

# Openbare samenvatting Betrouwbare Contingenten (BBC)

TNO 2024 R10706 – 1 mei 2024

# Openbare samenvatting Betrouwbare Contingenten (BBC)

Auteurs	Rogier Donkervoort Raphaël Gueulet Wouter van Groesen Noa te Duits Paolo de Heer Marco Bakker  met input van: Marieke Dijkema (Spotr) Mathijs Vallinga (Reimarkt) Alco Smorenborg (Plegt-Vos) Daniël Walma (Plegt-Vos)
Rubricering rapport	TNO Public
Titel	TNO Public
Rapporttekst	TNO Public
Aantal pagina's	8 (excl. voor- en achterblad)
Aantal bijlagen	0
Projectnummer	060.51320

**Alle rechten voorbehouden**

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

© 2024 TNO

# Inhoudsopgave

Inhoudsopgave .....	3
1 Openbare samenvatting .....	4
Ondertekening.....	8

# 1 Openbare samenvatting

Binnen het PPS project 'Clustertool met beeldmateriaal' is de verrijking van de op de Contingentenaanpak gebaseerde Clustertool met beelddata zoals straat- en satellietbeelden onderzocht. Dit onderzoek is uitgevoerd door een consortium bestaande uit Reimarkt, Plegt-Vos, Spotr en TNO. Dit document is de openbare samenvatting van de activiteiten en resultaten in dit project.

## Achtergrond & Doel

Met de Contingentenaanpak en de Clustertool als haar interface, wordt het vormen van clusters (contingenten) van woningen waarop bewezen oplossingen met hoge zekerheid toepasbaar zijn beoogd. Dit inzicht stelt aanbieders in staat om zowel de toegankelijkheid van verduurzamingsoplossingen als de snelheid waarmee deze uitgevoerd te vergroten.

Het vormen van deze clusters of contingenten gebeurt (a) enerzijds op basis van een aangeleverde track-record (adressenlijst) vanuit een aanbieder van bewezen verduurzamingsoplossingen en (b) anderzijds door het gebruik van gegevens (features) over deze adressen uit publieke en private databases. Op basis van een algoritme worden er vervolgens voorspellingen gemaakt van waar een specifieke oplossing nog meer toepasbaar is op de (Nederlandse) woningvoorraad. De betrouwbaarheid van de voorspelling is afhankelijk van zowel de kwaliteit van het aangeleverde track-record als de achterliggende features.

Het doel van het uitgevoerde project is het toevoegen van beelddata aan de beschikbare set 'features' om de kwaliteit van de voorspellingen van het algoritme aanzienlijk te vergroten. Hiervoor is een vertaling gemaakt van beschikbaar beeldmateriaal naar voor gebouwclustering bruikbare en relevante data. Het maken van deze vertaling en het implementeren van deze data ten behoeve van de Contingentenaanpak is daarom de kern geweest van dit project.

## Activiteiten

Binnen het uitgevoerde onderzoek is er allereerst in kaart gebracht welke (visuele) kenmerken het meest relevant zijn voor aanbieders. Op basis van deze kenmerken is de beeldherkenning van deze kenmerken en vertaling daarvan in 'features' voor de Clustertool vervolgens ontwikkeld en getoetst. Tot slot is de toegevoegde waarde van de Contingentenaanpak zowel mét als zónder deze beeldfeatures onderzocht.

## Vaststellen van de belangrijkste (beeld)kenmerken

Op basis van gesprekken binnen het consortium aan de hand van een longlist van beeldkenmerken, is de technische haalbaarheid enerzijds en het effect op de efficiency in het verduurzamingsproces anderzijds in kaart gebracht. De volgende **13** beeldkenmerken scoorden daarbij hoog op de verwachte verbetering van de efficiency van het verduurzamingsproces en laag op verwachte complexiteit van ontwikkeling:

1. aanwezigheid zonnepanelen;
2. materialisatie dak;
3. aanwezigheid dakkapel;
4. materialisatie gevel;
5. aantal kozijnen;
6. aantal deuren;
7. hoogte onderzijde kozijn boven peil;
8. gebouwhoogte;
9. aanwezigheid schoorsteen;
10. open versus gesloten gevel;
11. aanwezigheid ventilatieroosters;
12. te openen vs. niet te openen kozijnen;
13. opstal in tuin of aanbouw.

Ter illustratie van de feature ‘gevelmaterialisatie’ is er in **Figuur 1** een voorbeeld geschetst van een geannoteerd straatbeeld waarin verschillende materialen onderscheiden worden.



Figuur 1 - Geannoteerde straatbeeld-afbeelding met verschillende gevelmaterialen.

Tijdens de implementatie van deze beeldfeatures binnen de Clustertool zijn er enkele beperkingen geïdentificeerd:

- Niet bij alle gebouwen zijn elementen goed te detecteren.
- De gebruikte beelddata heeft voor sommige features een (te) lage resolutie.
- Soms wordt een object meerdere keren geteld.
- Soms worden elementen aan het verkeerde adres toegewezen.

Om de invloed van deze beperkingen te reduceren, zijn er waar mogelijk een aantal optimalisaties doorgevoerd; waar dat (binnen de scope van dit project) niet direct mogelijk bleek zijn oplossingsrichtingen geïdentificeerd.

Binnen 5 aparte casussen, aangeleverd door Plegt-Vos en Reimarkt, is vervolgens het effect onderzocht van de (waar mogelijk verbeterde) beeldfeatures op de nauwkeurigheid van de voorspellingen van de Clustertool. Vanwege de hierboven beschreven beperkingen is echter

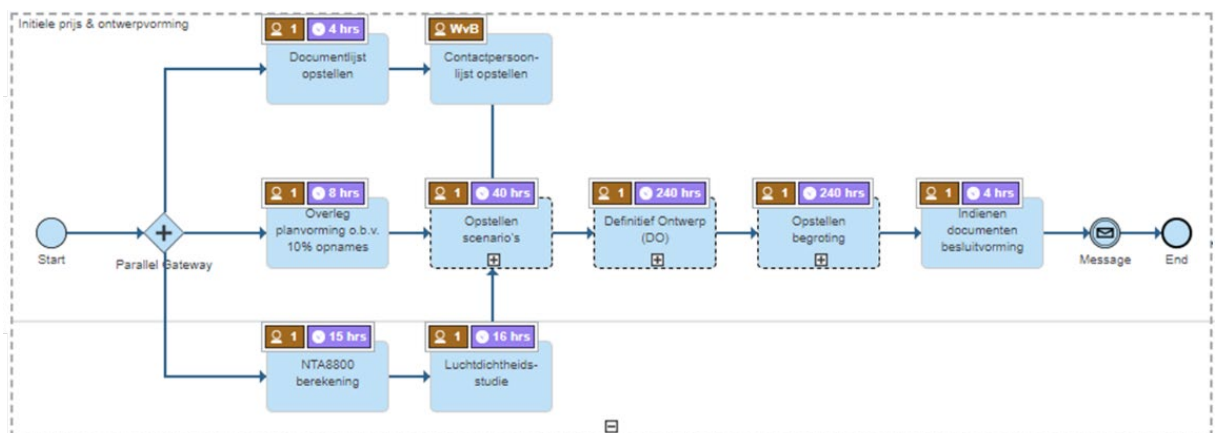
gebleken dat de betrouwbaarheid van de beeldfeatures op adresniveau onvoldoende is om de prestatie van de Clustertool significant te verbeteren. In de meeste gevallen lijken er echter wel (zoals hierboven beschreven) oplossingsrichtingen mogelijk om tot een betere datakwaliteit te komen.

### Optimalisatie-richtingen voor impactvergroting van beeldfeatures in de Clustertool

Zo is de verwachting dat er een accurater resultaat kan worden behaald door meerdere trainingsrondes op een diversere dataset uit te voeren. Daarnaast zijn er ook verbeteringen te verwachten in het herkennen van obstructies (bomen, heggen of struiken voor de gevel) en in de aggregatie en bewerking na het beeldherkenningsresultaat door optimalisaties in het overlappingsalgoritme en statistische checks op het aantal en de afmeting van elementen. Een andere interessante mogelijke verbetering is om per adres een score te geven aan de betrouwbaarheid van het resultaat, waarin de beelddekking, de obstructies en de statistische regels worden samengevat in één cijfer. Dit cijfer kan dan gebruikt worden om per adres aan te geven of het resultaat direct bruikbaar is, of dat het resultaat nog handmatig nagekeken moet worden. In een eventueel vervolgonderzoek zouden deze verbetermogelijkheden verder onderzocht kunnen worden, met als beoogd resultaat om de toegevoegde waarde van beeldfeatures aan de voorspellende waarde van de Clustertool aanzienlijk te verhogen.

### Indicatieve impact van (met beelddata verrijkte) contingenten op verduurzamingsprocessen

De impact van het gebruik van contingenten (al dan niet gevoed met beeldfeatures) op verduurzamingsprocessen is door Reimarkt en Plegt-Vos allereerst gekwalificeerd in een interactief processchema (impressie in **Figuur 2**). Vervolgens is de geschetste impact op doorlooptijden, arbeidsuren en kosten zoveel als mogelijk gekwantificeerd. Op basis van een procesverkenning met beide partners zijn de gemiddelde besparingen per cluster van 30 woningen geschat op: (a) 515 uur in doorlooptijd, (b) 603 uur in arbeidsuren, dan wel (c) € 36.180 in kosten. In deze schattingen zijn wachttijdreducties en overige moeilijk kwantificeerbare voordelen nog niet meegenomen, waardoor de daadwerkelijke besparingen mogelijk nog hoger liggen. Het gebruik van contingenten, met maar ook zonder verrijking door beeldfeatures, is daarom door beide partijen aangeduid als zeer veelbelovend.



Figuur 2 - Impressie van het interactieve processchema verrijkt met doorlooptijden

### **Discussie en aanbeveling**

Het genereren van voldoende betrouwbare beeldfeatures om de bovengenoemde besparingen te realiseren is lastiger gebleken dan verwacht. Door verschillende onnauwkeurigheden in de (verwerking van de) beelddata is de nauwkeurigheid van de toegevoegde beeldfeatures onvoldoende om tot een significante verbetering in de kwaliteit van de gevormde contingenten te komen. Desondanks zijn er diverse aanknopingspunten om de verwerking van de beeldfeatures te verbeteren, zoals verdere AI- en beeldverwerkings-ontwikkelingen, het gebruik van beelddata met een hogere resolutie, en aggregatie van features binnen gelijkaardige buurten. Gezien de genoemde potentie van het gebruik van beeldfeatures, en de geraamde impact in arbeids- en kostenbesparingen lijkt het de moeite waard om deze verbeteringen te ontwikkelen in een vervolgtraject.



# Ondertekening

TNO ) Mobility & Built Environment ) Delft, 1 mei 2024

Ir. R.M.A. Kroeze  
Research Manager

W. van Groesen PDEng  
Auteur

Mobility & Built Environment

Molengraaffsingel 8  
2629 JD Delft  
[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

**TNO** innovation  
for life