

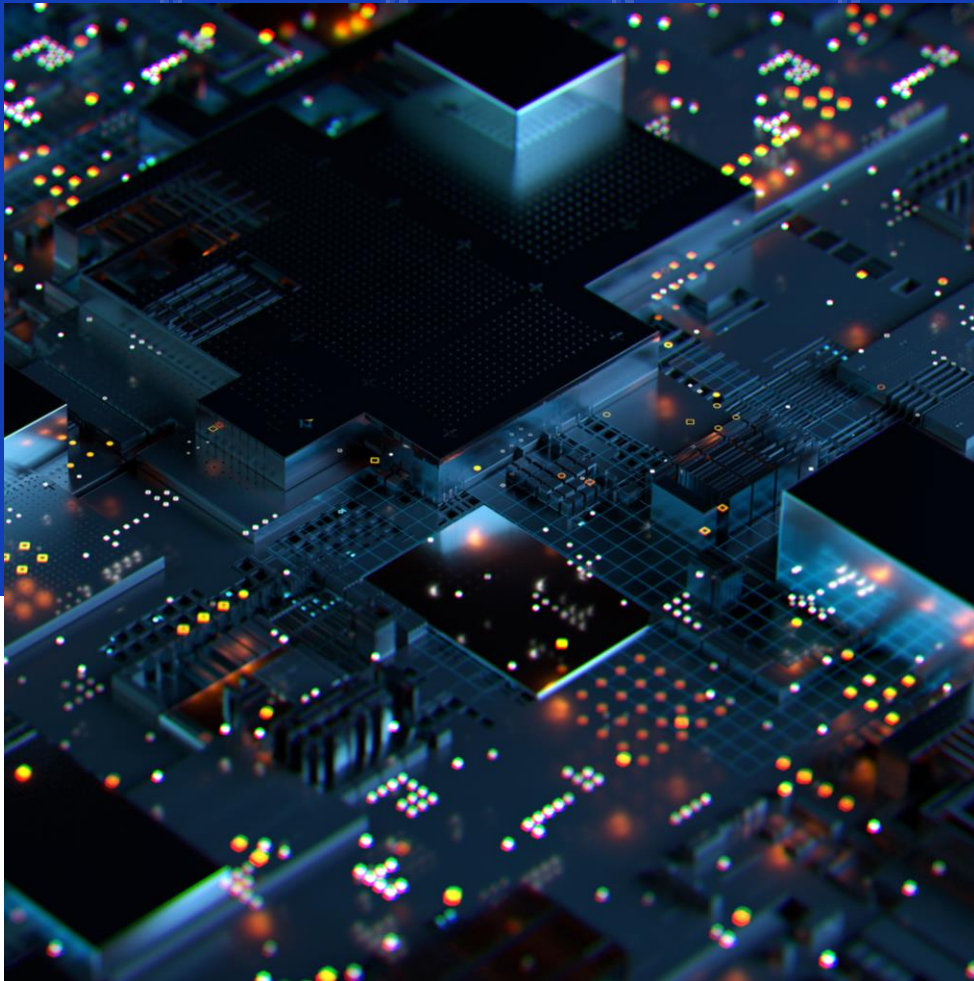
# Analyse RVO NTA8800 Energie label database

Joris van Diemen, Kim Fernandez-Gomez, Yasmin Obbink,  
Casper Tigchelaar & Arjan Zwamborn

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van RVO en Min EZK



# Structuur analyse rapportage



1. Aanleiding en onderzoeksvragen
2. Methode
3. Resultaten – verkennende analyse met vergelijking installatietypes en algemene kenmerken
4. Resultaten – analyse bouwdeeldimensies en -kwaliteit
5. Conclusie en discussie

# 1. Aanleiding & onderzoeksvragen

# Aanleiding

De Nederlandse Overheid heeft de ambitie gesteld om in de sector gebouwde omgeving 7 miljoen woningen en 1 miljoen utiliteitsgebouwen aardgasvrij te maken. Dat heeft als gevolg dat veel woningen moeten worden na-geïsoleerd en moeten overstappen op duurzame warmte en elektriciteit. Om effectief beleid te formuleren en implementeren voor deze maatregelen is gedetailleerdere kennis nodig van de huidige status van de woning, zoals bouwkundige en energetische kenmerken van deze woningen.

Het Hestia model<sup>1</sup>, ontwikkeld door TNO en PBL, heeft als doel beleidsontwikkeling in de gebouwde omgeving te ondersteunen. Hestia wordt onder andere ingezet voor de jaarlijkse Klimaat- en Energie Verkenning<sup>2</sup>. Hestia is een energie-simulatiemodel van de Nederlandse woningvoorraad welke als doel heeft om de voortgang van het Nederlandse klimaatbeleid te evalueren en om gemeenten en andere partijen te kunnen ondersteunen met (lokale) verduurzaming van de gebouwde omgeving. De toepasbaarheid van het model op een lager aggregatieniveau neemt toe als analyses en onderliggende data op een lager ruimtelijk niveau gevalideerd zijn.

Deze analyse rapportage is in opdracht van RVO en het Ministerie van EZK samengesteld door TNO en vat de resultaten samen van de vergelijking tussen de digitale representatie uit het Hestia model en de – voor deze studie aan TNO beschikbaar gestelde – NTA8800 Energielabeldatabase. Het doel van dit project was evalueren (1) hoe de data uit de afgemelde NTA8800 Energielabeldatabase kan leiden tot een verbeterd beeld van de woningvoorraad in Nederland en (2) hoe deze inzichten kunnen leiden tot aangepaste inputdata voor het Hestia model.



1: Simulatiemodel Hestia – Energy.nl & Functioneel ontwerp Hestia 1.0 | Planbureau voor de Leefomgeving (pbl.nl)

2: Klimaat- en Energieverkenning (KEV) | Planbureau voor de Leefomgeving (pbl.nl)

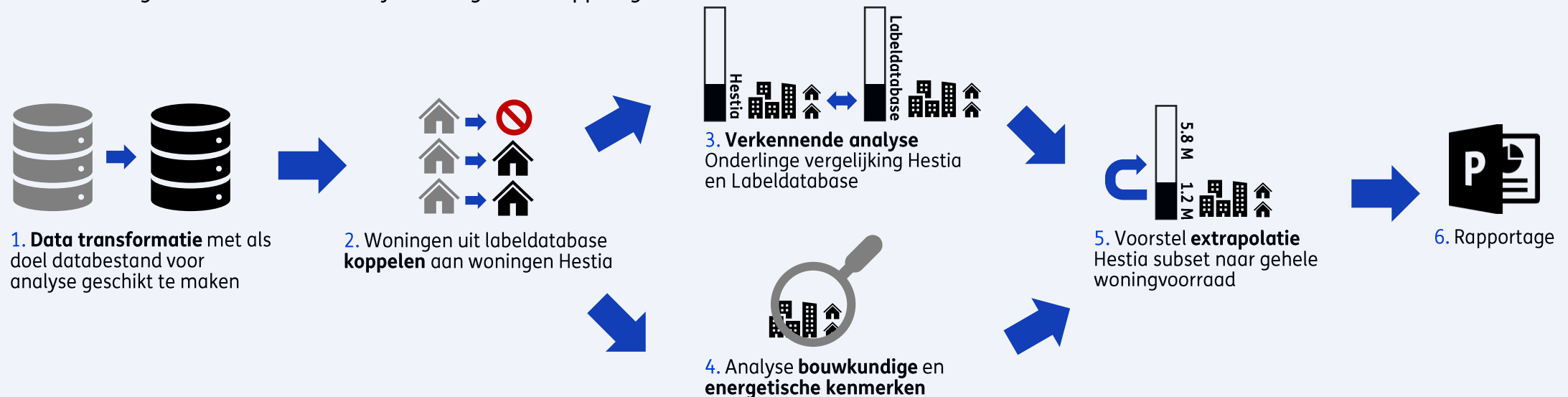


# Onderzoeksvragen

Om het analyseren van de NTA 8800 Energielabeldatabase, met als doel de implicaties voor beleidsontwikkeling te verkennen en het verbeteren van de input van Hestia, richting te geven zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld:

1. *Hoe zien de bouwkundige en energetische kenmerken van de woningen met afgemelde NTA8800 energielabels eruit en in hoeverre komt dit overeen met de in Hestia ingeschatte waarden?*
2. *Hoe representatief is de energielabeldatabase voor de Nederlandse woningvoorraad?*

Om deze vragen te beantwoorden zijn de volgende stappen gezet:



De aanpak van stappen 1-4 worden in de methode sectie van dit document nader toegelicht.

# 2. Methode

# Methode – data transformatie<sup>1</sup>

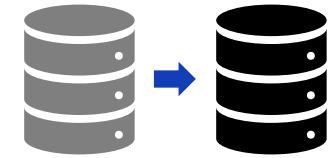
## 1. Selecteren relevante data

De oorspronkelijk verkregen dataset van de energielabeldatabase bestaat uit ruim 9 miljoen woningen. Niet voor alle woningen zijn gegevens beschikbaar. Bovendien bevat de database veel VEL<sup>3</sup> of NEN<sup>4</sup> labels, waar we in deze analyse geïnteresseerd zijn in de afgemelde NTA-8800<sup>5</sup> labels. Eerst is dus een selectie gemaakt van de woningen die een NTA-8800 label hebben. Vervolgens is voor deze woningen gekeken of het BAG VBO<sup>6</sup> identificatienummer ook voorkomt in de versie van de BAG waar in Hestia mee wordt gewerkt. Uiteindelijk zijn er voor ~1,2 miljoen woningen met NTA8800 label gegevens die gekoppeld kunnen worden aan de inputdata van Hestia, van de ~1,6 miljoen woningen in totaal welke een afgemeld NTA 8800 label hebben in de beschikbaar gestelde data.

## 2. Data transformatie

Onder data transformatie van de energielabel database vallen een aantal zaken, zoals: (1) bewerken van de data zodat overbodige characters worden verwijderd, (2) zorgen dat de data in de juiste format wordt gelezen (e.g. character string of integer), (3) het herdefiniëren van de variabelen met intuïtieve naamgeving en (4) voor alle benodigde variabelen toetsen of en zo ja voor welke woningen de data bruikbaar is.

De data transformatie en opvolgende analysestappen zijn uitgevoerd in R / RStudio.



1. **Data transformatie** met als doel databestand voor analyse geschikt te maken

3: VEL: Voorlopig Energie Label, ingeschat op basis van openbaar beschikbare kenmerken van een woningen zoals bouwjaar en woningtype.

4: NEN: NEN 7120 was de methodiek voor het bepalen van het energielabel voor het invoeren van de NTA 8800 methodiek per januari 2021.

5: NTA 8800: De huidige methodiek voor het bepalen van het energielabel van een woning.

6: BAG: Basisregistratie Adressen en Gebouwen, VBO: verblijfsobject.

# Methode – data koppeling<sup>1</sup>

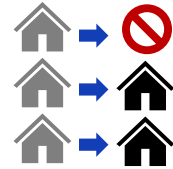
## 1. Koppeling data aan Hestia aan de hand van BAG ID

De data van de energielabeldatabase en Hestia zijn gekoppeld op individueel VBO niveau, gebruik makend van het BAG VBO identificatienummer. Dit vindt plaats op een beveiligde TNO interne omgeving waar alleen een selecte groep TNO experts toegang toe heeft. Door missende VBO identificatienummers in de energielabeldatabase is verkend of er meer woningen te koppelen zijn door bijvoorbeeld de BAG PAND identificatienummer of unieke combinaties van postcode, huisnummer en huisletter te koppelen. Deze oplossingsrichting leverde helaas zeer beperkte resultaten, dus is er gekozen om de via VBO identificatienummer gekoppelde dataset niet verder te verrijken met andere koppelingmethoden.

## 2. Data pseudonimiseren

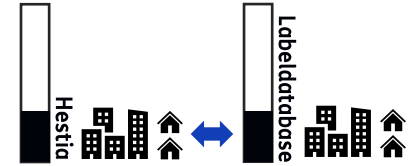
Nadat de data gekoppeld is, is er een versleutelingsbestand gemaakt waarbij er voor ieder BAG identificatienummer een willekeurig gegenereerd nummer wordt toegekend. Verder zijn alle identificatienummers, geografische informatie en overige privacy gevoelige informatie uit de data gehaald. Bij opvolgende analysestappen is er steeds uitsluitend met het gepseudonimiseerde databestand gewerkt.

Na data transformatie en koppeling is het uiteindelijke resultaat het gekoppelde databestand met ~1.2 miljoen woningen, welke in verdere analyses van dit project is gebruikt.



2. Woningen uit labeldatabase **koppelen** aan woningen Hestia





**3. Verkennende analyse**  
Onderlinge vergelijking Hestia en Labeldatabase

# Methode – verkennende analyse

In deze verkennende analyse zijn de gekoppelde 1.2 M woningen vanuit respectievelijk de RVO Labeldatabase en Hestia onderling vergeleken. Hierbij is in dit deel van de analyse aandacht uitgegaan naar typen installaties van de woning en algemene eigenschappen van de woning (e.g. woningtype). In het volgende deel van de analyse wordt er gekeken naar bouwdeeldimensies en –kwaliteit.

## Ruimteverwarming & tapwater installaties

Voor ruimteverwarming en tapwater zijn in de labeldatabase meer dan 30 verschillende type ruimteverwarming en tapwater gedefinieerd. Om deze installaties te kunnen koppelen aan de categorisatie gehanteerd in Hestia zijn deze types geaggregeerd naar 5 hoofdcategorieën voor ruimteverwarming en 6 hoofdcategorieën voor tapwater. Vervolgens is bepaald bij hoeveel woningen deze categorieën installaties voorkomen en zijn de verschillen geanalyseerd. Op basis van deze resultaten is er ook een verdiepende analyse gedaan voor specifiek ruimteverwarming installaties, om te bepalen wat voor structuur deze verschillen laten zien wanneer er wordt gedifferentieerd in woningtypes en eigendomsklassen. In deze verdiepende analyse is doorgaans de delta tussen beide datasets genormaliseerd uitgedrukt, waarbij de absolute verschillen in type installatie per woningtype of eigendomsklasse gedeeld zijn door het totaal aantal installaties aanwezig in het Hestia deel van de data van iedere respectievelijke klasse.

## Ventilatie en zonneboilers

Ventilatietypes in de labeldatabase zijn weergegeven met de breed gehanteerde A-D codering. Vanuit deze codering is een matching gemaakt met de in Hestia gehanteerde indeling, welke een aggregatie kent van sommige ventilatie subtypes en andere buiten beschouwing laat.

# Methode – analyse bouwdelen (1/3)

In het eerste deel van deze analyse is gekeken naar de isolatiekwaliteit van woningen en hoe deze zich onderling verhouden tussen de Energielabeldatabase en de Hestia inputdata.

## Isolatie niveaus in Hestia

De isolatiekwaliteit in Hestia is uitgedrukt in 5 niveaus, waarbij niveau 0 ongeïsoleerd is en niveau 4 zeer goed geïsoleerd. In de labeldatabase is de isolatiekwaliteit uitgedrukt in Rc of U waarden. In **Tabel 1** zijn deze isolatiewaarden uit de labeldatabase vertaald naar de isolatieniveaus uit Hestia (dikgedrukte bovenste rij).

Deze analyse is gedaan voor alle bouwdelen voor eengezinswoningen en meergezinswoningen. Hierbij is een overzicht gemaakt van de verdeling tussen de isolatieniveaus. Hierbij wordt de interpretatie aangehouden uit **Tabel 2**.

## Analyse energetische kwaliteit bouwdelen

Het isolatieniveau van alle bouwdelen is van beide datasets apart vergeleken voor eengezins- en meergezinswoningen. Hier is voor gekozen omdat in Hestia de methode voor het bepalen van de kwaliteit van deze bouwdelen onderscheid maakt tussen deze twee woningtypes. In de huidige analyse wordt ter illustratie de resultaten voor ramen en gevels uitgebreid besproken. De resultaten van de analyse van de overige bouwdelen zijn in het huidige document samengevat.



## 4. Analyse **bouwkundige** en **energetische kenmerken**

Maatregel	Eenheid	Isolatiewaarde per niveau				
		0	1	2	3	4
<b>Vloerisolatie</b>	Rc (m <sup>2</sup> K/W)	0.15	0,52	1.26	3.50	5.00
<b>Dakisolatie</b>	Rc (m <sup>2</sup> K/W)	0.22	0.86	1.33	3.50	8.00
<b>Spouwmuurisolatie</b>	Rc (m <sup>2</sup> K/W)	0.36	1.30	1.80	3.50	6.00
<b>Buitengevelisolatie</b>	Rc (m <sup>2</sup> K/W)	0.19	-	-	3.50	6.00
<b>Raam</b>	U (W/m <sup>2</sup> K)	5.80	2.70	1.60	1.20	0.80
<b>Deur</b>	Rc (m <sup>2</sup> K/W)	3.45	-	-	-	0.69

Tabel 1: Mapping isolatieniveaus Hestia en Energielabeldatabase

Isolatie-niveau	Interpretatie
0	Ongeïsoleerd
1	Verouderde isolatiemaatregelen
2	Gangbare maatregelen ondergrens (doe-het-zelf)
3	Gangbare maatregelen door professional
4	Verregaande, state-of-the-art maatregelen

Tabel 2: Interpretatie isolatieniveaus

# Methode – analyse bouwdelen (2/3)

De isolatiekwaliteit in het Hestia model en in de Energielabeldatabase zijn met een andere methode tot stand gekomen. Voor de duiding van de resultaten van deze analyse wordt deze achtergrond nader gedetailleerd op deze slide.

## Achtergrond isolatiekwaliteit in Hestia

De isolatiekwaliteit in Hestia is gebaseerd op twee bronnen: de WoON 2018 Energiemodule<sup>7</sup> en de interpretatie van isolatiekwaliteit uit deze steekproef van ingenieursbureau DGMR, uitgevoerd in het kader van de Startanalyse van PBL<sup>8</sup>. DGMR heeft op basis van beschikbare data – eigenschappen van de woning en de variabele isolatiegraad uit de WoON 2018 database – een kwantitatieve waarde voor de isolatiekwaliteit van de verschillende bouwdelen toegekend aan alle woningen in de WoON 2018 Energiemodule. Deze dataset vormt de basis voor de isolatiekwaliteit in Hestia: de isolatiekwaliteit van woningen in de WoON populatie wordt geëxtrapoleerd naar de gehele woningvoorraad. In Hestia worden enkele overige bewerkingen uitgevoerd op de isolatiekwaliteit van woningen, zoals het corrigeren van bouwdeelkwaliteiten naar een minimumniveau volgens de bouwnormen en –eisen welke gelden vanaf 1992.

De toekennen van isolatiekwaliteit aan bouwdelen van woningen wordt uitvoerig toegelicht in het Functioneel Ontwerp van Hestia<sup>9</sup>.

## Achtergrond isolatiekwaliteit in de Energielabeldatabase

Het vaststellen van een Energielabel vindt plaats door inspectie van een energieadviseur. Hierbij wordt door deze adviseur een inschatting gemaakt van de kwaliteit van bouwdelen en hoe deze bijdragen aan een uiteindelijke classificatie tot een specifiek energielabel.



## 4. Analyse **bouwkundige** en **energetische kenmerken**

7: [WoON 2018 Energiemodule, CBS](#)

8: [Bepaling energiebesparing door isolatie van woningen in de Startanalyse 2020, PBL](#)

9: [Functioneel ontwerp Hestia 1.0 | Planbureau voor de Leefomgeving \(pbl.nl\)](#)



# Methode – analyse bouwdelen (3/3)

In het tweede deel van deze analyse is gekeken naar de dimensies van bouwdelen en hoe deze zich onderling verhouden tussen de Energielabeldatabase en de Hestia inputdata.

## Analyse bouwdeeldimensies

De bouwdeeldimensies van vloer, dak, gevel, deur, paneel en raam zijn met elkaar vergeleken. Dit is gedaan voor alle woningtype- en bouwjaarclassificaties, omdat dit ook zo in Hestia geïmplementeerd is. Met behulp van density plots<sup>10</sup> zijn de bouwdeeldimensies van de labeldatabase en Hestia met elkaar vergeleken. In deze rapportage zijn twee voorbeelden van de gemaakte density plots te zien, terwijl de andere bouwjaar-woningtype combinaties en bouwdelen zijn te vinden in de bijlage van dit document.



4. Analyse **bouwkundige** en **energetische kenmerken**

10: Een density plot is ook wel een 'smoothed' versie van een histogram, welke de verdeling van data visueel weergeeft

# 3. Resultaten – verkennende analyse met vergelijking installatietypes en algemene kenmerken

In dit gedeelte van deze rapportage wordt een samenvatting gegeven van de verkennende analyse van deze studie, waarbij o.a. de Energielabeldatabase en Hestia inputdata onderling zijn vergeleken op het gebied van installatietypes.

# Verkennde analyse woningen in labeledatabase

In totaal zijn er ~8 miljoen woningen in Nederland. 1.2 miljoen van deze woningen zijn met succes gekoppeld tussen de Labeledatabase en Hestia. Dit zijn woningen waar een NTA label is afgegeven tussen 2020 en 2023. In **Figuur 1** is een vergelijking tussen deze subset van 1.2 miljoen woningen met de totale woningvoorraad weergegeven. Een doel van deze vergelijking is het determineren van de aanwezigheid van een eventuele bias in de subset.

## Eigendom

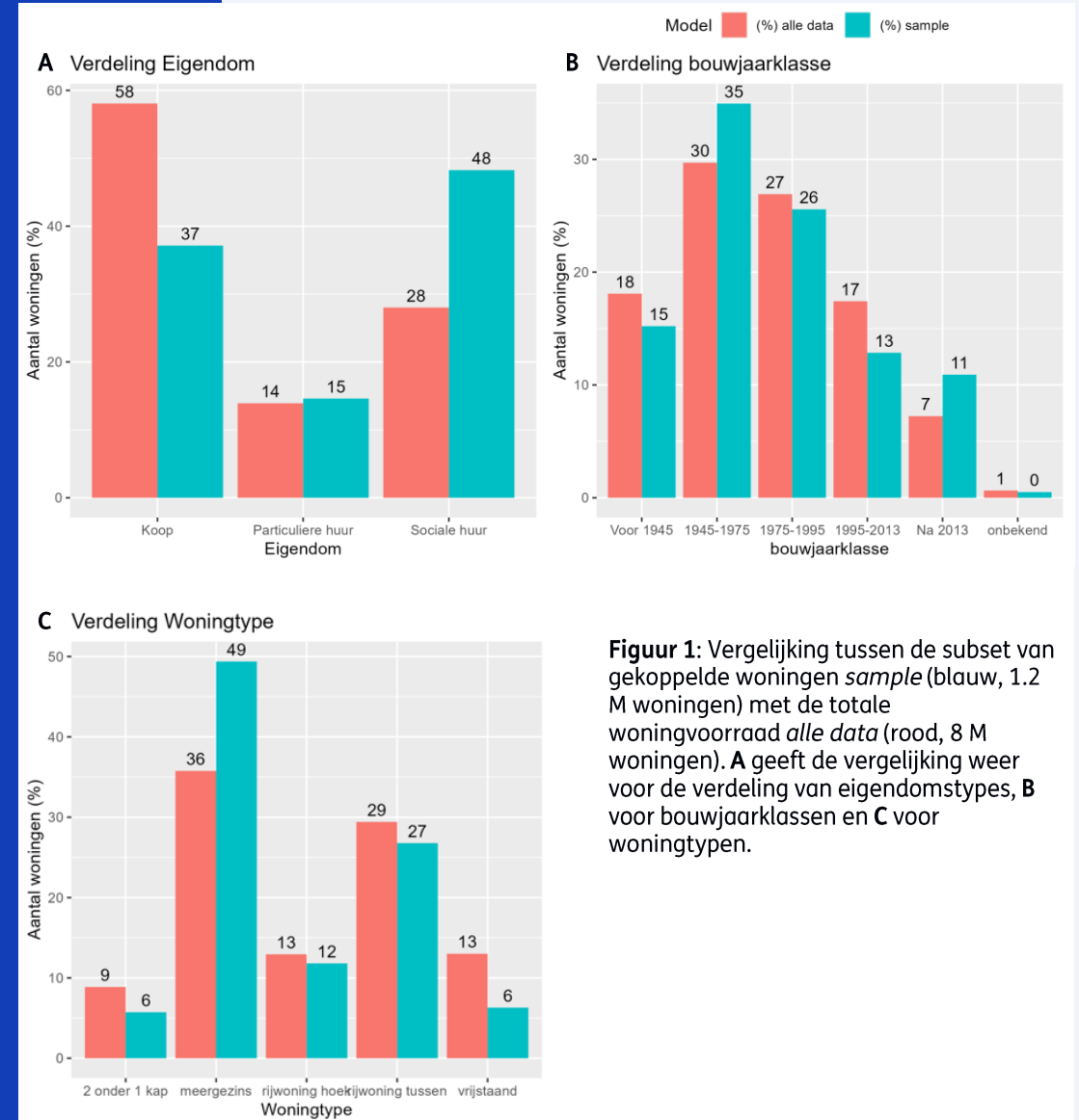
Het aantal particuliere huurwoningen tussen de woningen van de sample en de hele woningvoorraad komt op het oog overeen. Echter zijn er ongeveer 20% minder koopwoningen en 20% meer sociale huurwoningen in de sample aanwezig. Dit komt omdat alle sociale huurwoningen een labelverplichting hebben, terwijl deze verplichting niet bestaat voor eigenaar-bewoners. Hierdoor bestaan er onevenredig veel sociale huurwoningen in de Energielabeledatabase.

## Bouwjaarklasse

In de *sample* zijn relatief meer woningen gebouwd tussen 1945 en 1975, in vergelijking met *alle data*. De reden hiervoor is niet nader onderzocht, hoewel een plausibele verklaring zou kunnen zijn dat dit de periode van woningnood en de wederopbouw was, waarin veel sociale huurwoningen en meergezinswoningen zijn gebouwd. Daarnaast zijn er meer nieuwbouwwoningen in de *sample*. Dit komt doordat deze woningen bij de bouw een energielabelverplichting hebben.

## Woningtype

Meergezinswoningen zijn meer aanwezig in de *sample* in vergelijking met *alle data*, alle andere woningtypes minder. Dit komt omdat de sociale huurwoningen met labelverplichting vaak meergezinswoningen zijn.



**Figuur 1:** Vergelijking tussen de subset van gekoppelde woningen *sample* (blauw, 1.2 M woningen) met de totale woningvoorraad *alle data* (rood, 8 M woningen). **A** geeft de vergelijking weer voor de verdeling van eigendomstypes, **B** voor bouwjaarclassen en **C** voor woningtypen.



# Ruimteverwarming

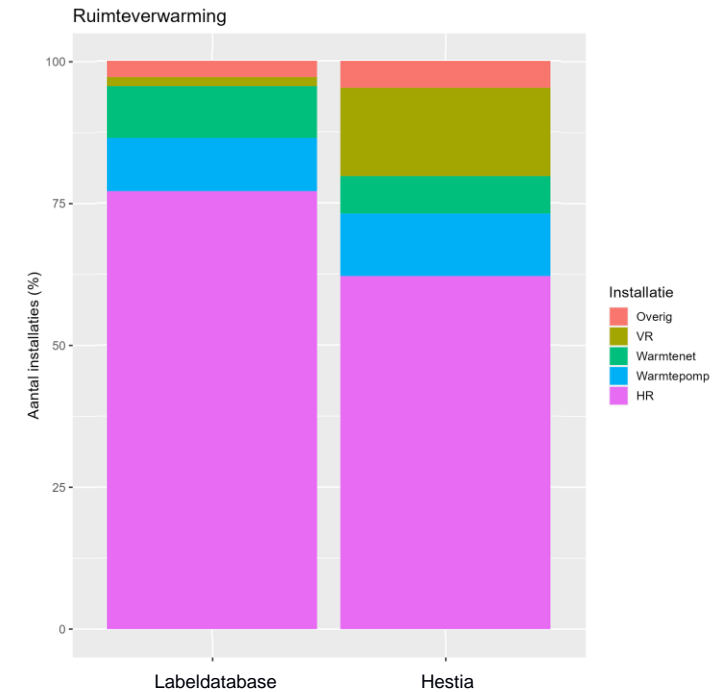
## Frequenties van ruimteverwarmingsinstallaties

In de huidige analyse is de frequentie van installaties voor ruimteverwarming onderling vergeleken (zie **Figuur 2**). Hierbij is gekeken naar de gekoppelde subset van 1.2 M woningen. De HR-ketel is de meest voorkomende installatietype woningen in de Energielabeldatabase, namelijk 77% van de woningen gebruikt deze ketel voor ruimteverwarming. Ook warmtenetten en warmtepompen komen bij ongeveer 9% van de woningen voor. Andere typen installaties laten veel lagere percentages zien. In Hestia is ook de HR-ketel dominant in diens frequentie, maar wel in mindere mate dan in de woningen van de Energielabeldatabase (62%). Verder komt in Hestia de VR-ketel voor bij 16% van de woningen, een warmtepomp bij 11% van de woningen, en een warmtenet bij 7% van de woningen.

## Absoluut en relatief verschil

In **Tabel 3** is het absolute aantal, het absolute verschil en het relatieve verschil weergegeven wat betreft types installaties van Hestia en de Energielabeldatabase. Hierbij zijn de groene en gele balkjes rechts georiënteerd wanneer het type installatie meer voorkomt bij Hestia en de rode balkjes naar links wanneer het installatietype meer voorkomt in de Energielabeldatabase. Het absolute verschil voor ruimteverwarming installaties is het grootste bij HR ketels. Deze ketels komen in de NTA 8800 database bij 180.000 woningen meer voor. Dit wordt gevolgd door VR ketels. Deze komen bij 165.000 minder woningen voor in de labeldatabase. Voor warmtenetten en warmtepompen is het absolute verschil kleiner, maar dit komt ook omdat relatief minder woningen gebruik maken van deze verwarmingsinstallaties.

Het meest opvallende verschil tussen beide databronnen is de frequentie van VR ketels, welke nagenoeg afwezig zijn in de Energielabeldatabase maar een substantieel deel van de Hestia populatie uitmaken. Daarnaast komt een warmtenet bij bijna 30% meer woningen voor in de labeldatabase.



**Figuur 2:** Vergelijking frequenties van typen installaties voor ruimteverwarming tussen de inputdata van Hestia (links) en de Energielabeldatabase (rechts).

Installatie ruimteverwarming	Aantal labeldatabase x 1000	Aantal hestia x 1000	Vershil x 1000	Vershil (%)
HR	914	735	-179	-19,58
VR	19	184	165	868,42
Warmtenet	108	78	-30	-27,78
Warmtepomp	111	130	19	17,12
Overig	34	56	22	64,71

**Tabel 3:** Absolute en relatieve verschillen in typen ruimteverwarmingsinstallaties tussen de Energielabeldatabase en Hestia. De absolute verschillen zijn in duizendvoud uitgedrukt, terwijl de relatieve verschillen in percentages zijn weergegeven.

# Ruimteverwarming – opsplitsing woningtype & eigendom

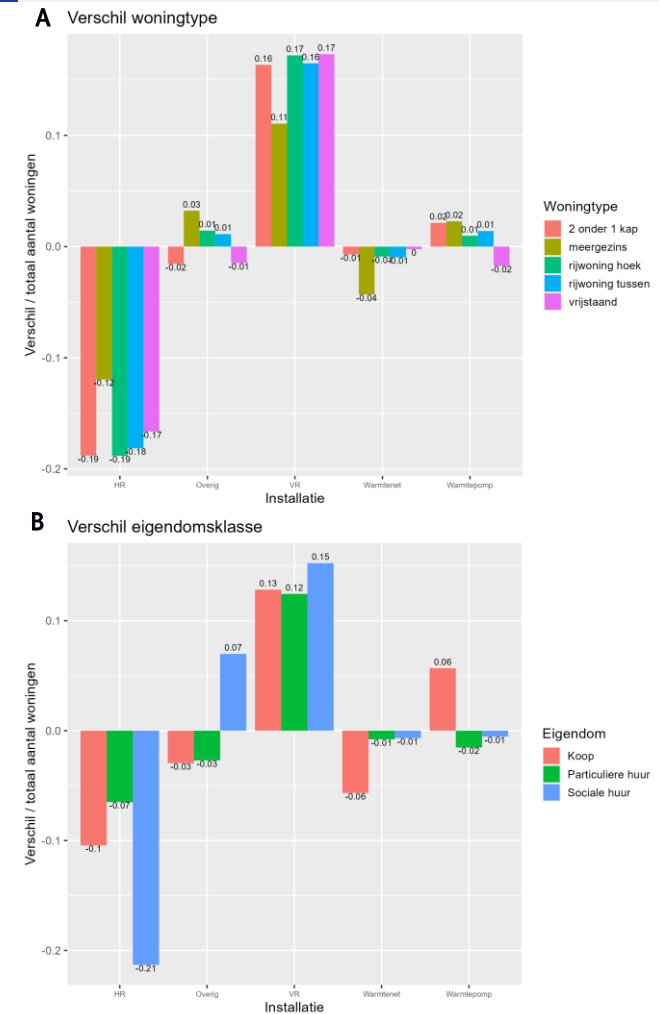
Om de resultaten van de analyse op de voorgaande slide beter te kunnen duiden, is er geanalyseerd of er bepaalde woningtypes of eigendomsklassen zijn waarbij de verschillen tussen de type installatie voor ruimteverwarming bij de woningen een andere structuur laten zien (Figuur 3).

## Woningtype

Tussen de woningtypes is niet een op het eerste gezicht duidelijk afwijkende structuur te zien ten opzichte van de totale populatie. Enkele detailobservaties zijn dat voor meergezinswoningen het relatieve verschil tussen HR en VR ketels minder groot is dan voor andere woningtypes. Ook is er een relatief groter verschil te zien van de genormaliseerde frequentie van warmtenetten voor meergezinswoningen.

## Eigendom

Voor HR ketels, VR ketels en overige installatie types is het grootste relatieve genormaliseerde verschil tussen beide databronnen bij sociale huurwoningen. Voor installatietypen warmtenetten en warmtepompen is het grootste verschil bij de koopwoningen.



**Figuur 3:** Uitgesplitste vergelijking frequenties van installatietypen voor ruimteverwarming voor (A) variërende woningtypen en (B) variërende eigendomstypen. Een positief relatief verschil duidt op een hogere frequentie in Hestia t.a.v. de Energielabeldatabase, en vice versa bij een negatief relatief verschil. De relatieve verschillen zijn genormaliseerd uitgedrukt (zie Methode – verkennende analyse voor uitvoerige beschrijving).

# Tapwater – opsplitsing woningtype & eigendom

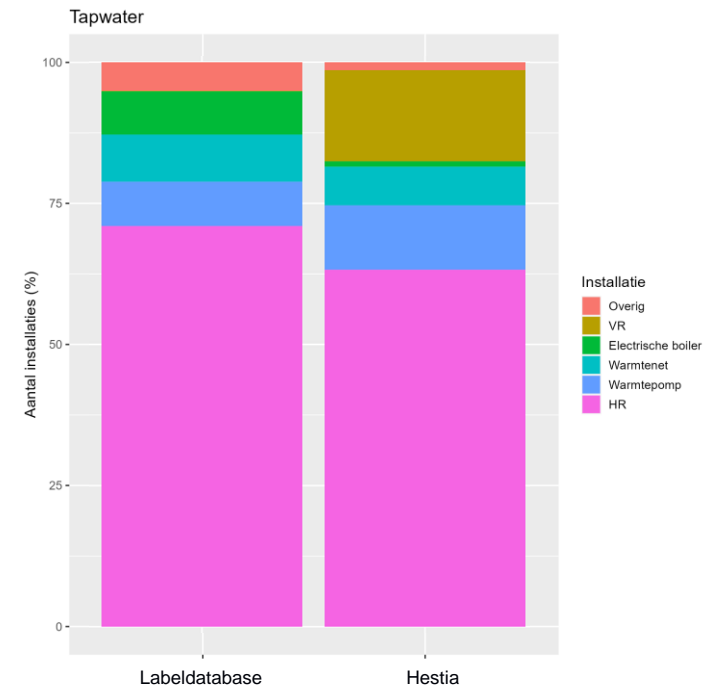
## Frequenties van tapwaterinstallaties

Voor de invulling van de vraag naar tapwater is een HR-ketel de meest voorkomende bij de woningen van de Energielabeldatabase: 71% heeft dit installatietype voor verwarming van tapwater. Warmtenetten, warmtepompen en elektrische boilers worden respectievelijk bij circa 7-8% van de woningen ingezet voor dit doel. VR-ketels en andere installatietypes komen slechts sporadisch voor. In Hestia is ook de HR-ketel de meest dominant voorkomende installatie voor verwarming van tapwater, hoewel in mindere mate, voorkomend bij 63% van de woningen. Verder komt in Hestia een VR-ketel voor bij 16% van de woningen, een warmtepomp bij 11% van de woningen, en een warmtenet bij 7% van de woningen. In **Figuur 4** is een vergelijking van de verdeling van type installaties voor Hestia en de Energielabeldatabase te zien.

## Absoluut en relatief verschil

In **Tabel 4** is het absolute en relatieve verschil te zien in type installaties van Hestia en de Energielabeldatabase. Hierbij zijn de groene en gele balkjes rechts georiënteerd wanneer het type installatie meer voorkomt bij Hestia en de rode balkjes naar links wanneer het installatietype meer voorkomt in de Energielabeldatabase. Het absolute verschil voor tapwater installaties is het grootste bij VR-ketels, welke in de Energielabeldatabase bij 183.000 woningen minder voorkomen. Dit wordt gevolgd door HR ketels. Deze komen 121.000 keer minder voor in de labeldatabase. Voor warmtenetten en warmtepompen is het absolute verschil kleiner, maar dit komt ook omdat minder woningen gebruik maken van deze manieren om de ruimte te verwarmen.

Het relatieve verschil tussen beide databronnen is het grootste voor VR-ketels. Dit komt omdat deze bijna niet voorkomen bij de woningen van de Energielabeldatabase. Daarna zijn de relatieve verschillen voor elektrische boilers, overige installatietypes en warmtepompen het meest substantieel.



**Figuur 4:** Vergelijking frequenties van typen installaties voor tapwater tussen de inputdata van Hestia (links) en de Energielabeldatabase (rechts).

Installatie tapwater	Aantal labeldatabase x 1000	Aantal hestia x 1000	Vershil x 1000	Vershil (%)
Electrische boiler	91	11	-80	-87,91
HR	842	721	-121	-14,37
VR	1	184	183	18300
Warmtenet	99	78	-21	-21,21
Warmtepomp	93	130	37	39,78
Overig	60	16	-44	-73,33

**Tabel 4:** Absolute en relatieve verschillen in typen ruimteverwarmingsinstallaties tussen de Energielabeldatabase en Hestia. De absolute verschillen zijn in duizendvoud uitgedrukt, terwijl de relatieve verschillen in percentages zijn weergegeven.



# Ventilatie & zonneboilers

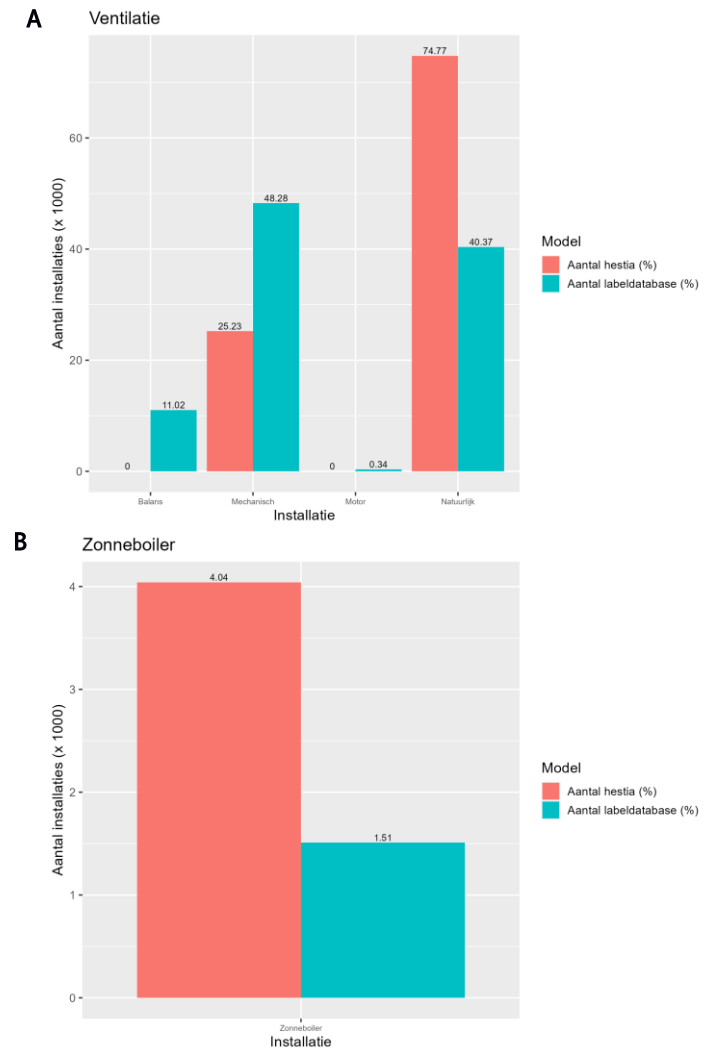
## Ventilatie

**Figuur 5A** geeft de vergelijking tussen ventilatietypen tussen de Energielabeldatabase en Hestia weer. In Hestia wordt volgens de huidige aannames bij de Ausgangssituatie van woningen louter onderscheid gemaakt tussen natuurlijke ventilatie en mechanische ventilatie<sup>11</sup>, met een relatieve frequentie voor natuurlijke ventilatie welke ongeveer drie keer zo hoog is als die van mechanische ventilatie. In de energielabeldatabase komt mechanische ventilatie meer voor dan natuurlijke ventilatie en heeft ruim 10% van de woningen balansventilatie.

## Zonneboilers

**Figuur 5B** geeft de vergelijking tussen de voorkomendheid van zonneboilers tussen de Energielabeldatabase en Hestia weer. In de Energielabeldatabase hebben 46.000 woningen een zonneboiler geïnstalleerd. Dit komt neer op bijna 4% van de woningen. Volgens Hestia hebben 18.000 woningen een zonneboiler wat neerkomt op ongeveer 1,5% van de woningen die meegenomen zijn.

11: Hestia maakt in de huidige versie wél onderscheid tussen een grotere variëteit aan ventilatietypes welke als maatregel genomen kunnen worden



**Figuur 5:** Vergelijking van absolute frequenties tussen Hestia (rood) en de Energielabeldatabase (blauw), voor **A:** verschillende ventilatietypes en **B:** zonneboilers. Elke waarde op de y-as representeert 1000 installaties.

# Zonnepanelen

## Frequentie zonnepanelen

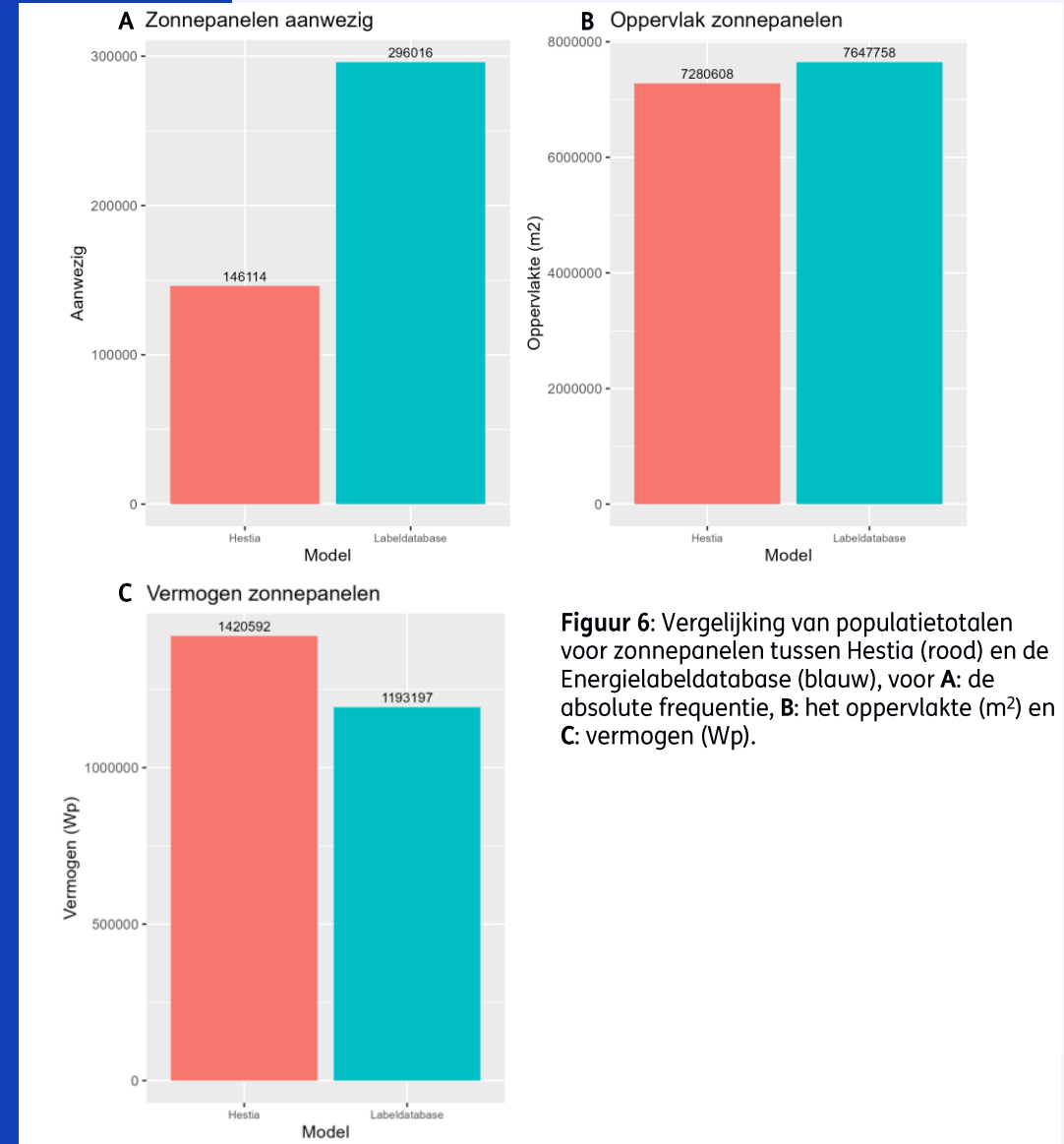
**Figuur 6A** laat een vergelijking zien voor de populatietotaalfrequenties van Hestia en de Energielabeldatabase. In dit figuur is te zien dat in de NTA 8800 database zonnepanelen grofweg tweemaal zo vaak voorkomen als in de inputdata van Hestia. In Hestia zijn bij ongeveer 145.000 van de 1.2 miljoen woningen zonnepanelen aanwezig. Dit is bij ongeveer 12% van alle woningen. In de Energielabeldatabase zijn er bij ongeveer 295.000 woningen zonnepanelen aanwezig. Dit is ongeveer 24% van alle woningen.

## Oppervlakte zonnepanelen

**Figuur 6B** laat een vergelijking zien voor de populatie totale oppervlakten aan zonnepanelen van Hestia en de Energielabeldatabase. Het verschil in oppervlakte van zonnepanelen is een stuk kleiner. In de Energielabeldatabase hebben alle woningen samen een 5% grotere totaaloppervlakte PV panelen dan bij Hestia. De logische consequentie van het feit dat de frequentie van zonnepanelen tweemaal lager is in Hestia, terwijl het totaaloppervlakte vergelijkbaar is, is dat het oppervlak zonnepanelen per woning in Hestia hoger wordt ingeschat. In Hestia hebben de woningen waar zonnepanelen aanwezig zijn een gemiddeld zonnepaneeloppervlak hebben van 49.7 m<sup>2</sup> per woning. In de Energielabeldatabase is dit slechts 25.8 m<sup>2</sup> per woning.

## Vermogen zonnepanelen

**Figuur 6C** laat een vergelijking zien voor de populatie totale vermogens van zonnepanelen tussen Hestia en de Energielabeldatabase. Het totale vermogen van zonnepanelen wordt hoger ingeschat voor de woningen in de Hestia. Dit komt ook doordat het gemiddelde vermogen per woning hoger is volgens Hestia. Het gemiddelde vermogen zonnepanelen in Hestia is 9.71 kWp per woning en in de labeldatabase 4.02 kWp per woning.



**Figuur 6:** Vergelijking van populatietotalen voor zonnepanelen tussen Hestia (rood) en de Energielabeldatabase (blauw), voor **A:** de absolute frequentie, **B:** het oppervlakte (m<sup>2</sup>) en **C:** vermogen (Wp).

# Zonnepanelen – opsplitsing woningtype & eigendom

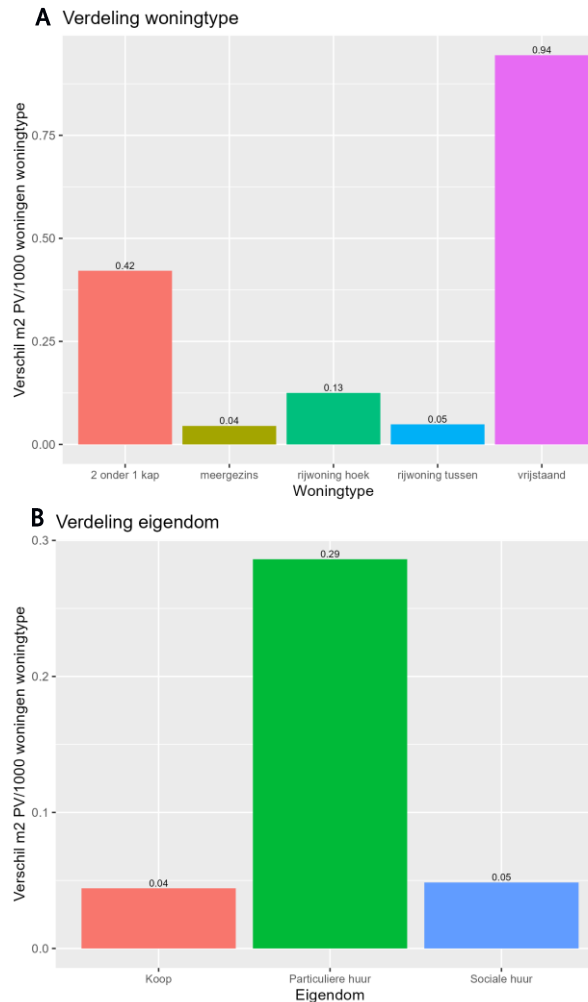
De analyse van zonnepanelen op populatieniveau geeft verschillende interessante inzichten, zoals dat het gemiddelde oppervlak van zonnepanelen op daken in Hestia bijna twee keer zo groot is als het gemiddelde oppervlak aan zonnepanelen in de Energielabeldatabase voor woningen die zonnepanelen hebben. Om dit inzicht verder te kunnen duiden, is nader gekeken naar differentiatie van dit verschil tussen verschillende woningtypes of eigendomsklassen.

## Woningtype

Uit deze analyse blijkt dat voor vrijstaande woningen het verschil in oppervlak aan zonnepanelen het grootst is, gevolgd door twee-onder-een-kapwoningen en hoekwoningen. Hierbij valt op dat wanneer het dakoppervlak van een woning groter is, het verschil in oppervlak aan zonnepanelen ook groter is.

## Eigendomsklasse

Wanneer het verschil tussen oppervlakte van zonnepanelen voor eigendomsstypen gedifferentieerd wordt bekeken, valt te zien dat de grootste delta is bij particuliere huurwoningen. Bij dit woningtype is het relatieve verschil tussen de Energielabeldatabase en Hestia ongeveer zes keer zo groot is als het relatieve verschil voor koopwoningen en sociale huurwoningen. Een mogelijke verklaring is dat er voor eigenaren van particuliere huurwoningen dan voor corporaties of eigenaar-bewoners minder incentives bestaan om zonnepanelen te installeren, terwijl er in Hestia geen onderscheid gemaakt wordt in het toekennen van het oppervlak aan zonnepanelen voor verschillende eigendomsklassen.



**Figuur 7:** Uitgesplitste vergelijking van oppervlakte zonnepanelen voor (A) variërende woningtypen en (B) variërende eigendomsstypen. Een positief relatief verschil duidt op een hogere frequentie in Hestia t.a.v. de Energielabeldatabase, en vice versa bij een negatief relatief verschil (welke hier niet voorkomt). De relatieve verschillen zijn genormaliseerd uitgedrukt (zie **Methodie – verkennende analyse** voor uitvoerige beschrijving).

# 4. Resultaten – analyse bouwdeeldimensies en – kwaliteit

In dit gedeelte van deze rapportage worden een aantal voorbeelden uitgelicht van de analyse van bouwdeeldimensies en –kwaliteit, waarbij de data uit het Hestia model is vergeleken met de Energielabeldatabase. De algemene inzichten uit deze analyse wordt aan het einde van elke individuele sectie samengevat.



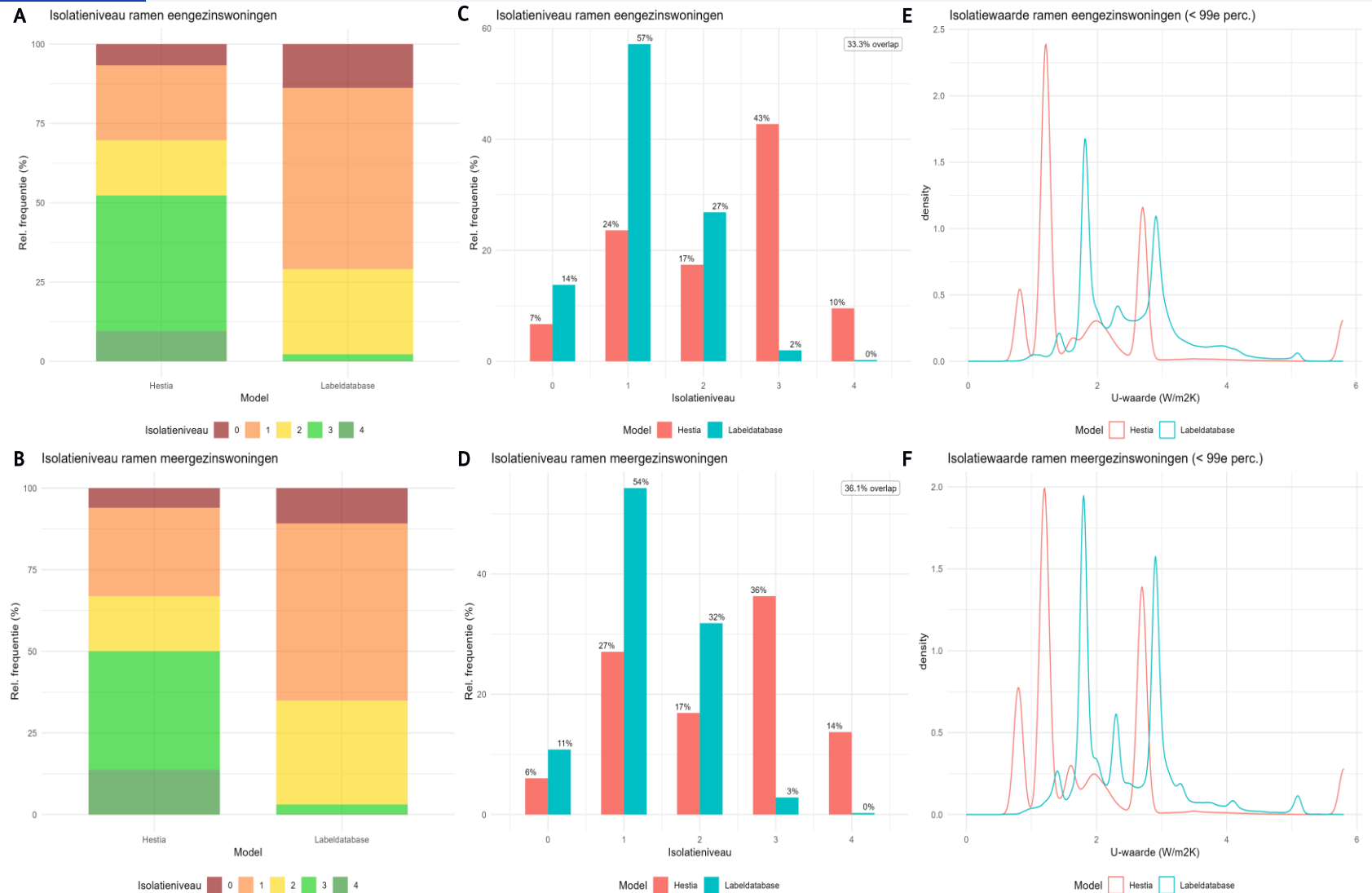
# Isolatiekwaliteit ramen

## Isolatieniveau verdeling

In de Energielabeldatabase heeft 2% van de eengezinswoningen isolatie niveau 3 of beter (Figuur 8C), wat grofweg overeenkomt met een U-waarde van 1.2 of lager. Voor meergezinswoningen is dit 3% de woningen (Figuur 8D). Voor beide woningtypen gaat Hestia uit van isolatie niveau 3 of beter voor 50% van de woningen (Figuur 8C & D). Daarnaast komt er in de Energielabeldatabase grofweg twee keer zo vaak niveau 0 ('enkel glas') en niveau 1 ('dubbel glas') voor als in Hestia (Figuur 8A & B).

## Isolatiekwaliteit verdeling

Figuur 8E & F laat de kwantitatieve frequentieverdeling van isolatiekwaliteit zien voor een- en meergezinswoningen. De op het oog discrete verdeling van de data correspondeert met verschillende 'opties' voor isolatiekwaliteit van glas. Hierbij is te zien dat de positie van de pieken voor Hestia en de Energielabeldatabase ter plaatse opvallende verschillen laten zien. Een voorbeeld is de piek bij  $U \sim 1.9$ , namelijk 'HR glas'. Deze categorie is buiten beschouwing gelaten bij Hestia. Verder komt de piek rond  $U \sim 2.9$  redelijk overeen ('dubbel glas'), terwijl niveau 2 in Figuur A-D grotere verschillen liet zien. De oorzaak hiervan is dat een range aan U-waarden worden toegekend aan niveau 2, waaronder in dit geval glas met een U-waarde meer overeenkomstig met 'HR glas'.



**Figuur 8:** Vergelijking isolatiekwaliteit ramen tussen de Energielabeldatabase en Hestia, met A-B: histogram relatieve frequenties isolatielevels een- (A) en meergezinswoningen (B) (zie Methode – analyse bouwdeelen (1/2)), C-D: staafdiagram relatieve frequenties isolatielevels een- (C) en meergezinswoningen (D) en E-F: kwantitatieve frequentieverdeling isolatiekwaliteit (U-waarde) een- (E) en meergezinswoningen (F). Bij Figuur C-D representeert het % overlap de mate waarin de populaties van Hestia en de Energielabeldatabase overeenkomen. Bij Figuur E-F is de data boven het 99<sup>e</sup> percentiel niet weergegeven.

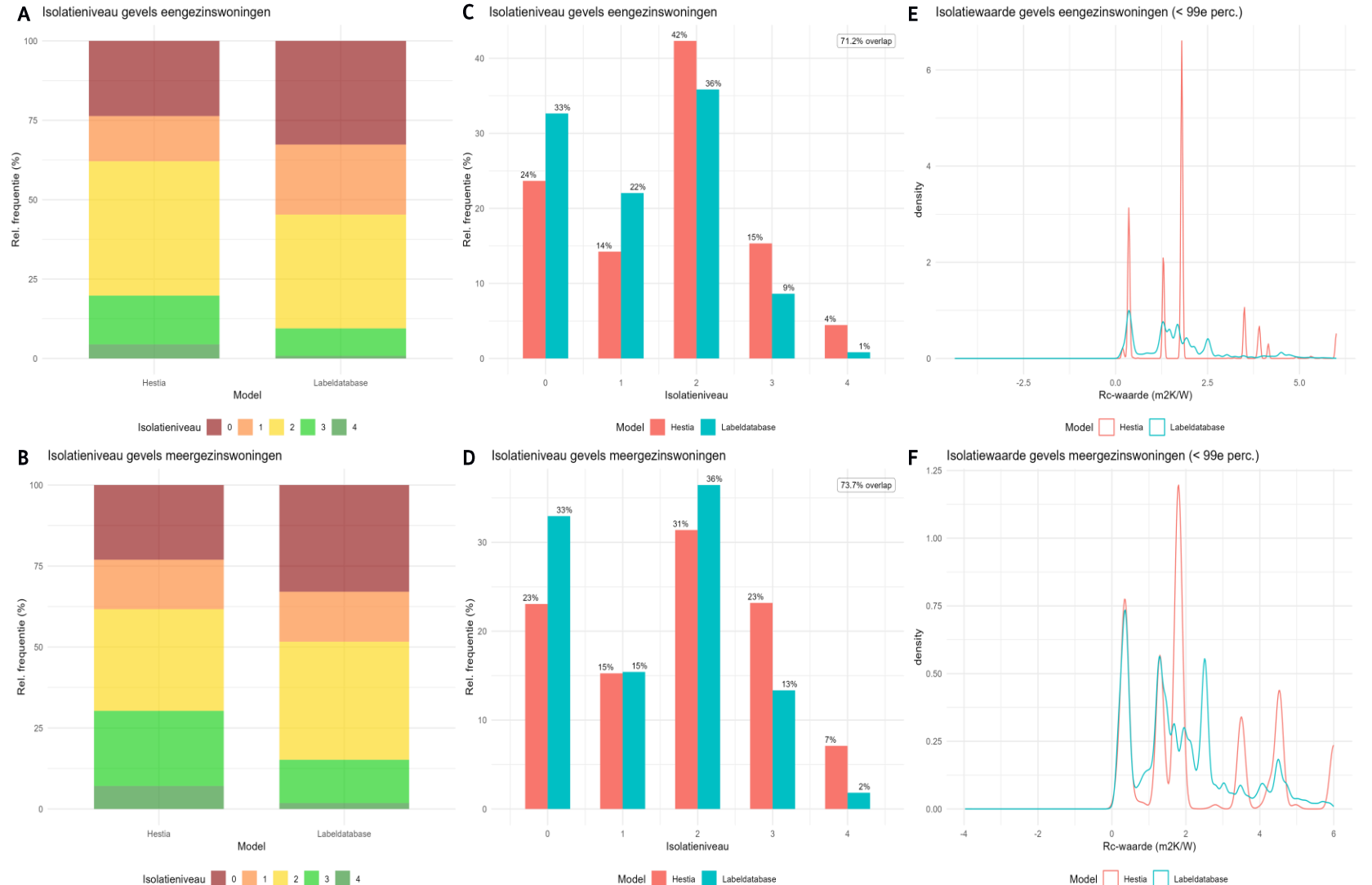
# Isolatiekwaliteit gevels

## Isolatieniveau verdeling

In de Energielabeldatabase isolatie niveau 3 of 4 voor gevelisolatie grofweg half zo vaak voor als bij Hestia (Figuur 9A & B), met respectievelijk 10 & 15% voor een- en meergezinswoningen in de NTA 8800 database ten opzichte van 19 & 30% voor een- en meergezinswoningen in Hestia (Figuur 9C & D). Niet en matig geïsoleerde gevels laten een invers verband zien, waarbij 48-55% van de woningen in de Energielabeldatabase isolatie niveau 0 of 1 hebben. In Hestia is het percentage woningen dit isolatie niveau 0 of 1 lager (38%).

## Isolatiekwaliteit verdeling

Figuur 8E & F laat de kwantitatieve frequentieverdeling van isolatiekwaliteit zien voor een- en meergezinswoningen. Ook hier representeert de discrete verdeling van de data de verschillende 'opties' voor het isoleren van de gevel. Uit deze figuren valt op dat de piek bij  $R_c \sim 2.5$  – met name goed te zien bij meergezinswoningen – niet voorkomt in de Hestia data. Verder is er – in vergelijking met glisolatie – meer variatie in de maatregelen voor gevelisolatie, gezien de hogere frequentie van pieken in de verdeling.



**Figuur 9:** Vergelijking isolatiekwaliteit gevels tussen de Energielabeldatabase en Hestia, met **A-B**: histogram relatieve frequenties isolatie niveaus een- (**A**) en meergezinswoningen (**B**) (zie **Methodie – analyse bouwdelen (1/2)**), **C-D**: staafdiagram relatieve frequenties isolatie niveaus een- (**C**) en meergezinswoningen (**D**) en **E-F**: kwantitatieve frequentieverdeling isolatiekwaliteit (U-waarde) een- (**E**) en meergezinswoningen (**F**). Bij Figuur C-D representeert het % overlap de mate waarin de populaties van Hestia en de Energielabeldatabase overeenkomen. Bij Figuur E-F is de data boven het 99<sup>e</sup> percentiel niet weergegeven.

# Inzichten analyse isolatiekwaliteit

Uit de analyse van isolatiekwaliteit van bouwen waarbij de data van Hestia met de NTA 8800 database is vergeleken, komt naar voren dat Hestia de isolatiekwaliteit hoger inschat dan de labeldatabase. Hierbij is het meest opvallende verschil voor isolatiewaard van ramen. In Hestia wordt de isolatiekwaliteit van de ramen voor 50% isolatieniveau 3 ( $U \leq 1.2$ ) of beter toegekend, terwijl in de Energielabeldatabase 2-3% het geanalyseerde raamoppervlak isolatieniveau 3 of beter heeft.

Verder zijn gevels en vloeren in Hestia vaker zeer goed geïsoleerd en minder vaak ongeïsoleerd. Het overgrote deel van de deuren zijn ongeïsoleerd, volgens beide bronnen. In de labeldatabase zijn panelen meestal niet of slecht geïsoleerd, dit komt minder voor in Hestia.

Tot slot, wanneer in detail gekeken naar achterliggende Rc- en U-waarden, is te zien voor verschillen bouwdeelen de frequentie en magnitude van pieken van beide datasets onderling verschillen, wat het de suggestie wekt dat niet dezelfde maatregelopties in beide datasets voorkomen.



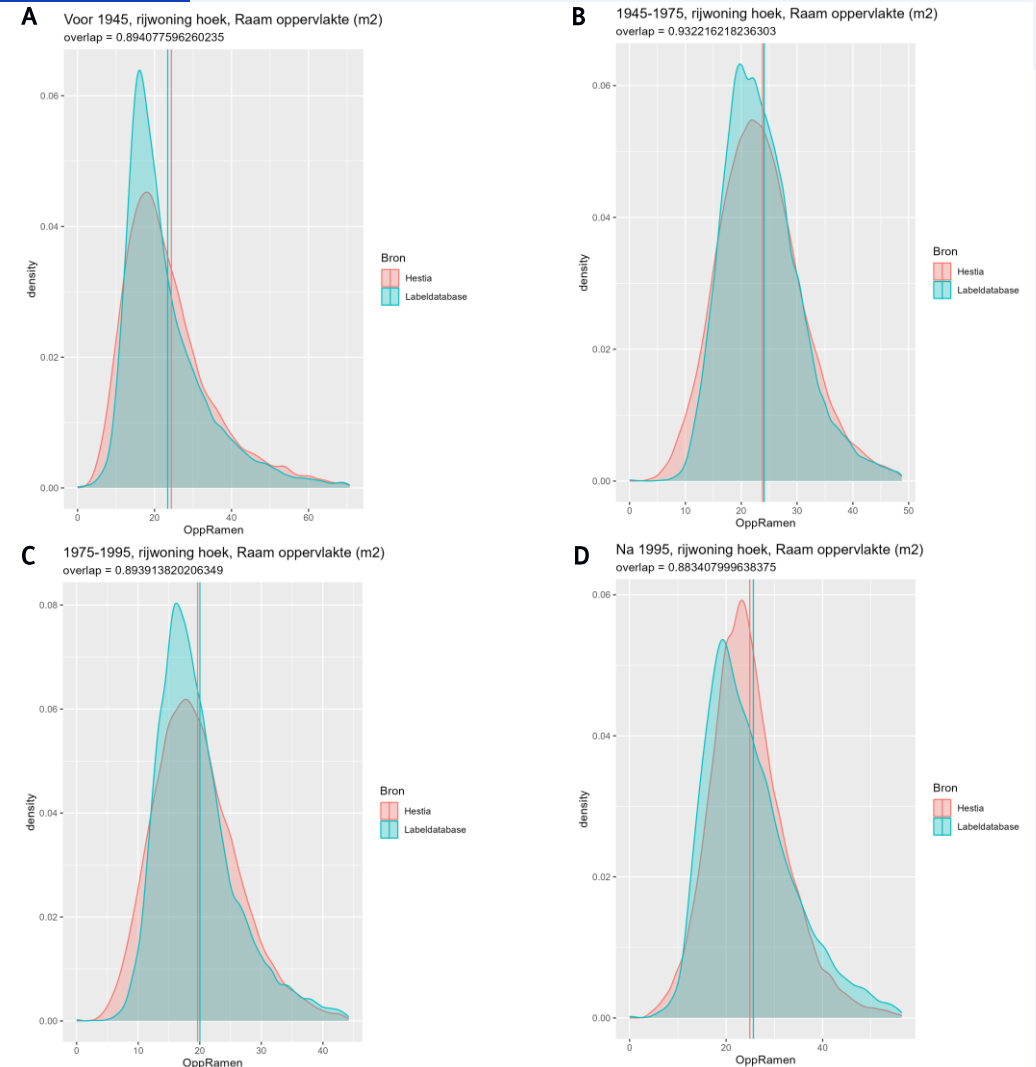


# Raamoppervlakte – hoekwoning

In dit gedeelte van de analyse lichten we enkele resultaten uit voor de vergelijking van de bouwdeeldimensies tussen Hestia inputdata en de Energielabeldatabase.

**Figuur 10** laat een vergelijking zien van de frequentieverdeling tussen beide datasets, voor verschillende bouwperioden en het woningtype ‘rijwoning hoek’. Het percentage overlap – wat de overlappende oppervlakte onder de grafiek van beide verdelingen representeert – is indicatief voor de mate van overeenkomstigheid tussen Hestia en de Energielabeldatabase. Deze overlap is voor het raamoppervlakte van dit woningtype 88-93% overeenkomstig. Dit is een indicatie voor overeenstemming tussen de verdeling van beide datasets.

**Figuur 10A-D** laat tevens een detaillering zien van de analyse in verschillende bouwperioden. Over het geheel genomen is dezelfde trend aanwezig voor verschillende bouwperiode in deze analyse.



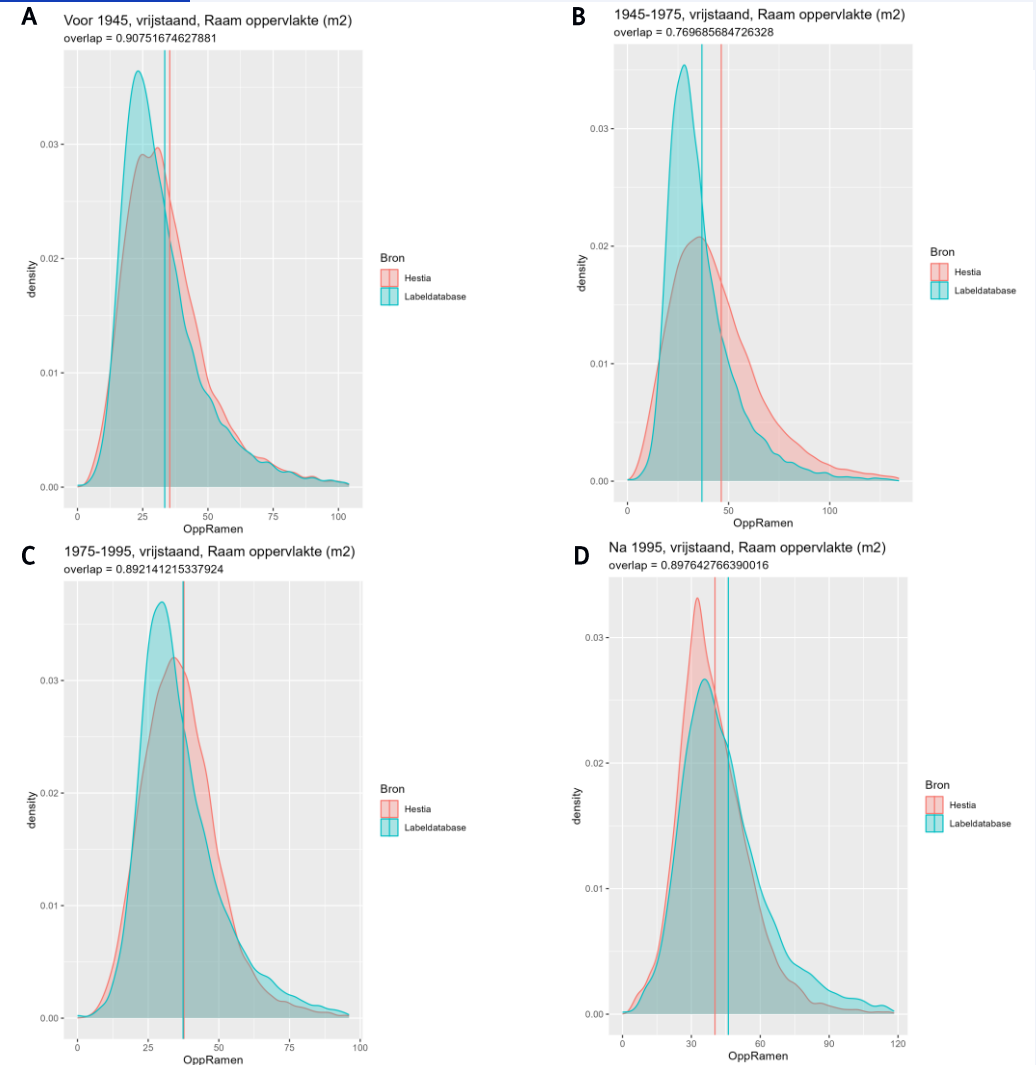
**Figuur 10:** Vergelijking van frequentieverdeling van raamoppervlakte van hoekwoningen in Hestia (rood) en de Energielabeldatabase (blauw), voor bouwperiodes **A:** < 1945, **B:** 1945-1975, **C:** 1975-1995 en **D:** >1995. *Overlap* geeft het overlappende oppervlakte onder de grafiek van beide verdelingen aan, waar *density* op de y-as een maat is voor de relatieve frequentie van waarden in de populatie, benadert met de ‘Kernel smoothing’ methodiek.



# Raamoppervlakte – vrijstaand

**Figuur 11** laat een vergelijking zien van de frequentieverdeling tussen Hestia en de Energielabeldatabase voor vrijstaande woningen. Het percentage overlap voor het raamoppervlakte van dit woningtype laat met 76-91% een redelijk overeenkomstig beeld zien als voor het woningtype ‘hoekwoning’.

De detaillering in verschillende bouwperiodes in **Figuur 11A-D** licht een in het oog springend verschil uit de data, waarbij voor bouwperiode 1945-1975 de piek van de verdeling bij een wat lagere waarde zich bevindt. Bovendien is de relatieve density van deze piek hoger, wat betekent dat de voorkomendheid van datapunten in de nabijheid van deze piek hoger is.

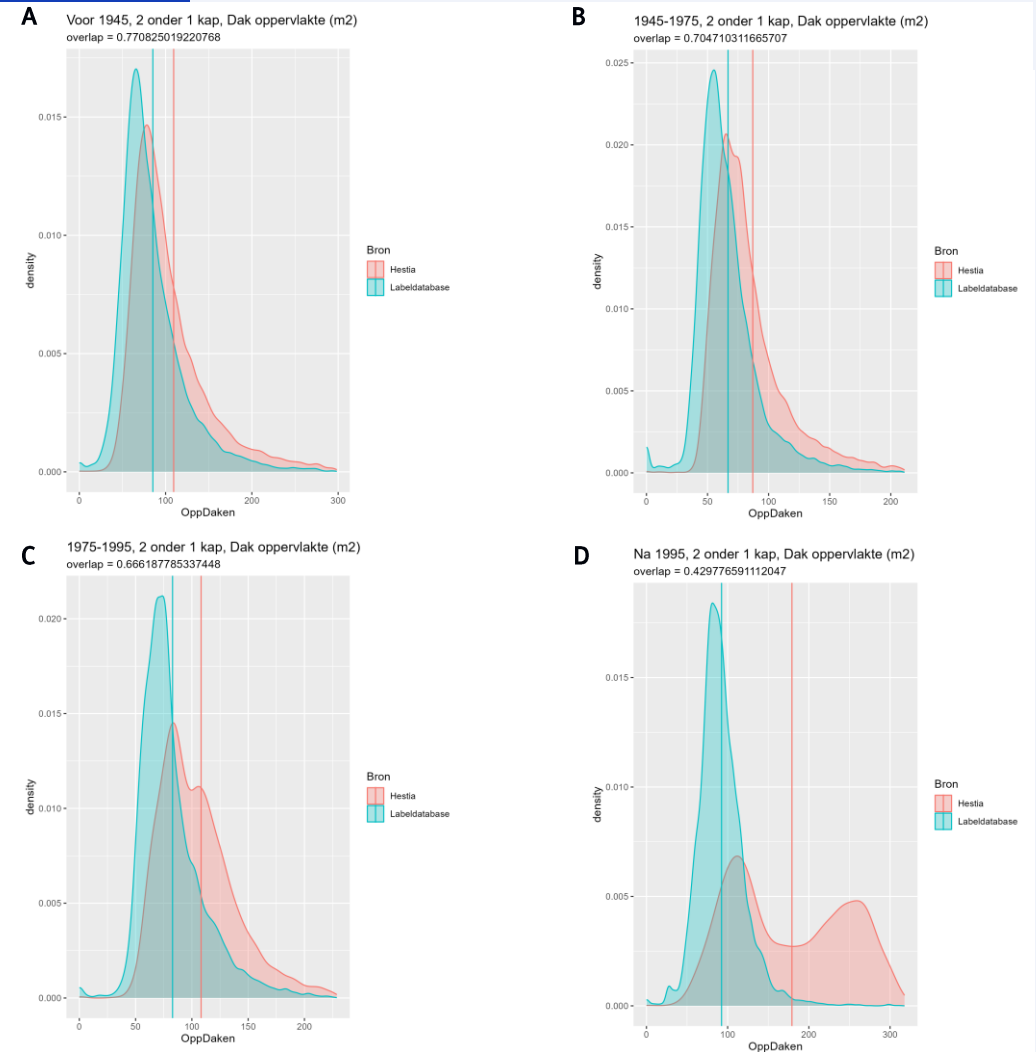


**Figuur 11:** Vergelijking van frequentieverdeling van raamoppervlakte van vrijstaande woningen in Hestia (rood) en de Energielabeldatabase (blauw), voor bouwperiodes **A:** < 1945, **B:** 1945-1975, **C:** 1975-1995 en **D:** >1995. *Overlap* geeft het overlappende oppervlakte onder de grafiek van beide verdelingen aan, waar *density* op de y-as een maat is voor de relatieve frequentie van waarden in de populatie, benadert met de ‘Kernel smoothing’ methodiek.

# Dakoppervlakte – 2 onder 1 kap

**Figuur 12** laat een vergelijking zien van de frequentieverdeling van dakoppervlaktes tussen Hestia en de Energielabeldatabase, voor verschillende bouwperiodes en het woningtype '2 onder 1 kap'. De overlap is voor het raamoppervlakte laat een spreiding zien van 43-77%. Dit is een indicatie dat er wisselende overeenstemming is tussen de verdeling van beide datasets.

**Figuur 12A-D** laat een detaillering zien van de analyse in verschillende bouwperiodes, waaruit te zien valt dat er een inverse trend tussen de mate van recentheid van de bouw en het percentage overlap tussen beide grafieken. Met name voor de meest recente periode, na 1995, is te zien dat de Hestia data verdeeld lijkt te zijn in twee verschillende pieken. Uit nader onderzoek moet blijken of dit een artefact is van de Hestia data.

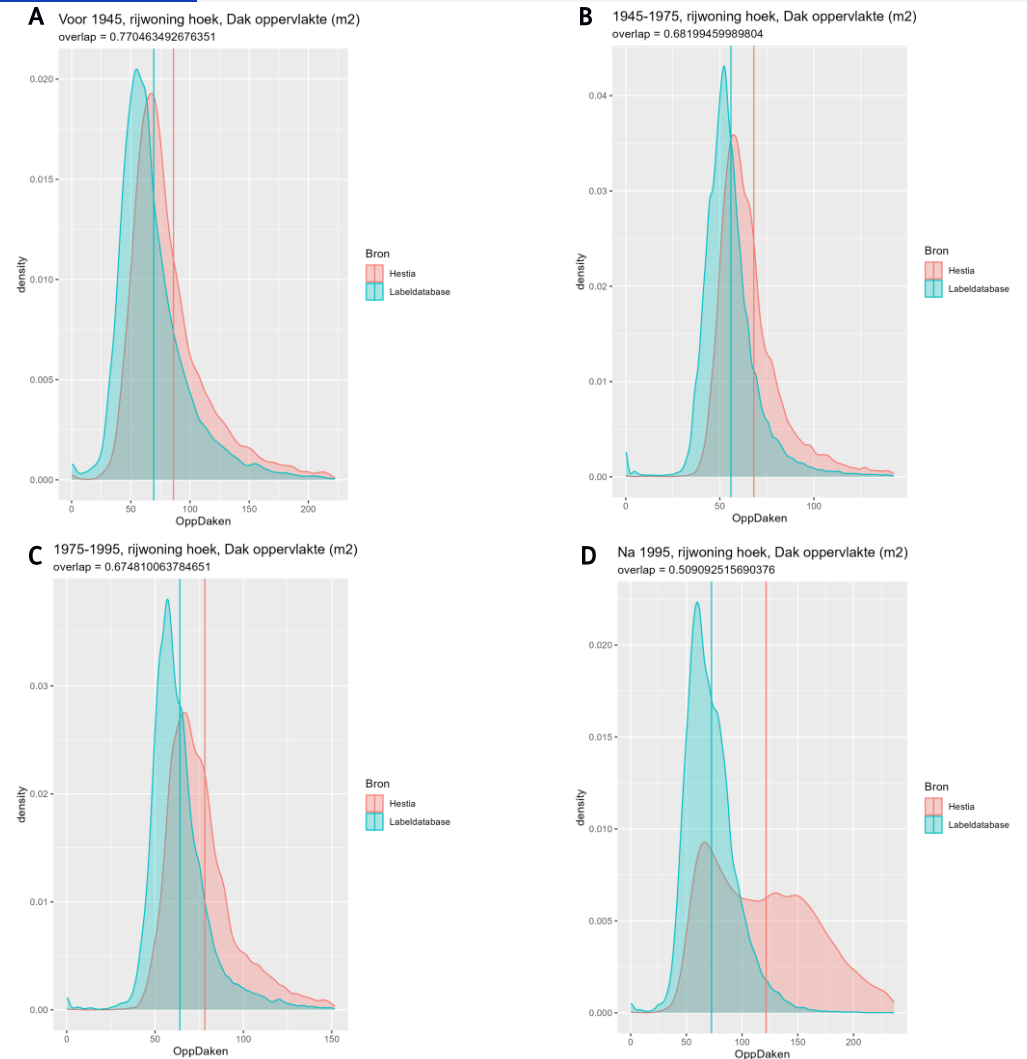


**Figuur 12:** Vergelijking van frequentieverdeling van dakoppervlakte van 2 onder 1 kapwoningen in Hestia (rood) en de Energielabeldatabase (blauw), voor bouwperiodes **A:** < 1945, **B:** 1945-1975, **C:** 1975-1995 en **D:** >1995. *Overlap* geeft het overlappende oppervlakte onder de grafiek van beide verdelingen aan, waar *density* op de y-as een maat is voor de relatieve frequentie van waarden in de populatie, benadert met de 'Kernel smoothing' methodiek.

# Dakoppervlakte – hoekwoning

Op **Figuur 13** is vergelijking te zien van de frequentieverdeling van dakoppervlaktes tussen Hestia en de Energielabeldatabase voor hoekwoningen. Hier heeft het percentage overlap een vergelijkbare spreiding als voor 2 onder 1 kapwoningen, namelijk 50-77%.

Wanneer de verschillende bouwperiodes worden beschouwd (**Figuur 11A-D**), is hetzelfde fenomeen zichtbaar als geobserveerd voor 2 onder 1 kapwoningen, namelijk de afnemende overlap bij recentere bouw en de ‘dubbele piek’ bij nieuwere woningen.



**Figuur 13:** Vergelijking van frequentieverdeling van dakoppervlakte van hoekwoningen in Hestia (rood) en de Energielabeldatabase (blauw), voor bouwperiodes **A:** < 1945, **B:** 1945-1975, **C:** 1975-1995 en **D:** >1995. *Overlap* geeft het overlappende oppervlakte onder de grafiek van beide verdelingen aan, waar *density* op de y-as een maat is voor de relatieve frequentie van waarden in de populatie, benadert met de ‘Kernel smoothing’ methodiek.

# Inzichten analyse bouwdeeldimensies

Over het geheel genomen maakt Hestia een hogere inschatting van bouwdeeldimensies dan geobserveerd in de Energielabeldatabase. Zo is de benadering van het **dak-**, **gevel-**, en **vloeroppervlakte** van Hestia – met uitzondering van meergezinswoningen na 1995 – hoger dan de observaties uit de NTA 8800 database. Hierbij is een opvallend detail dat de Energielabeldatabase voor hoekwoningen vloeroppervlakte '0' toekend, waar Hestia dit niet doet.

Ook **deur-** en **paneeloppervlaktes** hebben in Hestia hogere waarden dan in de Energielabeldatabase. Hierbij valt voor deuroppevlakte op dat er specifieke pieken voorkomen in de Energielabeldatabase data. Deze pieken zijn te zien omdat data voor deuroppevlakte meer discrete verdeeld is in vergelijking met andere bouwdeeldimensies. Deze pieken in de verdeling geven een indicatie dat bepaalde hoeveelheden buitendeuren veelvoorkomend zijn. Hestia schat in het grootste deel van de woningtype-bouwdeelperioden het paneeloppervlakte hoger in dan de data uit de NTA 8800 database. Met name bij woningen gebouwd na 1995 is het opvallend dat in Hestia paneeloppervlakken voorkomen, terwijl deze niet of nauwelijks in de Energielabeldatabase terug te zien zijn. Nader onderzoek moet uitwijzen of dit inderdaad een artefact in de Hestia data betreft.

Er is geen duidelijke structurele onder- of overschatting van het **raamoppervlakte** tussen Hestia en de Energielabeldatabase – het percentage overlap en de 'bell curve' van de verdeling lijken overeenkomstig.





# 5. Conclusie en discussie

# Conclusie

Dit onderzoek is uitgevoerd om de volgende vragen te beantwoorden:

1. *Hoe zien de bouwkundige en energetische kenmerken van de woningen met aangemelde energielabels eruit en in hoeverre komt dit overeen met de in Hestia ingeschatte waarden?*
2. *Hoe representatief is de energielabeldatabase voor de Nederlandse woningvoorraad?*

Om deze vragen te beantwoorden is eerst de data uit de Energielabeldatabase bewerkt en vervolgens gekoppeld aan Hestia. In totaal zijn 1.2 miljoen woningen van de labeldatabase aan Hestia gekoppeld. Deze data bestaat in vergelijking met de totale woningvoorraad uit veel sociale huurwoningen, meergezinswoningen en koopwoningen – en minder andere woningtypen en particuliere huurwoningen.

## Type installatie

De installatietypes ruimtewarming, tapwater, ventilatie en zonneboilers zijn met elkaar vergeleken. Voor ruimtewarming en tapwater is de grootste verschil tussen beide database dat er nauwelijks VR ketels voorkomen in de NTA 8800 database, terwijl in Hestia 16% van de woningen een VR ketel heeft. Voor ventilatie is het opvallend dat minder woningen natuurlijke ventilatie hebben en meer woningen mechanische of balansventilatie. In de labeldatabase komen zonneboilers bijna drie keer zo vaak voor als in Hestia.

## Zonnepanelen

In de Energielabeldatabase hebben ongeveer 24% van de woningen één of meerdere zonnepanelen. In Hestia is dit grofweg half zo veel met 12%, hoewel deze een zonnepaneeloppervlak en vermogen per woning hebben welke bijna twee keer zo groot zijn. Het verschil in gemiddeld oppervlak en vermogen van zonnepanelen per woning is het kleinste voor meergezinswoningen en het grootste voor vrijstaande woningen. Ook is er een relatief groter verschil voor particuliere huurwoningen.

## Bouwdeelloppervlak

In Hestia worden – op raamoppervlakte na – bouwdeeldimensies gemiddeld hoger ingeschat dan in de NTA 8800 database. Over het geheel genomen zijn voor de meest recente bouwjaar de verschillen in bouwdeelloppervlak tussen Hestia en de Energielabeldatabase het grootst.

## Isolatiekwaliteit

In Hestia wordt het isolatieniveau van de bouwdeelen over het geheel genomen hoger ingeschat dan in de labeldatabase. Dit is vooral opvallend bij ramen waar in Hestia wordt geschat dat 50% van de woningen isolatieniveau 3 of 4 (U-waarde  $\leq 1.20$ ) hebben terwijl dit in de Energielabeldatabase slechts voor 2% van de woningen zo is.

# Discussie

In dit project is de Energielabeldatabase verkennend geanalyseerd en vergeleken met Hestia. In deze analyse waren er beperkingen van toepassingen.

Ten eerste is de gebruikte data van de Energielabeldatabase bij bepaling van het label mogelijk handmatig ingevoerd en/ of door één persoon verzameld, waardoor er fouten kunnen voorkomen. Tevens berust de inputdata van het Hestia model deels op statistische en algoritmische benaderingen, wat additionele ruis introduceert in de vergelijking.

Ten tweede is de data uit de Energielabeldatabase data naar verwachting opgenomen op specifiek momenten, zoals vlak voordat een huis wordt verkocht voor eigenaar-bewoners. Juist bij aankoop van een huis – dus na het vaststellen van het definitieve label – zou men kunnen verwachten dat een verbouwing plaatsvindt, waarna een opwaardering kan plaatsvinden aan de isolatiegraad van de woning en het type installaties dat voor verwarming en ventilatie zorgt.

## Vervolg

Dit project heeft inzicht gegeven in de waarde van de Energielabeldatabase voor toepassingen zoals beleidsontwikkeling en beleidsondersteuning in de gebouwde omgeving. Bovendien zijn er ideeën ontstaan voor het aanscherpen van de inputdata van het Hestia model, waar in andere project vervolg aan gegeven wordt.

# Vervolg

## Toepassing studies

- Dit project heeft inzicht gegeven in de waarde van de Energielabeldatabase voor toepassingen zoals beleidsontwikkeling en beleidsondersteuning in de gebouwde omgeving. Voor toekomstige TNO projecten op deze onderwerpen kan dus – in overleg met RVO – de Energielabeldatabase (anoniem) worden ingezet.

## Validatie Hestia inputdata

- **Bouwdeeldimensies:** Hestia maakt gebruik van de 3D BAG voor de afmetingen van de buitenste schil van een woning, dus de bouwdelen gevel, dak en vloer. Dit is data wat tot stand is gekomen uit het combineren van de BAG en het algemeen hoogtebestand (AHN3). Overige bouwdeelopervlakken zijn op basis van statistische verbanden vanuit de WoON 2018 ingeschat. Met behulp van de data uit de Energielabeldatabase kunnen op individueel woningniveau deze inschattingen worden gevalideerd.
- **Warmtenetten:** Hestia maakt gebruik van betrouwbare input – onder andere uit Transitie Visie Warmte documenten van gemeentes – wat betreft de locatie van de huidige en geplande warmtenetten. De Energielabeldatabase heeft warmtenetten ook in beeld. De omvang en locatie van warmtenetten kan met behulp van de NTA 8800 data worden gevalideerd.

## Aanscherpingen Hestia aannames en inputdata

- **Verwarmingsinstallaties:** Hestia maakt voor (niet-collectieve) warmte-installaties gebruik van aannames welke op nationaal niveau gekalibreerd zijn op de beschikbare statistiek. De NTA 8800 data geeft de mogelijkheid op een hoger niveau van detail – met onderscheid naar bijvoorbeeld woningtype, eigendomstype, bouwjaar en energielabel – input samen te stellen voor (ruimte- en tapwater-) verwarmingsinstallaties en ventilatiesystemen. Op deze manier is op lagere aggregatieniveaus het beeld dat Hestia heeft van woningen op het gebied van installaties breder inzetbaar.
- **Installaties op dak:** In Hestia is de aanwezigheid van zonnepanelen en zonneboilers op dak gebaseerd op relatief hoog over aannames. De achterliggende data van de NTA-8800 database geeft de mogelijkheid veel preciezere inputdata samen te stellen.

## Vervolgonderzoek

- **Bouwdeelkwaliteit:** Op het gebied van bouwdeelkwaliteit maakt Hestia gebruik van extrapolatie van inzichten uit DGMR's bewerking van de WoON 2018 voor de Startanalyse uit 2020. In de huidige studie zijn verschillen tussen deze data en de Energielabeldatabase aan het licht gekomen. Nader onderzoek moet uitwijzen wat de oorzaak is tussen deze verschillen, en of het overnemen van de data uit de Energielabeldatabase in Hestia leidt tot een dataverbetering van het model. Bovendien zou de data van de Energielabeldatabase kunnen leiden tot aanpassingen van de wijze waarop Hestia naar isolatiekwaliteit kijkt, door aanpassing van de discrete schaal van 'isolatieniveaus'.