

ONGERUBRICEERD

**Earth, Life and Social Sciences**Kampweg 5  
3769 DE Soesterberg  
Postbus 23  
3769 ZG Soesterberg[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T +31 88 866 15 00

F +31 34 635 39 77

**TNO-rapport****TNO 2017 R10958****Voorbereidingen voor een  
huizenrecommender systeem**

Datum	augustus 2017
Auteur(s)	dr. R. Wijn G.L. Paradies MSc dr. M. Sappelli
Aantal pagina's	51 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	3
Opdrachtgever	Nederlandse Vereniging van Makelaars en Taxateurs
Projectnummer	060.25957

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2017 TNO

ONGERUBRICEERD

## Samenvatting

Dit onderzoek geeft een antwoord op drie vragen van NVM:

- Welke tastbare en minder tastbare kenmerken van huizen, huizenzoekers en context zijn bepalend voor de keuze van een huis?;
- Leent de huizencontext zich voor een recommender systeem waarin aan huizenzoekers gepersonaliseerde huizensuggesties worden gedaan?;
- Sluit de ontwikkeling van een dergelijke technologie aan bij de innovatiewens van de branche?

Ter beantwoording van de eerste vraag hebben we een literatuuronderzoek gedaan, een expertsessie met gedragsdeskundigen gehouden en vier makelaars geïnterviewd. Dit heeft een uitgebreide lijst van factoren die mogelijk voorspellend zijn voor de voorkeur van een individu voor specifieke huizen opgeleverd.

Deze factoren zijn onderverdeeld in kenmerken van het object, kenmerken van de persoon (consument) en kenmerken van de situatie. Sommige van de kenmerken van het object komen reeds voor in het systeem dat makelaars gebruiken om kenmerken van huizen te verwerken (Tiara), zoals bijvoorbeeld de bouwstijl van een huis. Andere kenmerken van het object staan daar niet in maar kunnen mogelijk wel aan andere databronnen worden onttrokken, zoals de aanwezigheid van parken of groen in de omgeving op basis van openbare geodata.

Ook kenmerken van de consument of situatie kunnen verzameld worden door ze uit openbare bronnen te halen, in te kopen, direct te vragen of zelf te meten.

Tezamen vormt dit een uitgebreide lijst van relevante, voorspellende kenmerken voor huisvoorkeuren met suggesties hoe die kenmerken te verwerven en te koppelen zijn aan een specifiek huis.

Ter beantwoording van de tweede vraag hebben we een online onderzoek uitgevoerd, bestaande uit drie onderdelen. Ten eerste beoordeelden deelnemers aan de studie foto's uit de NVM fotovragenlijst die woonpersoonlijkheid in kaart probeert te brengen. Ten tweede beantwoordden deelnemers een gevalideerde, korte persoonlijkheidsvragenlijst (BFI-10) en ten slotte beoordeelden deelnemers 44 huizen. We onderzochten in hoeverre de NVM fotovragenlijst, de persoonlijkheidsvragenlijst, kenmerken van de huizen en beoordelingen van huizen voorspellend zijn voor de mate waarin iemand vindt dat een huis aansluit bij zijn of haar smaak. Het betrekken van alle kenmerken van de persoon en van de woning in de aanbeveling van huizenvoorkeuren levert een voorspellings-accuratesse van 53% tegen een baseline van 34%. Hierbij blijkt het van belang om iets van persoonskenmerken mee te nemen. Dit kunnen algemene kenmerken zoals leeftijd en geslacht zijn, maar ook vragenlijsten zoals de BFI-10.

Ook onderzochten we de waarde van tekstanalyse voor de voorspellingen.

De tekstanalyse van de verkoopteksten van huizen geven een nader beeld van de "zachte kenmerken" van huizen. Uit teksten blijken kenmerken als "licht", "ruim", of "luxe" die niet voorkomen in de kenmerken van huizen op basis van Tiara.

Deze tekstanalyse leverde in de huidige context geen betere voorspellingen op maar het is zeer waarschijnlijk dat in een echte huizenzoek- en beoordelingscontext (in tegenstelling tot de kunstmatige omgeving die wij voor ons onderzoek hadden gecreëerd) deze informatie wel relevant zal zijn en het voorspellingsalgoritme verder kunnen ondersteunen.

Ter beantwoording van de derde vraag bevroegen we vier makelaars naar hun beeld van de innovatiebehoefte in de branche. De makelaars gaven allemaal aan zich bezig te houden met de vraag hoe ze in de toekomst, in deze digitaliserende tijd, waarde kunnen blijven toevoegen. Ze gaven aan waarde te zien in een recommender systeem, waren ook eensgezind in hun oordeel dat nieuwe (technologische) mogelijkheden omarmd zouden moeten worden en zagen kansen in de complementariteit van mens en technologie. Makelaars kunnen bijvoorbeeld een relatie opbouwen met klanten en hen van daaruit beter begrijpen, hen juist bijsturen wanneer wensen onhaalbaar zijn, of overtuigingskracht gebruiken om klanten huizen buiten hun initiële kaders te laten kijken. Ook kunnen ze huidige en toekomstige woonwensen verkennen en een pakket van eisen samenstellen zodat consumenten duurzame keuzes kunnen maken. Bovendien kunnen makelaars consumenten ontzorgen door te helpen bij onderhandelingen en het juridische proces rondom de koop.

Tezamen geven de resultaten een zeer positief beeld van de mogelijkheden voor het verder uitwerken en toepassen van een recommender systeem voor huizenvoorkeuren. De recommender scores in dit onderzoek kunnen gezien worden als een proof of concept: toegepast in een gecontroleerde omgeving met een beperkte set huizen hebben we hier laten zien dat het concept met grotere accuratesse huizen presenteert die aansluiten bij de waardering van een gebruiker dan een niet-intelligente baseline. Bovendien verwachten we dat een gerichte uitbreiding van de kenmerken van huizen op basis van de lijst met voorspellende factoren voor huizenvoorkeuren zal leiden tot betere voorspellingen. Op basis van deze bevindingen doen we de aanbeveling om in een pilotsetting het recommender systeem toe te passen en incrementeel te verbeteren door uit de lijst met voorspellende kenmerken van huizen factoren toe te voegen aan het rekenmodel. De pilot setting zou een zelfstandige website of applicatie voor consumenten kunnen zijn waarin het actuele huizenaanbod kan worden gepresenteerd. We verwachten dat deze toepassing zal bijdragen aan het matchen van pand en klant en bovendien waardevolle informatie oplevert over (zich ontwikkelende) voorkeuren van consumenten.

# Inhoudsopgave

	<b>Samenvatting .....</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Determinanten van woningvoorkeuren .....</b>	<b>7</b>
2.1	Literatuurscan .....	7
2.2	Expertsessie .....	8
2.3	Interviews makelaars .....	8
2.4	Matching determinanten en beschikbare data .....	8
2.5	Indeling van gevonden factoren .....	9
<b>3</b>	<b>Genoemde uitdagingen en behoeften in het makelaarsvak.....</b>	<b>11</b>
3.1	Toegevoegde waarde makelaars .....	11
3.2	Waargenomen uitdagingen .....	11
3.3	Rol NVM .....	12
3.4	Recommender systeem.....	12
<b>4</b>	<b>Online onderzoek.....</b>	<b>13</b>
4.1	Onderdelen van de online studie .....	13
4.2	Deelnemers en uitvoering.....	13
4.3	Resultaten.....	15
4.4	Recommender systeem.....	16
<b>5</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen .....</b>	<b>25</b>
<b>6</b>	<b>Literatuur .....</b>	<b>27</b>
	<b>Bijlage(n)</b>	
	A Tabel met verzamelde factoren	
	B Visuele vragenlijst NVM	
	C BFI-10	

# 1 Inleiding

## **Opdrachtgever**

De Nederlandse Vereniging van Makelaars en Taxateurs in onroerende goederen (NVM) is de grootste Nederlandse vereniging voor makelaars, taxateurs en vastgoeddeskundigen. De NVM is actief in alle marktsegmenten en geeft doelgerichte ondersteuning aan de aangesloten 4100 leden.

## **Aanleiding en doel**

Woonwensen van consumenten veranderen en technologische ontwikkelingen kunnen nieuwe kansen bieden voor makelaars. De NVM heeft daarom van zijn leden de vraag gekregen om woonwensen van woningzoekenden in kaart te brengen en het matchen van vraag en aanbod te verbeteren om zodoende meer leads voor makelaars te genereren. De NVM wil aan deze vraag voldoen door te verkennen welke tastbare en minder tastbare (moeilijk te kwantificeren) kenmerken van koper, huis en context invloed hebben op voorkeuren van huizenzoekers voor specifieke huizen. Het gaat daarbij niet zozeer om de tastbare kenmerken, zoals locatie, woonoppervlakte en aantal slaapkamers, maar nadrukkelijk om de zogenaamde 'zachte kenmerken', zoals de uitstraling en beleving van buurt en woning.

Deze verkenning moet zodoende inzicht geven in hedendaagse woonwensen en input leveren voor een mogelijk te ontwikkelen recommender systeem die vraag en aanbod beter kan matchen. Zowel een verbeterd inzicht in hedendaagse woonwensen als een recommender systeem kunnen in potentie meer leads voor makelaars genereren.

## **Onderzoeksvragen**

Deze verkenning beoogt daarom antwoord te geven op de volgende vragen:

- Welke tastbare en minder tastbare kenmerken zijn bepalend voor een huizenzoeker bij de keuze voor een huis?
  - Zijn deze af te leiden uit reeds bekende kenmerken van huizen of verkoopteksten (mining)?
  - Welke klantkenmerken (bijvoorbeeld woningpersoonlijkheid, gezinssamenstelling, inkomen) zijn relevant voor het matchen van vraag en aanbod?
- Leent de huizencontext zich voor een recommender systeem waarin aan huizenzoekers gepersonaliseerde huizensuggesties worden gedaan?
- Sluit de ontwikkeling van een dergelijke technologie aan bij de innovatiewens van de branche?

**Opzet**

Voor het beantwoorden van deze vragen hebben we een brede zoektocht naar relevante literatuur gedaan, gedragsexperts gesproken, makelaars geïnterviewd<sup>1</sup> en een online onderzoek uitgevoerd waarin we de (voorspellende) waarde van de NVM fotovragenlijst (BIG5-huizenpersoonlijkheid) voor huizenvoorkeuren hebben onderzocht. Deze activiteiten leveren een inventarisatie op van kenmerken die relevant zijn bij een woningaankoop. Vervolgens hebben we vastgesteld of de geïnventariseerde kenmerken te relateren zijn aan bestaande kenmerken van de huizen of elementen uit de advertentietekst. Op basis daarvan hebben we met de data verzameld in het online onderzoek een eerste aanzet tot een recommender systeem gedaan. Deze rapportage doet verslag van de activiteiten en uitkomsten.

---

<sup>1</sup> We wijken met de gevolgde methode af zoals beschreven in het originele onderzoeksvoorstel. Daarin waren ook workshops met makelaars opgenomen, maar de organisatie hiervan bleek niet haalbaar. Beschikbare resources zijn daarop ingezet op het online-onderzoek en de data-analyse daarvan.

## 2 Determinanten van woningvoorkeuren

Tenminste om twee redenen is het waardevol om meer inzicht te verwerven in de tastbare en minder tastbare factoren die woningvoorkeuren beïnvloeden.

Ten eerste kan kennis over (veranderende) voorkeuren van consumenten worden gebruikt om invulling te geven aan de ontwikkeling van nieuwe woningen.

Ten tweede kan het helpen om de match tussen klant en pand te verbeteren en bespoedigen. Grondig begrip van de voorkeuren voor huizen en overwegingen bij de woningkeuze van klanten en de kenmerken van woningen is daarvoor noodzakelijk. Dat geldt niet alleen voor de dagelijkse praktijk van matches van klant en pand door makelaars, maar ook, of des te meer, voor de ontwikkeling van een recommender systeem die geautomatiseerd panden en klanten probeert te matchen. In hoofdstuk 4 gaan we uitgebreider in op dit recommender systeem.

In dit hoofdstuk gaan we in op de vraag: welke tastbare en minder tastbare factoren zijn voorspellend voor woningkeuze. Ofwel, welke determinanten voorspellen of hangen samen met de keuze voor een huis?

We beschrijven hier de opzet van een literatuurscan, een expertsessies met gedragsexperts en vier interviews met makelaars. Vervolgens wordt besproken welke van de gevonden factoren al in het huidige systeem voor makelaars (Tiara) te vinden zijn en hoe andere relevante factoren afgeleid of toegevoegd kunnen worden. Al deze informatie hebben we overzichtelijk samengevat in de tabel in Bijlage A en gecategoriseerd naar kenmerken van de woning, kenmerken van de koper en contextfactoren.

### 2.1 Literatuurscan

We hebben een ongestructureerde literatuurscan uitgevoerd. Omdat er in de literatuur over dit onderwerp verschillende terminologie wordt gebruikt, bleek het niet mogelijk om op een gestructureerde manier naar literatuur te zoeken.

De literatuurscan resulteerde in een beperkt aantal artikelen over dit onderwerp. Veel artikelen raken het onderwerp van het huidige onderzoek, maar niet voldoende om bruikbaar te zijn in deze context. Een aantal algemene observaties:

- Sommige artikelen gaan over het al of niet kopen of huren van een huis, zonder aandacht te besteden aan waarom het ene huis wel en het andere niet wordt gekozen. Deze artikelen vallen buiten de scope van dit onderzoek, omdat ze niet gaan over het kopen van een specifiek huis op basis van voorkeuren
- Andere artikelen gaan over migratie: waar gaan mensen wonen. Deze artikelen vallen gedeeltelijk binnen de scope aangezien de keuze voor een huis ook beïnvloed wordt door de keuze voor een buurt.
- We vonden geen artikelen waarbij werkelijk koopgedrag en de effecten van de diverse factoren op dat koopgedrag zijn gemeten.
- Sommige artikelen gaan over methoden en modellen om huisvoorkeuren te achterhalen maar tonen geen voorkeuren aan.
- In opdracht van het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties voert de Technische Universiteit Delft regelmatig onderzoek uit naar woonwensen en woongedrag.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/onderzoeken-over-bouwen-wonen-en-leefomgeving>

- In totaal hebben we uit de literatuursearch 21 wetenschappelijke of semiwetenschappelijke papers geselecteerd die binnen de scope van de vraagstelling in dit project vielen. Daaruit haalden we 52 determinanten.

## 2.2 Expertsessie

Om aanvullende tastbare en minder tastbare factoren die woningkeuze voorspellen te verzamelen vanuit de psychologie, is een expertsessie gehouden met vier senior gedragswetenschappers van TNO. Doormiddel van verschillende werkvormen waarbij zij psychologische inzichten toepasten, zijn verschillende factoren geïdentificeerd. Deze zijn opgenomen in Bijlage A en te herkennen aan de term "Expert" in de kolom "Bron".

## 2.3 Interviews makelaars

De rol van een makelaar is om zo effectief mogelijk panden en klanten te matchen. Door hun ervaring hebben ze veel kennis over welke tastbare en minder tastbare factoren samenhangen met woningkeuze. Het interviewen van makelaars was een derde manier in dit onderzoek om factoren te inventariseren die van invloed zijn op woningvoorkeuren van mensen. Daarnaast hebben we de interviews gebruikt om te achterhalen voor welke uitdagingen makelaars zich in de nabije toekomst gesteld zien, welke branche-innovaties nodig zijn om deze uitdagingen het hoofd te bieden en in hoeverre de ontwikkeling van een recommender systeem zoals de NVM beoogt aansluit bij de behoefte van makelaars. De resultaten van dit laatste onderdeel zijn te vinden in hoofdstuk 3.

We hebben vier makelaars geïnterviewd die zowel nieuwbouwprojecten medevormgeven, werkzaam zijn (geweest) als (aankoop)makelaar. De makelaars zijn werkzaam in de regio's Noord-Holland, Amsterdam, Enschede en omgeving en Den Bosch en omgeving. In Bijlage A zijn de factoren die de makelaars noemden toegevoegd aan de tabel met factoren. Deze zijn te herkennen aan de term "Makelaar" in de kolom "Bron".

## 2.4 Matching determinanten en beschikbare data

In Bijlage A staan alle factoren die we op basis van bovenstaande bronnen hebben gevonden, ingedeeld in de categorieën kenmerken van de woning, kenmerken van de koper en contextfactoren (zie paragraaf 2.5). Al deze kenmerken kunnen voorspellende waarde hebben voor voorkeuren die mensen hebben voor huizen.

Veel van de gevonden kenmerken komen ook terug in Tiara. In Tabel A is dit aangegeven in de kolom "Tiara", met name kenmerken in de categorie "woning". Wanneer het kenmerk van de woning nog niet in Tiara te vinden is, hebben we een suggestie gedaan voor de manier waarop het kenmerk kan worden afgeleid of toegevoegd. Opties hiervoor zijn 1) afleiden van de factor uit bijvoorbeeld foto's van de woning of geodata; 2) automatisch afleiden van de factor door middel van text mining van de verkooptekst; 3) direct vragen aan gebruiker van het systeem (klant); 4) de aankoopmakelaar deze informatie aan de koper te laten vragen; of 5) data inkopen (bijvoorbeeld bij Experian of Facebook).



Een prioritering van factoren kan gemaakt worden op basis van de verwachte voorspellende waarde en de kosten in tijd en geld om bepaalde factoren (data) te verkrijgen. De voorspellende waarde is afhankelijk van de kwaliteit van de data en van de (nog te onderzoeken) mate waarin daadwerkelijk koopgedrag voorspeld wordt.

## 2.5 Indeling van gevonden factoren

De factoren die uit de literatuur, interviews en expertsessie naar voren zijn gekomen, hebben we ingedeeld in woning, koper en context.

### 2.5.1 *Woning*

In de categorie “woning” zijn verschillende typen kenmerken van de woning opgenomen: kenmerken van de woning die meer subjectief zijn zoals de ervaren warmte van een woning (“woning subjectief”) en kenmerken van de woning die (redelijk) objectief te bepalen zijn, zoals de oppervlakte en kleur van de gevel (“woning objectief”). Daarnaast zijn er kenmerken van de wijk en kenmerken van het grotere woongebied.

Kopers verschillen in de mate waarin zij kenmerken belangrijk vinden. Om hier woningkeuze mee te voorspellen zijn een aantal zaken nodig. Ten eerste zullen de kenmerken voor iedere woning bekend moeten zijn en ten tweede zal bekend moeten zijn in welke mate een bepaalde potentiële koper prioriteit geeft aan dit kenmerk. Dit kan afgeleid worden uit het kijk/klik-gedrag online, of uitgevraagd worden aan de koper door het systeem dan wel de aankoopmakelaar.

### 2.5.2 *Koper*

In deze categorie vallen kenmerken van de koper, zoals de “identiteit” van een koper. Het is voor (sommige) kopers belangrijk dat de identiteit van de woning matcht met hun identiteit; wie zij denken te zijn of wie zij zouden willen zijn (aangegeven in de tabel met “match”). Deze kenmerken kunnen net als de woningkenmerken gebruikt worden als toe te kennen label aan een woning.

In de categorie “koper” vallen ook factoren die een relatie weergeven tussen een kenmerk van de koper en een kenmerk van de woning, zoals de relatie dat senioren (kenmerk van een koper) graag dichtbij het openbaar vervoer (kenmerk van een woning) willen wonen (aangegeven in de tabel met “relatie”). Deze relaties kunnen gebruikt worden in het recommender systeem

Tenslotte vallen in deze categorie ook kenmerken van de koper die niet direct samenhangen met de keuze voor een woning maar met het proces om tot de keuze voor een woning te komen (aangegeven in de tabel met “proces”).

Een voorbeeld hier van zo'n type kenmerk is dat een koper een zogenaamde maximiser of satisficer kan zijn.<sup>3</sup> Maximisers zoeken het best mogelijke en zullen daarom grondiger en langer zoeken naar een woning, terwijl satisficers genoeg zullen nemen met een van de eerste woningen die voldoen aan de voor hen belangrijkste eisen. Dit heeft vermoedelijk geen samenhang met het type woning dat zij zullen kiezen, maar mogelijk wel op de manier waarop zij begeleid willen worden in hun zoektocht.

---

<sup>3</sup> Psychologie magazine (2015).

### 2.5.3 *Context*

De categorie “context” bevat geen kenmerken van de woning of de koper, maar processen en effecten die van invloed zijn op het zoekproces. Er worden verschillende subcategorieën onderscheiden: “wensen” als het gaat om een proces waardoor woonwensen die samenhangen met de woningkeuze van een koper naar boven komen en “effect” als het een (psychologisch) effect is dat een rol speelt bij de woningkeuze. Een voorbeeld van een psychologisch effect is het ankereffect. Het ankereffect leidt ertoe dat iemand een huis dat ze normaal gesproken matig leuk vindt, na het bekijken van vijf slechte huizen juist leuk vindt.

Deze manieren om woonwensen te achterhalen en deze psychologische effecten kunnen gebruikt worden in het recommender systeem door ze toe te passen in de algoritmen. Zo kan er bij het presenteren van de zoekresultaten de volgorde zo aangepast worden dat de meest geschikte woning eruit springt. In de tabel in Bijlage A worden hiervoor in de laatste kolom suggesties gedaan.

## 3 Genoemde uitdagingen en behoeften in het makelaarsvak

In de interviews met de makelaars zijn uitdagingen en behoeften die leven onder makelaars geïnterviewd met als doel te bekijken of en hoe een recommender systeem hierbij aan kan sluiten.

### 3.1 Toegevoegde waarde makelaars

De geïnterviewde makelaars noemden als belangrijkste uitdagingen op dit moment de vraag hoe ze in dit digitale tijdperk waarde kunnen blijven toevoegen. Mensen kunnen steeds meer zelf via internet. “Hoe maken we als makelaars dan duidelijk dat we waarde kunnen toevoegen?” De toegevoegde waarde in de toekomst zit volgens de makelaars waarschijnlijk het meest in die dingen waar technologie minder goed in is. Bijvoorbeeld een relatie opbouwen met klanten en hen van daaruit beter begrijpen, hen juist bijsturen wanneer wensen onhaalbaar zijn, of overtuigingskracht gebruiken om klanten huizen buiten hun initiële kaders te laten kijken.

Daarnaast zit toegevoegde waarde in het ontzorgen van klanten, zoals helpen bij onderhandelingen, regelingen uit handen nemen en het ondersteunen bij het juridische proces rondom de koop. Die ontzorgende rol is mogelijk uit te bouwen naar meer informatie over onderhoudsstaat, verwachte kosten daarvan, verbouwkosten, etc. van een object. Ook heeft een makelaar vaak kennis over een gebied (toekomstige ontwikkelingen, vergunningsbeleid, etc.) of over de manier waarop vergelijkbare huizen aangepast of opgeknapt zijn. Daarmee hebben ze kennis over de potentie van een object. Een makelaar kan bijvoorbeeld informatie verstrekken over richtbedragen waarvoor een woning kan worden verbouwd om te voldoen aan de wensen van de koper.

Naast de directe rol naar klanten toe zit de waarde van een makelaar in het vertalen van woonwensen van consumenten naar ontwikkelaars toe: aan welke eisen moet een huis voldoen en hoe verkoop je lastigere projecten?

### 3.2 Waargenomen uitdagingen

Een probleem dat op dit moment speelt en vermoedelijk ook zal blijven spelen is dat er onvoldoende woningen op de markt zijn. Dat is enerzijds een zichzelf versterkend probleem: mensen willen hun huis pas verkopen als ze een nieuw huis gevonden hebben waardoor de doorstroming stopt. Daarnaast is tijdens de crisis minder gebouwd waardoor de voorraad te klein is. Dat geldt nog sterker voor starters en alleenstaanden dan voor doorstromers.

Een uitdaging die nu begint te spelen is die van duurzaamheid. Een voorbeeld is de conventie en wens van consumenten om gasaansluitingen in woningen te hebben, bijvoorbeeld voor het fornuis. Maar de nationale ambitie is om minder afhankelijk te worden van aardgas en huizen in de toekomst zonder gasaansluiting te bouwen. Tegelijkertijd groeit de vraag naar goed geïsoleerde huizen. Dat betekent dat consumenten op het vlak van duurzaamheid sommige ontwikkelingen al omarmen en andere moeten gaan accepteren, of liever nog waarderen.

### 3.3 **RoI NVM**

We vroegen de makelaars hoe de NVM makelaars zou kunnen helpen bij de uitdagingen die ze zien. Makelaars noemden daarbij voornamelijk drie zaken; 1.) een lobby voor woonbeleid met lange horizon zodat er meer nieuwbouw komt voor de juiste doelgroepen, 2.) kennis over ontwikkelingen en mogelijkheden in duurzaam bouwen, 3.) een update van Tiara zodat makelaars meer relevante informatie en minder niet-relevante data moeten invoeren. Met betrekking tot dit laatste werd nog genoemd dat wanneer Tiara zou worden aangevuld met zachte kenmerken, dit makelaars zou dwingen erover na te denken en hen zou helpen aan te sluiten bij de behoeften van hun klanten.

### 3.4 **Recommender systeem**

Op de vraag of de makelaars behoefte zouden hebben aan een recommender systeem en wat ze hiervan verwachten werd positief geantwoord, met diverse aanvullende suggesties en kanttekeningen.

De makelaars zijn eenduidig in de mening dat (technologische) ontwikkelingen niet tegen te houden zijn of tegengehouden moeten worden. Toch verwachten ze niet dat technologische toepassingen zoals een recommender systeem in een klap het matchen van klant en pand perfect maakt. Het kan een goede eerste schifting maken van interessante en minder interessante huizen, maar mensen zullen vooral ook echt zelf de huizen moeten bekijken. Bovendien is de toegevoegde waarde van een recommender systeem vooral groot als er veel aanbod is. Dat is momenteel in veel regio's niet het geval.

Een suggestie is om bij een intake van een woningzoeker persoonlijke informatie in te voeren ten behoeve van het recommender systeem zodat voorspellingen nog persoonlijker worden. Een makelaar kan dan direct zijn unieke meerwaarde (zie bijvoorbeeld paragraaf 3.1) koppelen aan de technologie. De makelaar kan samen met de klant bijvoorbeeld huidige en toekomstige woonwensen verkennen en een pakket van eisen samenstellen die de basis vormt voor aanbevelingen. Een systeem zou ook nog te verfijnen zijn wanneer duidelijk wordt waarom mensen een huis al of niet positief waarderen.

Een strategisch vraagstuk is wie eigendom heeft over het systeem. Informatie is waardevol en bovendien ontwikkelt technologie zich. Daarom zouden makelaars of NVM zelf eigenaar moeten zijn en controle moeten houden.

## 4 Online onderzoek

Het online onderzoek dat we uitvoerden had twee doelen. Ten eerste toetsten we de validiteit en voorspellende waarde van de door NVM ontwikkelde fotovragenlijst die inzicht moet geven in de woonpersoonlijkheid van mensen. Ten tweede onderzochten we of het mogelijk was om gepersonaliseerde aanbevelingen te doen van huizen die beter zijn dan een willekeurig aanbod van huizen. Hiertoe lieten we deelnemers huizen beoordelen aan de hand van vijf foto's van interieur en exterieur. Beide elementen lichten we hieronder nader toe.

### 4.1 Onderdelen van de online studie

#### 4.1.1 *NVM fotovragenlijst*

Na het invullen van enkele algemene vragen met betrekking tot de woonstatus en eventuele koopwensen van de deelnemer, startte het onderzoek met het beoordelen van in totaal ca 50 foto's van diverse aard die eerder door NVM waren ontwikkeld om een woonpersoonlijkheid te kunnen meten. In Bijlage B zijn deze foto's opgenomen.

#### 4.1.2 *Big Five Inventory 10*

Ter validering van de NVM fotovragenlijst namen we de wetenschappelijk gevalideerde, korte Big Five Inventory-10 (BFI-10) af. De BFI-10 is ontwikkeld door Rammstedt en John (2007) en de in dit onderzoek gebruikte vertaling is ontleend aan de vertaling van de volledige BFI-44 (Denissen, Geenen, Van Aken, Gosling en Potter, 2008). In Bijlage C zijn deze vragen opgenomen.

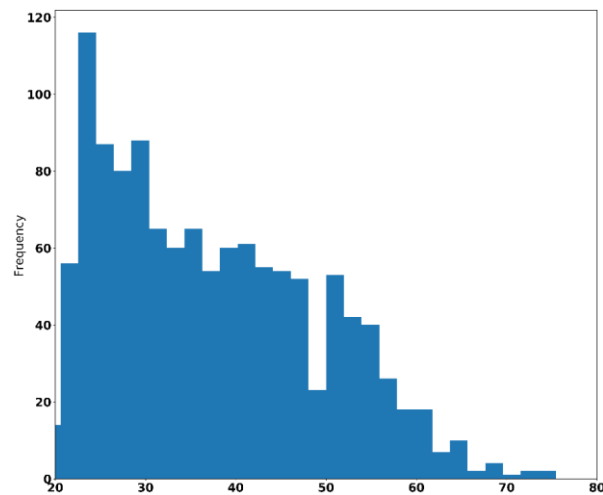
#### 4.1.3 *Huisbeoordelingen*

Als derde onderdeel van de online test toonden we deelnemers 44 huizen die zij konden beoordelen op een 4-puntschaal (1 = past helemaal niet bij mijn smaak; 4 = past helemaal bij mijn smaak). Deelnemers zagen per huis 5 foto's van het interieur en het exterieur. Alle huizen stonden in de regio Utrecht en omliggende dorpen, hadden een vraagprijs tussen 200kEUR en 400kEUR. Door deze selectie zorgden we ervoor dat oordelen niet te sterk beïnvloed zouden worden door prijs, maar juist veroorzaakt worden door smaakverschillen op basis van subtielere kenmerken van het huis. We gebruikten bovendien alleen huizen die werden aangeboden door makelaarskantoor Brecheisen (actief in Utrecht en omliggende dorpen) omdat styling en fotografie een sterke invloed hebben op de uitstraling van het huis op foto's en we de invloed hiervan wilden vermijden.

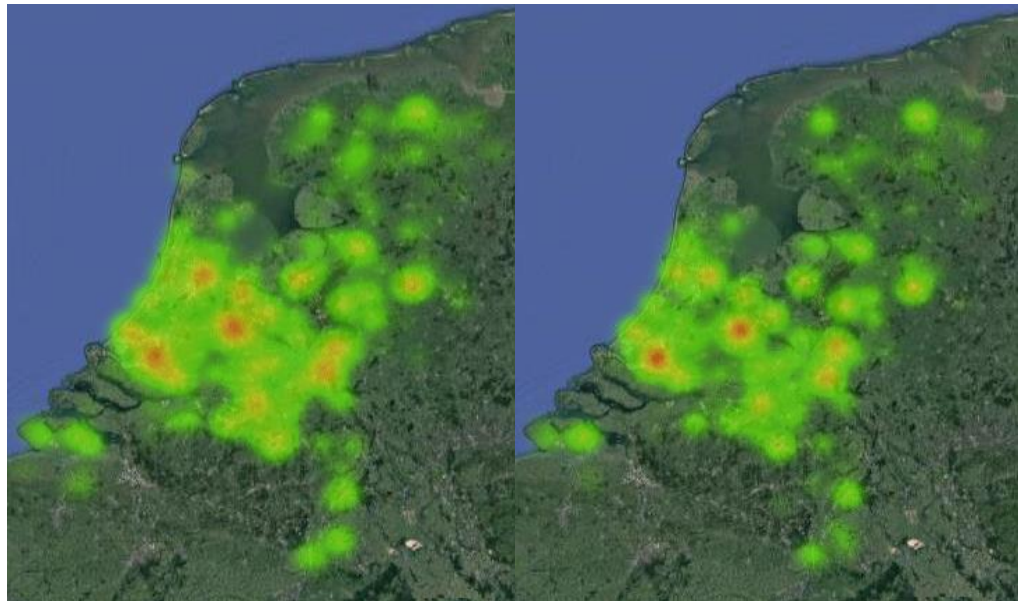
### 4.2 Deelnemers en uitvoering

Het online onderzoek was bereikbaar via de nieuwspagina van de NVM website. Bezoekers zagen daar een link naar de "woonpersoonlijkheidtest". Deelname was vrijwillig en onbezoldigd. In totaal openden 1881 de link naar de test. Van dat aantal voltooiden 1401 deelnemers het eerste deel met de NVM fotovragenlijst, 1351 deelnemers ook het tweede deel met de BFI-10, en 531 deelnemers ook het laatste deel met de foto's van huizen om te beoordelen.

Van de deelnemers die tenminste de eerste twee delen van het onderzoek afronden was 71,6% vrouwen 25,1% man. De overige 3,4% van de respondenten gaf hierop geen antwoord. Hun gemiddelde leeftijd was 37 jaar (standard deviatie = 12 jaar; zie Figuur 1 voor een frequentieverdeling). De meeste respondenten woonden en zochten in de zuidelijke helft van Nederland (zie Figuur 2) met Rotterdam als populairste bestemming. Bijna de helft (48,5%) was op zoek naar een huis.



Figuur 1: Verdeling van leeftijd van de deelnemers.



Figuur 2: Huidige woonplaats (links) en zoekgebied (rechts) van deelnemers. Niet alle deelnemers gaven aan op zoek te zijn naar een huis. Daarom is de rechter heatmap lichter.

### 4.3 Resultaten

In deze resultatensectie beschrijven we eerst in hoeverre de NVM fotovragenlijst en de BFI-10 betrouwbare data hebben opgeleverd. Het gaat daarbij om de onderlinge samenhang tussen items die eenzelfde construct moeten meten. Worden foto's of vragen die bijvoorbeeld de karaktereigenschap "openheid" moeten meten op dezelfde manier beantwoord dan hangen ze onderling sterk samen en vormen ze samen een betrouwbare maat voor het te meten construct. Hangen ze niet sterk samen dan vormen ze geen betrouwbaar meetinstrument voor het betreffende construct.

Na de beschrijving van de betrouwbaarheid beschrijven we de samenhang tussen (ofwel validiteit van) de meetinstrumenten. Valide wil zeggen dat het instrument meet wat het behoort te meten. In dit geval gaat het erom of de NVM fotovragenlijst, die woonpersoonlijkheid moet meten, samenhang vertoont met de gangbare en algemeen geaccepteerde Big Five Inventory (BFI). Een onbetrouwbaar meetinstrument kan doorgaans niet valide zijn. Immers, als vragen die een construct moeten meten niet onderling samenhangen, dan stelt dat grenzen aan de mate waarin ze structureel kunnen samenhangen met andere constructen.

#### 4.3.1 *Betrouwbaarheid NVM fotovragenlijst*

De NVM fotovragenlijst laat een gemengd beeld zien. De foto's die neuroticisme en conscientiousness moeten meten doen dat op een betrouwbare, consistente manier. Maar de overige factoren worden niet consistent beantwoord en daarmee zijn de onderliggende constructen onbetrouwbaar gemeten. Bovendien hebben de drie factoren die niet betrouwbaar gemeten kunnen worden negatieve waarden. Dit suggereert dat er iets niet in orde is met schaalconstructies of items. Alleen positieve waarden worden normaal gesproken als zinvol beschouwd.

Tabel 1: Cronbach's alpha (1401 deelnemers).

Opennes	Neuroticism	Conscientiousness	Agreeableness	Extraversion
-1,499	0,5	0,633	-0,236	-0,069

#### 4.3.2 *Betrouwbaarheid BFI-10*

De BFI-10 toont een zeer matige tot slechte betrouwbaarheid van de 5 constructen. De betrouwbaarheid van het construct neuroticisme is nog redelijk, maar de overige constructen doen het slecht. Dat is opmerkelijk omdat het een uitvoerig geteste, onderzochte en gevalideerde vragenlijst is. Mogelijk is de oorzaak dat dit de 10-item versie van de uitgebreide vragenlijst is.

Tabel 2: Cronbach's alpha (1351 deelnemers).

Opennes	Neuroticism	Conscientiousness	Agreeableness	Extraversion
0,354	0,553	0,248	0,177	0,179

#### 4.3.3 *Samenhang NVM-fotovragenlijst en BFI-10*

Omdat zowel de NVM fotovragenlijst als de BFI-10 een lage betrouwbaarheid van de constructen laten zien, kunnen we niet verwachten dat de NVM-fotovragenlijst gevalideerd kan worden met de BFI-10. We kijken daarom iets gedetailleerder naar de samenhang tussen individuele items en foto's van de schalen.

Er is kleine correlatie tussen 18 foto's uit de A, C en O series ( $r=0.1$  tot  $0.3$ ) met de BFI-10 factor Extraversie (gemeten door items die vragen naar iemands voorkeur voor kunst en fantasie). Er zijn 5 foto's uit de C, E en N series die licht negatief correleren met het BFI10-item over kunst ( $r= -0.1$  tot  $-0.3$ ). Daarnaast zijn er 3 foto's uit de A, C en O series die licht negatief correleren met 'ontspannen' ( $r=-0.1$  tot  $-0.2$ ). Twee O foto's correleren licht met 'terughoudend' ( $r=0.1$  tot  $0.2$ ), Er is een A foto die licht negatief correleert met 'grondig' ( $r=-0.1$ ). En als laatste is er een C foto die licht correleert met 'hartelijk' ( $r=0.1$ ). Deze correlaties zijn onvoldoende om een consistente samenhang met de BFI-10 constructen op te leveren.

Belangrijker nog: dat zoveel onderdelen uit de fotovragenlijst samenhangen met één construct (Extraversie) van de BFI-10 suggereert dat de foto's uit de fotovragenlijst niet orthogonaal (onafhankelijk) zijn. Met andere woorden: foto's die uitsluitend op één construct moeten laden (bijvoorbeeld extraversie), laden in werkelijkheid op meerdere constructen. Statistische methoden om aan de hand van de data items te groeperen zodat ze wel samenhangen en orthogonaal zijn (PCA/factor analyse) levert geen betere resultaten op.

#### 4.3.4 *Conclusie*

We concluderen dat de NVM-fotovragenlijst geen valide meetinstrument van de vijf persoonlijkheidsfactoren is. Uit de analyse blijken er serieuze schaalconstructieproblemen te bestaan waardoor de schalen van de fotovragenlijst niet als zodanig bruikbaar zijn. Ook de BFI-10 konden we niet betrouwbaar meten. In de volgende paragrafen zullen we de individuele items wel meenemen in de voorspellingsmodellen, maar wanneer dat leidt tot betere voorspellingen kan daaruit niet worden geconcludeerd dat deze items iets zeggen over persoonlijkheid. Specifiek in het geval van de fotovragenlijst is het goed mogelijk dat de foto's simpelweg een waardering voor een type sfeer weergeven. Dat kan voorspellend zijn voor huizenbeoordelingen maar duidt als zodanig niet op (woon)persoonlijkheid.

### 4.4 **Recommender systeem**

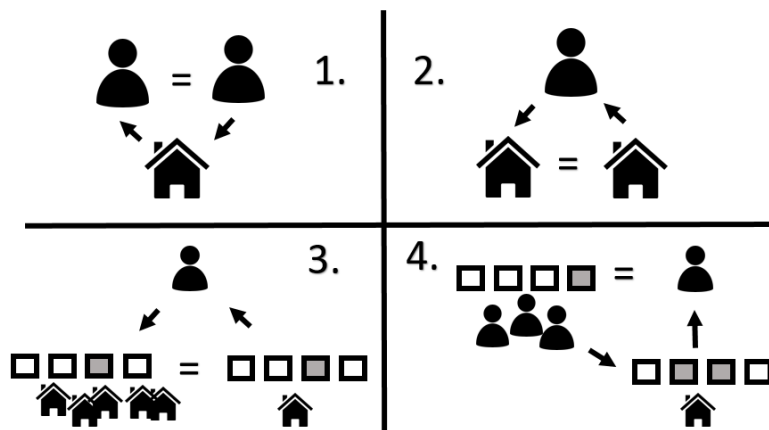
We gaan ervan uit dat zowel persoonskenmerken zoals leeftijd en sekse, als persoonlijkheidskenmerken zoals gemeten met de NVM-fotovragenlijst en de BFI-10, als huiskenmerken invloed kunnen hebben op de waardering voor een huis. Om inzicht te krijgen in welke mate persoons- en persoonlijkheidskenmerken bepalend zijn voor iemands huisvoorkeuren zijn er verschillende analyses mogelijk. Deze analyses werken toe naar een recommender systeem.

We gaan hieronder eerst nader in op wat een recommender systeem behelst. In sectie 4.4.1 tonen we de resultaten van een predictiemodel dat inzicht geeft in de mogelijkheid om huisvoorkeur te voorspellen en welke kenmerken daarvoor van belang zijn. In sectie 4.4.2 bekijken we de kenmerken van de aanbiedingstekst en welke aanvullende 'zachte' kenmerken daarin gevonden kunnen worden.



Een recommender-systeem is een systeem dat op basis van het (historische) gedrag van gebruikers aanbevelingen doet aan (andere) gebruikers over welke woningen geschikt zouden zijn voor hen. Het systeem kan deze aanbevelingen doen op verschillende manieren (Zie ook Figuur 3).

- 1 Suggesties op basis van overeenkomsten tussen beoordelingen van gebruikers (user-based collaborative filtering). Gebruikers die op elkaar lijken in termen van beoordelingen krijgen elkaars positief beoordeelde huizen te zien. Om voorkeuren te leren moet een gebruiker aangeven door middel van "rating" hoe mooi of passend hij/zij het huis vindt, of hoe graag hij het huis zou willen bezichtigen. Een rating kan ook impliciet zijn. Bijvoorbeeld door te meten of en hoe vaak een gebruiker op een link klikt.
- 2 Suggesties op basis van overeenkomsten tussen huizen (item-based collaborative filtering). Huizen die door gebruikers op een vergelijkbare manier (positief/negatief) beoordeeld worden, lijken schijnbaar op elkaar. Het systeem kan gebruikers die een huis positief waarderen vergelijkbare huizen aanbieden.
- 3 Op basis van kenmerken ("features") van een woning die een gebruiker vaker een hoge rating geeft. Wanneer een koper bijvoorbeeld vooral hoge ratings geeft aan huizen met de feature "luke uitstraling" leert het systeem dat dit belangrijk is voor de koper. Hiervoor is het nodig dat de juiste features zijn gekoppeld aan de woning, anders kan het systeem niet leren of dit goede voorspellers zijn.
- 4 Op basis van het aan elkaar matchen van gelijksoortige gebruikers. Het systeem kan leren dat gebruikers met bepaalde kenmerken vaker kiezen voor woningen met bepaalde kenmerken. Wanneer bijvoorbeeld gezinnen met kinderen vaker kiezen voor een huis met veel licht, kan het systeem een ander gezin met kinderen huizen met dit kenmerk voorstellen. Hiervoor is het nodig dat het systeem de juiste informatie (kenmerken) weet van de gebruikers.



Figuur 3: Illustratie van de 4 aanbevelingsmethoden. Een pijl van een persoon af indiceert een voorkeur, een pijl naar een persoon toe indiceert een aanbeveling. De (gekleurde) vierkantjes duiden eigenschappen van een hui of persoon aan. Het = teken geeft gelijkennis aan.

Op deze manieren kan het systeem de gebruiker aanbevelingen doen over welke woningen geschikt zouden zijn. Dit kan de zoektocht naar een woning verkorten en verbeteren. Onder andere doordat de koper op nieuwe ideeën wordt gebracht wanneer hij in een gebied zoekt waar weinig woningen zijn die aan de eisen voldoen. Het systeem kan dan woningen suggereren waar de koper zelf niet aan gedacht zou hebben.

Stel een potentiële koper zoekt een woning in Utrecht, waar op dat moment weinig aanbod is. Het systeem heeft uit de ratings geleerd dat het voor een koper belangrijk is dat het huis drie slaapkamers heeft, een luxe uitstraling, dat er een supermarkt in de buurt moet zijn op niet meer dan een uur reistijd van twee verschillende werkgevers mag liggen. Daarnaast heeft het systeem geleerd dat dit type koper vaak belang hecht aan een historisch stadscentrum. Het systeem kan dan bijvoorbeeld ook specifieke wijken of straten in Amersfoort of Zeist suggereren.

Het aanbod van woningen en de vraag van zoekers is sterk dynamisch. Huizen zijn maar beperkte tijd beschikbaar en het heeft geen zin om huizen aan te bevelen die al verkocht zijn. Bovendien zijn mensen een relatief korte tijd actief op de huizenmarkt en stoppen zij doorgaans met zoeken wanneer ze een huis hebben gekocht. Het gevolg is dat er relatief weinig data in de vorm van ratings ontstaat om mee te rekenen. Dit stelt eisen en beperkingen aan het type recommender systeem dat moet worden ontwikkeld. De belangrijkste beperking is dat een veel gebruikte aanpak waarbij alleen ratings gebruikt worden (collaborative filtering) minder geschikt is, omdat de gebruikersgroep wisselt en maar korte tijd actief. Er zal dus gekeken moeten worden naar inhoudelijke analyse van de huizen én de personen om tot een goede aanbeveling te komen.

#### 4.4.1 *Predictiemodel*

Een eerste manier om op basis van de verzamelde data vast te stellen in hoeverre kenmerken van een persoon en huis samenhangen met huisoordelen is door het maken van een predictiemodel. De vraag bij een predictiemodel is in hoeverre we in staat zijn om iemands beoordeling van een huis te voorspellen op basis van de kenmerken van deze persoon, eerdere beoordelingen van andere huizen en de kenmerken van het huis dat beoordeeld wordt. Dit is een vorm van model-based recommendation.

Twee maten voor het succes van de voorspelling die we gebruiken zijn accuratesse en root mean square error (RMSE). De accuratesse geeft aan hoeveel beoordelingen precies correct voorspeld zijn. Beoordeelt iemand een huis bijvoorbeeld met een 5 dan maakt het voor accuratesse niet uit of de voorspelling een 3 of een 4 was. Beide zijn fout. De RMSE daarentegen kijkt naar het gemiddelde verlies, of afwijking van de voorspelling ten opzichte van de observatie. Beoordeelt iemand een huis bijvoorbeeld met een 5 dan is de RMSE kleiner (en dus beter) als de voorspelling een 4 was dan als de voorspelling een 3 was. RMSE geeft in die zin een genuanceerder beeld. We willen graag een hoge accuratesse en een lage RMSE (zo dicht mogelijk bij 0).

Er zijn 4 mogelijke huisscores, wat betekent dat als we een willekeurige gok zouden doen we in 25% van de gevallen de juiste voorspelling zouden doen (accuratesse). Nu zijn in dit onderzoek de huizen redelijk laag beoordeeld er is er dus een bias. In 34.4% van de beoordelingen wordt het antwoord '2' gegeven – dit is onze baseline voor accuratesse. Als we altijd het antwoord '2' zouden geven zouden we in 34.4% van de gevallen het juiste antwoord geven en een RMSE van 0.4183 hebben. Kunnen we nu een predictiemodel maken dat beter scoort dan deze 34.4%, dan kunnen we aannemen dat we iets geleerd hebben over de onderliggende relatie tussen kenmerken en huisvoorkeuren. Ongeacht of we weten wat deze relatie precies is, kun je een dergelijke aanpak gebruiken in een recommender systeem.

Je kunt dan namelijk voor elk huis voorspellen wat een gebruiker van dit huis gaat vinden, wat je dan dus een basis geeft om te bepalen welk huis je aan de gebruiker gaat voorstellen.

#### 4.4.1.1 *Memory based collaborative-filtering recommendations*

Zoals reeds toegelicht aan het begin van paragraaf 4.4 wordt er in een recommender systeem vaak alleen gekeken naar de beoordelingen die gegeven zijn. Het systeem kijkt meestal dus niet naar de eigenschappen van het object (huis) dat beoordeeld wordt of de eigenschappen van degene die de beoordeling maakt (gebruiker). Er zijn grofweg twee verschillende aanpakken in het veel gebruikte collaborative filtering systeem.

De eerste is een vergelijking tussen gebruikers waarbij er gekeken wordt naar de overeenkomsten in het beoordelingsgedrag van gebruikers. Deze aanpak wordt ook wel *user\*user* genoemd en werkt als volgt: Wanneer twee gebruikers veel overeenkomstige beoordelingen hebben gegeven dan wordt aangenomen dat de gebruikers vergelijkbare voorkeuren hebben. Een beoordeling voor een object wordt vervolgens geschat op basis van de beoordelingen die een gebruiker met dezelfde voorkeuren heeft gegeven (een gebruiker met veel overeenkomstige beoordelingen).

De tweede aanpak wordt *item\*item* genoemd en kijkt naar de gelijkenis tussen objecten. De aanname is dat een vergelijkbare beoordeling voor item A door twee gebruikers een reden kan zijn om item B aan te bevelen wanneer een van de twee gebruikers die ook bekeken heeft ('Gebruikers die item A bekeken, bekeken ook item B').

De resultaten van deze methoden staan in Tabel 3. De succesmaat RMSE laat vrij hoge waarden zien, wat betekent dat de voorspellingen op basis van een simpele 'memory-based' collaborative filtering recommender aanpak, waarbij alleen naar de beoordelingen wordt gekeken, niet bijzonder goed zijn. We zoeken daarom verder naar complexere modellen om de huizenvoorkeuren te voorspellen.

Tabel 3: Collaborative Filtering evaluatie.

Features	RMSE
Baseline (majority class)	0.4183
Item * Item	1.0499
User * User	1.1012

#### 4.4.1.2 *Complex recommendations*

In de voorgaande paragraaf hebben we laten zien hoe succesvol standaard methoden voor aanbevelingen in een recommender systeem zijn. Deze standaardmethoden bleken niet bijzonder nauwkeurige voorspellingen te doen. We verwachten dat complexere methoden, waarbij we gebruik maken van data over de gebruiker, kenmerken van het huis en eerdere beoordelingen leiden tot betere voorspellingen. In Tabel 4 laten we verschillende combinaties van kenmerken zien en hoe goed deze helpen om de huisbeoordeling te voorspellen.

We vergelijken 2 algoritmen: een Nearest Neighbour Algoritme (k-NN, met k=1) en een Naïve Bayes algoritme. In het k-NN algoritme gaan we ervan uit dat we zoeken

naar een persoon/huis uit de trainingdata dat het meest lijkt op het huis waar we een rating voor willen stellen. We gaan er daarbij vanuit dat een gelijkenis tussen huizen ook een gelijkenis in ratings impliceert.

In Naïve Bayes gebruiken we kansberekening en Bayes rule om te bepalen welke beoordeling de meeste kans maakt gegeven een set van kenmerken (features). We kijken hierbij of er een verschil is tussen hoe vaak een bepaalde feature (bijvoorbeeld bouwjaar = 1960) voorkomt in de ene rating (bijvoorbeeld 1) versus de andere rating (bijvoorbeeld 4). Als bouwjaar 1960 vaker voorkomt in huizen die een 4 hebben gekregen dan in huizen die een 1 hebben gekregen dan suggereert het dat kenmerk (bouwjaar = 1960) een goede voorspeller is. We kijken natuurlijk ook naar combinaties van features. Naïve Bayes is een simpel algoritme dat baat heeft bij veel features. Bij k-NN kunnen te veel features ook nadelig werken. Er zijn nog meer algoritmen die gekozen kunnen worden, maar deze maken gebruik van uitgebreidere en complexere manieren om te trainen wat ze tijdovender en minder geschikt maakt voor een toepassing in een recommender systeem.

Tabel 4: Effect van verschillende featurecombinaties op de voorspellende waarde van een k-NN model met k=1 gemeten met 10-fold cross validatie.

Features	k-NN		Naïve Bayes	
	Accuratesse	RMSE	Accuratesse	RMSE
Baseline (majority class)	34.49%	0.4183	34.49%	0.4183
Gebruiker	51.06%	0.3894	46.79%	0.4413
BFI-10	51.07%	0.3894	38.10%	0.4161
NVM fotovragenlijst	51.04%	0.3895	38.85%	0.4449
Gebruiker & BFI-10 & NVM fotovragenlijst	51.03%	0.3895	44.45%	0.471
Huis	42.39%	0.4054	40.49%	0.4856
Huis & gebruiker & BFI-10 & NVM fotovragenlijst	46.26%	0.5181	53.09%	0.4432

De resultaten laten zien dat alleen het toevoegen van gebruikersinformatie, of dit nu BFI-10, de NVM-fotovragenlijst of algemene informatie zoals geslacht, leeftijd etc. is, al voldoende is om een betere inschatting te maken van de huisbeoordeling dan een baseline (zie Tabel 4). Het lijkt erop dat de algemene gebruikersinformatie zoals geslacht, leeftijd etc. hierbij de beste informatie geeft, althans in het Naïve Bayes algoritme.

De 'harde' huiskenmerken daarentegen hebben in het geval van k-NN een negatieve bijdrage, wat laat zien dat de 'persoon' belangrijker is dan het 'huis'. Wel moet hierbij de kanttekening gemaakt worden dat dit kan komen door de selectie van huizen die beoordeeld is en de redundantie in huisinformatie. Idealiter zouden meer huizen en een grotere variatie hierin beoordeeld worden, maar dit was niet mogelijk door de beperkingen van de online questionnaire. Bovendien was er negatieve bias in de data: ruim 68% van de beoordelingen was negatief (score 1 of 2).

Het is interessant dat de combinatie van huis, BFI-10, NVM-fotovragenlijst en gebruikersinformatie de accuratesse wel verbeterd ten opzichte van de baseline (46.26% vs 34.49%), maar dat de RMSE slechter is (0.5181 vs. 0.4183). Ook voor het Naïve Bayes algoritme, dat de beste accuratesse behaalt (53.09%) is de RMSE niet optimaal (0.4432). Dit suggereert dat wanneer het complexe model een verkeerde voorspelling doet, de afwijking in voorspelling groter is dan wanneer de baseline een verkeerde voorspelling doet.

#### 4.4.2 Tekstanalyse

Het is mogelijk dat de harde kenmerken zoals deze ingevuld worden door de makelaars (oppervlakte, aanwezige voorzieningen) niet zoveel recht doen aan de uitstraling van een woning. Om deze reden kijken we naar de bijvoeglijk naamwoorden die gebruikt worden in de aanbiedingsteksten om een beeld te krijgen van een huis. Bijvoeglijk naamwoorden zeggen typisch iets over sfeer zoals 'ruim', 'karakteristiek' of 'origineel'. Door het analyseren van de positief en negatief beoordeelde huizen en hun beschrijvingen kunnen we een beeld krijgen van de 'zachte' voorkeuren van gebruikers. Hieronder zijn 3 gebruikers uitgelicht. De grootte van de woorden duidt aan hoe frequent het woord voorkomt in de beoordelingen door die persoon. Woorden als 'vaste', 'ruime' en 'zonnige' zijn frequent gebruikt als beschrijving in onze huizenselectie. De kleur duidt aan of deze persoon met het woord een positieve (groen), negatieve (rood) of neutrale (grijs) associatie had. Zo lijkt persoon A gericht op ruimte ('grote', 'riante', 'open', 'vrij', zie Figuur 4), persoon B lijkt gericht op gemak ('softclose', 'beste', 'nieuwe', zie Figuur 5), maar houdt niet zo van 'wit' en persoon C is overall negatief over (zie Figuur 6).



Figuur 4: Voorkeuren persoon A.



Figuur 5: Voorkeuren persoon B.



Figuur 6: Voorkeuren persoon C.

Op een vergelijkbare manier kunnen we ook in kaart brengen welke ‘zachte’ kenmerken nu gebruikt worden door makelaars om huizen te beschrijven. Figuur 7 laat het huis en beschrijving van het best beoordeelde huis zien en figuur 9 van het slechtst beoordeelde huis. De deelnemers hebben deze beschrijvingen niet gezien, toch valt op dat in figuur 7 veel meer (variatie in) bijvoeglijke naamwoorden zijn gebruikt dan voor figuur 9. In figuur 8 laten we nog een gemiddeld huis zien, daar ziet men ook het gebruik van woorden zoals ‘kindvriendelijk’ en ‘karakteristiek’.



Figuur 7: Kenmerken van het best beoordeelde huis.



Figuur 8: Kenmerken van een gemiddeld beoordeeld huis.



Figuur 9: Kenmerken van het slechts beoordeelde huis.

De geëxtraheerde 'zachte' kenmerken kunnen ook gebruikt worden in het predictiemodel. Resultaten daarvan staan weergegeven in Tabel 5. Hoewel deze voorspelling niet verbetert ten opzichte van de voorspellingen die we in Tabel 4 toonden, is de mogelijkheid interessant en kan de voorspellende waarde juist groot zijn in een informatierijke-omgeving zoals Funda.

Tabel 5: Effect van toevoeging van bijvoeglijke naamwoorden aan de featurecombinaties op de voorspellende waarde van een k-NN model met k=1 gemeten met 10-fold cross validatie.

Features	k-NN		Naïve Bayes	
	Accuratesse	RMSE	Accuratesse	RMSE
Baseline (majority class)	34.49%	0.4183	34.49%	0.4183
Bijvoeglijk Naamwoorden	42.01%	0.4063	38.72%	0.5039
Huis & gebruiker & BFI-10 & NVM foto & bijvoeglijk naamwoorden	45.12%	0.5236	50.32%	0.477

#### 4.4.3 Conclusie

We hebben een aantal methoden en databronnen toegepast om aanbevelingen te genereren (beoordelingen, huizenkenmerken, persoonskenmerken, huisbeschrijvingen). Op basis van de huidige dataset komt de beste voorspelling tot stand door gebruik te maken van de kenmerken van het huis uit Tiara en de kenmerken van personen (persoonsinformatie, BFI-10 en NVM fotovragenlijst) met behulp van een Naïve Bayes algoritme. Dit leidt tot een voorspelling van ruim 53%.



Dat wil zeggen dat in 53% van de gevallen, tegenover een baseline van ruim 34%, het algoritme een juiste aanbeveling doet.

De mogelijkheden die we hebben onderzocht zijn interessanter dan de exacte getallen. De huidige voorspellingen zijn namelijk gebaseerd op een kunstmatige dataset. Dat wil zeggen, we hebben gebruik gemaakt van een selectie van foto's van een beperkt aantal huizen. In werkelijkheid is er veel meer informatie en variatie in het huizenaanbod en in de huiszoekers. Hierbij zullen veel huizenzoekers kijken met de intentie om een huis te bezichtigen of te kopen als er een geschikt object voorbijkomt, terwijl dat waarschijnlijk anders ligt voor de deelnemers van ons onderzoek. Deze verschillen tussen een onderzoek en natuurlijke omgevingsetting kan ertoe leiden dat echte zoek- en beoordelingsdata van echte zoekers afwijken van de getallen die we hier hebben gevonden. Of en in hoeverre dit het geval is zal onderzoek in een natuurlijke setting uit moeten wijzen.

## 5 Conclusies en aanbevelingen

### **Determinanten woningkeuze**

De beschikbare wetenschappelijke en grijze literatuur en de kennis van geïnterviewde makelaars en van gedragsexperts heeft een flink aantal factoren opgeleverd die gerelateerd zijn aan en voorspelend kunnen zijn voor de voorkeuren die mensen hebben voor specifieke huizen. Deze factoren hebben we ingedeeld in kenmerken van huizen, van consumenten en van de situatie. Data over sommige van deze kenmerken, voornamelijk die gerelateerd aan de huizen, zijn bekend. Data over andere kenmerken zouden verworven moeten worden om bij te kunnen dragen aan betere aanbevelingen voor consumenten. We hebben hiervoor specifieke suggesties gedaan.

### **Uitdagingen en behoeften van makelaars**

De geïnterviewde makelaars noemen het belang van meegaan met (technologische) innovaties voor hun branche. In dat kader zien ze de ontwikkeling van een recommender systeem als een positief middel dat omarmd moet worden. Het is echter niet de eerste behoefte die de geïnterviewde makelaars noemen; ze hebben vooral oog voor de onmiddellijke uitdagingen waarvoor ze gesteld staan. Vooral voor de langere termijnen voor tijden of plekken waar er veel aanbod is van huizen wordt een recommender systeem gezien als een nuttige innovatie.

Makelaars zien ook complementariteit tussen een recommender systeem en hun eigen rol. Consumenten weten vaak niet wat ze precies zoeken en wat hun huidige en toekomstige behoeften zijn. Woningzoekenden moeten daarom begeleid worden, waarbij er aandacht is voor hun programma van eisen, toekomstvisie op wonen en het leren kennen van hun behoeften, bijvoorbeeld middels story telling of experientiele methoden. Ook de overredingskracht van makelaars om klanten uit te dagen buiten hun gestelde kaders te denken en kijken wordt genoemd als een kwaliteit die makelaars toe kunnen voegen.

Er is behoefte het systeem in eigen hand te houden. Daarnaast kan het systeem worden uitgebreid met diensten van makelaars. Een genoemd voorbeeld hiervan is het geven van informatie over richtbedragen waarvoor een woning kan worden verbouwd om te voldoen aan de wensen van de koper.

### **Recommender systeem**

Data uit het recommender systeem zal informatie opleveren over vraag en behoefte van woningzoekenden. Bovendien kan dergelijke data trends laten zien of vroegtijdig signaleren. Het systeem kan zo gebruikt worden om nieuwe woningen beter op de vraag aan te laten sluiten en ter ondersteuning van de lobby voor meer en/of andersoortige nieuwbouw.

Met de beschikbare data uit het uitgevoerde onderzoek bereikt het Naïve Bayes algoritme een accuratesse van 53% tegen een baseline van 34%. Dat is een aanzienlijke verbetering en legitimeert een toepassing van een recommender systeem in een pilotsetting waarin een actueel huizenaanbod kan worden gepresenteerd aan echte consumenten die geïnteresseerd zijn in het bezichtigen en kopen van een nieuw huis.

**Aanbevelingen**

De recommenderscores in dit onderzoek kunnen gezien worden als een proof of concept. Toegepast in een gecontroleerde omgeving met een beperkte set huizen hebben we hier laten zien dat het concept met grotere accuratesse huizen presenteert die aansluiten bij de waardering van een gebruiker dan een niet-intelligente baseline. De accuratesse van het voorspellingsstelsel kan verder worden verbeterd door data te verzamelen over meer van de gevonden factoren die woonvoorkeuren bepalen. Ook kan gekeken worden op welke (aanvullende) manieren een huis beoordeeld kan worden. Denk hierbij aan gedragsdata zoals kliks, likes, bewaarde huizen, opgevraagde contactgegevens van een makelaar, of (aanvraag van) bezichtigingen. Dit zou in een pilotsetting (zoals in een zelfstandige website of applicatie voor consumenten) toegepast en ontwikkeld kunnen worden. We verwachten dat deze ontwikkeling zal bijdragen aan het (nog) succesvoller matchen van pand en klant en waardevolle informatie genereert over (zich ontwikkelende) voorkeuren van consumenten.

## 6 Literatuur

- Auckland Council (2015). Housing Choice and Preference: A Review of the Literature.
- Blije, B., van Hulle, R., Poulus, C. van Til, R & Gopal, K. (2009). In inkleuren van voorkeuren, de woonconsument bekent – WoOn-module Consumentengedrag. Ministerie van Volkshuisvesting, r2009-0007BB.
- Clark, W., Deurloo, M., & Dieleman, F. (2006). Residential mobility and neighbourhood outcomes. *Housing Studies*, 21(3), 323-342.
- Denissen, J. J., Geenen, R., Van Aken, M. A., Gosling, S. D., & Potter, J. (2008). Development and validation of a Dutch translation of the Big Five Inventory (BFI). *Journal of personality assessment*, 90(2), 152-157.
- Feijten, P. (2005). Life events and the housing career: A retrospective analysis of timed effects. Delft: Eburon.
- Frenkel, A., Bendit, E., & Kaplan, S. (2013). Residential location choice of knowledge-workers: The role of amenities, workplace and lifestyle. *Cities*, 35, 33-41.
- Hammouch, M.B. (2007). De toepasbaarheid van leefstijlen – een onderzoek naar de relatie tussen leefstijlen en fysieke woning- en woonomgevingskenmerken. Scriptie, Universiteit Delft, Real estate and Housing.
- Jansen, S. J., Coolen, H. C., & Goetgeluk, R. W. (2011). The measurement and analysis of housing preference and choice (p. 272). Springer.
- Khoo-Lattimore, C., Thyne, M., & Robertson, K. (2009). The ZMET method: using projective technique to understand consumer home choice. *The Marketing Review*, 9(2), 139-154.
- Levy, D., & Lee, C. K. (2011). Neighbourhood identities and household location choice: estate agents' perspectives. *Journal of Place Management and Development*, 4(3), 243-263.
- Levy, D., Murphy, L., & Lee, C. K. (2008). Influences and emotions: exploring family decision-making processes when buying a house. *Housing Studies*, 23(2), 271-289.
- Maré, D. C., & Coleman, A. (2011). Estimating the determinants of population location in Auckland.
- Mulder, C. H. (1996). Housing choice: Assumptions and approaches. *Journal of housing and the built environment*, 11(3), 209-232.
- NRC (2004). Leefstijl bepaalt woningkeuze. Bezocht 14 april 2017 vanaf: <https://www.nrc.nl/nieuws/2004/03/27/leefstijl-bepaalt-woningkeuze-7679891-a587900>
- Preval, N., Chapman, R., & Howden-Chapman, P. (2010). For whom the city? Housing and locational preferences in New Zealand. *Sizing up the City*. Wellington: Steele Roberts Publishers.
- Psychologie magazine (2015). Vind je nieuwe huis – psychologische tips en valkuilen bij een van de grootste beslissingen in je leven.
- Rammstedt, B., & John, O. P. (2007). Measuring personality in one minute or less: A 10-item short version of the Big Five Inventory in English and German. *Journal of research in Personality*, 41(1), 203-212.
- Rehm, M., & Filippova, O. (2008). The impact of geographically defined school zones on house prices in New Zealand. *International Journal of Housing Markets and Analysis*, 1(4), 313-336.
- Salzman, D. A., & Zwinkels, R. C. (2013). Behavioural Real Estate.

Saville-Smith, K and James, B. (2010). The determinants of tenure and location choices of 20-40 year old households in the Auckland region. Prepared by Beacon Pathway Ltd. for the Centre for Housing Research Aotearoa New Zealand.

Sirgy, M. J., Grzeskowiak, S., & Su, C. (2005). Explaining housing preference and choice: The role of self-congruity and functional congruity. *Journal of Housing and the Built Environment*, 20(4), 329-347.

## A Tabel met verzamelde factoren

In onderstaande tabel zijn de verzamelde factoren die van invloed zijn op woningkeuze samengebracht en gestructureerd in drie hoofdcategorieën: woning, koper en context. Meer informatie over deze tabel is te vinden in hoofdstuk 2. Naast een toelichting en de bron, wordt aangegeven of deze factor op dit moment in Tiara aanwezig is en als dit niet zo is wordt er in het kort een voorstel gedaan hoe dit opgenomen kan worden. Met een "T" is steeds aangegeven als een factor op dit moment opgenomen is in Tiara. Een "V" staat voor het voorstel om aan informatie over deze factor te komen. Bij de verschillende voorstellen is nog geen rekening gehouden met de haalbaarheid.

Categorie	Factor	Toelichting	Bron	Tiara
<b>Factoren Woning</b>				
Woning - objectief	Oppervlakte	Kopers verschillen in de oppervlakte die ze voor hun nieuwe woning willen.	Preval, et al., 2010; Makelaar	T: GebruiksoppervlakteWoon functie
Woning - objectief	Tuin (grootte, ligging, privacy)	Kopers verschillen in de grootte van de tuin die zij bij hun nieuwe huis willen.	Makelaar	T: Tuin - TotaleOppervlakte
Woning - objectief	Kleur van de woning	Kopers verschillen in de kleur die zij aantrekkelijk vinden voor een huis (exterieur).	Expert	V: kleur afleiden uit de foto van de voorgevel van de woning. Bijvoorbeeld door de overwegende kleur in de gevelfoto te detecteren.
Woning - objectief	Bouwstijl	Kopers verschillen in de stijl die zij aantrekkelijk vinden.	Blije et al., 2009	T: Soort woning T: Type woning Mogelijk is het nodig om de categorieën te verfijnen.
Woning - objectief	Bouwjaar	Kopers verschillen in de mate waarin zij gevoelig zijn voor het bouwjaar van een woning. Bij verschillende bouwjaren horen verschillende bouwstijlen, maar ook mogelijke gebreken of obstakels voor bijv. isolatie of verbouwing.	Makelaar	T: Bouwjaar

Categorie	Factor	Toelichting	Bron	Tiara
Woning - objectief	Bijzonder element	Kopers verschillen in de mate waarin zij gevoelig zijn voor een bijzonder element van een woning. Een woning met een bijzonder element (USP), blijft langer hangen in het geheugen van kopers en is daarom aantrekkelijker.	Makelaar	T: Bijzonderheid (?) V: Relevante bijvoeglijk en zelfstandige naamwoorden in verkooptekst. Bijvoorbeeld door het kijken naar een bijvoeglijk naamwoord in combinatie met een zelfstandig naamwoord – het zelfstandig naamwoord duidt dan aan wat het bijzondere kenmerk is. Eventueel in combinatie met een ontologie wat dan relevante zelfstandige naamwoorden zijn of een selectie van bijvoeglijke naamwoorden die een dergelijke relatie aanduiden zoals 'bijzondere tuin' 'authentiek raam'; waarbij bijzonder en authentiek dan de relevante bijvoeglijknaamwoorden zijn.
Woning - objectief	Bijzonderheid	Kopers verschillen in de mate waarin zij het belangrijk vinden zich te onderscheiden, wat zich kan uiten in een voorkeur voor bijzondere elementen van het huis.	Makelaar	T: Bijzonderheid (?) V: Onderscheidende kenmerken t.o.v. straat/buurt en t.o.v. sociale omgeving (vrienden, familie). Hiervoor zijn gegevens nodig over de adressen en woningen van deze mensen.
Woning - objectief	Uitzicht	Kopers verschillen in de mate waarin zij gevoelig zijn voor het uitzicht.	Makelaar	V: het uitzicht kan afgeleid worden uit google streetview.
Woning - objectief	Luxe	Kopers verschillen in de mate waarin zij de luxe van een kookeiland, dubbele wastafel, glazen douchescherm opzoeken (starters zoeken deze luxe steeds meer).	Makelaar	T: Op welke wijze zit dit in op dit moment in Tiara? V: Eventueel luxe af te leiden uit verkooptekst met behulp van keywords zoals 'modern' en 'luxe'.

Categorie	Factor	Toelichting	Bron	Tiara
Woning - objectief	Licht	Kopers verschillen in de mate waarin zij gevoelig zijn voor licht. Grote ramen of ander manieren waarop licht de woning binnen kan komen maakt een woning aantrekkelijk.	Makelaar	V: Uit verkooptekst af te leiden (licht*; doorzon). Daarnaast uit foto's van de makelaar (hoeveelheid wit/lichte kleuren op de interieur foto's).
Woning - objectief	Warmte	Kopers verschillen in het belang dat zij hechten aan de temperatuur van een woning. (In een koud gebied is het van belang dat het huis lekker warm is. Wellicht vooral van belang wanneer de verkoop in de winter wordt gesloten.)	Khoo-Lattimore, et al., 2009	T: isolatievormen.
Woning - objectief	Privacy	Kopers verschillen in de privacy die zij verlangen in hun woning.	Saville-Smith, et al., 2010	V: Gebruik van data over type woning: vrijstaand, villa, verdieping maar ook ligging (in wijk, etc).
Woning - objectief	Overzicht versus toevlucht	Kopers verschillen in de mate waarin zij juist overzicht (open ruimten) aantrekkelijker vinden of toevlucht (beschutting). (Mannen lijken overzicht belangrijker te vinden, vrouwen toevlucht).	Psychologie magazine 2015	V: Keywords gerelateerd aan 'open' in verkooptekst, zoals open, ruim*, groot, etc.
Woning - objectief	Beloofte	Kopers verschillen in de mate waarin zij een huis zoeken die een bepaalde belofte herbergt. Bijvoorbeeld als het huis verstopt is achter bomen, of niveauverschillen in huis. Dit maakt nieuwsgierig.	Psychologie magazine 2015	



Categorie	Factor	Toelichting	Bron	Tiara
Woning - objectief	Risico	Kopers verschillen in de mate waarin zij voorkeur hebben voor een woning waarin risico / spanning zichtbaar is, bijvoorbeeld door een hoge balustrade.	Psychologie magazine 2015	V: meten van regulatory focus (maat die aangeeft in welke mate mensen worden gemotiveerd door het behalen van plezierige ??, of het voorkomen van verlies).
Woning - objectief	Complexiteit versus orde	Kopers verschillen in de mate waarin zij een huis aantrekkelijk vinden dat minimalistisch of complex (rommelig, druk) is ingericht.	Psychologie magazine 2015	V: Hoeveelheid objecten gedetecteerd in interieurfoto's.
Woning - objectief	Ervaren potentieel / onderhoud	Wanneer een huis werk nodig heeft, is het belangrijk dat mensen het potentieel van een huis zien. Kopers verschillen in de mate waarin zij hiertoe in staat zijn.	Khoo-Lattimore, et al., 2009; makelaar	T: Onderhoud Binnen Buiten
Woning - subjectief	Verkoopbaarheid	Kopers verschillen in de mate waarin zij nadenken over of zij het na verloop van tijd weer kunnen verkopen.	Expert	V: aantal views op Funda, of verkoopsnelheid in het verleden kan inzicht geven in populariteit van een woning en daarmee verkoopbaarheid.
Wijk	Voorzieningen	Kopers verschillen in de voorzieningen die zij belangrijk vinden om in de buurt van hun woning te hebben.	Auckland Council, 2015	T: Voorziening
Wijk	Groen in de buurt	Kopers verschillen in de waarde die zij hechten aan groen in de buurt in de vorm van parken en bossen.	Blije et al., 2009	T: Voorziening (?), Bouwgrond - Ligging V: Keywords zoals park, bos, groen, etc. in verkooptekst, informatie uit google maps, of open geodata.
Wijk	Veiligheid van de locatie	Kopers verschillen in hun veiligheidsbeeld van een locatie en in de waarde die zij	Saville-Smith, et al., 2010	T: Wonendetails - Keurmerken V: Aantal diefstallen/incidenten op

Categorie	Factor	Toelichting	Bron	Tiara
		aan veiligheid hechten.		adres of postcode (drimble).
Gebied	Stedelijkheid	Kopers verschillen in hun voorkeur voor stedelijk, dorps of landelijk.	Blije et al., 2009	T: op welke manier zit dit in Tiara op dit moment?
<b>Factoren Koper</b>				
Koper - match	Congruentie met functionele eisen	Voldoet het huis aan de functionele eisen van de kopers? (architecturale stijl, mate van homogeniteit van de buurt, scholen, speelplaatsen, bibliotheken, winkels, bioscopen en kwaliteit van services van de gemeente).	Sirgy, et al., 2005	V: Dit zal uitgevraagd moeten worden aan de koper door het systeem of de aankoopmakelaar.
Koper - match	Identiteit	Kopers zijn vaak op zoek naar een huis dat overeenkomt met hun identiteit.	Levy, et al., 2011	T: Kopertype (?) V: op basis van marktsegmentatie-data (bijv. Mosaic) kan een identiteitsbeeld van een straat of wijk worden verkregen.V: type gewenste uitstraling (bijv. op basis van plaatjes zoals in de NVM big5) laten scoren door zoekter
Koper - match	Congruentie met ideale/sociale/al gemene zelf	Is het huis en de buurt congruent met het ideale, sociale, of algemene beeld dat de kopers van zichzelf hebben? Dit is vooral belangrijk voor kopers met behoefte aan zelfvertrouwen. Sociale congruentie (komt het overeen met wat anderen goedkeuren?) is vooral belangrijk voor kopers met	Sirgy, et al., 2005; NRC, 2004	T: Kopertype (?) V: type gewenste uitstraling (bijv. op basis van plaatjes) toevoegen aan Huishoudensituatie; d.m.v. vragenlijsten die zelfbeeld meten.

Categorie	Factor	Toelichting	Bron	Tiara
		behoefte aan goedkeuring.		
Koper – match	Status	Kopers verschillen in mate waarop zij op zoek zijn naar (sociale) statussen in de status die zij al ervaren. Vergroot de woning de (sociale) status van deze koper?	Salzman, et al., 2013; Psychologie magazine 2015	V: Status van een gebied (PC6) vaststellen op basis van sociaal economische status (SES) van bewoners (CBS data).
Koper - match	Relevante anderen	Kopers zullen hun voorkeuren aanpassen aan hoe relevante anderen zoals vrienden wonen.	Expert	V: Toevoegen adressen van vrienden; vragen hoe vrienden/familie wonen met voorbeeldfoto's van type huizen.
Koper - match	Ons soort mensen	Kopers zoeken een woning in een buurt waarin mensen wonen die op hen lijken.	Expert, makelaar	T: Samenstelling Huishouden Leeftijd Hoofdkostwinner Leeftijd Oudste Kind Gezinsinkomen
Koper - match	Etniciteit	Kopers zoeken vaak een locatie waarbij de burens van dezelfde etniciteit zijn.	Makelaar	V: Ongewenst, hier niets mee doen (andere variabelen dekken reeds relevante overeenkomstige kenmerken van mensen)
Koper - match	Ervaringen met het vorige huis	Kopers zoeken een huis met eigenschappen die ze gemist hebben in hun vorige huis.	Expert	V: Vragen wat het grootste gemis was in de vorige woning.
Koper - match	Huisdieren	Sommige kopers hebben bepaalde eisen door het hebben van huisdieren. Sommige dieren hebben eigen accommodatie, of uitlaatgelegenheid nodig.	Expert	V: Vragen
Koper - match	Hobby's	Hobby's stellen eisen aan een woning: een vijver, atelier, of garage.	Makelaar	V: vragen naar hobby's die bijzondere ruimte vereisen.
Koper - match	Ervaren verbinding met de locatie	Wanneer een koper al een verbinding heeft met de locatie	Saville-Smith, et al., 2010;	V: Toevoegen van reisgegevens uit bijvoorbeeld google maps.

Categorie	Factor	Toelichting	Bron	Tiara
		van de woning zal de kans dat hij voor deze locatie kiest groter zijn.		Of verbinding door bijv. vrienden/familie?
Koper - match	Huidige locatie/stad	Kopers kunnen zich hechten aan de locatie waar ze al wonen, waardoor de kans groter is om in de huidige locatie te zoeken.	Saville-Smith, et al., 2010; Hidalgo, et al., 2001	V: Toevoegen huidig adres.
Koper - match	Huidige woonsituatie	De wensen die vervuld worden in de huidige woonsituatie zullen ook bij een volgend huis van belang zijn, tenzij de omstandigheden sterk veranderen.	Saville-Smith, et al., 2010	V: vragen naar de grootste pre van het huidige of vorige huis.
Koper - match	Buurt met vergelijkbare bewoners	Kopers vinden buurten waarin vergelijkbare bewoners (mensen als henzelf) een sterke aanwezigheid hebben aantrekkelijk.	Maré, et al., 2011	T: SamenstellingHuishouden LeeftijdHoofdkostwinner LeeftijdOudsteKind Gezinsinkomen V: Buurtdata toevoegen (bijv. hoeveelheid alleenstaand)
Koper - match	Heterogeniteit buurt	Kopers verschillen in de mate waarin zij het belangrijk vinden dat de buurt heterogeen dan wel homogeen is opgebouwd betreft leeftijden.	Expert	V: Buurtdata toevoegen (leeftijd, e.d.).
Koper - match	Leeftijd	Kopers wonen graag tussen mensen van ongeveer hun eigen leeftijd.	Makelaar	V: buurtdata
Koper - match	Contactbehoefte	Kopers verschillen in de mate waarin zij behoefte hebben aan contact met burens.	Makelaar	V: een maat van sociale cohesie toevoegen (CBS).
Koper - match	Jeugd	Kopers zullen op zoek zijn naar elementen van het huis waarin zij zelf	Expert	V: Toevoegen adressen van eerdere woningen en wat kopers hier positief aan vonden.

Categorie	Factor	Toelichting	Bron	Tiara
		zijn opgegroeid wanneer zij kinderen willen of hebben.		
Koper - match	Autobiografische herinneringen	Herinneringen aan eerdere (jeugd) huizen zorgen voor een keuze voor vergelijkbare huizen of ruimtes.	Khoo-Lattimore, et al., 2009; Psychologie magazine 2015	V: Toevoegen adressen van eerdere woningen en wat kopers hier positief aan vonden.
Koper - relatie	Aantal kinderen	Het aantal kinderen bepaalt de hoeveelheid kamers.	Makelaar	T: AantalSlaapkamers SamenstellingHuishouden
Koper - relatie	Beroep aan huis	Wanneer een koper aan huis werkt is er een kamer extra nodig.	Makelaar	T: AantalSlaapkamers > aantal bewoners
Koper - relatie	Locatie van familie en vrienden van leden van het huishouden	Waar wonen familie en vrienden van het huishouden van de koper? Dit heeft invloed op de voorkeur voor de locatie van een nieuwe woning.	Saville-Smith, et al., 2010	V: Toevoegen adressen van familie en vrienden.
Koper - relatie	Verwachte reistijd naar werk / locatie werkgever	Hoe lang verwacht de koper naar het werk te moeten reizen vanuit de nieuwe woning? Kopers hebben een voorkeur voor zo min mogelijk reistijd.	Preval, et al., 2010; Frenkel, et al., 2013; Saville-Smith, et al., 2010	V: Toevoegen adressen van werkgevers.
Koper - relatie	Parkeergelegenheid	Kopers met één of meerdere auto's, of kopers die van plan zijn om (voor forensen) een auto te kopen, zullen meer waarde hechten aan parkeergelegenheid.	Blije et al., 2009	T: Garage Parkeren Parkeren, Faciliteiten V: Gebruiker vragen naar aantal auto's.
Koper - relatie	Activiteiten	Kenniswerkers die hun vrije tijd besteden met culturele activiteiten hebben de voorkeur	Frenkel, et al., 2013	V: afstand tot stads-, dorps- of cultureelcentrum vaststellen

Categorie	Factor	Toelichting	Bron	Tiara
		voor het stadscentrum, terwijl kenniswerkers die zich vooral thuis bezighouden, vooral in de buitenbuurten willen wonen.		
Koper – relatie	Ervaring	Meer ervaren kopers zullen zich meer laten leiden door functionele eisen dan onervaren kopers.	Sirgy, et al., 2005	V: leeftijd huis als proxy voor functionaliteit en comfort.
Koper – relatie	Budget	Het budget van kopers bepaalt in welke wijken gezocht kan worden.	Makelaar	T: Koopprijs; vraagprijs
Koper – relatie	Jaren-30	Kopers die jaren-30 huizen mooi vinden gaan voor de uitstraling van een huis.	Makelaar	V: Afleiden uit eerder bekeken huizen.
Koper – relatie	Jaren-60	Kopers die jaren-60 huizen mooi vinden zijn functioneler ingesteld.	Makelaar	V: Afleiden uit eerder bekeken huizen.
Koper – relatie	Kinderen	Kopers met kinderen willen vaak een huis met veel kamers en een tuin.	NRC, 2004	V: vragen naar aantal kinderen.
Koper – relatie	Kinderen	Wanneer kinderen aanwezig of op komst zijn is ruimte en groen belangrijker.	Expert	V: vragen naar aantal kinderen.
Koper – relatie	Leeftijd koper	Jonge kopers zullen meer waarde hechten aan wonen in het centrum.	Expert	V: vragen naar leeftijd, of afleiden uit Facebookdata.
Koper - relatie	Rijkere senioren	Voor rijkere senioren is het belangrijk dat er parkeergelegenheid is in de buurt.	Makelaar	V: vragen naar leeftijd, of afleiden uit bijv. Facebookdata. V: Zoekprijs
Koper – relatie	Starters	Starters wonen graag in de buurt van het openbaar	Makelaar	V: Systeem vraagt naar aantal auto's. V: afstand vaststellen tot openbaarvervoerhalte

Categorie	Factor	Toelichting	Bron	Tiara
		vervoer, zij hebben nog geen auto.		
Koper – factor	Ervaring gedeelde assests	Starters hebben minder eisen. Door ervaring komen er eisen bij, bijv. geen VvE, een eigen schuur.	Makelaar	T: VVEChecklistAanwezig T: Garage; berging
Koper - relatie	Ouderen	Oudere mensen hebben behoefte aan winkels en een bushalte op korte loopafstand (200 m).	Makelaar	T: Voorziening (?) V: afstand vaststellen tot openbaarvervoerhalte
Koper - relatie	Jonge kinderen	Gezinnen met jonge kinderen hebben behoefte aan scholen in de buurt (1 km).	Makelaar	V: Afstand tot dichtstbijzijnde basisschool V: Afstand tot dichtstbijzijnde middelbare school V: vragen naar kinderen en leeftijd.
Koper - relatie	Schoolgaande kinderen	Voor kopers met schoolgaande kinderen is de aanwezigheid van goede scholen belangrijk.	Rehm et al., 2008	V: Kwaliteit scholen (CBS?). V: vragen naar kinderen en leeftijd.
Koper – relatie	Expat	Expats zoeken vaak naar een woning met bij iedere slaapkamer een badkamer.	Makelaar	T: badkamer
Koper - relatie	Bekendheid met buurt	Wanneer een koper vaker door een bepaalde buurt komt, bijvoorbeeld tijdens woon-werkverkeer of hobby, kan deze aantrekkelijk worden voor de koper.	Expert	V: Af te leiden uit locatie vrienden/familie/werk t.o.v. huidige woning.
Koper – relatie	Tijd voor verbouwing	Wanneer de koper tijd heeft voor een verbouwing zal een huis dat dit nodig heeft om te voldoen aan de wensen aantrekkelijker zijn dan wanneer de	Makelaar	T: Onderhoud

Categorie	Factor	Toelichting	Bron	Tiara
		koper deze tijd niet heeft.		
Koper - relatie	Typering: Jonge alleenstaande	Voorkeur voor een rijwoning, oppervlakte woonkamer 20m2, 3 kamers, diepte tuin van 5 m, traditionele architectuur, voor 1990 gebouwd, suburbaan, park in de wijk, contacten met buurt, parkeren in straat, voorzieningen op fietsafstand.	Blije et al., 2009	T: Type woning Oppervlakte Tuin - TotaleOppervlakte Bouwjaar Voorziening Buurtcontact (CBS?)
Koper - relatie	Typering: Twee Yuppen	Voorkeur voor een appartement, oppervlakte woonkamer 20m2, 2 kamers, balkon van 4m2, vernieuwende architectuur, voor 1990 gebouwd, stedelijk, weinig groen in de wijk, contact met de directe burens, beperkte parkeergelegenheid, voorzieningen op loopafstand.	Blije et al., 2009	T: Type woning Oppervlakte Tuin - TotaleOppervlakte Bouwjaar Voorziening Buurtcontact (CBS?) V: vragen naar leeftijd en kinderen.
Koper – relatie	Typering: Jong gezin	Voorkeur voor een half vrijstaand huis, woonkamer 20m2, 4 kamers, diepte tuin 10 m, traditionele architectuur, na 1990 gebouwd, suburbaan, park in de wijk, contact met de buurt, parkeren in de straat, voorzieningen op fietsafstand.	Blije et al., 2009	T: Type woning Oppervlakte Tuin - TotaleOppervlakte Bouwjaar Voorziening Buurtcontact (CBS?) V: vragen naar leeftijd en kinderen.
Koper - relatie	Typering: gezin met pubers	Voorkeur voor een vrijstaand huis, 45m2, 5 kamers, een	Blije et al., 2009	T: Type woning Oppervlakte



Categorie	Factor	Toelichting	Bron	Tiara
		woonkamer van 45m2, diepte tuin 20 m, traditionele architectuur, nieuwbouw, landelijk, plantsoenen in de wijk, contact met de buurt, parkeren in de straat, voorzieningen op fietsafstand.		Tuin - TotaleOppervlakte Bouwjaar Voorziening Buurtcontact (CBS?) V: vragen naar leeftijd en kinderen.
Koper - relatie	Typering: gescheiden alleenstaande	Voorkeur voor een appartement, woonkamer 20m2, 3 kamers, balkon van 4m2, traditionele architectuur, nieuwbouw, landelijk, plantsoenen in de buurt, contact met buurt, parkeren in de straat, voorzieningen op loopafstand.	Blije et al., 2009	T: Type woning Oppervlakte Tuin - TotaleOppervlakte Bouwjaar Voorziening Buurtcontact (CBS?) V: vragen naar leeftijd en kinderen.
Koper - relatie	Typering: gepensioneerd stel	Voorkeur voor een half vrijstaand huis, woonkamer 45m2, 4 kamers, tuin 10 m diep, traditionele architectuur, nieuwbouw, suburbaan, park in de wijk, contact met buurt, parkeren op eigen terrein, voorzieningen op loopafstand.	Blije et al., 2009	T: Type woning Oppervlakte Tuin - TotaleOppervlakte Bouwjaar Voorziening Buurtcontact (CBS?) V: vragen naar leeftijd en kinderen.
Koper - proces	Dorp versus stad	In dorpen is de gewenste stijl traditioneler en meer vraag naar gezinswoningen. Als iemand in een dorp zoekt, is de kans groter dat de koper een traditioneel huis zoekt.	Makelaar	T: bouwstijl

Categorie	Factor	Toelichting	Bron	Tiara
Koper - proces	Locatie	Kopers verschillen in de wijken waar ze willen wonen. Door te kijken naar het type wijk kun je afleiden waar ze graag bij willen horen.	Makelaar	V: type wijk vaststellen (CBS?)
Koper - proces	Maximiser vs satisfizer	Kopers kunnen <i>maximisers</i> zijn, wat inhoudt dat ze op zoek gaan naar het maximaal haalbare. <i>Satisficers</i> daarentegen nemen genoegen met het eerste dat ze tegenkomen dat aan een groot deel van hun eisen voldoet.	Psychologie magazine 2015	V: Vast te stellen met vragenlijst. Op basis van deze gegevens kan de bewoording van het advies worden aangepast. Bijvoorbeeld voor maximisers: "Dit is de best mogelijk match die je afgelopen jaar tegen zou zijn gekomen."
Koper - proces	Gewenste woonduur	Bij een eerste huis zal de gewenste woonduur korter zijn, waardoor de eisen lager zijn.	Expert	V: vragen naar leeftijd; vragen naar wooncarrière (hoeveelste huis).
Koper - proces	Zelfverzekerdheid	Kopers die zich zelfverzekerd voelen blijven beter bij hun eigen wensen en laten zich minder beïnvloeden door externe factoren.	Psychologie magazine 2015	V: dit kan van moment tot moment verschillen. Het is daarom lastig om hier iets mee te doen.
Koper - proces	Type levensfaseverandering	Welke "trigger" heeft ervoor gezorgd dat de kopers een huis zoeken? (uit huis gaan, samenwonen, trouwen, scheiden, een opleiding gaan volgen, van baan veranderen, kinderen krijgen). Dit heeft invloed op het doel de kopers hebben met de verhuizing.	Koper - open	Voorstel: commerciële data inkopen.  Het systeem of de aankoopmakelaar hiernaar laten vragen.

Categorie	Factor	Toelichting	Bron	Tiara
Factoren Context				
Context - wensen	Proces van huizen bezichtigen	Gedurende het bezichtigen van huizen wordt duidelijker of eisen en wensen realistisch zijn in combinatie met het budget.	Psychologie magazine 2015	V: Het algoritme past zich aan gedurende het zoekproces van een koper en houdt niet te lang vast aan woningen waar weken geleden op geklikt is.
Context - wensen	Eerder bezichtigde huizen	Wensen en prioriteiten van de koper veranderen gedurende het proces van probleem-oplossen (het zoeken van een woning).	Jansen, et al., 2011	Zie hierboven.
Context - wensen	Woonwensen	Naar welke veranderingen ten opzichte van de huidige woning is de koper opzoek? Door dit uit te vragen komen woonwensen naar boven.	Expert	V: Wanneer kopers hun eigen huis te koop hebben staan kan deze data gebruikt worden om te kijken hoe hun huidige zoekgedrag verschilt van de kenmerken van hun huidige huis.
Context - wensen	Lifestyle	Kopers verschillen in hun lifestyle: zijn ze veel buiten de deur of juist in huis? Door te laten zien dat een lifestyle ook in een andere buurt mogelijk is, kun je mensen verleiden om breder te zoeken.	Makelaar	V: Het systeem heeft features toegekend aan wijken over lifestyle, waardoor kopers met een bepaalde voorkeur aan de bijbehorende wijken gekoppeld kunnen worden.
Context - wensen	Gevoel	De meeste kopers hebben een keer ergens een goed gevoel bij gehad dat ze vervolgens associëren met bepaalde huizen of kenmerken en wat ze weer willen vinden. Welke kenmerken bij dat gevoel hoort kun je	Makelaar	V: Het idee van gebruikers ratings laten geven is om vast te leggen waar ze dat goede gevoel van krijgen. Als de woningen de juiste "features" hebben gekregen, komt het systeem hier achter.

Categorie	Factor	Toelichting	Bron	Tiara
		het proces van bezichtigen naar boven halen. Zo komen woonwensen naar boven.		
Context - wensen	Klikgedrag	Door te kijken waar kopers op een huizensite op klikken en wat ze doorsturen kan afgeleid worden waar ze naar op zoek zijn.	Makelaar	
Context - effect	Het aanbod van huizen	De keuze voor een huis wordt altijd beperkt door het aanbod op een gegeven moment.	Saville-Smith, et al., 2010	
Context - effect	Professionals	Interacties met professionals hebben een invloed op het keuzeproces.	Levy, et al., 2008	
Context - effect	Vrienden	Familieleden en vrienden buiten het gezin hebben ook invloed op het keuzeproces.	Levy, et al., 2008	
Context - wensen	Bezichtigen	Door het proces van bezichtigen komen onbewuste woonwensen naar boven.	Makelaar	V: Interessant zou zijn om te kijken of mensen achteraf hun ratings gaan veranderen – dat kan mooie informatie geven. Hiervoor is het nodig dat het systeem weet wanneer iemand een huis bezichtigd heeft.
Context - wensen	Vooruit kijken	Door mensen vooruit te laten kijken naar momenten waarop bijv. hun kinderen uit huis gaan komen woonwensen naar boven.	Makelaar	V: gebruiker uitvragen om dit proces uit te lokken.
Context - wensen	Huidige woning	Door mensen te vragen wat ze fijn vinden in hun huidige woningen wat ze zouden willen veranderen komen	Makelaar	V: Het systeem weet de kenmerken van het huidige huis en vraagt bij deze kenmerken of de gebruikers er tevreden mee waren.

Categorie	Factor	Toelichting	Bron	Tiara
		woonwensen naar boven.		
Context - wensen	Beschikbaarheid bekijken	Door te bekijken wat er beschikbaar is dat voldoet aan alle wensen wordt duidelijk wat de meest belangrijke woonwensen zijn.	Makelaar	V: Het systeem geeft beschikbare huizen weer en geeft suggesties over hoeveel meer opties er mogelijk zijn wanneer bepaalde wensen worden losgelaten.
Context - wensen	Relativeren	Een makelaar kan in het proces helpen om eisen in perspectief te zien. Dat je huidige bank niet in de woonkamer past is wellicht minder belangrijk.	Makelaar	
Context - wensen	Vraag achter de vraag	Door doorvragen kun je er achter komen waarom iemand voor een bepaalde locatie kiest en kun je locaties zoeken die daarmee overeenkomen.	Makelaar	V: Het systeem achterhaalt waar gebruikers een hoge rating aan geven en leert zo welke features belangrijk zijn voor de gebruiker.
Context - wensen	Wensen achter de eisen	Door de wensen achter de eisen aan een huis te weten te komen kun je op zoek gaan naar andere manieren om aan die wensen tegemoet te komen.	Makelaar	V: Het systeem achterhaalt waar gebruikers een hoge rating aan geven en leert zo welke features belangrijk zijn voor de gebruiker. Als deze features niet beschikbaar zijn kan het systeem vergelijkbare opties aandragen, bijvoorbeeld woningen die ook "status" hebben, maar niet precies in de beoogde wijk staan.
Context - wensen	Gewenst leven	Kopers verschillen in het leven dat zij zich wensen. Kan de koper zich voorstellen dat hij/zij het gewenste leven kan leiden in een huis? Hier komen	Expert	V: Het systeem kan filmpjes laten zien van andere mensen die hun woning op een bepaalde manier gekozen hebben. Dit kan bijvoorbeeld starters ondersteunen bij waar je allemaal aan kunt

Categorie	Factor	Toelichting	Bron	Tiara
		woonwensen uit naar boven.		denken bij de koop van een huis.
Context - effect	Eerder bekeken huizen	De eerder bekeken huizen zorgen ervoor dat de koper een benchmark heeft waartegen ieder huis wordt afgezet.	Expert	V: Het systeem onthoudt welke huizen de gebruiker het eerst bekeken hebben kan relativeren door adviezen als: "Houd er rekening mee dat de eerste huizen die je bekeken hebt een ton boven je budget zaten."
Context - effect	Eerste indruk	Het primacy effect zorgt ervoor dat de eerste indruk die kopers van een huis hebben, bijvoorbeeld door het weer of een bepaalde geur, sterker werkt dan latere bezichtigingen.	Psychologie magazine 2015	
Context - effect	Confirmatie effect	De confirmation bias zorgt ervoor dat mensen wanneer ze eenmaal een mening hebben over een huis, andere informatie die niet in lijn is met die mening minder objectief verwerken. Zo kunnen zij sommige zaken over het hoofd zien.	Psychologie magazine 2015	V: Het systeem doet af en toe out-of-the-box suggesties om mensen andere aantrekkelijke opties te laten zien. Bijvoorbeeld: "Je houdt niet zo van nieuwbouw, maar je hebt er weinig onderhoud aan. En deze wijk is best charmant."
Context - effect	Ankereffect	Wanneer kopers vijf slechte huizen hebben gezien steekt het zesde iets minder slechte huis hier beter bij af, dan wanneer dit huis op zich beoordeeld zou worden.	Psychologie magazine 2015	
Context - effect	Eerste indruk	De eerste twee minuten zijn belangrijk voor de eerste indruk, ongerelateerde	Makelaar	V: Als de gebruiker een "perfect" huis heeft afgekeurd terwijl het systeem ziet dat het op de dag van de bezichtiging

Categorie	Factor	Toelichting	Bron	Tiara
		zaken zoals het weer en een makelaar die te laat is hebben hier invloed op.		regende, kan het systeem het huis nogmaals onder de aandacht brengen. "Het huis ziet er echt beter uit als het niet regent."
Context - effect	Breder bezichtigen	Door persoonlijke aanmoediging kun je sommige kopers huizen laten bezichtigen waardoor ze breder gaan zoeken.	Makelaar	V: Het systeem doet af en toe aanbevelingen om bepaalde voorkeuren te laten schieten. Natuurlijk met goede argumenten: "Kijk eens in wijk x, de huizen zijn ruimer en de eerste koffietentjes zijn er al gesignaleerd."
Context - effect	Tuinligging	Kopers verschillen in de mate waarop zij waarde hechten aan de ligging van de tuin. Kopers zoeken een tuin op het Zuid-Westen, terwijl op het Noord-Westen of Noord-Oosten ook vaak zon is. Bij het bezichtigen kun je dat laten zien.	Makelaar	V: toevoegen van functie om gebruiker te laten zien op welke tijden zon in de tuin schijnt.

## B Visuele vragenlijst NVM

*Agreeableness Serie 16*



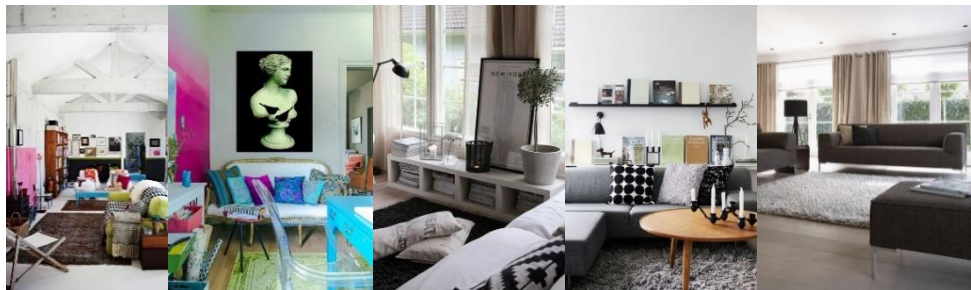
*Agreeableness Serie 18*



*Conscientiousness Serie 6*



*Conscientiousness Serie 8*





*Extraversie Serie 12*



*Extraversie Serie 13*



*Neuroticisme Serie 21*



*Neuroticisme Serie 22*



*Openness Serie 1*



*Openness Serie 2*



## C BFI-10

Onderstaande items maken deel uit van de BFI-10. De instructie die aan de vragen vooraf gaat luidt: Hoe goed passen de volgende stellingen bij uw persoonlijkheid?

Ik zie mijzelf als iemand die

- terughoudend is,
- vertrouwen heeft in anderen,
- geneigd is lui te zijn,
- ontspannen is, goed met stress kan omgaan,
- weinig interesse voor kunst heeft,
- hartelijk, een gezelschapsmens is,
- geneigd is kritiek te hebben op anderen,
- grondig te werk gaat,
- gemakkelijk zenuwachtig wordt,
- een levendige fantasie heeft.

Antwoorden worden gegeven op een 5-puntschaal met de labels:

(1) Zeer meer oneens; (2) een beetje oneens; (3) niet oneens en niet eens; (4) een beetje eens; (5) zeer mee eens.