichting was voor dit onderzoek een eerste aanzet, hier zou verder onderzoek naar moeten worden gedaan.

Momenteel is de woningmarkt erg overspannen en is er een grootwoningtekort. Hierdoor neemt het effect van marktwerking af en dient de woningmarkt veel meer te worden beschouwd als financieringsmarkt (hypotheekmarkt). Het zou kunnen dat in een minder overspannen markt verschillen duidelijker en/of anders zouden zijn.

7.4 Aanbevelingen voor toekomstig onderzoek

Voor een eventueel toekomstig onderzoek wordt er een aantal aanbevelingen gegeven. Een belangrijk element is dat geografische locatie en stadswarmte in dit onderzoek bijna volledig aan elkaar gelieerd zijn. Voor een eventueel volgend onderzoek wordt daarom ook aanbevolen om niet alleen voor een stad als Almere het onderzoek uit te voeren maar dit voor een grotere regio of landelijk te doen. Om dit onderzoek op een hele grote schaal uit te voeren zou eigenlijk wel de datakwaliteit moeten worden verbeterd, de registratie van het type warmteopwekking is namelijk niet volledig en in dit onderzoek is er veel tijd gestopt in het volledig maken van de dataset door het bekijken van foto's en de aanbestedingsteksten van makelaars te lezen.

Om het obstakel met betrekking tot locatie te ondervangen zijn er in dit onderzoek ook een aantal redeneerlijnen verkent. Dit leverde op zich goede resultaten op maar het blijft een punt van verbetering. Er zou onderzoek kunnen worden gedaan naar locatiebeoordeling zonder gebruik van postcodes.

Op het moment van het schrijven van dit onderzoek zijn er diverse discussies gaande over op welke manier moet worden omgegaan met stadswarmte; bijvoorbeeld op welke manier de gebruiksonafhankelijke kosten en de gebruiksaafhankelijke kosten moeten worden bepaald. In de huidige situatie is het uitgangspunt dat stadswarmte niet meer mag kosten als een vergelijkbare cv-ketel op gas. Tegelijkertijd is het streven van onder andere de overheid om van gas af te gaan, het is dan ook niet heel erg logisch om dan de kosten van stadswarmte te koppelen aan gas. Voor een

eventueel volgend onderzoek is het belangrijk om regelgeving en het institutioneel kader te blijven onderzoeken.

Omdat in het verleden bijna elke woning was aangesloten op het gasnet en opwekking geschiedde via een cv-ketel was warmteopwekking eigenlijk nooit een interessant element om bij stil te staan (behalve misschien de leeftijd van de cv-ketel). Met de opkomst van moderne technieken zoals warmtepompen, WKO's, maar ook warmtenetten is de verwachting dat dit in de toekomst waarschijnlijk een grotere rol gaat spelen en in ieder geval een meer divers palet aan warmteopwekking oplevert. Dit wordt een belangrijker element omdat investeringskosten van diverse type installaties sterk varieert.

Op basis van het uitgevoerde onderzoek blijkt dat er een grote meerprijs wordt betaald voor woningen met warmtepompen. Op dit moment wordt in de database van Brainbay het type warmteopwekking in beperkte mate geregistreerd en maakt het geen onderdeel uit van de meeste datasets. Er wordt aanbevolen dat typewarmte opwekking eenduidig wordt geregistreerd en dat duidelijk wordt vermeld of de installaties wel of niet gehuurd worden.

Naast de hoofdverwarming hebben sommige woningen ook een tweede vorm van verwarmingsinstallatie, voorbeelden hiervan zijn open haarden, gaskachels en airco units. Deze maken geen deel uit van het onderzoek. In een eventueel volgend onderzoek zouden deze type warmteopwekking ook meegenomen kunnen worden.

Verwijzingen

- Almere in Cijfers. (2023). Opgehaald van Gemeente Almere:
<https://almere.incijfers.nl/dashboard/wonen#:~:text=In%20Almere%20wonen%2096.667%20huishoudens,woningen%20gesloopt%20in%20de%20gemeente>.
- Black, S. E. (1999, Mei). Do Better Schools Matter? Parental Valuation of Elementary Education. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 114, pp. pp. 577-599.
- Brainbay . (2024). *data.brainbay.nl*. Opgehaald van data.brainbay.nl:
<https://data.brainbay.nl/SASVisualAnalytics/?reportUri=/reports/reports/2e844562-21d2-4c4f-bc5b-1812a83f5800&sas-welcome=false>
- De Nederlandsche Bank. (2024). *Hypotheekrentes banken*.
- De Rechtspraak. (2024, 1 31). <https://uitspraken.rechtspraak.nl/details?id=ECLI:NL:RBZWB:2024:228>. Opgehaald van rechtspraak.nl: <https://uitspraken.rechtspraak.nl/details?id=ECLI:NL:RBZWB:2024:228>
- ECLI:NL:RBOBR:2017:4593, 5065079 / 16-5541 (Rechtbank Oost-Brabant 8 24, 2017).
- G. Stacy Sirmans, D. A. (2003). *THE COMPOSITION OF HEDONIC PRICING MODELS: A REVIEW OF THE LITERATURE*. Florida.
- Gasunie. (2024). *unit-converter.gasunie*. Opgehaald van gasunie: <https://unit-converter.gasunie.nl/>
- Gemeente Almere . (2022). *Almere in cijfers - warmte*. Opgehaald van Almere in cijfers:
<https://almere.incijfers.nl/dashboard/warmte>
- Greenvis. (2024). *Greenvis.nl*. Opgehaald van <https://greenvis.nl/kennisbank/events/lessen-uit-een-warm-finland/#:~:text=De%20verschillen%20tussen%20de%20warmtebedrijven,10%20%E2%82%AC%20FGJth%20zijn>
- H. Booi, L. S. (2021). Wonen in de Metropoolregio Amsterdam. Amsterdam, Noord-Holland, Nederland.
- H. Valk, A. K. (2022). Warmtenet en Energielabel. *Bouwkwaliteit in de praktijk*.
- Haas, G. (1922). *Sale Prices as a Basis for Farm Land Appraisal*. Minnesota: The University of minnesota.
- Hoogervorst, N. (2024, April 26). HOE NAAR EEN AARDGASVRIJE GEBOUWDE OMGEVING IN 2050; Voorstudie voor het PBL-project Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050. pp. 113-135.
- ING. (2024). [ing.nl/particulier/hypotheek/actuele-hypotheekrente](https://www.ing.nl/particulier/hypotheek/actuele-hypotheekrente). Opgehaald van ING.nl:
<https://www.ing.nl/particulier/hypotheek/actuele-hypotheekrente>
- J. Kim, S. L. (2023). *A Price Premium for the District Heating System: An Empirical Investigation on South Korean Residents*. Seoul: MDPI.
- J. Kim, S. L. (2023). *Does district heating affect residential property prices? Case study of an urban area in South Korea*. ScienceDirect.
- L. de Graaff, F. g. (2023). Wonen in de Metropoolregio amsterdam; Factsheet Wonen in Almere 2023. Nederland, Almere.
- M. Dröes, H. K. (2021, Augustus). Wind turbines, solar farms, and house prices. *Elsevier*.
- Malpezzi, J. F. (1980, Februari). Dissecting Housing Value and Rent; Estimates of hedonic indexes for 39 large SMSA's. *The Urban Institute* .
- Mares, A. (2024, 3 5). *De Nederlandse economie in 2023*. Opgehaald van CBS : <https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/de-nederlandse-economie/2024/de-nederlandse-economie-in-2023/6-inflatie>
- Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. (2022). *Leefbarometer*. Opgehaald van Leefbarometer.nl:
<https://www.leefbaarometer.nl/home.php>

- NVM. (2022, December). *Analyse woningmarkt 4e kwartaal 2022*. Opgehaald van [www.nvm.nl](https://www.nvm.nl/media/hupdryxx/bijlage-1-analyse-woningmarkt-4e-kwartaal-2022.pdf): <https://www.nvm.nl/media/hupdryxx/bijlage-1-analyse-woningmarkt-4e-kwartaal-2022.pdf>
- P. Reusens, F. V. (2022, #2). The impact of changes in dwelling characteristics and. *Het Economisch Tijdschrift* .
- Rigter, L. (2024, Januari 21). Sociale huurders met stadswarmte betalen honderden euro's meer, ondanks belofte: "We zijn genaaid". *AT5*.
- Rijksoverheid. (2024). *Rijksoverheid duurzame energie*. Opgehaald van Rijksoverheid : <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/vraag-en-antwoord/hoe-lang-kan-ik-nog-koken-op-gas#:~:text=De%20Rijksoverheid%20wil%20de%20CO,installaties%20kunt%20u%20subsidie%20krijgen.>
- Rijksoverheid. (2024, 03 17). *Warmtebesluit*. Opgehaald van [wetten.overheid.nl](https://wetten.overheid.nl/BWBR0033940/2020-10-25): <https://wetten.overheid.nl/BWBR0033940/2020-10-25>
- rijksoverheid. (2024). *ww.rijksoverheid.nl*. Opgehaald van [ww.rijksoverheid.nl](https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/woning-huren/vraag-en-antwoord/welke-kosten-zijn-voor-de-huurder-en-welke-voor-de-verhuurder): <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/woning-huren/vraag-en-antwoord/welke-kosten-zijn-voor-de-huurder-en-welke-voor-de-verhuurder>
- Rouwendaal, J. (2023). Het huis als bescherming tegen energieprijzen . *Real Estate Research quarterly 2023*, pp. 58-64.
- Stichting Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut. (2024). NTA 8800: 2024; . *Nederlandse Norm* .
- Swerts, O. (2023, 10 10). CBS. Opgehaald van Ruim tweehonderd jaar energieverbruik in Nederland: <https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/statistische-trends/2023/ruim-tweehonderd-jaar-energieverbruik-in-nederland?onepage=true>
- T. Berg, U. D. (2024, Mei 2024). Financial Constraints and Household Green Technology Adoption. pp. 1-53.
- T. M. Dinan, J. M. (1989, Januari 1). Estimating the implicit price of energy efficiency improvements in the residential housing market: A hedonic approach. *Journal of Urban Economics*, pp. 52-67.
- Tros Radar. (2023, 2 6). Opgehaald van Tros Radar: <https://radar.avrotros.nl/artikel/warmtenet-duurder-dan-gas-oplossing-blijft-uit-54244>
- Vattenfall. (2022, Februari 9). Hoe werkt stadswarmte? Aflevering 1: De afleverset | Vattenfall Nederland. Nederland.
- Vattenfall. (2022). *Stadswarmte-etiket 2022*.
- Vattenfall. (2024). *Tarieven Stadswarmte 2024 gebaseerd op* . Opgehaald van Vattenfall: https://www.vattenfall.nl/media/_0sitewide-blokken/stadsverwarming--tn-bd-vb/tarieven-2024/vattenfall-stadswarmte-tarievenblad_2024-amsterdam-eo.pdf
- Vattenfall. (2024). *Vattenfall*. Opgehaald van Vattenfall/energie: <https://www.vattenfall.nl/energie/bestellen/?form=address>
- Vattenfall. (2024). *www.vattenfall.nl*. Opgehaald van <https://www.vattenfall.nl/stadsverwarming/weg-bij-stadswarmte>: <https://www.vattenfall.nl/stadsverwarming/weg-bij-stadswarmte/#:~:text=Als%20je%20afmelding%20verwerkt%20is,je%20dat%20%E2%82%AC%205.277%2C68.>
- Vrijmoed, S. (2024, Maart 15). Corporaties stoppen met aansluiten stadswarmte, kosten ondanks afspraak voor huurders te hoog. . *AT5*, p. 1.
- Weck, R. (2024, 10 24). *In Zeeland stijgt je huis het hardst in waarde na verduurzaming*. Opgehaald van [Brainbay.nl](https://brainbay.nl/nieuwsbericht/in-zeeland-stijgt-je-huis-het-hardst-in-waarde-na-verduurzaming/): <https://brainbay.nl/nieuwsbericht/in-zeeland-stijgt-je-huis-het-hardst-in-waarde-na-verduurzaming/>
- X. Shen, P. L. (2020, Oktober 19). Estimation of change in house sales prices in the United States after heat pump adoption. *Nature Eergy* .
- York, R. (2012). Residualization is Not the Answer: Rethinking How to Address Multicollinearity. *Elsevier*, pp. 1379-1386.

Bijlagen

Bijlage 1 regressie met wijknummers

Linear regression

Number of obs	=	3,322
$F(59, 3260)$	=	.
Prob > F	=	.
R-squared	=	0.8683
Root MSE	=	.1178

logprijs	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
loggbo	.6994026	.009265	75.49	0.000	.6812369	.7175683
CV	-.0429593	.0565675	-0.76	0.448	-.1538707	.0679521
Stadswarmte	-.1419222	.1185744	-1.20	0.231	-.3744101	.0905656
Warmtepomp	0	(omitted)				
energie	.014539	.0054165	2.68	0.007	.0039189	.025159
bouwjaar	.0035647	.0004933	7.23	0.000	.0025974	.004532
overiginpandig	.0052709	.0005859	9.00	0.000	.0041222	.0064197
gebouwgebondenbuitenruimte	.0035938	.000572	6.28	0.000	.0024724	.0047152
externebergeruimte	.0350021	.0070259	4.98	0.000	.0212264	.0487778
onderhoudbinnenl3	.0485657	.0049141	9.88	0.000	.0389305	.0582008
onderhoudbuitenl3	.0530424	.0061861	8.57	0.000	.0409133	.0651714
schuur	-.0460407	.0073791	-6.24	0.000	-.0605089	-.0315725
datumtr	.0002106	.0000114	18.49	0.000	.0001883	.0002329
looptijd	-.000757	.0000825	-9.17	0.000	-.0009188	-.0005951
wijknummer						
3402	-.0994931	.0375279	-2.65	0.008	-.1730738	-.0259125
3403	-.0985806	.046971	-2.10	0.036	-.1906763	-.006485
3404	-.0540357	.0404724	-1.34	0.182	-.1333895	.0253181
3405	-.0613684	.041292	-1.49	0.137	-.1423292	.0195924
3406	-.1077535	.0418702	-2.57	0.010	-.189848	-.025659
3407	-.057428	.042053	-1.37	0.172	-.1398809	.025025
3408	-.1070869	.0423315	-2.53	0.011	-.190086	-.0240879
3409	.0672731	.0446039	1.51	0.132	-.0201814	.1547275
3410	.3671023	.0811483	4.52	0.000	.2079955	.5262091
3411	.0853194	.0901694	0.95	0.344	-.0914749	.2621138
3417	.0795894	.1061506	0.75	0.453	-.1285392	.2877181
3418	.0811946	.1057987	0.77	0.443	-.126244	.2886332
3419	.0305942	.10609	0.29	0.773	-.1774156	.2386039
3420	.0539588	.1062163	0.51	0.611	-.1542986	.2622162
3421	.0848418	.1084836	0.78	0.434	-.1278611	.2975447
3422	.0677053	.1054616	0.64	0.521	-.1390724	.2744831
3423	.0635983	.1063186	0.60	0.550	-.1448597	.2720563
3424	.0207233	.1062999	0.19	0.845	-.1876981	.2291448
3425	-.0323518	.107219	-0.30	0.763	-.2425751	.1778716
3426	.0321035	.1058773	0.30	0.762	-.1754893	.2396962
3427	.0294719	.1054455	0.28	0.780	-.1772743	.2362181
3428	.0672453	.1057095	0.64	0.525	-.1400185	.2745092
3429	.0787946	.1056071	0.75	0.456	-.1282684	.2858576
3430	.1218907	.1064077	1.15	0.252	-.0867421	.3305234
3431	.1868828	.107531	1.74	0.082	-.0239523	.3977179
3434	-.1220568	.1057261	-1.15	0.248	-.3293531	.0852395
3441	-.1616351	.0430432	-3.76	0.000	-.2460295	-.0772407
3442	-.0767142	.0389852	-1.97	0.049	-.1531521	-.0002763
3443	-.0381685	.0382426	-1.00	0.318	-.1131505	.0368136
3444	-.1102587	.0388532	-2.84	0.005	-.1864379	-.0340795
3445	-.1170508	.0376028	-3.11	0.002	-.1907783	-.0433233
3446	-.0977356	.0380205	-2.57	0.010	-.1722821	-.0231891
3447	-.0708421	.0382989	-1.85	0.064	-.1459345	.0042503
3448	-.0939563	.036891	-2.55	0.011	-.1662882	-.0216245
3449	-.1193308	.0379935	-3.14	0.002	-.1938242	-.0448373
3450	-.0567691	.0398321	-1.43	0.154	-.1348676	.0213294
3451	-.1030962	.0379897	-2.71	0.007	-.1775822	-.0286102
3452	-.0810273	.0385587	-2.10	0.036	-.156629	-.0054256
3453	.0240236	.0475402	0.51	0.613	-.0691881	.1172353
3459	.0793524	.0370817	2.14	0.032	.0066467	.1520582
3461	.173837	.1074242	1.62	0.106	-.0367888	.3844629
3462	.1899172	.1075084	1.77	0.077	-.0208736	.400708
3463	.1489057	.1069841	1.39	0.164	-.0608572	.3586686
3465	.1833792	.1105102	1.66	0.097	-.0332974	.4000557
3466	.3315133	.1085448	3.05	0.002	.1186905	.5443361
3475	.2154465	.0482226	4.47	0.000	.1208969	.3099961
3476	.0271343	.0422127	0.64	0.520	-.0556317	.1099004
3477	.1971089	.0760827	2.59	0.010	.0479341	.3462837
_cons	-2.428869	1.015693	-2.39	0.017	-4.42033	-.4374089

Bijlage 2 regressie met postcodenummers

Linear regression

Number of obs	=	3,322
<u>F(47, 3273)</u>	=	.
Prob > F	=	.
R-squared	=	0.8654
Root MSE	=	.11885

logprijs	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
loggbo	.7101977	.0090337	78.62	0.000	.6924855	.72791
CV	-.0312414	.0529263	-0.59	0.555	-.1350134	.0725306
Stadswarmte	-.1379815	.1245312	-1.11	0.268	-.3821484	.1061854
Warmtepomp	0	(omitted)				
energie	.0147321	.0054145	2.72	0.007	.0041158	.0253483
bouwjaar	.0047895	.0004775	10.03	0.000	.0038532	.0057258
overiginpandig	.0052502	.0005887	8.92	0.000	.0040959	.0064045
gebouwweggebondenbuitenruimte	.0038221	.0005997	6.37	0.000	.0026462	.0049979
externebergeruimte	.0349429	.0070714	4.94	0.000	.021078	.0488077
onderhoudbinnen13	.0508726	.0049287	10.32	0.000	.0412089	.0605362
onderhoudbuiten13	.0506963	.0062697	8.09	0.000	.0384035	.0629892
schuur	-.0443076	.007448	-5.95	0.000	-.0589108	-.0297043
datumtr	.0002129	.0000114	18.60	0.000	.0001904	.0002353
looptijd	-.0007758	.000083	-9.35	0.000	-.0009385	-.000613
postcode						
1311	-.017946	.1159575	-0.15	0.877	-.2453025	.2094105
1312	-.007075	.115566	-0.06	0.951	-.233664	.2195141
1313	-.0395202	.1161353	-0.34	0.734	-.2672253	.1881849
1314	-.0133568	.1167047	-0.11	0.909	-.2421785	.215465
1315	.0166356	.1158451	0.14	0.886	-.2105006	.2437718
1316	.0779773	.1161692	0.67	0.502	-.1497944	.305749
1317	-.0069213	.1157894	-0.06	0.952	-.2339483	.2201056
1318	-.0034669	.1157014	-0.03	0.976	-.2303213	.2233875
1319	.0786511	.116872	0.67	0.501	-.1504986	.3078009
1321	.0461259	.1157267	0.40	0.690	-.1807782	.2730299
1323	.0170654	.1155144	0.15	0.883	-.2094224	.2435532
1324	-.0240395	.1155784	-0.21	0.835	-.2506528	.2025738
1325	.0134232	.1154395	0.12	0.907	-.2129178	.2397642
1326	-.0286197	.1153949	-0.25	0.804	-.2548732	.1976339
1328	-.0584762	.1156494	-0.51	0.613	-.2852287	.1682763
1333	-.1775353	.0126974	-13.98	0.000	-.202431	-.1526395
1334	-.2306439	.0264219	-8.73	0.000	-.2824491	-.1788388
1335	-.1439256	.0121796	-11.82	0.000	-.1678059	-.1200453
1336	-.1553057	.0135366	-11.47	0.000	-.1818467	-.1287647
1338	-.1575927	.0126248	-12.48	0.000	-.182346	-.1328394
1339	-.1931122	.0123952	-15.58	0.000	-.2174154	-.1688091
1341	-.0768811	.0208263	-3.69	0.000	-.117715	-.0360472
1343	.1273192	.0339033	3.76	0.000	.0608455	.193793
1349	.1047578	.0645834	1.62	0.105	-.0218701	.2313857
1351	-.1294989	.0361331	-3.58	0.000	-.2003446	-.0586531
1352	-.09283	.0206814	-4.49	0.000	-.1333799	-.0522802
1353	-.1682678	.0218813	-7.69	0.000	-.2111702	-.1253654
1354	-.1939002	.0346158	-5.60	0.000	-.2617711	-.1260294
1355	-.1883803	.0178324	-10.56	0.000	-.2233442	-.1534165
1356	-.1207039	.0246343	-4.90	0.000	-.1690041	-.0724036
1357	-.1126301	.0190428	-5.91	0.000	-.1499671	-.0752931
1358	.2653491	.0721203	3.68	0.000	.1239435	.4067546
1359	-.0184245	.0251136	-0.73	0.463	-.0676644	.0308154
1361	.203493	.1174152	1.73	0.083	-.0267217	.4337077
1363	.0750186	.1158598	0.65	0.517	-.1521464	.3021836
_cons	-4.91242	.9941482	-4.94	0.000	-6.861636	-2.963205

Bijlage 3 regressie met stadsdelen

Linear regression

Number of obs	=	3,322
F(20, 3301)	=	655.66
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.8572
Root MSE	=	.1219

logprijs	Robust					
	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
loggbo	.7064075	.0092685	76.22	0.000	.6882349	.7245801
CV	0	(omitted)				
Stadswarmte	-.0425203	.0807809	-0.53	0.599	-.2009061	.1158655
Warmtepomp	.0965852	.0339238	2.85	0.004	.0300714	.163099
energie	.0158368	.0053546	2.96	0.003	.0053381	.0263355
bouwjaar	.0043424	.0003419	12.70	0.000	.0036721	.0050128
overiginpandig	.0054901	.0006216	8.83	0.000	.0042714	.0067088
gebouwgebondenbuitenruimte	.0038652	.0005693	6.79	0.000	.002749	.0049815
externebergeruimte	.0379772	.0071171	5.30	0.000	.0239172	.0520373
onderhoudbinnen13	.046897	.004982	9.41	0.000	.0371289	.0566651
onderhoudbuiten13	.0559006	.0063224	8.84	0.000	.0435044	.0682968
schuur	-.0480355	.007675	-6.26	0.000	-.0630837	-.0329873
datumtr	.0002048	.0000116	17.64	0.000	.0001821	.0002276
looptijd	-.0007014	.0000886	-7.91	0.000	-.0008752	-.0005276
leefbaarheid	.0084186	.0009792	8.60	0.000	.0064987	.0103384
rcsvoorziening	-.0019263	.0008113	-2.37	0.018	-.003517	-.0003356
urbanisatiegraad	.0198832	.0038166	5.21	0.000	.0124	.0273663
sd1	-.0502125	.027182	-1.85	0.065	-.1035078	.0030829
sd2	-.0276343	.028033	-0.99	0.324	-.0825982	.0273296
sd3	0	(omitted)				
sd4	.1244666	.0834429	1.49	0.136	-.0391385	.2880717
sd5	.0482022	.0847224	0.57	0.569	-.1179114	.2143159
_cons	-4.042164	.7399079	-5.46	0.000	-5.492889	-2.591439

Bijlage 4 regressieanalyse objectkenmerken

Linear regression	Number of obs	=	3,322
	F(11, 3310)	=	842.32
	Prob > F	=	0.0000
	R-squared	=	0.8264
	Root MSE	=	.13419

logprijs	Robust					
	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
loggbo	.729894	.0100198	72.84	0.000	.7102484	.7495397
CV	0	(omitted)				
Stadswarmte	.0543483	.0051408	10.57	0.000	.0442689	.0644278
Warmtepomp	.2051513	.0266179	7.71	0.000	.152962	.2573405
energie	.0142118	.0058143	2.44	0.015	.0028119	.0256118
bouwjaar	.0061842	.0002663	23.22	0.000	.0056621	.0067064
overiginpandig	.0057209	.0006732	8.50	0.000	.0044009	.0070409
gebouwgebondenbuitenruimte	.0034867	.000909	3.84	0.000	.0017044	.005269
externebergeruimte	.0419144	.0078174	5.36	0.000	.026587	.0572419
onderhoudbinnen13	.0449796	.0053834	8.36	0.000	.0344244	.0555347
onderhoudbuiten13	.0679253	.0065641	10.35	0.000	.0550552	.0807954
schuur	-.0424156	.0084531	-5.02	0.000	-.0589894	-.0258419
_cons	-3.196876	.5352223	-5.97	0.000	-4.246276	-2.147475

Bijlage 5 regressieanalyse, object tijd

Linear regression

Number of obs	=	3,322
F(13, 3308)	=	822.71
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.8400
Root MSE	=	.12888

logprijs	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
loggbo	.7357651	.0097109	75.77	0.000	.7167252	.754805
CV	0	(omitted)				
Stadswarmte	.0581512	.004991	11.65	0.000	.0483654	.067937
Warmtepomp	.1852652	.0268278	6.91	0.000	.1326644	.237866
energie	.0238315	.0055637	4.28	0.000	.0129228	.0347402
bouwjaar	.0067195	.000257	26.15	0.000	.0062157	.0072234
overiginpandig	.0056431	.0006447	8.75	0.000	.004379	.0069071
gebouwgebondenbuitenruimte	.0037118	.0008382	4.43	0.000	.0020684	.0053551
externebergeruimte	.0383548	.0076386	5.02	0.000	.023378	.0533316
onderhoudbinnen13	.045689	.0051726	8.83	0.000	.0355473	.0558308
onderhoudbuiten13	.063541	.0063868	9.95	0.000	.0510186	.0760635
schuur	-.0454649	.0082165	-5.53	0.000	-.0615749	-.0293549
datumtr	.0001988	.0000123	16.15	0.000	.0001747	.0002229
looptijd	-.0006515	.0000937	-6.95	0.000	-.0008353	-.0004677
_cons	-8.778825	.6051725	-14.51	0.000	-9.965375	-7.592274

Bijlage 6 regressieanalyse, object tijd en waarderingscores

Linear regression

Number of obs	=	3,322
F(16, 3305)	=	783.86
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.8537
Root MSE	=	.1233

logprijs	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
loggbo	.6970247	.0091604	76.09	0.000	.6790639	.7149854
cvketel	0	(omitted)				
stadsverwarming	.055417	.005123	10.82	0.000	.0453724	.0654616
warmtepomp	.0744738	.0322294	2.31	0.021	.0112822	.1376654
energie	.0208488	.0053775	3.88	0.000	.0103052	.0313925
bouwjaar	.0049834	.0002913	17.11	0.000	.0044123	.0055545
overiginpandig	.0054031	.0006195	8.72	0.000	.0041885	.0066178
gebouwgebondenbuitenruimte	.0038141	.0005965	6.39	0.000	.0026445	.0049837
externeberggruimte	.0380266	.0071697	5.30	0.000	.023969	.0520842
onderhoudbinnenl3	.0466537	.0049128	9.50	0.000	.0370213	.0562861
onderhoudbuitenl3	.0564918	.0062436	9.05	0.000	.0442501	.0687336
schuur	-.049212	.0077056	-6.39	0.000	-.0643201	-.0341039
datumtr	.0002022	.0000117	17.24	0.000	.0001792	.0002253
looptijd	-.0006547	.0000895	-7.32	0.000	-.0008302	-.0004793
sv10	-.0030859	.0005004	-6.17	0.000	-.0040669	-.0021048
lf10	.0083062	.0009161	9.07	0.000	.00651	.0101023
urbanisatiegraad	.0164587	.0037558	4.38	0.000	.0090948	.0238227
_cons	-5.607803	.6599112	-8.50	0.000	-6.901679	-4.313927

Bijlage 7 T-test Stadswarmte / CV-ketel

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	1,359	123.3304	1.274919	46.99941	120.8294	125.8314
1	1,963	115.62	.8609102	38.14328	113.9316	117.3084
combined	3,322	118.7742	.7314188	42.15663	117.3402	120.2083
diff		7.710421	1.481827		4.805033	10.61581

diff = mean(0) - mean(1) t = 5.2033
 Ho: diff = 0 degrees of freedom = 3320

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
 Pr(T < t) = 1.0000 Pr(|T| > |t|) = 0.0000 Pr(T > t) = 0.0000

.