

Hestia Release notes v1.1

Toevoeging aan het
FUNCTIONEEL ONTWERP HESTIA

Energy & Materials
Transition
www.tno.nl
+31 88 866 23 45
info@tno.nl

TNO 2023 P12572 – 15 december 2023

Hestia Release notes v1.1

Toevoeging aan het FUNCTIONEEL ONTWERP HESTIA

| | |
|---------------------|---|
| Auteurs | Kim Fernández-Gómez; Yasmin Obbink; Vera Rovers; Casper Tigchelaar; Arjan Zwamborn (TNO) Folkert van der Molen; Wessel Poorthuis (PBL) |
| Rubricering rapport | TNO Publiek |
| Bijlagen | TNO Publiek |
| Aantal bijlagen | 2 |

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.

© 2023 TNO

Inhoudsopgave

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Inleiding | 4 |
| 2 | Aanpassingen..... | 5 |
| 2.1 | Kostenkengetallen isolatie en ventilatie 2022..... | 5 |
| 2.2 | Bouwdeelkwaliteit..... | 6 |
| 2.3 | Allocatie bouwdeeldimensies ramen..... | 10 |
| 2.4 | Activatieregels..... | 10 |
| 2.5 | Binnentemperatuur correctie en maximeren warmtewinst | 11 |
| 2.6 | Structuurwijziging bebouwingsobjecten..... | 13 |
| 2.7 | Aanpassing overheveling..... | 14 |
| | Referenties | 16 |

Bijlagen

| | | |
|------------|---|----|
| Bijlage A: | Update tabellen isolatie en ventilatiestandaard | 17 |
| Bijlage B: | Notitie: Hestia Activatie | 25 |

1 Inleiding

Hestia is constant in ontwikkeling. Tussen de publicatie van het Functioneel Ontwerp v1.0 in augustus 2023 ([link](#), PBL-publicatienummer: 5196) en de openbare release van Hestia v1.1 zijn er modelaanpassingen gedaan die de kwaliteit van Hestia hebben verhoogd. Dit zijn aanpassingen rondom activatieregels bij verhuizing, kostenkengetallen voor isolatie en ventilatie, allocatie van bouwdeelkwaliteit en -dimensies, een nieuwe omgang met nieuwbouw en overheveling, en een aanpassing in de berekening van de warmtevraag. In de volgende secties wordt voor elk van deze aspecten toegelicht welke concrete aanpassingen er zijn gemaakt en waarom er is gekozen deze aanpassingen te maken.

Dit document is een toevoeging aan het Functioneel Ontwerp v1.0 en is bedoeld als naslagwerk voor gebruikers van Hestia (resultaten) ten aanzien van de gemaakte keuzes, aannames en gebruikte bronmaterialen die ten grondslag liggen aan de aanpassingen in Hestia v.1.1.

2 Aanpassingen

2.1 Kostenkengetallen isolatie en ventilatie 2022

De kostenkengetallen voor isolatie- en ventilatiemaatregelen zijn geüpdatet op basis van de kostenkengetallen van Arcadis met peildatum juli 2022. RVO update de kostenkengetallen één keer per kwartaal. De kostenkengetallen dienen in Hestia ingevoerd te worden uitgedrukt in euro's van 2020. Dit is gedaan met behulp van de inflatiepercentages van de KEV.

Doordat het peiljaar van de kostenkengetallen is veranderd naar 2022, zijn ook de leercurves voor isolatie en ventilatiemaatregelen geijkt op 2022. De leercurves zijn niet geüpdatet op basis van recentere data; ze zijn genormaliseerd naar 2022 zodat ontwikkelingen in de kosten vanaf 2022 worden bepaald in plaats van vanuit 2020. Het relatieve effect van de leercurves op de kosten in de verschillende zichtjaren blijft gelijk ten opzichte van de eerdere versie.

2.1.1 Isolatie

De kostenkengetallen zijn opgebouwd uit indirecte en directe kosten. In Bijlage A staat het overzicht van de geüpdate kostenkengetallen voor isolatie (Tabel 2.1) en ventilatie (Tabel 2.2).

Indirecte kosten

Het percentage indirecte kosten op een zelfstandig moment is 20,3% van de directe kosten en bestaat uit de som van algemene uitvoeringskosten (8,0%), algemene kosten (9,0%) en winst & risico kosten (3,3%) (Arcadis, 2022). Op natuurlijke momenten worden algemene uitvoeringskosten niet meegenomen waardoor de indirecte kosten 12,3% van de directe kosten zijn.

Correctie materiaalkosten

De correctie op materiaalkosten zoals toegepast in de kostenkengetallenupdate van 2020 (beschreven in paragraaf 5.2.1 van het Functioneel Ontwerp Hestia 1.0) is in de update 2022 toegepast op alle maatregelen. De correctie op materiaalkosten houdt in dat indien de R_c of U van een Arcadis maatregel niet precies overeenkwam met de isolatiewaarde zoals die in Hestia gehanteerd wordt, een correctie is uitgevoerd op de isolatiedikte (in mm) zodat de R_c -waarden overeenkomen. De materiaalkosten zijn hiervoor lineair geschaald met de materiaaldikte. In eerdere updates werd getracht om dit corrigeren zoveel mogelijk te voorkomen. Er werd steeds gekeken welke Arcadis maatregel het dichtst in de buurt lag bij de genoteerde R_c of U_w , zodat zo min mogelijk gecorrigeerd hoeft te worden. De keuze om een isolatiemaatregel wel of niet te corrigeren was echter niet altijd consistent. Daarom is in de update 2022 gekozen om de correctie op alle maatregelen uit te voeren. Deze keuze wordt ondersteund door een analyse van Stroomversnelling dat een lineair verband laat zien tussen (materiaal-)kosten en materiaaldikte bij meerdere isolatiemaatregelen (Schorel, 2023).

Vervallen maatregelen

Maatregelen met codes 15 en 16 komen niet meer voor in versie 07-2022 van de kostenkengetallen van Arcadis. Door het ontbreken van maatregel 15¹ is in het invoerbestand van Hestia nul ingevoerd bij de kosten voor de maatregelen RB (Ramen Boven) en RO (Ramen Onder) met isolatienniveau N1. Door het ontbreken van maatregel 16², bestaan de kosten voor RB en RO met isolatienniveau N2 in het invoerbestand uit de kosten van maatregel 019b³ in plaats van uit het gemiddelde van 16 en 019b.

2.1.2 Ventilatie

Kostenkengetallen voor nieuwe ventilatiemaatregelen

In deze update zijn kostenkengetallen gedefinieerd voor ventilatiemaatregelen die in een eerdere update niet waren opgenomen (Tabel A.2 in Bijlage A). De opbouw van deze kostenkengetallen en de bijbehorende aannames zijn gegeven (Tabel A.3 in Bijlage A).

Ventilatiemaatregelen die niet worden meegenomen in Hestia

Daarnaast hebben we in deze update bepaald dat een aantal combinaties van uitgangssituatie en doelsituatie niet worden berekend in Hestia, omdat ze niet aannemelijk zijn. In Hestia wordt bijvoorbeeld de aanname gemaakt dat er niet een zuiniger energiesysteem geïnstalleerd wordt om een zuiniger systeem te vervangen, zoals ventilatie zonder vraagsturing als in de uitgangssituatie wel vraagsturing aanwezig was. Ook het installeren van natuurlijke ventilatie daar waar eerst mechanische of balansventilatie was geïnstalleerd wordt in Hestia als dusdanig onwaarschijnlijk gezien dat de optie buiten beschouwing wordt gelaten.

Voor de beschreven combinaties welke niet in Hestia voorkomen nemen we geen kostenkengetallen op en daarom is in Hestia de mogelijkheid tot het toepassen van deze combinaties weggenomen. In **Error! Reference source not found.** (Bijlage A) staan de maatregelen i.c.m. de uitgangssituatie en het moment (natuurlijk of zelfstandig) die *niet* zijn toegestaan en de achterliggende redenering.

2.2 Bouwdeelkwaliteit

Op basis van de bouwvoorschriften vanaf 1992 zijn minimale isolatienniveaus van bouwdelen voor verschillende bouwjaar perioden bepaald en overgenomen in Hestia. De motivatie hiervoor was dat Hestia te lage isolatiewaarden voorkwamen bij recente woningen. Dit had twee oorzaken. Allereerst zijn Hestia energielabels en hoe deze zijn opgebouwd uit individuele bouwdelen en installatiesysteem niet integraal gekoppeld aan bouwjaren en bijbehorende bouweiseisen. Daardoor komen isolatiegraadniveaus voor in bouwperioden die niet plausibel zijn. De oorzaak hiervoor is dat in de gebruikte brondaten (de inschattingen van DGMR bij de WoON2018 enquête voor de Startanalyse) er ter illustratie label B woningen bestaan welke dit energielabel hebben louter door aanwezig van zonnepanelen – en betreffende isolatiekwaliteit matig of niet geïsoleerd zijn. Zodoende konden recente woningen in Hestia bouwdeelkwaliteiten toegewezen krijgen welke niet passen bij de bouwperiode van deze woning.

Bouwvoorschriften zijn vastgelegd in het bouwbesluit. Het eerste bouwbesluit ging in op 1 oktober 1992. Daarmee werden technische bouwvoorschriften voor het hele land gelijk.

¹ “Isolatieglas ($U=2,7$) i.p.v. enkel glas”

² “Isolatieglas gasgevuld ($U=1,6$) i.p.v. enkelglas”

³ “Isolatieglas gasgevuld ($U=1,6$) i.p.v. standaard isolatieglas”

Hoofdstuk II van het bouwbesluit 1992 beschrijft de technische voorschriften omtrent het bouwen van woningen en woongebouwen. Op 1 januari 2003 werd het bouwbesluit 2003 van kracht. Het bouwbesluit 2012 werd op 1 april 2012 ingevoerd.

In deze paragraaf is een overzicht gemaakt van de bouweisen uit de bouwbesluiten in verschillende bouwperioden t.a.v. bouwdeelkwaliteit (Tabel 2.2) en van de bijbehorende minimale isolatieniveaus van bouwdelen per bouwjaar (Tabel 2.3).

2.2.1 Methode

Alle bouwdelen die in Hestia worden gehanteerd vallen onder het begrip “uitwendige scheidingsconstructie” in het bouwbesluit:

Bouwbesluit 1992, 2003, 2012, Hfdst. I, Art. 1, Lid 1

Uitwendige scheidingsconstructie: constructie die de scheiding vormt tussen een voor mensen toegankelijke besloten ruimte van een gebouw en de buitenlucht, de grond of het water, waaronder begrepen de op die constructie aansluitende delen van andere constructies, voor zover die delen van invloed zijn op het voldoen van die scheidingsconstructie aan een bij of krachtens dit besluit gegeven voorschrift.

De normen voor thermische isolatie worden beschreven in termen van een maximale warmtedoorgangscoëfficiënt in W/m²K voor de uitwendige scheidingsconstructies deur, raam en kozijn en een minimale warmteverstand in m²K/W voor de overige uitwendige scheidingsconstructies van een verblijfsgebied, een toiletruimte of een badruimte (in Hestia: dak, gevel, vloer, paneel). Deze grootheden komen overeen met, respectievelijk, de U-waarde en de Rc-waarde van de bouwdelen. De vertaling van de bouwdeelkwaliteitsnormen naar minimale isolatieniveaus in Hestia is gedaan met behulp van de grenswaarden weergegeven in Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Grenswaarden voor de indeling van bouwdeelkwaliteitsnormen in minimale isolatieniveaus voor Hestia

| Gebouwdeel | eenheid | Niveau 0 - Niveau 1 | Niveau 1 - Niveau 2 | Niveau 2 - Niveau 3 | Niveau 3 - Niveau 4 | eenheid |
|---------------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Vloerisolatie | Rc | 0,51 | 1,21 | 3,37 | 4,65 | Rc |
| Helling dakisolatie | Rc | 0,84 | 1,24 | 3,37 | 7,65 | Rc |
| Plat dak isolatie | Rc | 0,84 | 1,24 | 3,37 | 7,65 | Rc |
| Spouwmuurisolatie | Rc | 1,26 | 1,67 | 3,48 | 5,65 | Rc |
| Buitengevelisolatie | Rc | N/A | N/A | 3,48 | 5,65 | Rc |
| Deur | U | 3,10 | 3,10 | 3,10 | 1,03 | U |
| Paneel | Rc | 1,28 | 1,87 | 3,30 | 4,65 | Rc |
| Raam beneden | U | 3,28 | 1,87 | 1,36 | 0,92 | U |
| Raam boven | U | 3,28 | 1,87 | 1,36 | 0,92 | U |
| Kierdichting/Qv10 | dm ³ /s/m ² | 2,10 | 1,38 | 0,82 | 0,47 | dm ³ /s/m ² |

2.2.2 Aannames

De aannames die zijn gemaakt voor het opstellen van het overzicht van de minimale isolatiegraad per bouwdeel per bouwjaar op basis van de normen in de bouwbesluiten worden hier beschreven.

De bouwdeelkwaliteitsnormen worden niet beïnvloed door de energieprestatiecoëfficiënt normen

Naast de bouwdeelkwaliteitsnormen worden er in de bouwbesluiten eisen voor de energieprestatiecoëfficiënt genoemd, die onafhankelijk gelden van de bouwdeelkwaliteitsnormen. De aanname is dat de energieprestatiecoëfficiënt normen de minimale bouwdeelkwaliteitsnormen die op woningen worden toegepast niet beïnvloed. Er is bij de implementatie van bouwdeelnormen in Hestia dus geen rekening gehouden met enige relatie met een energieprestatiecoëfficiënt.

Bouwbesluit 1992, Hfdst. II, Afd. 4, par 1, Art 71a

Onverminderd de artikelen 70 en 71, heeft ter verdere besparing van energie, een woning geen deel uitmakend van een woongebouw, of een woongebouw, bepaald volgens NEN 5128, een energieprestatiecoëfficiënt, als bedoeld in die norm, van ten hoogste 1.

Het bouwbesluit is van toepassing op alle woningen gebouwd in het jaar van invoering

Het bouwbesluit is van toepassing op alle woningen die gebouwd zijn in het jaar van invoering van het bouwbesluit. Bijvoorbeeld, het bouwbesluit 1992 werd op 1 oktober 1992 van kracht. We nemen aan dat alle woningen met bouwjaar 1992 voldoen aan de bouwdeelkwaliteitseisen van het bouwbesluit 1992.

Uitzonderingen op bouwdeelkwaliteitsnormen kunnen worden verwaarloosd

In het bouwbesluit 1992 wordt het volgende genoemd:

Bouwbesluit 1992, Hfdst. II, Afd. 4, par 2, Art 72, Lid 1

Indien niet is voldaan aan enig voorschrift, gegeven bij of krachtens de artikelen 70 tot en met 71a, heeft een woning of woongebouw een mate van energiezuinigheid die ten minste gelijk is aan de mate van energiezuinigheid die is beoogd met het desbetreffende bij of krachtens die artikelen gegeven voorschrift.

Hieruit blijkt dat het ook mogelijk is om niet te voldoen aan de normen m.b.t. bouwdeelkwaliteit of energieprestatiecoëfficiënt, zolang de energiezuinigheid vergelijkbaar is aan een gebouw dat daar wel aan voldoet. De aanname is dat deze gevallen verwaarloosd kunnen worden en dat alle gebouwen wel aan de bouwdeelkwaliteitsnormen voldoen.

Bouwdeelkwaliteitseis voor ramen en deur is 1,65 W/m²K

Vanaf versie 01-01-2015 van het bouwbesluit 2012 moeten ramen, deuren en kozijnen een maximale warmtedoorgangscoëfficiënt van 2,2 W/m²K hebben en gemiddeld moet de warmtedoorgangscoëfficiënt van ramen deuren en kozijnen maximaal 1,65 W/m²K zijn.

Dit gemiddelde wordt berekend volgens de methode beschreven in Art. 3.4 van de Regeling Bouwbesluit 2012. Ter vereenvoudiging van deze eis nemen we aan dat de bouwdeelkwaliteitsnorm voor elk afzonderlijk bouwdeel gelijk is aan $U_w = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Bouwbesluit 2012, Art. 5.3, Lid 6 (v. 01-01-2015)

Ramen, deuren en kozijnen in een in het eerste tot en met vijfde lid bedoelde scheidingsconstructie hebben een volgens NEN 1068 bepaalde warmtedoorgangscoëfficiënt van ten hoogste 2,2 W/m².K. De gemiddelde warmtedoorgangscoëfficiënt van de ramen, deuren en kozijnen in de in het eerste tot en met vijfde lid bedoelde scheidingsconstructies van een bouwwerk is, bepaald volgens een bij ministeriële regeling gegeven bepalingsmethode, ten hoogste 1,65 W/m².K.

2.2.3 Overzicht bouwdeelkwaliteitsnormen

In Tabel 2.2 wordt het overzicht van de bouwdeelkwaliteitsnormen uit het bouwbesluit weergegeven en in Tabel 2.3 wordt een overzicht van de minimale isolatieniveaus per bouwdeel per bouwjaar weergegeven.

Tabel 2.2: Overzicht bouwdeelkwaliteitsnormen uit de bouwbesluiten

| Ingang norm | Bron | Uitwendige scheidingsconstructies | | | | | | Deur, raam, kozijn | | |
|--|---|--|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---|---|---|--|
| | | VL (grond of water) | DS (schauin) | DP (horizontaal) | PL (verticaal) | MS (verticaal) | DR | RO | RB | |
| | | Minimale Rc waarde (m²K/W) | | | | | | | | Maximale Uw waarde (W/m²K) |
| 1 oktober 1992 | Bouwbesluit 1992, Art. 70, Lid 1 en (Online bouwbesluit) | 2,5 (volgens NEN 1068) | 2,5 (volgens NEN 1068) | 2,5 (volgens NEN 1068) | 2,5 (volgens NEN 1068) | 2,5 (volgens NEN 1068) | 4,2 (volgens NEN 5128) | 4,2 (volgens NEN 5128) | 4,2 (volgens NEN 5128) | |
| 1 januari 2003 | Bouwbesluit 2003, Art. 5.2, Lid 1 Art 5.3, Lid 1 (Rijksoverheid) | 2,5 (volgens NEN 1068) | 2,5 (volgens NEN 1068) | 2,5 (volgens NEN 1068) | 2,5 (volgens NEN 1068) | 2,5 (volgens NEN 1068) | 4,2 (volgens NEN 1068) | 4,2 (volgens NEN 1068) | 4,2 (volgens NEN 1068) | |
| 1 april 2012 | Bouwbesluit 2012 (v. 01-04-2012), Art. 5.3 Lid 1 en 4 (Online bouwbesluit) | 3,5 (volgens NEN 1068) | 3,5 (volgens NEN 1068) | 3,5 (volgens NEN 1068) | 3,5 (volgens NEN 1068) | 3,5 (volgens NEN 1068) | 2,2 (volgens NEN 1068) | 2,2 (volgens NEN 1068) | 2,2 (volgens NEN 1068) | |
| 1 maart 2013 (onveranderd in versies 1 juli 2013, 1 april 2014, 1 november 2014) | Bouwbesluit 2012 (v. 01-03-2013), Art. 5.3 Lid 1 en 4 (Online bouwbesluit) | 3,5 (volgens NEN 1068) | 3,5 (volgens NEN 1068) | 3,5 (volgens NEN 1068) | 3,5 (volgens NEN 1068) | 3,5 (volgens NEN 1068) | 1,65 (volgens NEN 1068) | 1,65 (volgens NEN 1068) | 1,65 (volgens NEN 1068) | |
| 1 januari 2015 (onveranderd in versies 1 juli 2015, 24 november 2015, 1 juli 2017, 1 januari 2018, 1 juli 2018, 3 november 2018, 1 juli 2019, 10 maart 2020, 1 juli 2020, 1 november 2020) | Bouwbesluit 2012 (v. 01-01-2015), Art. 5.3 Lid 1, 2 en 4 (Online bouwbesluit) | 3,5 (volgens NEN 1068) | 6,0 (volgens NEN 1068) | 6,0 (volgens NEN 1068) | 4,5 (volgens NEN 1068) | 4,5 (volgens NEN 1068) | 2,2 (volgens NEN 1068) en gemiddeld met ramen en kozijnen: 1,65 | 2,2 (volgens NEN 1068) en gemiddeld met ramen, kozijnen en deuren: 1,65 | 2,2 (volgens NEN 1068) en gemiddeld met ramen, kozijnen en deuren: 1,65 | |

| Ingang norm | Bron | Uitwendige scheidingsconstructies | | | | | Deur, raam, kozijn | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--|--|--|
| 1 januari 2021 (onveranderd in versies 1 april 2021 1 juli 2021, 1 januari 2022, 1 februari 2022, 22 april 2022, 1 januari 2023) | Bouwbesluit 2012 (v. 01-01-2021), Art. 5.3 Lid 1, 3, 6 en 9 (Online bouwbesluit) | 3,7 (volgens NTA 8800) | 6,3 (volgens NTA 8800) | 6,3 (volgens NTA 8800) | 4,7 (volgens NTA 8800) | 4,7 (volgens NTA 8800) | 2,2 (volgens NTA 8800) en gem. met ramen en kozijnen: 1,65 | 2,2 (volgens NTA 8800) en gem. met ramen, kozijnen en deuren: 1,65 | 2,2 (volgens NTA 8800) en gem. met ramen, kozijnen en deuren: 1,65 |

Tabel 2.3: Overzicht van de minimale isolatieniveaus van bouwdelen per bouwjaar

| Bouwjaar | VL | DS | DP | PL | MS ² | DR | RO | RB |
|---------------|----|----|----|-----------------|-----------------|----|----|----|
| 1992 t/m 2011 | N2 | N2 | N2 | N2 | N2 | N0 | N0 | N0 |
| 2012 t/m 2014 | N3 | N3 | N3 | N3 | N3 | N3 | N1 | N1 |
| 2015 en later | N3 | N3 | N3 | N3 ³ | N3 | N3 | N2 | N2 |

2.3 Allocatie bouwdeeldimensies ramen

Wanneer de bouwdeeldimensies van een woning niet bekend zijn worden deze geschat op basis van regressies zoals beschreven in het Functioneel Ontwerp Hoofdstuk 1.5. In de oorspronkelijke methode werd al het raamoppervlak geschaard onder Ramen Boven (RB). Dit is aangepast zodat het geschatte raamoppervlak nu gelijkmatig verdeeld wordt over Ramen Boven en Ramen Onder (RO).

2.4 Activatieregels

In de literatuur is gezocht naar meer inzicht in de drijfveren van de fases voorafgaand aan een beslissing nemen voor een investering om te verduurzamen. Daarnaast zijn er onder Nederlandse huishoudens door meerdere partijen enquêtes uitgezet over wonen en investeren. Een literatuuronderzoek heeft geleid tot een aanpassing in het Hestia model betreffende de kans op verhuizing. In Hestia is verhuizing namelijk een aanleiding voor activatie. De verhuiskans was versimpeld geïmplementeerd met een vaste kans van 5%. Er blijkt uit de gegevens van het CBS dat de verhuiskans verschilt per woningtype, zie Tabel 2.4. Deze differentiatie is aangebracht in het model.

Tabel 2.4: Verhuiskans naar woningtype (Kadaster, 2023; BAG, 2023)

| | 2-onder-1-kop | Appartement | Hoekwoning | Tussenwoning | Vrijstaand | Totaal |
|-------------|---------------|-------------|------------|--------------|------------|--------|
| Verhuiskans | 4,04% | 10,69% | 4,32% | 4,87% | 3,32% | 5,10% |

Voor een gedetailleerdere beschrijving van de methode en de resultaten van dit literatuuronderzoek, zie Bijlage 2.

2.5 Binnentemperatuur correctie en maximeren warmtewinst

Binnentemperatuur correctie

Bij de initialisatie van een run in Hestia wordt voor iedere woning een bouwfysische warmteverliesberekening gedaan van de uitgangssituatie. Hieruit volgt een zogenoemde theoretische warmtevraag. Deze warmtevraag wordt gefit op ‘gemeten’ verbruiken gebaseerd op de VIVET Referentieverbruiken (PBL et al., 2023). De hieruit volgende fitfactor is een eigenschap van de woning die niet veranderd tijdens opeenvolgende zichtjaren in Hestia, ook als er bijvoorbeeld verduurzamende maatregelen worden uitgevoerd. Er wordt dus vanuit gegaan dat het stookgedrag van een woning gelijk blijft, voor en na het uitvoeren van een renovatie.

Een andere correctie welke wordt uitgevoerd in het model is dat wanneer een warmtevraag berekend wordt, deze met een binnentemperatuur correctiefactor wordt aangepast. Deze factor simuleert het effect dat in goed geïsoleerde woningen de binnentemperatuur hoger is, waardoor ook het warmteverlies met de buitenlucht hoger is.

Het voortschrijdende inzicht is echter dat deze correctiefactor impliciet al verwerkt zit in de berekende warmtevraag, omdat deze gefit is op de ‘gemeten’ energievraag uit de VIVET Referentieverbruiken. Deze verbruiken zijn ook ‘gecorrigeerd’ voor binnentemperatuur, aangezien dit ‘gemeten’ verbruiken betreft. Het na de fit toepassen van de binnentemperatuur correctiefactor is dus dubbelop. Voor woningen met een lage warmtevraag wordt hierdoor een hogere warmtevraag berekend dan zou moeten. In het huidige model wordt deze correctiefactor alleen toegepast wanneer er in een simulatie extra isolatie wordt aangebracht.

De binnentemperatuurcorrectiefactor heeft een functie in het Hestia model, ondanks dat deze ook verwerkt blijkt te zitten in de Referentieverbruiken waarop gefit wordt. Dit omdat de functionele warmtevraag van de woning integrale input is voor de uitvoering van de warmtebalansberekening, waarbij de warmtevraag kan veranderen door gebouwaanpassingen zoals het nemen van isolatiemaatregelen. Daarom is er voor gekozen om de Referentieverbruiken te corrigeren op diens binnentemperatuurcorrectiefactor.

Onderstaande formule geeft de berekening van de binnentemperatuurcorrectiefactor weer.

$$RV_{MetCorrectieFactor} = RV_{ZonderCorrectieFactor} * (1 + 7.2 * 0.96^{(RV_{ZonderCorrectieFactor})})$$

In het geval dat we de fitfactor willen berekenen geldt dat

$$RV_{MetCorrectiefactor} = RV_{ReferentieverbruikMetWarmteWinst}$$

Op basis van deze warmtevraag kunnen we een inschatting maken voor $RV_{ZonderCorrectieFactor}$ zoals in Error! Reference source not found..

Tabel 2.5: Waarden voor eerste inschatting warmtevraag zonder binnentemperatuurcorrectiefactor

| $RV_{ReferentieverbruikMetWarmteWinst}$ in kWh/(m ² * jaar) | $RV_{ZonderCorrectieFactorEersteGok}$ in kWh/(m ² * jaar) |
|---|---|
| >170 | |
| >160 | 147 |
| >150 | 147 |

| $RV_{ReferentieverbruikMetWarmteWinst}$ in kWh/(m ² *jaar) | $RV_{ZonderCorrectieFactorEersteGok}$ in kWh/(m ² *jaar) |
|--|--|
| >140 | 136 |
| >130 | 124 |
| >120 | 112 |
| >110 | 96 |
| >100 | 74 |
| >99 | 70 |
| >98 | 65 |
| >97 | 56 |
| >96 | 38 |
| >95 | 34 |
| >90 | 25 |
| >85 | 21 |
| =< 85 | 10 |

De $RV_{ZonderCorrectieFactorEersteGok}$ kan daarna ingevuld worden in de eerste formule, waarna een de uitkomst $RV_{MetCorrectieFactor}$ vergeleken kan worden met $RV_{ReferentieverbruikMetWarmteWinst}$. Als deze meer dan 0.5GJ/jaar afwijken, dan wordt $RV_{ZonderCorrectieFactorEersteGok}$ opgehoogd dan wel verlaagd met 1kWh/(m²*jaar) en opnieuw in de formule gestopt. Zo kan iteratief de juiste waarde voor $RV_{ZonderCorrectieFactor}$ gevonden worden. Deze $RV_{ZonderCorrectieFactor}$ kan dan gebruikt worden om op te fitten. Omdat deze methode iteratief is met een bandbreedte van 1 met 1kWh/(m²*jaar) komt de binnentemperatuurcorrectiefactor die op deze manier is berekend niet precies overeen met de binnentemperatuurcorrectiefactor die op basis van het gefitte gebruik berekend wordt in de rest van het model. De verschillen zijn echter klein en leiden tot een verschil tussen het referentieverbruik en de gefitte warmtevraag van ongeveer 0.1 GJ/jaar per woning.

Maximeren warmtewinst

Bij de berekening van de warmtevraag in Hestia wordt er rekening gehouden met warmtewinst door de aanwezigheid van personen en elektrische apparaten, en door zoninval. Deze warmtewinst is gemaximeerd op 80% van de jaarlijkse warmtevraag. Deze waarde is gekozen met het oog op de ongelijkijdigheid van de meeste warmtewinsten en de warmtevraag. De meeste warmtewinst bevindt zich namelijk in de warmere seizoenen, terwijl de meeste warmtevraag zich bevindt in de winter. De warmtewinsten kunnen dus niet aan de volledige warmtevraag voldoen.

Doordat er verschil zat tussen de warmtewinsten bij de initialisatie en de warmtewinsten in de rest van het model, waren ook de jaarlijkse warmtevragen verschillend op deze twee plekken. Deze inconsistentie was onwenselijk.

Het maximeren van de warmtewinst is geharmoniseerd door een slimme omkering toe te passen bij de berekening van de jaarlijkse warmtevraag bij de initialisatie. Het gaat om de situatie waarbij de warmtewinst nodig is om de nog onbekende warmtevraag te berekenen. In de berekening van de warmtevraag ten behoeve van de fitfactor geldt de formule

$$RV_{ReferentieverbruikMetWarmteWinst} = RV_{Referentieverbruik} + Warmtewinst$$

Hierin is $RV_{ReferentieverbruikMetWarmteWinst}$ de onbekende warmtevraag die berekend wordt. $RV_{Referentieverbruik}$ is een bekende warmtevraag en $Warmtewinst$ is bekend, maar moet nog gemaximeerd worden op 80% van $RV_{ReferentieverbruikMetWarmteWinst}$. Omdat

$RV_{ReferentieverbruikMetWarmtewinst}$ onbekend is, werd eerst een grens gesteld op basis van een andere variabele, namelijk de theoretische warmtevraag gebaseerd op een warmteverliesberekening. Maar, gegeven dat *Warmtewinst* niet meer dan 80% van $RV_{ReferentieverbruikMetWarmtewinst}$ mag zijn, betekent dat *Warmtewinst* niet groter zijn dan 4 maal $RV_{Referentieverbruik}$, wat een bekende variabele is.

In plaats van de warmtewinst te maximeren op 80% van de theoretische warmtevraag, maximeren we de warmtevraag in deze berekening daarom nu op $4 * RV_{Referentieverbruik}$. Op deze manier zijn de gestelde grenzen aan de warmtewinst consistent door het gehele model.

2.6 Structuurwijziging bebouwingsobjecten

2.6.1 Startsituatie

In Hestia werd verschillend omgegaan met verschillende soorten bebouwingsobjecten. Bestaande woningen uit de BAG werden gerepresenteerd door elk één modelobject. Nieuwbouwwoningen werden gerepresenteerd door één modelobject per ruimtelijke rastercel, met het aantal aansluitingen en het oppervlak van alle nieuwbuwwoningen in die rastercel samen. Het aantal aansluitingen en het oppervlak van de nieuwbuw modelobjecten groeide per jaar in, totdat aan het einde van de nieuwbuwperiode het totale oppervlak en het totale aantal aansluitingen bereikt was.

Uit de woningen uit de BAG werd op basis van het bouwjaar een subset genomen in StartingsStateComponenten/PreStartJaar, waarna voor ieder zichtjaar waarvoor er BAG data beschikbaar was, de woningen met een bouwjaar gelijk aan dat zichtjaar toegevoegd werden aan de set woningen in de simulatie. Daarnaast werden aan het begin van iedere nieuwbuw periode de nieuwbuwwoningen toegevoegd aan de te beschouwen bebouwingsobjecten. Door deze manier van woningen toevoegen, verschilderde het domein Bebouwingscomponenten tussen de verschillende zichtjaren.

Deze opzet gaf veel onduidelijkheid over de datastromen binnen het model en de locatie van berekeningen, maakte dat sets woningen tussen zichtjaren lastig te vergelijken waren, en gebruikte relatief kostbare toevoegingsprocessen voor kleine updates aan de te simuleren woningvoorraad.

2.6.2 Aanpassingen

De kern van de aanpassingen behelst een versimpeling van de manier waarop met de set te simuleren woningen omgegaan wordt. In de nieuwe implementatie wordt zo vroeg mogelijk in een gegeven modelrun, op basis van het studiegebied en de te simuleren zichtjaren, één enkele set woningen gemaakt, waarna op basis van het zichtjaar wordt bepaald of een woning meegenomen wordt in de berekeningen. Daarnaast is er ook een aanpassing gedaan in de verwerking van input op het gebied van nieuwbuw, waardoor iedere nieuwbuwwoning een eigen bebouwingsobject krijgt. Hierdoor is het verschil tussen de hoeveelheid modelobjecten en bebouwingsobjecten opgeheven.

In Hestia grijpen berekeningen aan op onder andere belangrijke attributen van een woning: het aantal aansluitingen en het oppervlak. Om deze per jaar te reguleren wordt er in de nieuwe configuratie gebruikt gemaakt van een aansluitfactor. De aansluitfactor is afhankelijk van het bouwjaar van de woning, het sloopjaar van de woning en het zichtjaar. De aansluitfactor is zo gedefinieerd dat deze voor woningen uit de BAG, na hun bouwjaar en voor

hun sloopjaar, gelijk is aan 1, en anders gelijk is aan 0. Voor nieuwbouwwoningen wordt eenzelfde soort ingroeimethode gebruikt als in de oorspronkelijke situatie, waarbij de aansluitfactor lineair groeit van 0 in het jaar voor de nieuwbouwperiode tot 1 in het laatste jaar van de nieuwbouwperiode. De aansluitfactor wordt ieder zichtjaar met de statische, woninggebonden variabelen nrAansluitingen_i en Oppervlakte_i vermenigvuldigd om het aantal aansluitingen en de oppervlakte te verkrijgen waarmee gerekend moet worden. Een gevolg van deze aanpassing is dat het aantal rijen in de tabellen gelijk is aan alle woningen die over de gekozen simulatieperiode beschouwd worden, en niet meer overeenkomt met het aantal woningen dat is dat specifieke zichtjaar beschouwd word. Wanneer van de woningen het oppervlak en het aantal aansluitingen opgevraagd wordt, zal blijken dat die voor de woningen die in het zichtjaar niet meegenomen moeten worden beide 0 zijn.

2.7 Aanpassing overheveling

In oorspronkelijke situatie werd er één richting op overheveling gedaan. Het ging dan om de overheveling van sociale huurwoningen naar de koopsector. In de zomer van 2023 is er echter data beschikbaar gekomen (ABF, 2023a) waarin zowel historische data als projecties naar de toekomst voor alle soorten eigendomsmutaties beschikbaar zijn. De historische data zijn gebaseerd op CBS statistiek, de prognoses op (ABF, 2023b). In dit nieuwe dataformat wordt geen onderverdeling meer gemaakt naar COROP-regio, maar per jaar naar bouwsoort en bouwjaarklasse, zie Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Bouwsoorten en bouwjaarklassen ten behoeve van overheveling

| Bouwsoort | Bouwjaarklasse |
|------------------|-----------------|
| Eengezinswoning | Tot en met 1930 |
| Meergezinswoning | 1931 – 1959 |
| | 1960 – 1980 |
| | 1981 – 2000 |
| | Na 2000 |

Binnen Hestia worden per combinatie van bouwsoort en bouwjaarklasse de ruwe aantallen over te hevelen woningen tussen de verschillende eigendomsklassen opgehaald, en de uiteindelijk over te hevelen woningen per eigendomstype geaggregeerd. Ook wordt er een schaalfactor berekend volgens onderstaande vergelijking.

$$\text{Schaalfactor}_{\text{Bouwsoort}, \text{Bouwjaarklasse}, \text{jaar}} = \frac{\sum \text{nrAansluitingen}_{\text{Bouwsoort}, \text{Bouwjaarklasse}, \text{jaar}}}{\text{AantalWoningenData}_{\text{Bouwsoort}, \text{Bouwjaarklasse}, \text{jaar}}}$$

Hierin is $\sum \text{nrAansluitingen}_{\text{Bouwsoort}, \text{Bouwjaarklasse}, \text{jaar}}$ de som van het aantal aansluitingen in Hestia in het zichtjaar, binnen het studiegebied, met de betreffende bouwsoort-bouwjaarklassecombinatie. $\text{AantalWoningenData}_{\text{Bouwsoort}, \text{Bouwjaarklasse}, \text{jaar}}$ is het aantal woningen met de betreffende bouwsoort-bouwjaarklassecombinatie dat volgens (ABF, 2023a) in dat zichtjaar in Nederland bestaat.

De schaalfactor wordt berekend omdat het aantal aansluitingen (dat het aantal woningen representeren) in Hestia op nationaal niveau niet gelijk is aan het aantal woningen waar de overheveldata vanuit gaan. Ook kan er in Hestia een studiegebied kleiner dan heel Nederland

opgegeven worden, waardoor er minder woningen omvat worden. In beide gevallen moet het aantal over te hevelen woningen uit de dataset geschaald worden naar het aantal woningen dat bekijken wordt. De noodzakelijke aanname hierbij is dat de verdeling van over te hevelen woningen uniform is verdeeld over Nederland.

Binnen iedere bouwsoort-bouwjaarklassecombinatie wordt per eigendomsklasse berekend hoe veel woningen van die eigendomsklasse overgeheveld moeten worden naar de andere klassen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de hierboven berekende schaalfactor. Daarna worden door middel van een (semi-)willekeurige trekking woningen geselecteerd die van eigendomstype veranderen.

Referenties

- ABF (2023a). *Syswov – Systeem Woningvoorraad. Informatiesysteem voor de (ontwikkeling van de) woningvoorraad naar kenmerken.* (maatwerkaanlevering) Delft: ABF Research.
- ABF (2023b). *Primos-prognose 2023: Prognose van bevolking, huishoudens en woningbehoefte.* Delft: ABF Research.
- Arcadis (2022, 22 november). Actualisatie bouw- en investeringskosten energiebesparende maatregelen bestaande woningbouw 2022. https://arcpciprods.blob.core.windows.net/prod-cms/assets/Rapport_Actualisatie_IK_EBM_Wbouw_09_2022_22nov22_7b4d5219d8.pdf
- PBL, TNO & CSB (2023, 16 maart). Referentieverbruik warmte woningen.
- Schorel, J., Opstelten I. (2023, 31 oktober). Webinar "Hoe haal je meer uit de Kostenkentallen?" georganiseerd door Stroomversnelling. <https://stroomversnelling.nl/nieuws-bericht/webtalk-over-kostenkentallen-van-rvo-en-omrekensporen/>

Bijlage A

Update tabellen isolatie en ventilatiestandaard

Tabel A.1: Isolatiekostenkengetallen update 2022

| bouwdeel | niveau | maatregel | Zst_Egw_Ind | Zst_Egw_Prj | Zst_Mgw_Ind | Zst_Mgw_Prj | Nat_Egw_Ind | Nat_Egw_Prj | Nat_Mgw_Ind | Nat_Mgw_Prj | R_RV |
|----------|--------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|
| RB | N0 | Glas U=5.8 (enkel) | | | | | | | | | 0 |
| RB | N1 | Glas U=2.7 (dubbel) | | | | | | | | | 53.448 |
| RB | N2 | Glas U=1.6 (HR) | 153.26 | 139.51 | 183.19 | 170.86 | 42.38 | 38.57 | 53.65 | 48.82 | 72.414 |
| RB | N3 | Glas U=1.2 (HR++) | 150.71 | 136.96 | 180.63 | 168.3 | 46.24 | 41.78 | 57.51 | 52.03 | 79.31 |
| RB | N4 | Glas U=0.8 (triple) | 434.38 | 413.11 | 524.77 | 502.27 | 303.41 | 291.93 | 377.36 | 362.52 | 86.207 |
| RO | N0 | Glas U=5.8 (enkel) | | | | | | | | | 0 |
| RO | N1 | Glas U=2.7 (dubbel) | | | | | | | | | 53.448 |
| RO | N2 | Glas U=1.6 (HR) | 153.26 | 139.51 | 183.19 | 170.86 | 42.38 | 38.57 | 53.65 | 48.82 | 72.414 |
| RO | N3 | Glas U=1.2 (HR++) | 150.71 | 136.96 | 180.63 | 168.3 | 46.24 | 41.78 | 57.51 | 52.03 | 79.31 |
| RO | N4 | Glas U=0.8 (triple) | 434.38 | 413.11 | 524.77 | 502.27 | 303.41 | 291.93 | 377.36 | 362.52 | 86.207 |
| DR | N0 | Deur Rc=0.29 | | | | | | | | | 0 |
| DR | N1 | Deur Rc=0.29 | | | | | | | | | 0 |
| DR | N2 | Deur Rc=0.29 | | | | | | | | | 0 |
| DR | N3 | Deur Rc=0.29 | | | | | | | | | 0 |
| DR | N4 | Deur Rc=1.45 | 740.47 | 689.67 | 753.13 | 702.32 | 637.85 | 590.42 | 637.85 | 590.42 | 80 |
| PL | N0 | Paneel RC=0.24 | | | | | | | | | 0 |
| PL | N1 | Paneel RC=1.3 | 217.36 | 201.34 | 217.71 | 201.69 | 202.07 | 187.12 | 202.07 | 187.12 | 72.109 |
| PL | N2 | Paneel RC=2.0 | 266.26 | 245.35 | 266.61 | 245.7 | 247.71 | 228.2 | 247.71 | 228.2 | 81.106 |
| PL | N3 | Paneel RC=3.5 | 371.03 | 339.64 | 371.38 | 339.99 | 345.52 | 316.22 | 345.52 | 316.22 | 88.828 |
| PL | N4 | Paneel RC=5.0 | 475.81 | 433.94 | 476.16 | 434.29 | 443.33 | 404.25 | 443.33 | 404.25 | 92.07 |
| VL | N0 | Vloer RC=0.15 | | | | | | | | | 0 |
| VL | N1 | Vloer RC=0.52 | | | | | | | | | 43.023 |
| VL | N2 | Vloer RC=1.26 | 39.21 | 37.17 | 44.97 | 42.61 | 31.44 | 30.1 | 34 | 32.18 | 69.375 |
| VL | N3 | Vloer RC=3.5 | 59.25 | 52.35 | 63.92 | 57.36 | 50.15 | 44.27 | 51.69 | 45.94 | 87.24 |

| bouwdeel | niveau | maatregel | Zst_Egw_Ind | Zst_Egw_Pri | Zst_Mgw_Ind | Zst_Mgw_Pri | Nat_Egw_Ind | Nat_Egw_Pri | Nat_Mgw_Ind | Nat_Mgw_Pri | R_RV |
|----------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|
| VL | N4 | Vloer RC=5.0 | 68.33 | 63.31 | 73.99 | 68.67 | 58.63 | 54.51 | 61.09 | 56.36 | 90.824 |
| MG | N0 | Gevel RC=0.19 | | | | | | | | | 0 |
| MG | N1 | Gevel RC=0.19 | | | | | | | | | 0 |
| MG | N2 | Gevel RC=0.19 | | | | | | | | | 0 |
| MG | N3 | Gevel RC=3.5 | 99.92 | 93.52 | 112.67 | 104.28 | 87.82 | 82.53 | 98.91 | 92.28 | 90.191 |
| MG | N4 | Gevel RC=6.0 | 124.79 | 114.21 | 135.67 | 124.98 | 111.04 | 101.85 | 120.38 | 111.19 | 94.165 |
| MS | N0 | Spouw RC=0.36 | | | | | | | | | 0 |
| MS | N1 | Spouw RC=1.3 | 23.17 | 21.74 | 22.51 | 20.84 | 20.51 | 19.46 | 18.69 | 17.71 | 63.946 |
| MS | N2 | Spouw RC=1.8 | 27.41 | 25.57 | 26.95 | 24.88 | 24.47 | 23.03 | 22.84 | 21.48 | 73.096 |
| MS | N3 | Spouw RC=3.5 | 63.72 | 58.25 | 65.53 | 59.59 | 57.03 | 52.33 | 55.39 | 50.77 | 85.559 |
| MS | N4 | Spouw RC=6.0 | 97.95 | 89.05 | 99.75 | 90.39 | 91.26 | 83.14 | 89.62 | 81.58 | 91.41 |
| DP | N0 | Dak RC=0.22 | | | | | | | | | 0 |
| DP | N1 | Dak RC=0.86 | | | | | | | | | 64 |
| DP | N2 | Dak RC=1.33 | 201.89 | 200.74 | 201.03 | 199.99 | 60.53 | 59.94 | 60.52 | 59.94 | 75.51 |
| DP | N3 | Dak RC=3.5 | 249.1 | 245.59 | 248.25 | 244.84 | 68.18 | 66.68 | 68.18 | 66.68 | 90.11 |
| DP | N4 | Dak RC=8.0 | 272.83 | 266.47 | 271.97 | 265.73 | 89.51 | 86.02 | 89.51 | 86.02 | 95.577 |
| DS | N0 | Dak RC=0.22 | | | | | | | | | 0 |
| DS | N1 | Dak RC=0.86 | | | | | | | | | 64 |
| DS | N2 | Dak RC=1.33 | 65.09 | 61.08 | 65.09 | 61.08 | 54.3 | 50.9 | 54.3 | 50.9 | 75.51 |
| DS | N3 | Dak RC=3.5 | 76.35 | 72.72 | 76.35 | 72.72 | 64.82 | 61.77 | 64.82 | 61.77 | 90.11 |
| DS | N4 | Dak RC=8.0 | 97.58 | 93.04 | 97.58 | 93.04 | 84.63 | 80.74 | 84.63 | 80.74 | 95.577 |
| KR | N0 | Kier Qv10 3.0 | | | | | | | | | 0 |
| KR | N1 | Kier Qv10 1.8 | | | | | | | | | 38.157 |
| KR | N2 | Kier Qv10 1.2 | 5.98 | 4.84 | 3.08 | 2.91 | 4.55 | 3.94 | 2.21 | 2.15 | 73.967 |
| KR | N3 | Kier Qv10 0.7 | 7.74 | 6.87 | 4.24 | 4.04 | 6.14 | 5.79 | 3.32 | 3.26 | 76.629 |
| KR | N4 | Kier Qv10 0.4 | 5.29 | 4.75 | 6.14 | 5.71 | 3.79 | 3.75 | 4.82 | 4.76 | 86.634 |

Tabel A.2: Ventilatie kostenkengetallen update 2022. De schuingedrukte kostenkengetallen waren eerder niet opgenomen in Hestia en zijn in deze update gedefinieerd of toegevoegd vanuit een eerdere update

| Inst_voor | Inst_na | Zst_Egw_Ind | Zst_Egw_Prj | Zst_Mgw_Ind | Zst_Mgw_Prj | Nat_Egw_Ind | Nat_Egw_Prj | Nat_Mgw_Ind | Nat_Mgw_Prj |
|------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Nat | Nat | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nat | Mec_Glk_oud | 2799.21 | 2732.21 | 2630.26 | 2562.3 | 561.2 | 542.75 | 561.2 | 542.75 |
| Nat | Mec_Glk_new | 2799.21 | 2732.21 | 2630.26 | 2562.3 | 561.2 | 542.75 | 561.2 | 542.75 |
| Nat | Mec_Wis | 2799.21 | 2732.21 | 2630.26 | 2562.3 | 561.2 | 542.75 | 561.2 | 542.75 |
| Mec_Glk_oud | Mec_Vst_Glk_oud | 2481.71 | 2390.44 | 2299.18 | 2206.94 | 2316.65 | 2231.21 | 2135.09 | 2049.64 |
| Mec_Glk_oud | Mec_Vst_Glk_new | 2481.71 | 2390.44 | 2299.18 | 2206.94 | 2316.65 | 2231.21 | 2135.09 | 2049.64 |
| Mec_Glk_oud | Mec_Vst_Wis | 2481.71 | 2390.44 | 2299.18 | 2206.94 | 2316.65 | 2231.21 | 2135.09 | 2049.64 |
| Mec_Glk_new | Mec_Vst_Glk_oud | 2481.71 | 2390.44 | 2299.18 | 2206.94 | 2316.65 | 2231.21 | 2135.09 | 2049.64 |
| Mec_Glk_new | Mec_Vst_Glk_new | 2481.71 | 2390.44 | 2299.18 | 2206.94 | 2316.65 | 2231.21 | 2135.09 | 2049.64 |
| Mec_Glk_new | Mec_Vst_Wis | 2481.71 | 2390.44 | 2299.18 | 2206.94 | 2316.65 | 2231.21 | 2135.09 | 2049.64 |
| Mec_Wis | Mec_Vst_Glk_oud | 2481.71 | 2390.44 | 2299.18 | 2206.94 | 2316.65 | 2231.21 | 2135.09 | 2049.64 |
| Mec_Wis | Mec_Vst_Glk_new | 2481.71 | 2390.44 | 2299.18 | 2206.94 | 2316.65 | 2231.21 | 2135.09 | 2049.64 |
| Mec_Wis | Mec_Vst_Wis | 2481.71 | 2390.44 | 2299.18 | 2206.94 | 2316.65 | 2231.21 | 2135.09 | 2049.64 |
| Nat | Bal_Vst_Wtw | 5092.56 | 5003.23 | 4897.4 | 4809.04 | 4753.7 | 4670.2 | 4572.14 | 4488.63 |
| Mec_Glk_oud | Bal_Vst_Wtw | 4078.9 | 3989.57 | 4078.9 | 3989.57 | 3807.04 | 3724.51 | 3807.04 | 3724.51 |
| Mec_Glk_new | Bal_Vst_Wtw | 4078.9 | 3989.57 | 4078.9 | 3989.57 | 3807.04 | 3724.51 | 3807.04 | 3724.51 |
| Mec_Wis | Bal_Vst_Wtw | 4078.9 | 3989.57 | 4078.9 | 3989.57 | 3807.04 | 3724.51 | 3807.04 | 3724.51 |
| Mec_Vst_Glk_oud | Bal_Vst_Wtw | 3991.52 | 3902.19 | 3991.52 | 3902.19 | 3719.65 | 3637.12 | 3719.65 | 3637.12 |
| Mec_Vst_Glk_new | Bal_Vst_Wtw | 3991.52 | 3902.19 | 3991.52 | 3902.19 | 3719.65 | 3637.12 | 3719.65 | 3637.12 |
| Mec_Vst_Wis | Bal_Vst_Wtw | 3991.52 | 3902.19 | 3991.52 | 3902.19 | 3719.65 | 3637.12 | 3719.65 | 3637.12 |
| Nat | Mec_Vst_Glk_new | 3604.11 | 3512.84 | 3409.93 | 3318.66 | 3364.29 | 3278.85 | 3182.73 | 3097.28 |
| Mec_Wis | Mec_Glk_new | 544.97 | 524.79 | 544.97 | 524.79 | 478.11 | 459.27 | 478.11 | 459.27 |
| Mec_Glk_oud | Mec_Glk_new | 544.97 | 524.79 | 544.97 | 524.79 | 478.11 | 459.27 | 478.11 | 459.27 |
| Mec_Glk_new | Mec_Glk_new | 0 | 0 | 0 | 0 | 561.42 | 542.59 | 561.42 | 542.59 |
| Mec_Vst_Wis | Mec_Vst_Glk_new | 595.99 | 558.58 | 595.99 | 558.58 | 525.74 | 490.82 | 525.74 | 490.82 |
| Mec_Vst_Glk_oud | Mec_Vst_Glk_new | 595.99 | 558.58 | 595.99 | 558.58 | 525.74 | 490.82 | 525.74 | 490.82 |
| Mec_Vst_Glk_new | Mec_Vst_Glk_new | 0 | 0 | 0 | 0 | 690.67 | 650.65 | 690.67 | 650.65 |
| Bal_Vst_Wtw | Bal_Vst_Wtw | 0 | 0 | 0 | 0 | 1646.17 | 1514.02 | 1646.17 | 1514.02 |

Tabel A.3: Opbouw van de kosten en bijbehorende aannames voor ventilatiemaatregelen die niet eerder waren opgenomen in Hestia en in deze update zijn gedefinieerd

| Inst_voor | Inst_na | Kostenopbouw | Aannames |
|------------------|-----------------|---|---|
| Mec_Wis | Mec_Glk_new | Arcadis maatregel 91: "vervanging ventilatiebox" <ul style="list-style-type: none"> • Demonteren en afvoeren afzuigventilator • Aanpassen aansluitkanalen • Afzuigunit • Bedieningspaneel draadloos • Aanpassen wandcontactdoos | De aanname is dat deze Arcadis maatregel de kosten beschrijft voor het vervangen van mechanische ventilatie zonder vraagsturing op wisselstroom met mechanische ventilatie zonder vraagsturing op gelijkstroom. Dit nemen we aan om de volgende redenen: <ul style="list-style-type: none"> • In een eerdere update van vóór 2020 werd deze Arcadis maatregel beschreven als "Gelijkstroomventilator". • Bij het vervangen van mechanische ventilatie op wisselstroom naar gelijkstroom dient de ventilatiebox vervangen te worden⁴. • De kosten van de onderdelen "afzuigunit" en "bedieningspaneel draadloos" van maatregel met code 91 zijn hetzelfde als die van dezelfde onderdelen van maatregel met code 88 (mechanische ventilatie zonder vraagsturing vanuit natuurlijke ventilatie). Daarom nemen we aan dat maatregel met code 91 een niet-vraaggestuurde installatie betreft. |
| Mec_Glk_oud | Mec_Glk_new | Arcadis maatregel 91: "vervanging ventilatiebox" <ul style="list-style-type: none"> • Demonteren en afvoeren afzuigventilator • Aanpassen aansluitkanalen • Afzuigunit • Bedieningspaneel draadloos • Aanpassen wandcontactdoos | De aanname is dat in dit geval dezelfde onderdelen vervangen moeten worden als bij het vervangen van een ventilatiebox op wisselstroom naar gelijkstroom. Mogelijk zijn niet alle onderdelen noodzakelijk, zoals het "aanpassen wandcontactdoos", maar dit is niet bevestigd door een expert. |
| Mec_Glk_new | Mec_Glk_new | Arcadis maatregel 88: "mechanische ventilatie zonder vraagsturing vanuit natuurlijke ventilatie" (alleen natuurlijk moment) <ul style="list-style-type: none"> • Afzuigunit • bedieningspaneel draadloos • ophangbevestiging • Elektrische voeding incl. bedrading, max 4 meter | Deze maatregel is nemen we alleen mee op een natuurlijk moment. De kosten bestaan uit de kosten op een natuurlijk moment van Arcadis maatregel 88. |
| Mec_Vst_Wis | Mec_Vst_Glk_new | Arcadis maatregel 91: "vervanging ventilatiebox" <ul style="list-style-type: none"> • Demonteren en afvoeren afzuigventilator • Aanpassen aansluitkanalen • Aanpassen wandcontactdoos Arcadis maatregel 171/170: "CO ₂ gestuurde ventilatie vanuit natuurlijke ventilatie/mechanische ventilatie" <ul style="list-style-type: none"> • Afzuigunit | De aanname is dat Arcadis maatregel 91 de kosten beschrijft voor het vervangen van mechanische ventilatie zonder vraagsturing op wisselstroom met mechanische ventilatie zonder vraagsturing op gelijkstroom. Dit nemen we aan omdat de kosten van de onderdelen "afzuigunit" en "bedieningspaneel draadloos" hetzelfde zijn als die van dezelfde onderdelen van maatregel met code 88 (mechanische ventilatie zonder vraagsturing vanuit natuurlijke ventilatie); de afzuigunit van mechanische ventilatie <i>met</i> vraagsturing (codes 170 en 171) zijn anders. Daarom worden deze twee onderdelen uit maatregel 91 in dit geval niet meegerekend, maar vervangen door het onderdeel "afzuigunit" uit Arcadis maatregel 171 (of 170). |

⁴ <https://www.independer.nl/energie/info/besparen/ventilatie/mechanische-ventilatie/vervangen>

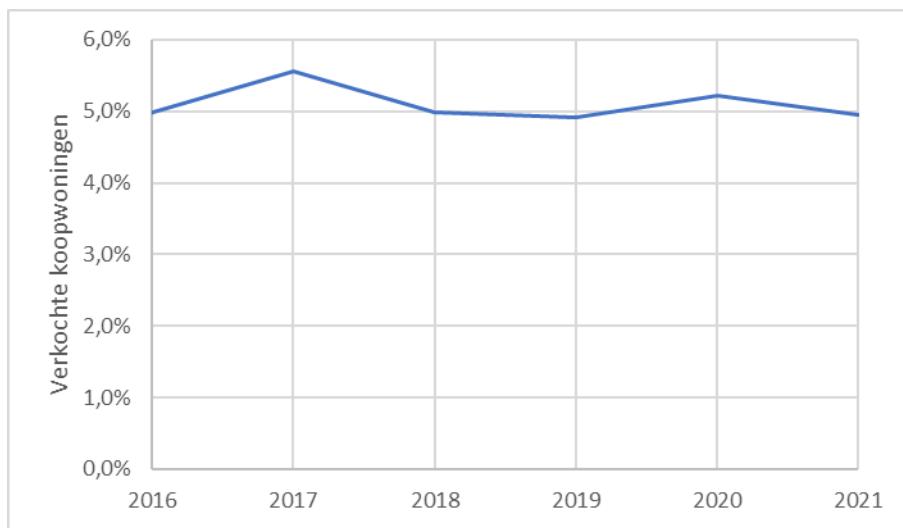
| Inst_voor | Inst_na | Kostenopbouw | Aannames |
|------------------|-----------------|---|---|
| Mec_Vst_Glk_oud | Mec_Vst_Glk_new | <p>Arcadis maatregel 91: "vervanging ventilatiebox"</p> <ul style="list-style-type: none"> • Demonteren en afvoeren afzuigventilator • Aanpassen aansluitkanalen • Aanpassen wandcontactdoos <p>Arcadis maatregel 171/170: "CO2 gestuurde ventilatie vanuit natuurlijke ventilatie/mechanische ventilatie"</p> <ul style="list-style-type: none"> • Afzuigunit | <p>De aanname is dat in dit geval dezelfde onderdelen vervangen moeten worden als bij het vervangen van een ventilatiebox op wisselstroom naar gelijkstroom.</p> <p>Mogelijk zijn niet alle onderdelen noodzakelijk, zoals het "aanpassen wandcontactdoos", maar dit is nog niet bevestigd door een expert.</p> |
| Mec_Vst_Glk_new | Mec_Vst_Glk_new | <p>Arcadis maatregel 171/170: "CO2 gestuurde ventilatie vanuit natuurlijke ventilatie/mechanische ventilatie" (alleen natuurlijk moment)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Afzuigunit • Ophangbevestiging • Elektrische voeding incl. bedrading, max 4 meter • CO2 sensor | <p>Deze maatregel nemen we alleen mee op een natuurlijk moment. De kosten bestaan uit de genoemde onderdelen op een natuurlijk moment van Arcadis maatregelen 170 of 171 (beide maatregelen hebben dezelfde kosten voor deze onderdelen).</p> <p>We gaan ervan uit dat alleen de ventilatie-unit, de CO2 sensor en directe aansluitingen vervangen hoeven te worden.</p> <p>We nemen aan dat de overige onderdelen die worden gegeven bij deze Arcadis maatregelen op een natuurlijk moment, niet van toepassing zijn op een natuurlijk moment, zoals o.a. "monteren luchtkanalen", "dakdoorvoer hellend dak", "hak-, breek- en herstelwerk" en "RFT ontvanger".</p> |
| Bal_Vst_Wtw | Bal_Vst_Wtw | <p>Arcadis maatregel 156: "Gebalanceerde ventilatie met HR-WTW" (alleen natuurlijk moment)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Balansventilatie-unit 300m3 • bedieningspaneel, draadloos • ophangbevestiging • Elektrische voeding incl. bedrading <p>Arcadis maatregel 171/170: "CO2 gestuurde ventilatie vanuit natuurlijke ventilatie/mechanische ventilatie" (alleen natuurlijk moment)</p> <ul style="list-style-type: none"> • CO2 sensor | <p>Deze maatregel nemen we alleen mee op een natuurlijk moment.</p> <p>We gaan ervan uit dat alleen de ventilatie-unit, de CO² sensor en directe aansluitingen vervangen hoeven te worden.</p> <p>De kosten bestaan uit de genoemde onderdelen op een natuurlijk moment van Arcadis maatregelen 156 en 170/171. We combineren deze twee maatregelcodes omdat er geen Arcadis maatregel is gedefinieerd voor balansventilatie met (CO²)-vraagsturing. Deze aanpak is overgenomen van ventilatiemaatregelen met vraaggestuurde balansventilatie die al eerder in Hestia waren gedefinieerd.</p> <p>We nemen aan dat de overige onderdelen die worden gegeven bij Arcadis maatregel 156 op een natuurlijk moment, niet van toepassing zijn op een natuurlijk moment, zoals o.a. "monteren luchtkanalen", "dakdoorvoer hellend dak" en "bouwkundige werkzaamheden".</p> |

Tabel A.4: Ventilatiemaatregelen die niet worden meegenomen in Hestia

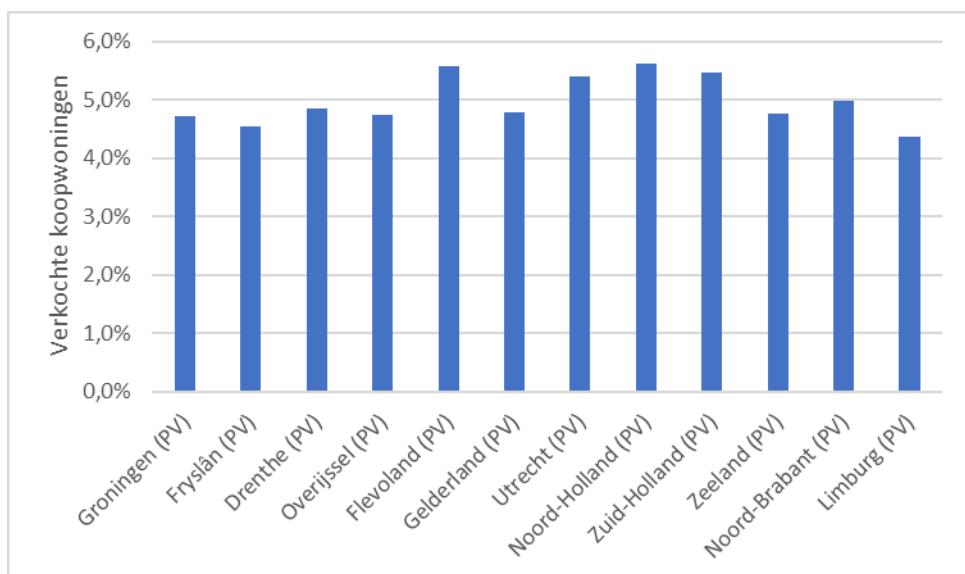
| Moment | Uitgangssituatie | Eindsituatie | Reden waarom niet toegestaan |
|------------|------------------|-----------------|--|
| Zst | Nat | Nat | Identieke maatregel op Zst is niet aannemelijk |
| Zst en Nat | Nat | Mec_Vst_Wis | Installatie wisselstroom n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Nat | Mec_Vst_Glk_oud | Installatie oud n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Nat | Mec_Wis | Installatie wisselstroom n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Nat | Mec_Glk_oud | Installatie oud n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Nat | Bal_Wtw | Balansventilatie zonder vraagsturing komt bijna niet voor in de praktijk |
| Zst en Nat | Mec_Wis | Nat | Installatie van een "slechter" systeem is niet aannemelijk |
| Zst en Nat | Mec_Wis | Mec_Vst_Wis | Installatie wisselstroom n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Mec_Wis | Mec_Vst_Glk_oud | Installatie oud n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Mec_Wis | Mec_Wis | Installatie wisselstroom n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Mec_Wis | Mec_Glk_oud | Installatie oud n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Mec_Wis | Bal_Wtw | Balansventilatie zonder vraagsturing komt bijna niet voor in de praktijk |
| Zst en Nat | Mec_Vst_Wis | Nat | Installatie van een "slechter" systeem is niet aannemelijk |
| Zst en Nat | Mec_Vst_Wis | Mec_Vst_Wis | Installatie wisselstroom n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Mec_Vst_Wis | Mec_Vst_Glk_oud | Installatie oud n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Mec_Vst_Wis | Mec_Wis | Installatie wisselstroom n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Mec_Vst_Wis | Mec_Glk_oud | Installatie oud n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Mec_Vst_Wis | Mec_Glk_new | Installatie van een "slechter" systeem is niet aannemelijk |
| Zst en Nat | Mec_Vst_Wis | Bal_Wtw | Balansventilatie zonder vraagsturing komt bijna niet voor in de praktijk |
| Zst en Nat | Mec_Vst_Glk_oud | Nat | Installatie van een "slechter" systeem is niet aannemelijk |
| Zst en Nat | Mec_Vst_Glk_oud | Mec_Vst_Wis | Installatie wisselstroom n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Mec_Vst_Glk_oud | Mec_Vst_Glk_oud | Installatie oud n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Mec_Vst_Glk_oud | Mec_Wis | Installatie wisselstroom n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Mec_Vst_Glk_oud | Mec_Glk_oud | Installatie oud n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Mec_Vst_Glk_oud | Mec_Glk_new | Installatie van een "slechter" systeem is niet aannemelijk |
| Zst en Nat | Mec_Vst_Glk_oud | Bal_Wtw | Balansventilatie zonder vraagsturing komt bijna niet voor in de praktijk |
| Zst en Nat | Mec_Vst_Glk_new | Nat | Installatie van een "slechter" systeem is niet aannemelijk |
| Zst en Nat | Mec_Vst_Glk_new | Mec_Vst_Wis | Installatie wisselstroom n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Mec_Vst_Glk_new | Mec_Vst_Glk_oud | Installatie oud n.v.t. na 2006 |
| Zst | Mec_Vst_Glk_new | Mec_Vst_Glk_new | Identieke maatregel op Zst is niet aannemelijk |
| Zst en Nat | Mec_Vst_Glk_new | Mec_Wis | Installatie wisselstroom n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Mec_Vst_Glk_new | Mec_Glk_oud | Installatie oud n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Mec_Vst_Glk_new | Mec_Glk_new | Installatie van een "slechter" systeem is niet aannemelijk |
| Zst en Nat | Mec_Vst_Glk_new | Bal_Wtw | Balansventilatie zonder vraagsturing komt bijna niet voor in de praktijk |
| Zst en Nat | Mec_Glk_oud | Nat | Installatie van een "slechter" systeem is niet aannemelijk |
| Zst en Nat | Mec_Glk_oud | Mec_Vst_Wis | Installatie wisselstroom n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Mec_Glk_oud | Mec_Vst_Glk_oud | Installatie oud n.v.t. na 2006 |

| Moment | Uitgangssituatie | Eindsituatie | Reden waarom niet toegestaan |
|------------|------------------|-----------------|--|
| Zst en Nat | Mec_Glk_oud | Mec_Wis | Installatie wisselstroom n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Mec_Glk_oud | Mec_Glk_oud | Installatie oud n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Mec_Glk_oud | Bal_Wtw | Balansventilatie zonder vraagsturing komt bijna niet voor in de praktijk |
| Zst en Nat | Mec_Glk_new | Nat | Installatie van een "slechter" systeem is niet aannemelijk |
| Zst en Nat | Mec_Glk_new | Mec_Vst_Wis | Installatie wisselstroom n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Mec_Glk_new | Mec_Vst_Glk_oud | Installatie oud n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Mec_Glk_new | Mec_Wis | Installatie wisselstroom n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Mec_Glk_new | Mec_Glk_oud | Installatie oud n.v.t. na 2006 |
| Zst | Mec_Glk_new | Mec_Glk_new | Identieke maatregel op Zst is niet aannemelijk |
| Zst en Nat | Mec_Glk_new | Bal_Wtw | Balansventilatie zonder vraagsturing komt bijna niet voor in de praktijk |
| Zst en Nat | Bal_Wtw | Nat | Balansventilatie zonder vraagsturing komt bijna niet voor in de praktijk |
| Zst en Nat | Bal_Wtw | Mec_Vst_Wis | Balansventilatie zonder vraagsturing komt bijna niet voor in de praktijk |
| Zst en Nat | Bal_Wtw | Mec_Vst_Glk_oud | Balansventilatie zonder vraagsturing komt bijna niet voor in de praktijk |
| Zst en Nat | Bal_Wtw | Mec_Vst_Glk_new | Balansventilatie zonder vraagsturing komt bijna niet voor in de praktijk |
| Zst en Nat | Bal_Wtw | Mec_Wis | Balansventilatie zonder vraagsturing komt bijna niet voor in de praktijk |
| Zst en Nat | Bal_Wtw | Mec_Glk_oud | Balansventilatie zonder vraagsturing komt bijna niet voor in de praktijk |
| Zst en Nat | Bal_Wtw | Mec_Glk_new | Balansventilatie zonder vraagsturing komt bijna niet voor in de praktijk |
| Zst en Nat | Bal_Wtw | Bal_Vst_Wtw | Balansventilatie zonder vraagsturing komt bijna niet voor in de praktijk |
| Zst en Nat | Bal_Wtw | Bal_Wtw | Balansventilatie zonder vraagsturing komt bijna niet voor in de praktijk |
| Zst en Nat | Bal_Vst_Wtw | Nat | Installatie van een "slechter" systeem is niet aannemelijk |
| Zst en Nat | Bal_Vst_Wtw | Mec_Vst_Wis | Installatie wisselstroom n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Bal_Vst_Wtw | Mec_Vst_Glk_oud | Installatie oud n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Bal_Vst_Wtw | Mec_Vst_Glk_new | Installatie van een "slechter" systeem is niet aannemelijk |
| Zst en Nat | Bal_Vst_Wtw | Mec_Wis | Installatie wisselstroom n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Bal_Vst_Wtw | Mec_Glk_oud | Installatie oud n.v.t. na 2006 |
| Zst en Nat | Bal_Vst_Wtw | Mec_Glk_new | Installatie van een "slechter" systeem is niet aannemelijk |
| Zst en Nat | Bal_Vst_Wtw | Bal_Wtw | Balansventilatie zonder vraagsturing komt bijna niet voor in de praktijk |
| Zst | Bal_Vst_Wtw | Bal_Vst_Wtw | Identieke maatregel op Zst is niet aannemelijk |

Verhuiskans historie



Figuur A.1: Aandeel verkochte koopwoningen in de periode 2016 t/m 2021 (CBS, 2023; Kadaster, 2023)



Figuur A.2: Gemiddeld aandeel verkochte koopwoningen per provincie in de periode 2016 t/m 2021 (CBS, 2023; Kadaster, 2023)

Bijlage B

Notitie: Hestia Activatie

Literatuuroverzicht

Het concept activatie houdt in dat maar een beperkte groep woningeigenaren actief kijkt naar mogelijke investeringen en dat binnen die groep woningeigenaren ook niet alle mogelijke investeringen aan de eigen woning worden overwogen. Broers et al. (2019) omschrijft het als het proces voorafgaand aan het beslissing nemen. Voordat een beslissing wordt gemaakt worden verschillende fase doorlopen. De literatuurstudie richt zich op de eerste fase, gedefinieerd als ‘interesse krijgen’. Deze fase wordt gevolgd door ‘kennis opdoen’, ‘een mening vormen’, waarna ‘een beslissing maken’ volgt, aldus Boers et al. (2019). De kosten-baten analyse en kansberekening die in het Hestia-model terugkomen hebben betrekking op de fase ‘een mening vormen’, waarin de financiële afweging wordt gemaakt. In de literatuur wordt bij investeringen veelal verwezen naar energiebesparende maatregelen (ERM), in Hestia omvat de investeringen de installaties, de isolatie en zonne-energie.

In de literatuur is gezocht naar meer inzicht in de drijfveren van de fases voorafgaand aan een beslissing nemen. Onder Nederlandse huishoudens worden door meerdere partijen enquêtes uitgezet over wonen en investeren. De studies die voor dit onderzoek gebruikt zijn, zijn het DNB-onderzoek uitgevoerd door Schotten & Brouwer (2023). Dit onderzoek is gehouden onder 1982 unieke huishoudens, dit betreft 1420 woningeigenaren en 562 huurders. Ook het WoON onderzoek, uitgevoerd door het Stuart-Fox et al. (2021), in opdracht van het BZK is gebruikt. Hiervoor zijn 46.700 personen ondervraagd, zowel huurders als eigenaar-bewoners. Daarnaast zijn resultaten uit de Monitoring Energiebesparing gebruikt. Deze is uitgevoerd door RVO (2022) die gebruikt maakt van de resultaten van I&O Research. Dit onderzoek kent ruim 5000 respondenten, zowel huurders als eigenaar-bewoners. Verder is het onderzoek van Boers et al. (2019) gebruikt als framework. Deze studie is kwalitatiever, bestaand uit 52 interviews en deels kwantitatief met enquêtes onder 91 respondenten, allen zijn eigenaar-bewoners in de regio Parkstad Limburg.

In de onderstaande tabel is zijn activatie momenten, die uit enquêtes naar voren komen, verzameld onder de factoren die zijn geïdentificeerd door Broers et al. (2019). Steeds zijn stellingen gepresenteerd en is per parameter aangegeven hoe groot het aandeel van deze parameter is. Doordat de studies andere stellingen, keuzemogelijkheden, tijdsspannen en respondenten hebben zijn de resultaten niet één op één over te nemen in het Hestia-model. Wel kan uit Tabel B.1 gehaald worden welke parameters in meerdere onderzoeken naar boven komen als belangrijke drijfveer. Twee drijfveren zijn al verwerkt in het Hestia-model, namelijk verhuizing en einde levensduur. Uit de literatuurstudie blijkt dat ook ‘een positieve bijdrage willen leveren aan het klimaat’, ‘het thermische comfort verbeteren’ veelgenoemde drijfveren zijn. Ook zijn externe gebeurtenissen belangrijk in het gedrag (Chappin & Blomme, 2022). De invloed hiervan resultaten uit de enquêtes zijn op dit gebied lastiger te interpreteren. Zo komen de drijfveren rendabelheid, gunstige terugverdientijd, de energierekening verlagen in meerdere enquêtes terug. Alleen de DNB heeft gevraagd naar de gevolgen van de energiecrisis, daar geeft 27% aan dat de hoge energieprijs van invloed is op de keuze om te verduurzamen.

Tabel B.1: Overzicht literatuurstudie en drijfveren (in groen gemarkeerd welke factoren al in Hestia zijn verwerkt)

| | | Bron : | | Schotten & Brouwer, 2023 | RVO, 2022 | Schotten & Brouwer, 2023 | Schotten & Brouwer, 2023 | Broers et al., 2019 | Stuart-Fox et al., 2021 | RVO, 2022 |
|------------------------------|--|--------------|-------------------|--|-------------------|--------------------------|---|---|--|--------------------------|
| | | Type bewoner | Eigenaar-bewoner | Eigenaar-bewoner | Eigenaar-bewoner | Eigenaar-bewoner | Eigenaar-bewoner | Eigenaar-bewoner | EB - met ERM | EB - met enige zekerheid |
| | | Type ERM | Niet gedefinieerd | Zon-pv en HR glas (en ketelvervangin g) meest voorkomend | Niet gedefinieerd | Niet gedefinieerd | Zon PV, HE glas, gevelisolatie, dakisolatie, vloer isolatie, WP, zon TH | WP of ketel vernieuwd, isolatie gevel of dubbelglas | Zon-pv en HR glas (en ketelvervangin g) meest voorkomend | |
| Factoren | Drijfveren | Tijdspad | Toekomst | Komende drie jaar | Toekomst | Toekomst | Historie | Afgelopen vijf jaar | Komende drie jaar | |
| Zorgen over het klimaat | Willen positieve bijdrage leveren Self-sufficiency | | | | | | 32% | 10% | 21% | |
| Socio-demografische factoren | Verhuizing Verandering samenstelling huishouden | | | | | 19% | 9% | | 4% | |
| Fysieke factoren | Thermische comfort verbeteren Saillante gebeurtenis of eind levensduur Verbouwing | | | | | | 18% | 18% | 20% | |
| | | | | | | 14% | 37% | 11% | | |

| | | Bron : | | Schotten & Brouwer, 2023 | RVO, 2022 | Schotten & Brouwer, 2023 | Schotten & Brouwer, 2023 | Broers et al., 2019 | Stuart-Fox et al., 2021 | RVO, 2022 |
|------------------------|---|--------------|-------------------|---|-------------------|--------------------------|---|---|---|--------------------------|
| | | Type bewoner | Eigenaar-bewoner | Eigenaar-bewoner | Eigenaar-bewoner | Eigenaar-bewoner | Eigenaar-bewoner | Eigenaar-bewoner | EB - met ERM | EB - met enige zekerheid |
| | | Type ERM | Niet gedefinieerd | Zon-pv en HR glas (en ketelvervanging) meest voorkomend | Niet gedefinieerd | Niet gedefinieerd | Zon PV, HE glas, gevelisolatie, dakisolatie, vloer isolatie, WP, zon TH | WP of ketel vernieuwd, isolatie gevel of dubbelglas | Zon-pv en HR glas (en ketelvervanging) meest voorkomend | |
| Factoren | Drijfveren | Tijdspad | Toekomst | Komende drie jaar | Toekomst | Toekomst | Historie | Afgelopen vijf jaar | Komende drie jaar | |
| Externe ontwikkelingen | Stijgende energieprijzen Rendabel/verlagen energierekening Algemeen | | | 21% | 29% | 27% | | 41% | 28% | |
| Overig | Als ik tijd heb Financiële meevaller Overig Wil niks doen | | | 79% | 71% | 73% | 13% | 1% | 6% | 5% |

Toepassing literatuur

Uit het literatuuroverzicht kunnen een aantal toepassingen voor het Hestia model worden gehaald. Allereerst is een opvallend resultaat dat beleid niet terugkomt als activatie moment uit de studies. Het direct verband tussen activatie hoeft niet gelijk uitgesloten te worden, maar uit de enquêtes komt dit uit zelfrapportage niet naar voren. Experts op dit thema geven aan dat beleid ook juist op indirect wijzen implicaties kan hebben. Zoals aandacht voor het klimaat en de energie labels die tot meer bewustwording leiden over de staat van een woning. Waarna de perceptie van het thermisch comfort kan veranderen, of de behoefte om te verhuizen. Wat onderzoek ook laat zien is dat veel huishoudens aangeven dat hun huis al goed verduurzaamd is, terwijl dit niet het geval is, een zogenaamd ‘informatieprobleem’ (Schotten & Brouwer, 2023). Hierin zou beleid juist een rol kunnen spelen.

Het onderzoek van Stuart-Fox et al. (2021) laat ook zien dat er tussen redenen voor het nemen van maatregelen onderscheid is in type maatregel. Bijvoorbeeld een warmtepomp wordt vooral geïnstalleerd vanwege ‘zorgen om het klimaat’. Ook wordt de gevel eerder geïsoleerd vanwege ‘meer thermisch comfort’ en ramen vervangen vanwege ‘onderhoud’. Verder onderzoek is nodig om meer inzicht te krijgen in de rol van deze factoren bij activatie.

Ook verschillen tussen type bewoners zijn interessant in de activatiefase. De enquêtes laten al verschillen zien tussen eigenaar-bewoners, corporatie huurders en vrije-sector huurders bij het nemen van maatregelen (Stuart-Fox et al., 2021). Een voorbeeld hiervan is dat corporaties werken met Meerjaren Onderhouds Planning (MJOP), daarin is een plan opgesteld voor renovaties en vervangen van installaties. Terwijl ook uit onderzoek blijkt dat eigenaar-bewoners pas later dan de vastgestelde levensduur, installaties vervangen, maar pas bij mankementen. Een andere factor die meespeelt bij het verschil tussen investeringen tussen eigenaarstype is de split-incentive die optreedt bij eigenaar en huurder (Verweij & Spruit, 2021). Dit houdt in dat de kosten en baten van een investering niet evenredig verdeeld zijn tussen de huurder en eigenaar.

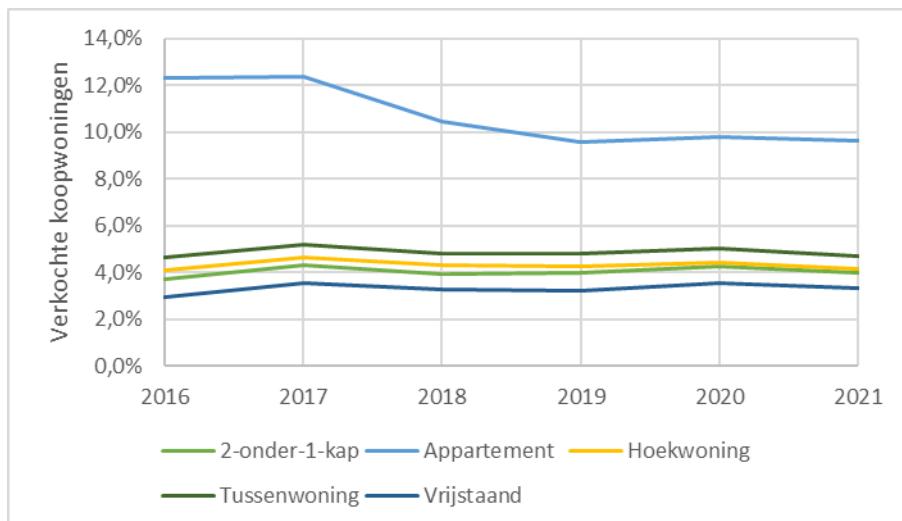
Verhuiskans

Omdat verhuizing als belangrijk activatiemoment terugkomt in de literatuur is gekeken of de vaste verhuiskans van koopwoningen van 5% verder gespecificeerd kan worden. Omdat er een verband is tussen de schommelingen in economische groei en de huizenmarkt is ervoor gekozen van een periode uit te gaan waarin geen economische crisis voorkwam. Het gemiddelde van het percentage verkochte koopwoningen is genomen over de periode 2016 t/m 2021, wat uitkomt op een gemiddelde van 5,10%. In het model kan de gebruiker dit percentage aanpassen. In Bijlage A Verhuiskans historie is het aandeel verkochte koopwoningen per jaar weergegeven. Met Vergelijking 1 is het percentage verhuizingen in een jaar berekend. De eindstand van de voorraad is bepaald als de beginstand van het volgende jaar, waardoor een gemiddelde koopwoningvoorraad in een jaar wordt bepaald.

Vergelijking 1.

$$\text{verhuizingen in jaar } x (\%) = \frac{\text{aantal verkochte woningen}}{(\text{eindstand voorraad} + \text{beginstand voorraad})/2}$$

Verdere relatie tussen het aandeel verhuizingen en andere factoren is uitgezocht door het aandeel verkochte woningen binnen de provincies te vergelijken met elkaar. Dit leverde geen grote verschillen op tussen de provincies, zoals te zien is in Bijlage A Verhuiskans historie. Daarna is ook het aandeel verhuizingen naar woningtype vergeleken. Om de verhuiskans naar woningtype te berekenen is het aandeel onbekende woningtype evenredig verdeeld over de andere woningtypen. Uit Figuur A.1 en Tabel B.2 blijkt dat appartementen het vaakst van eigenaren wisselen. Terwijl de vrijstaande woningen het minst van eigenaar wisselen. Daarom is gekozen voor de differentiatie naar koopwoningtype, zoals te zien in Tabel B.2 in het Hestia model te implementeren.



Figuur B.1: Verkochte woningen naar woningtype (verkochte koopwoningen uit Kadaster, 2023; koopwoningvoorraad uit BAG, 2023)

Tabel B.2: Verhuiskans naar woningtype (Kadaster, 2023; BAG, 2023)

| | 2-onder-1-kap | Appartement | Hoekwoning | Tussenwoning | Vrijstaand | Totaal |
|-------------|---------------|-------------|------------|--------------|------------|--------|
| Verhuiskans | 4,04% | 10,69% | 4,32% | 4,87% | 3,32% | 5,10% |

Onderzoeksbeperkingen

Een aantal belangrijke beperkingen in de zoektocht naar drijfveren voor het Hestia-model moeten meegenomen worden. Zo bestaat het kwantitatief onderzoek vooral uit enquêtes. Hierdoor reflecteert het alleen op het gedrag waarvan participanten zich bewust zijn. Het onbewuste gedrag, wordt daardoor niet meegenomen (Taranu & Verbeeck, 2016). Om dit kwantitatief mee te nemen in het Hestia model is meer onderzoek nodig. Bij enquêtes is ook een andere beperking van toepassing, namelijk dat respondenten de neiging hebben om zichzelf in een gunstig daglicht te plaatsen, ook wel socially desirable responding (SDR) genoemd (van de Mortel, 2008). In deze context zou dit kunnen betekenen dat woningeigenaren denken een duurzame maatregel te nemen vanwege klimaatzorgen, maar de daadwerkelijke activatie de einde levensduur was.

Ander onderzoek wijst ook naar de grote invloed van externe gebeurtenissen (Choppin & Blomme, 2022). Denk hierbij aan de oorlog in Oekraïne en Fukushima. Choppin & Blomme (2022) bepleiten dat exogene gebeurtenissen in combinatie met interacties in de maatschappij resulteren in ‘opkomende patronen op systeemniveau’ (in het Engels, emergent system-level patterns). Dit zijn patronen die ontstaan door het nemen van beslissingen die multi-topic, multi-stakeholder en multi-level zijn. De invloed van deze samenhang op het individuele gedrag is nog weinig onderzoek naar gedaan en kan daardoor ook nog niet gekwantificeerd worden. Hierin kan ook het beleid, zoals het klimaatakkoord, belangrijke rol spelen. Dit zijn belangrijke factoren om mee te nemen als tekortkoming bij het definiëren van drijfveren.

Conclusie

De drijfveren die tot activatie leiden zijn in vier factoren opgedeeld. Voor alle factoren wordt besproken welke implicaties de resultaten hebben voor het Hestia model.

Allereerst de *zorgen over klimaat*. De factor ‘wil positieve bijdrage leveren’, komt uit de enquêtes duidelijk naar voren. Om verschillende redenen is besloten deze factor nu nog niet te implementeren in Hestia. Allereerst omdat de onderzoeken waaruit dit blijkt gebaseerd zijn op zelfrapportage en dit een sociaal wenselijk antwoord kan zijn. Ook heeft deze drijfveer samenhang met andere factoren, die terugkomen in de externe ontwikkelingen. Zoals, het uitbreken van oorlog. Meer onderzoek zal uitwijzen of deze factor in de toekomst wel toegevoegd kan worden.

Verder de *socio-demografische* factoren. De factoren verbouwing en verhuizing spelen hierbij een rol. De kans op verhuizing is in versie 1.0 van het model versimpeld geïmplementeerd. In een aantal onderzoeken (o.a. Stuart et al., 2021) wordt de kans op het nemen van een maatregel gedifferentieerd voor type eigenaar van een woning. Ook blijkt uit de gegevens van het CBS dat de verhuiskans differentieert per woningtype, daarom zal de in Tabel B.2 voorgestelde differentiatie worden toegevoegd aan het model. Daarmee wordt ook de activatie per woningtype verschillend.

Ook de *fysieke* factoren komen duidelijk naar voren als activatiemoment uit de literatuurstudie. De einde levensduur zit al in het model verwerkt. Het is mogelijk om een modelaanpassing door te voeren waarbij gedifferentieerd wordt naar eigenaarstype. Nu is deze kans als een universele (normale) distributie verwerkt. Wanneer uit verder onderzoek blijkt dat ook een duidelijk verschil tussen eigenaarstype bij einde levensduur optreedt kan dit geïmplementeerd worden. Ook het streven naar beter comfort komt duidelijk terug in de onderzoeken. Echter hebben deze twee drijfveren overlap. Om dubbele telling te voorkomen is dit niet als aparte variabele meegenomen.

Als laatste de *externe ontwikkelingen*. In het Hestia model zijn de externe ontwikkeling van rendabelheid verwerkt in de kosten/baten analyse. Externe ontwikkelingen kunnen ook leiden tot grotere bewustwording van geopolitieke afhankelijkheid, of klimaatverandering door extreme (zomerse) temperaturen. Doordat deze factoren niet op constante en voorspelbare basis voorkomen is besloten het niet als vaste kans per jaar in het model op te nemen. Wel kan het worden meegenomen als beleidsinstrument in het Hestia model. De beleidsmodule is flexibel toe te passen, hiermee kunnen veranderingen zoals de energieprijs of eigenaarsgedrag worden gemodelleerd. Voor het maken van scenario’s voor de toekomst kan dit op dezelfde manier worden toegepast.

Uit de literatuurstudie is de differentiatie per eigenaarstype sterk naar voren gekomen. Daarom is de kans op verhuizing daarop aangepast in het Hestia model. Uit de kalibratie van het model zal blijken of de activatie en kosten- en batenanalyse leiden tot een realistische inschatting van het aantal genomen maatregelen in Nederland. Wanneer er verdere aanleiding is de activatie aan te passen is de factor ‘zorgen om het klimaat’ een belangrijke om mee te nemen.

Bronnen

- BAG (2023). Modelinput Hestia: historische woningvoorraad.
- Broers, W. M. H., Vasseur, V., Kemp, R., Abujidi, N., & Vroon, Z. A. E. P. (2019). Decided or divided? An empirical analysis of the decision-making process of Dutch homeowners for energy renovation measures. *Energy Research & Social Science*, 58, 101284. <https://doi.org/10.1016/J.ERSS.2019.101284>
- CBS (2023). Voorraad woningen; eigendom, type verhuurder, bewoning, regio. <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/82900NED/table?fromstatweb>
- Chappin, E. J. L., & Blomme, R. (2022). Emergent behaviour in the energy transition. In *TU Delft University*. <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:45e6f487-41ab-4299-96c7-5c8c8ab58392?collection=research>
- Kadaster (2023). Aantal geregistreerde verkochte woningen. <https://www.kadaster.nl/zakelijk/vastgoedinformatie/vastgoedcijfers/vastgoeddashboard/aantal-woningen>
- Rijksoverheid voor ondernemend Nederland (RVO). (2022). *Monitor Verduurzaming Gebouwde Omgeving 2022*. 61.
- Schotten, G., & Brouwer, G. (2023). *Analyse Isoleren en compenseren: reactie van huishoudens op de energiecrisis*.
- Stuart-Fox, M., Kleinepier, T., Ligthart, D., Blijie, B. (2021). Wonen langs de meetlat. *Woononderzoek Nederland*. https://www.woononderzoek.nl/style/custom/citavista/pdf/Kernpublicatie_WoON_2021_INTERACTIEF.pdf
- Taranu, V., & Verbeeck, G. (2016). Overview of dual process behavioural models and their implications on decision-making of private dwellers regarding deep energy renovation. *WBC16 Proceedings*, 2, 591-603.
- Van de Mortel, T. F. (2008). Faking it: social desirability response bias in self-report research. *Australian Journal of Advanced Nursing, The*, 25(4), 40-48.
- Verweij, S. & Spruit, C. (2021). Van Split Incentive naar Shared Incentive. https://www.rvo.nl/sites/default/files/2021/12/Rapport-van-split-incentive-naar-shared-incentive-_0.pdf

Energy & Materials Transition

Radarweg 60
1043 NT Amsterdam
www.tno.nl