



REFERENTIEVERBRUIK WARMTE WONINGEN

Achtergrondrapport

Boris van Beijnum & Ruud van den Wijngaart

16 maart 2023

De VIVET-databestanden 'Referentieverbruik warmte woningen' geven het referentieverbruik van de warmtebehoefte van individuele woningen per gemeente en zijn bedoeld ter indicatie van de totale lokale warmtevraag in een gebied. We noemen de databestanden 'gemeentebestanden'. Met het referentieverbruik wordt de gemiddelde praktijkwaarde geschat van de warmtebehoefte en het energieverbruik van woningen met dezelfde kenmerken. Alle onderdelen van de gemeentebestanden zijn gebaseerd op publiek toegankelijke informatie en schattingen. Het gebruik van en aanpassingen aan de gemeentebestanden zijn voor de verantwoordelijkheid van de gebruiker.

TNO

PBL



Colofon

Referentieverbruik warmte woningen

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving
Den Haag, 2023
PBL-publicatienummer: 5168

Contact

ruud.vandenwijngaart@pbl.nl

Auteurs

Boris van Beijnum, Ruud van den Wijngaart, Graciela Luteijn en Folckert van der Molen (PBL)
Lydia Geijtenbeek (CBS)
Vera Rovers en Casper Tigchelaar (TNO)

Met dank aan

De auteurs zijn Jarry Porsius (PBL) zeer erkentelijk voor zijn hulp bij de berekening van het predic-
tie-interval voor ruimteverwarming.

Het PBL is dank verschuldigd voor de feedback van de deelnemers van de bijeenkomsten aan de start voor de behoeftepeiling en het slot van het project voor commentaar op dit rapport en het ge-
meentebestand 'Referentieverbruik warmte woningen': Steven van Polen en Regine Wagenaar (Be-
renschot); Frank Bonnerman, Sabine Jansen, Madeleine Michiels van Kessenich en Floor Langedijk
(BZK); Anne Miek Kremer en Jurrien Vroom (CBS); Florian Hesselink (CE Delft); Joachim Kooijnga
(De WarmteTransitieMakers); Maurice Thijsen (Ecorys); Jacqueline Hooijschuur en Hein-Bert Schu-
rink (ECW); Kees Stap (Energiepaleis); Ronald Schillemans (EZK); Jan-Berno van Lochem (Gemeente
Utrecht); Jan Pieter van Dalen (ISSO); Frank Boere (NetbeheerNederland); Anastasia Chranioti, Ste-
ven Heshusius, Jan Matthijssen, Martine Uyterlinde en Wessel Poorthuis (PBL); Marc Marsidi (Rabo-
bank); Joris Berkhout (Quintel); Léon Crommentuijn en Harmen Jorritsma (RVO); Edwin Matthijssen
(TNO); Paula van den Brom en Mirjam Harmelink (TU Delft) en Gerdien van de Vreede (VNG).

Redactie figuren

Beeldredactie PBL

Toegankelijkheid

Het PBL hecht veel waarde aan de toegankelijkheid van zijn producten. Mocht u problemen ervaren
bij het lezen ervan, dan kunt u contact opnemen via info@pbl.nl. Vermeld daarbij s.v.p. de naam
van de publicatie en het probleem waar u tegenaan loopt.

Het project

Dit achtergrondrapport alsmede de bijsluiters en gebruikershandleiding en de gemeentebestanden 'Referentieverbruik warmte woningen' zijn producten van het project Referentieverbruik warmte woningen dat is uitgevoerd in het kader van het programma Verbetering van de Informatievoorziening voor de Energietransitie (VIVET). De producten beogen te voorzien in de databehoeftes van gemeenten en andere betrokkenen bij de warmtetransitie van de gebouwde omgeving.

Disclaimer

Hoewel de informatie in dit rapport afkomstig is van betrouwbare bronnen en de nodige zorgvuldigheid is betracht bij de totstandkoming daarvan kan PBL geen aansprakelijkheid aanvaarden jegens de gebruiker voor fouten, onnauwkeurigheden en/of omissies, ongeacht de oorzaak daarvan, en voor schade als gevolg daarvan. Gebruik van de informatie in het rapport en beslissingen van de gebruiker gebaseerd daarop zijn voor rekening en risico van de gebruiker. In geen enkel geval zijn PBL, zijn bestuurders, directeuren en/of medewerkers aansprakelijk ten aanzien van indirecte, immateriële of gevolgschade met inbegrip van gederfde winst of inkomsten en verlies van contracten of orders.

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: B. van Beijnum et al. (2023), *Referentieverbruik warmte woningen. Achtergrondrapport*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is het nationale instituut voor strategische beleidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en evaluaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is vóór alles beleidsgericht. Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk gefundeerd.

Inhoud

1	Inleiding	6
1.1	Aanleiding van het project	6
1.2	Aanpak	7
1.3	Een dataset van het referentieverbruik voor elke gemeente	8
1.4	Leeswijzer	9
2	Warmtebehoefte en energieverbruik	11
2.1	Warmtebehoefte (functionele vraag)	11
2.2	Energieverbruik (metervraag)	13
3	Kentallen installaties	14
3.1	Installaties voor ruimteverwarming	15
3.2	Installaties voor warm tapwater	15
3.3	Installaties voor koken	16
3.4	Installatiecodes	16
4	Woningkenmerken	17
4.1	Woningtype	18
4.2	Bouwperiode	19
4.3	Energielabels	20
4.4	Eigendom	21
4.5	Oppervlakte	22
4.6	Huishoudgrootte	22
5	Warm tapwater en koken (TNO)	23
5.1	Functioneel energiegebruik koken	24
5.2	Functioneel energiegebruik warm water	27
6	Regressieanalyse ruimteverwarming	32
6.1	Inleiding regressie-analyse	32
6.2	Dataselectie	32
6.3	Software en input data	34
6.4	Input data	34
6.5	Functionele energievraag ruimteverwarming	35
6.6	Klimaatcorrectie	38
6.7	Regressiecoëfficiënten	39
7	Nabewerking en bijzondere regressiecoëfficiënten	43
7.1	Warmtebehoefte en oppervlakte: hellingshoek ruimteverwarming	43
7.2	Woningcombinaties met weinig waarnemingen	44
7.3	Afwijkende woningcombinaties & nabewerking	47
7.4	Standaardjaarverbruik (SJV-) extra correctie	48
7.5	Ontsparring bij labelsprongen	50
7.6	Bewerkingsregels regressiecoëfficiënten voor het aantal bewoners	51

8	Resultaten ruimteverwarming	53
8.1	Samenstelling populaties	53
8.2	Zijn gedeelde gebouwdelen (gevel, vloer, dak) bepalend voor verbruik?	58
8.3	Maakt het eigendomstype verschil in het verbruik van een woning?	59
8.4	Hebben recent gebouwde woningen hetzelfde verbruik als oude woningen?	62
8.5	Heeft een beter schillabel minder warmtevraag?	63
8.6	Is het verbruik van oude energielabels anders dan recente labels of zijn 'oude' labels sterk verouderd?	66
9	Vergelijking analyse CBS2018	71
9.1	De methode	71
9.2	De omvang van het verbruik	73
9.3	Vergelijking geschat verbruik CBS2018 met brondata	80
10	Referentieverbruik warmte woningen	82
10.1	Lokale praktijkfactor	85
10.2	Predictie-interval (bandbreedte)	86
	Referenties	89
	Bijlagen	91
	Bijlage 1 Veelgebruikte afkortingen	91
	Bijlage 2 Voorbeelden Bewerkingsregels	93
	Bijlage 3 Afwijkende woningcombinaties	96
	Bijlage 4 Vergelijking CBS2018 met huidige project	101
	Bijlage 5 Verbruik warm tapwater (Bron: TNO)	105
	Bijlage 6 Verbruik koken (Bron: TNO)	106
	Bijlage 7 verdeling schillabels per populatie en woningtype	110
	Bijlage 8 Methodes om het onbekende schillabel te schatten	112
	Bijlage 9 Labelsprongen met ontsparing	114
	Bijlage 10 geschat verbruik per bouwperiode	120
	Bijlage 11 Aangepaste woningcombinaties met betrekking tot het aantal bewoners	122

1 Inleiding

1.1 Aanleiding van het project

Voor de uitwerking van de Transitievisies Warmte (waaronder de Wijkuitvoeringsplannen) hebben veel gemeenten behoefte aan energieverbruiksdata op zeer laagregionaal schaalniveau. Wetgeving verhindert echter het vrijgeven van individueel herleidbare gegevens op persoons-, adres- bedrijfs- en pandniveau. Met het project 'Referentieverbruik warmte woningen' beogen we tegemoet te komen aan de behoefte aan energieverbruiksdata op gedetailleerder schaalniveau. We doen dat door het verstrekken van gegevens over het referentieverbruik: een inschatting van het warmteverbruik op woningniveau. Deze gegevens over het referentieverbruik zijn echter alleen geschikt voor analyses op geaggregeerd niveau.

Wat is het referentieverbruik?

Het referentieverbruik is een geschat gemiddeld energieverbruik dat bepaald wordt voor een groot aantal woningen met vergelijkbare fysieke eigenschappen. De warmtebehoefte wordt geschat door kentallen af te leiden van in 2020 in de praktijk gemeten energieverbruiken waarmee het verbruik op adresniveau kan worden ingeschat. In het ingeschatte energieverbruik is daarbij zoveel mogelijk rekening gehouden met individuele woningkenmerken, zoals het woningtype, de bouwperiode, het eigendom en het schillabel. Wel zijn in de praktijk grote afwijkingen mogelijk door ander gedrag van bewoners en afwijkende bouwconstructies zoals dakkapellen.

Waarvoor is het referentieverbruik geschikt?

Het referentieverbruik is met name geschikt voor gemeenten en andere betrokkenen bij de warmtetransitie in de gebouwde omgeving die willen ramen hoeveel aardgas er wordt gebruikt en eventueel (theoretisch) kan worden bespaard voor een groep van meerdere woningen en over een langere periode. Verschillen in bouwconstructies en het gedrag van bewoners worden steeds meer uitgemiddeld naarmate het aantal woningen groter is en het gedrag over de jaren heen verandert door onder andere veranderingen in de samenstelling van het huishouden. Door het referentieverbruik te combineren met de kosten van isolatie, alternatieve warmte-installaties en energiebronnen kan ook inzicht worden gekregen in de (meer)kosten van het aardgasvrij maken van woningen. Dit is alleen verantwoord mogelijk als meerdere woningen op een voldoende hoog aggregatieniveau bij elkaar worden genomen en er rekening wordt gehouden met onzekerheden in de gebruikte wiskundige modellen. Het verbruik van individuele woningen kan immers sterk afwijken van het referentieverbruik door afwijkende bouwconstructies en een niet gemiddeld gedrag van bewoners of samenstelling van het huishouden.

Waarom wordt het referentieverbruik beschikbaar gesteld op woningniveau?

Door het beschikbaar stellen van de data op objectniveau (verblijfsobject) kunnen op elk aggregatieniveau naar behoefte sets van energiedata worden samengesteld. Omdat het PBL deze ingeschatte datasets beschikbaar stelt, worden netbeheerders ontlast – omdat zij overvraagd worden door gemeenten naar gemeten data op individueel woningniveau – en krijgen gebruikers van het gemeentebestand bruikbare schattingen voor het verbruik van woningen zonder inbreuk te doen op wettelijke beperkingen. Door het beschikbaar stellen van een openbare set – op in de praktijk gemeten – geschatte data, kunnen gemeenten, energiebedrijven, adviesbureau, onderzoeks- en financiële instellingen en andere betrokkenen hun eigen analyses doen.

Waar draagt het referentieverbruik aan bij en hoe is dit project tot stand gekomen?

Analyses van het potentieel van energiebesparing, de kansen van alternatieve energietechnologieën zoals (hybride) warmtepompen en warmtenetten en van de druk op het elektriciteitsnetwerk dragen bij aan de besluitvorming rondom het aardgasvrij maken van de gebouwde omgeving. In het kader van het programma Verbetering van de Informatievoorziening voor de Energietransitie (VIVET) hebben gemeenten en andere betrokkenen de behoefte aan verbruiksdata geuit. De precieze behoefte is geïnventariseerd in de voorfase van het project. We lichten dit hierna toe.

1.2 Aanpak

Bij de publicatie van de *Startanalyse aardgasvrije buurten* (Van Polen et al. 2022) heeft het PBL eerder een dataset met geschatte data op adresniveau van woningen gemaakt, als onderdeel van de Leidraad van het Expertise Centrum Warmte (ECW z.j.). Deze dataset bevat gedetailleerde kentallen van het energieverbruik van woningen en is gebaseerd op leveringen van de netbeheerders die zijn verstrekt aan het CBS. Het CBS heeft deze leveringen als gemiddelde gepubliceerd per combinatie van woningtype, bouwperiode en energielabel gepubliceerd (met afwijkingen in percentielen). De dataset die in het kader van de Startanalyse is gemaakt, is voor veel partijen herkenbaar en reproduceerbaar. Om die reden is deze dataset in dit project als uitgangspunt genomen. Op 1 juli 2021 is de voorfase van het project gestart met een bijeenkomst waarop is nagegaan of de PBL-dataset aansluit bij de databehoeftes van gebruikers. Tevens is in de voorfase nagegaan welke onderzoeks bureaus kunnen meewerken aan het verbeteren van de PBL-dataset.

1.2.1 Voorfase: nadere peiling van de databehoeftes en mogelijke uitvoerders van de dataverzameling

In de voorfase van het project is een bijeenkomst gehouden om de databehoeftes van toekomstige gebruikers van het gemeentebestand – zoals Netbeheer Nederland (NBNL), de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG), gemeenten en adviesbureaus – scherp(er) te krijgen. Aan de deelnemers van die bijeenkomst is daarna gevraagd om een feedbackformulier in te vullen. Daarnaast is nader contact gezocht met enkele deelnemers om de behoefte bij gemeenten duidelijker te krijgen. Uit deze inventarisatie zijn de volgende, belangrijkste wensen naar voren gekomen:

- Er is veel vraag naar verbruiksdata. Onder andere NBNL en het CBS krijgen hiervoor veel aanvragen binnen van derden, met name gemeenten, adviesbureaus en onderzoeksinstituten. De presentatie hiervan op woningniveau heeft de voorkeur. Hiermee kunnen tevens aggregaties worden gemaakt op willekeurige hogere schaalniveaus. Ook modelgebruikers willen de verbruiksdata op woningniveau.
- Het is belangrijk de uitkomsten te presenteren als ‘referentieverbruik’ van de woning. Daarbij moet duidelijk worden toegelicht dat het verbruik is gebaseerd op het landelijk

gemiddelde gebruik voor de categorie waartoe de woning behoort: type woning, bouwjaarcategorie, energielabel en oppervlakte.

- Het referentieverbruik is voor gemeenten vooral handig in situaties waarin de woningen binnen een gebied met een volledige postcode (PC6) erg divers zijn. Denk aan verschillende woningtypes, of een mengsel van woningen en maatschappelijk vastgoed/utiliteit.
- Modelgebruikers zijn vooral geïnteresseerd in de functionele vraag naar het energieverbruik. Daarbij vinden zij een duidelijke uitleg van de methoden waarop de resultaten zijn gebaseerd en de splitsing in de functies ruimteverwarming, warm tapwater en koken belangrijk.
- Het vermelden van de eigendom van de woning is gewenst, maar niet noodzakelijk.
- Om zo goed mogelijk aan te sluiten bij veel energiebesparingsmodellen zou het een pré zijn als de statistische analyse kan worden gebaseerd op dak-, grond- en muuroppervlak (in plaats van vloeroppervlak) indien hiervoor voldoende data te verkrijgen zijn.
- Bij de afronding van het project dient een bijsluiter te worden gemaakt waarin naast de inhoud ook de toepassing (waarvoor wel/niet) wordt beschreven.
- Naast het gemiddelde dient er aandacht te zijn voor de spreiding van de resultaten.
- De data dienen openbaar en makkelijk toegankelijk te zijn.

1.2.2 Uitvoering project & eindproducten

Een ander doel van de bijeenkomst was om na te gaan welke partijen (CBS, RVO, TNO, TU Delft) mee konden werken aan de uitvoering. Via het feedbackformulier en enkele gesprekken na 1 juli 2021 leidde dit tot een voorlopige opzet van onderwerpen en mogelijke partijen die hieraan konden bijdragen. Deze opzet leidde tot uitvoering van het project waarvan de dataset 'Referentieverbruik warmte woningen' voor elke gemeente het resultaat is. In dit rapport beschrijven we de totstandkoming en verantwoording van de dataset. De inhoud, het gebruik en de toepasbaarheid van de dataset zijn beschreven in de PBL-publicatie *Referentieverbruik warmte woningen. Bijsluiter & Gebruikershandleiding* (zie Van Beijnum & Van den Wijngaart 2023) die tegelijkertijd met dit rapport verschijnt.

1.3 Een dataset van het referentieverbruik voor elke gemeente

Het project heeft geleid tot een dataset van het referentieverbruik voor de warmtebehoefte van woningen voor elke gemeente. Deze dataset is gebaseerd op zoveel mogelijk praktijkwaarden. Daarbij wordt voortgebouwd op de PBL-methode van het geschatte energieverbruik voor woningen op het niveau van het verblijfsobject,¹ De methode is verder ontwikkeld opdat deze zoveel mogelijk voldoet aan de hiervoor genoemde wensen. We hebben ernaar gestreefd om het gemeentebestand zo makkelijk en toegankelijk mogelijk te maken voor gemeenten en andere partijen (zoals modelgebruikers en adviesbureaus) die betrokken zijn bij de warmtetransitie in de gebouwde omgeving.

¹ Het gaat om een update van *Tabel B.4 Functionele vraag bestaande woningen* op pagina 148 van de [beschrijving](#) van het Vesta-MAIS-model voor de warmtevoorziening van huizen en gebouwen.

1.4 Leeswijzer

Om te laten zien hoe het komt dat woningen verschillen in warmteverbruik, leggen we in hoofdstuk 2 uit waardoor het energieverbruik voor warmte wordt bepaald. Deze samenstelling van het energieverbruik is van belang om te weten welke informatie relevant is voor gebruikers van het gemeentebestand. In hoofdstuk 3 beschrijven we de kentallen van installaties en in hoofdstuk 4 de woningkenmerken. Deze achtergrondinformatie is gebruikt als uitgangspunt voor de methoden waarmee het verbruik van woningen is bepaald en komt geregeld terug in de verschillende onderdelen van dit rapport. Om het referentieverbruik voor warm tapwater en koken te bepalen, is gebruikgemaakt van een methode van TNO; hier gaan we in hoofdstuk 5 nader op in. Voor het schatten van het referentieverbruik voor ruimteverwarming heeft het PBL een methode ontwikkeld voor groepen van woningen met dezelfde combinatie van woningkenmerken. Voor elke woningcombinatie is de relatie met de grootte van de woning onderzocht met behulp van een lineaire regressieanalyse van de woningoppervlakte. In hoofdstuk 6 bespreken we de analyse en de bepaling van de regressiecoëfficiënten die nodig zijn om het verbruik voor ruimteverwarming mee te berekenen. In hoofdstuk 7 verantwoorden we op welke wijze is omgegaan met woningcombinaties met weinig waarnemingen en regressiecoëfficiënten die kunnen leiden tot bijzondere resultaten, zoals een hoger verbruik van ruimteverwarming bij een beter energielabel.

In hoofdstuk 8 gebruiken we de schattingsmethode voor ruimteverwarming op basis van de lineaire regressie om enkele analyses uit te voeren. Hierbij kijken we onder andere naar het effect van de samenstelling van de onderzoekspopulaties², het woningtype, het eigendom, de bouwperiode en het energielabel op het geschat verbruik voor ruimteverwarming. In hoofdstuk 9 vergelijken we de onderzoeksresultaten met een soortgelijke analyse uit 2020 (op basis van meetgegevens uit 2018) en zoeken we naar mogelijke verklaringen voor de verschillen in uitkomsten. In hoofdstuk 10 ten slotte bespreken we hoe de methoden voor het bepalen van het verbruik voor koken, warm tapwater en ruimteverwarming samen gebruikt kunnen worden voor het bepalen van het totale referentieverbruik van woningen; op dezelfde wijze wordt het referentieverbruik van woningen bepaald in de gemeentebestanden 'Referentieverbruik warmte woningen'.

1.4.1 Gemeten versus geschat verbruik

In dit rapport maken we geregeld onderscheid tussen verbruiken die zijn geschat en verbruiken die zijn gemeten. Onder 'geschat verbruik' voor ruimteverwarming verstaan we het verbruik dat is bepaald op basis van de methode en regressiecoëfficiënten zoals die in deze studie zijn bepaald. Het 'geschat verbruik' voor koken en warm tapwater wordt bepaald met een methode van TNO. Wanneer we spreken van 'gemeten verbruik', gaat het om daadwerkelijk gerealiseerde meetgegevens van het CBS (voor het jaar 2020).

² Woningen zijn onderverdeeld in 'onderzoekspopulaties' waarbij rekening wordt gehouden met de methode waarop het energielabel is bepaald en wanneer het energielabel is geregistreerd. Dit onderscheid is belangrijk voor de regressieanalyse voor ruimteverwarming (zie hoofdstuk 6 en 7). Onderzoekspopulaties worden veelal gescheiden geanalyseerd. Voor een uitgebreide beschrijving van de onderzoekspopulaties, zie paragraaf 6.2.2.

1.4.2 Hestia (PBL-model voor de gebouwde omgeving)

In dit rapport verwijzen we diverse keren verwezen naar het (nieuwe) PBL-model voor de gebouwde omgeving 'Hestia'. De bedoeling is dat Hestia op termijn het eerdere Vesta-MAIS-model vervangt. Via Hestia kunnen snel diverse BAG-gegevens worden ingelezen. Verder zijn diverse rekenprincipes die in Hestia worden gebruikt overgenomen voor de gemeentebestanden. Publicaties over dit model, waaronder het functionele ontwerp ervan, zijn in voorbereiding (van der Molen et al. 2023).

1.4.3 Aanduidingen

In dit rapport kijken we naar diverse onderzoekspopulaties (zie paragraaf 6.2.2). Ook bestuderen en vergelijken we zowel gemeten als geschatte verbruiken voor ruimteverwarming, afhankelijk van de toepassing. Om de verschillende onderzoekspopulaties en het onderscheid tussen gemeten en geschatte verbruiken voor de lezer duidelijk te maken, maken we in de figuren gebruik van aanduidingen (tenzij expliciet vermeld in de as-titels). De volgende aanduidingen worden gebruikt:

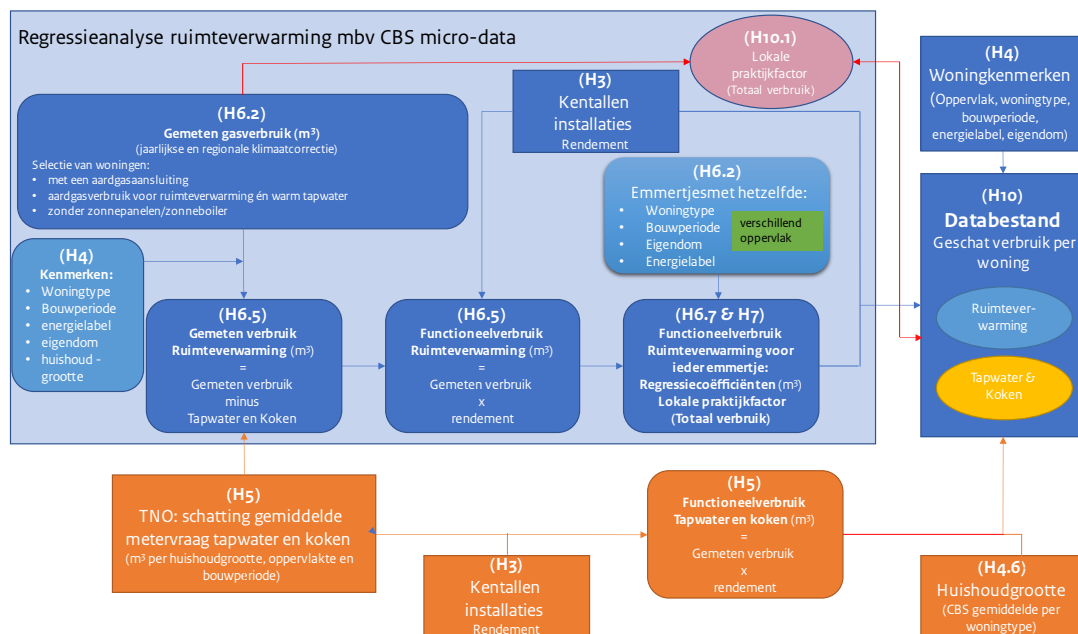
- `_gv_xx`, Geschat verbruik bij een oppervlakte 'xx' (m²).
- `_gv_go`, Geschat verbruik bij een gemiddelde oppervlakte per woningtype (1a/ 1b/ o2).
- `_cbs`, Gemiddeld gemeten verbruik per woningcombinatie (op basis van CBS data).
- `_gem`, Gemiddelde: welk gemiddelde is genomen wordt aangegeven in de tekst.
- `_1a/1b/o2`, Op basis van specifieke onderzoekspopulatie of een combinatie van populaties.

1.4.4 Schema samenhang rapport, methode en gemeentebestand

Figuur 1.1 geeft een schematisch overzicht van onderzoek in samenhang met de belangrijkste onderdelen van het rapport.

Figuur 1.1

Schema van het onderzoek in samenhang met de belangrijkste onderdelen van het rapport



Deze figuur geeft een overzicht van de totstandkoming van het referentieverbruik met verwijzingen naar de belangrijkste onderdelen van het rapport waarin de methode wordt beschreven.

In het gemeentebestand worden de functionele vraag en de metervraag voor elke woning (hoofdstuk 2) geschat op basis van de kentallen van installaties (hoofdstuk 3), de openbare informatie over woningkenmerken (hoofdstuk 4), en warm tapwater en koken (hoofdstuk 5). Voor de relatie tussen de ruimteverwarming en de grootte van de woning wordt in het gemeentebestand gebruik gemaakt van de regressiecoëfficiënten die door de regressieanalyse met behulp van de CBS-microdata zijn vastgesteld (hoofdstuk 6). In het schema is te zien dat de regressieanalyse van de functionele vraag naar ruimteverwarming wordt gegeven voor woninggroepen op basis van woningen met dezelfde kenmerken (de woninggroepen kunnen worden gevisualiseerd als ‘emmertjes’, waarbij woningen met dezelfde kenmerken in één emmertje worden gestopt). De functionele vraag naar ruimteverwarming van een woning is afgeleid uit het gemeten aardgasverbruik, de TNO-schatting van warm tapwater en koken, en het rendement van de installaties. Ten slotte wordt de afwijking bepaald van het gemiddelde van geschatte verbruiken van woningen ten opzichte van het gemiddelde van de daadwerkelijk gerealiseerde, gemeten verbruiken van dezelfde woningen op verschillende aggregatieniveaus (de ‘lokale praktijkfactor’, zie hoofdstuk 10.1).

2 Warmtebehoefte en energieverbruik

Het energieverbruik van de warmtevoorziening voorziet – zoals het begrip ‘warmtevoorziening’ aangeeft – in een behoefte aan warmte. De behoefte aan warmte kan worden onderverdeeld in de behoefte aan ruimteverwarming, warm tapwater en koken en noemen we de ‘functionele vraag naar warmte’. Hierop wordt ingegaan in paragraaf 2.1. Om te voorzien in de behoefte aan warmte moet warmte worden geproduceerd. In sommige gevallen kan deze warmte direct nuttig worden gebruikt, zoals bij het gebruik van (rest)warmte met een warmtenet. In andere gevallen wordt voor de warmteproductie gebruik gemaakt van installaties die de energiedragers (aardgas, elektriciteit) omzetten in warmte. Dit wordt besproken in paragraaf 2.2.

2.1 Warmtebehoefte (functionele vraag)

De behoefte aan warmte kan worden onderverdeeld in de behoefte naar ruimteverwarming, warm tapwater en koken en noemen we de ‘functionele vraag naar warmte’. De *functionele vraag* moet worden begrepen als het deel nuttige energie dat daadwerkelijk wordt gebruikt voor verwarming, exclusief de energieverliezen in de verwarmingsinstallaties. In een standaardwoning uit de 20^{ste} eeuw is het aandeel van de ruimteverwarming in de warmtebehoefte het grootst (70 à 85%), gevolgd door een kleiner aandeel warm tapwater (15 à 30%) en een gering aandeel koken (1 à 2%). Deze onderverdeling gebruiken we om zo goed mogelijk het referentieverbruik te bepalen (zie tabel 2.1). Daarbij is het van belang om na te gaan welke factoren van invloed zijn op deze warmtebehoefte. Vervolgens kan worden gekeken of hiervoor praktijkwaarden beschikbaar zijn en statistische analyses hierbij kunnen helpen.

De functionele vraag per gebruiksfunctie, uitgedrukt in m³ aardgas, wordt in de dataset referentieverbruik warmte woningen omgerekend naar een energiebehoefte in GJ, gebruikmakend van de onderwaarde van de energie-inhoud van aardgas (0.03165 GJ/ m³). Door de energiebehoefte uit te drukken in GJ, kan de energiebehoefte ook worden uitgerekend voor andere installaties en energiedragers, op basis van de invoeropties die door de gebruiker worden bepaald. In dit rapport wordt de functionele vraag meestal uitgedrukt in een m³ aardgas behoefte.

Tabel 2.1

Behoefte warmte woningen en factoren die de warmtebehoefte beïnvloeden per functie

Functie	Aandeel totaal warmteverbruik	Afhankelijk van	Overige opmerkingen
Ruimteverwarming	Groot	Woningtype, bouwperiode, energielabel, grootte van de woning	Gebouwkenmerken zijn niet privacy gevoelig
Warm tapwater	Middel groot	Samenstelling huishouden	Samenstelling huishouden is privacygevoelig
Koken	Gering	Samenstelling huishouden	Samenstelling huishouden is privacygevoelig

Deze tabel beschrijft het aandeel van de verschillende (gebruiks)functies in de totale warmtebehoefte van een woning en de factoren waar de warmtebehoefte van afhankelijk is.

De belangrijkste factoren die van invloed zijn op de warmtebehoefte kunnen worden onderscheiden in fysieke kenmerken van het gebouw en persoonsgebonden kenmerken. De gebouwkenmerken zijn openbaar. Dit geldt niet voor de persoonsgebonden kenmerken omdat zij privacy-gevoelig zijn.

De belangrijkste gebouwkenmerken hangen samen met:

- Het woningtype, zoals een vrijstaande woning, rijwoning en appartement, dat het aantal gebouwdelen (buitengevel, vloer en dak) bepaalt dat in contact staat met de omgeving waardoor warmteverlies optreedt;
- het bouwjaar, vanwege de energieprestatie-eisen van de gebouwdelen in die periode alsmede de dan gangbare bouwconstructie. Dit is van invloed op het warmteverlies zoals spouwmuur, koudebruggen, kierdichtheid, materialen, type glas en slijtage
- het energielabel dat aangeeft welke isolatiemaatregelen zijn toegepast. Ook oude gebouwen hebben immers meestal al één of meerdere maatregelen genomen;
- De grootte van de woning die bepaalt hoe groot het oppervlak van de gebouwdelen is die in contact staan met de omgeving;

Belangrijke persoonsgebonden kenmerken die van invloed kunnen zijn, zijn de samenstelling van het huishouden zoals het aantal personen, de leeftijd, het inkomen en de aanwezigheid en activiteiten. Maar ook twee huishoudens met dezelfde samenstelling, aanwezigheid en activiteiten kunnen nog verschillen in de warmtebehoefte vanwege een andere gewenste thermostaattemperatuur en energiezuinig gedrag.

Het onderzoek beperkt zich tot de openbare gebouwkenmerken omdat deze in het op te leveren gemeentebestand 'Referentieverbruik warmte woningen' mag worden opgenomen voor iedere woning.

2.2 Energieverbruik (metervraag)

Om te voorzien in de behoefte van warmte moet warmte worden geproduceerd. Voor de warmteproductie worden installaties gebruikt die energiedragers (aardgas, elektriciteit en stadsverwarming) omzetten in warmte. De hoeveelheid energie die in totaal aan het gebouw moet worden geleverd door de energieleverancier om in de functionele vraag te kunnen voorzien noemen we de 'metervraag' en is inclusief de energieverliezen die plaatsvinden bij het omzetten van energie in warmte door de installaties in het gebouw. Per gebruiksfunctie wordt onderscheid gemaakt tussen de metervraag en de functionele vraag. In tabel 2.2 staat aangegeven welke installaties en energiedragers veelal in de praktijk worden gebruikt. Het Vesta MAIS model bevat gegevens over de efficiëntie van de installaties. In hoofdstuk 3 worden de mogelijke installaties en de technische eigenschappen van de installaties verder besproken.

In de dataset referentieverbruik warmte woningen wordt de functionele vraag [GJ] op basis van de gebruikte installaties en bijbehorende efficiëntie omgerekend naar een metervraag [GJ] per energiedrager. Bij de aanvullende analyses (hoofdstuk 8), wordt alleen gekeken naar de functionele vraag.

Tabel 2.2
Installatietypen woningen per functie en energiedrager

Energiedrager	Ruimteverwarming	Warm tapwater	Koken
Aardgas	HR-ketel	HR-ketel	Gasfornuis
Elektriciteit	Warmtepomp	Warmtepomp	Inductie/ keramisch
Stadsverwarming	Warmtenet	≥ 70 C : warmtenet ≤ 65 C: booster	Aardgas Elektriciteit

Deze tabel laat veelgebruikte installatietypen zien per functie (ruimteverwarming, warm tapwater en koken) en per energiedrager.

3 Kentallen installaties

Een woning heeft behoefte aan warmte voor verschillende functies (zie paragraaf 2.1) en kan per functie gebruikmaken van een andere installatie om in de desbetreffende behoefte te voorzien. Voor warm tapwater en ruimteverwarming kan er gebruik worden gemaakt van meerdere installaties tegelijk. In dat geval is één installatietype de hoofdverwarming en draagt zorg voor het gros van de warmtebehoefte, de zogeheten ‘basislast’. De andere installatie wordt dan gebruikt om bij te stoken, wanneer de hoofdinstallatie niet of niet voldoende in de warmtebehoefte kan voorzien, de zogeheten ‘pieklust’. Als voorbeeld kan de hybride warmtepomp worden genomen voor ruimteverwarming, waarbij een elektrische lucht-water warmtepomp zorg draagt voor de basislast en de pieklust wordt gedragen door een (hybride) HR ketel.

Naast een verschil in functie (koken, warm tapwater of ruimteverwarming), verschillen installaties in de energiedrager (e.g. aardgas, elektriciteit, biomassa, etc.) en de efficiëntie waarmee de energie wordt omgezet in warmte. De efficiëntie van de installatie bepaalt het verschil tussen de warmte die nuttig wordt gebruikt ‘de functionele vraag’ en de hoeveelheid energie die moet worden aangeleverd ‘de metervraag’ (zie paragraaf 2.2). Kentallen voor de specifieke technische eigenschappen van installaties zoals de efficiëntie en de hulp-energievraag voor het warmte afgiftesysteem zijn beschikbaar via het Vesta MAIS-model (van der Molen et al. 2021). De technische eigenschappen per installatietype zijn geüpdatet op basis van een recent (concept) kentallenrapport van CE Delft (Daber & Dehens 2021)³.

Om de metervraag van het CBS om te zetten in de functionele vraag is alleen het rendement van een HR-ketel nodig, omdat alleen woningen zijn meegenomen, waarvan op basis van de installatietypen zeker is dat ze gebruik maken van aardgas voor ruimteverwarming en warm tapwater. De onderzoekspopulatie die is gebruikt voor de regressie-analyse wordt uitgebreid beschreven in hoofdstuk 6 (paragraaf 6.2.1).

Voor de regressie-analyse is het onderscheid in installatietypen wel belangrijk. Het CBS beschikt over gegevens van de netbeheerders met betrekking tot de installatietypen per woning. Deze informatie is niet publiek toegankelijk, maar is onder strikte voorwaarden ter beschikking gesteld aan het PBL ten behoeve van de regressie-analyse. Informatie van het CBS met betrekking tot de installatietypen per woning waren niet beschikbaar voor andere toepassingen. Om de functionele vraag uit de regressieanalyse om te zetten in een metervraag voor de Dataset Referentieverbruik is daarom gebruik gemaakt van een andere bron. Hiervoor zijn de uitvoerproducten van Hestia gebruikt om de installatietypen van woningen te bepalen (van der Molen et al. 2023).

³ Kentallen voor HR ketels (zowel voor warm tapwater en ruimteverwarming) zijn niet aangepast. Enkele belangrijke aanpassingen in de efficiënties voor ruimteverwarming en tapwater van: BasisHWP_w (woningen), eWP_lw, Bioketel, doorstroom- en olikachels.

Hestia maakt hiervoor gebruik van publiek toegankelijke informatie: de ligging van warmtenetten, alsook de contouren van het aflevergebied van die warmtenetten, is publiek toegankelijke informatie. Wanneer een woning binnen die contouren ligt wordt aangenomen dat de woning is aangesloten op het warmtenet en beschikt over een warmteaansluiting (van der Molen et al. 2023). Wanneer er geen aanvullende informatie beschikbaar is over de installaties in een woning, de woning niet binnen het aflevergebied van een warmtenet ligt, maar wel een gasaansluiting heeft wordt aangenomen dat de woning gebruik maakt van een HR-ketel.

Wanneer een woning niet is aangesloten op het gasnet of op een warmtenet wordt het installatietype bepaald op basis van het energielabel: aannahme is hierbij dat een woning met een beter label vaker een energiezuinig warmtesysteem heeft. Voor gasloze woningen met een energielabel C of hoger wordt aangenomen dat deze beschikken over een luchtwarmtepomp voor warm tapwater en ruimteverwarming. Voor woningen met lagere energielabels wordt aangenomen dat ze gebruik maken van een pelletkachel voor ruimteverwarming en een elektrische boiler voor warm tapwater (van der Molen et al. 2023).

3.1 Installaties voor ruimteverwarming

Voor ruimteverwarming kan gebruik worden gemaakt van diverse installatietypen. Er worden vijf 'standaard' installatietypen onderscheiden die geregeld voorkomen: een hoog rendement-combiketel voor verwarmen op aardgas, een elektrische lucht-water warmtepomp voor verwarming op elektriciteit, een hybride warmtepomp waarbij er gebruik wordt gemaakt van een combinatie van elektriciteit en aardgas, een warmtenet (gebiedsoptie) voor verwarmen met warmte en een pelletkachel voor verwarming met biomassa. In het geval van een hybride warmtepomp voor ruimteverwarming wordt de basislast geleverd door het warmtepomp gedeelte. De pieklast wordt geleverd door de HR-ketel.

Verder is er voor sommige installatietypen sprake van een behoefte aan hulpenergie, bijvoorbeeld voor het transporteren van warm water door het warmte-afgiftesysteem of de elektriciteit die sensoren nodig hebben. De benodigde hoeveelheid hulpenergie is afhankelijk van het totale vermogen van de installatie en het aandeel van de basisinstallatie in het totale vermogen⁴. In de gemeentebestanden wordt de hulpvraag energie voor de installaties voor ruimteverwarming en warm tapwater berekend.

Voor de efficiëntie van de installaties, het aandeel in basis- en pieklast, het aandeel in het geleverd vermogen en de hulpvraag energie wordt gebruik gemaakt van kentallen van Vesta-MAIS (van der Molen, et al. 2021).

3.2 Installaties voor warm tapwater

Net als bij ruimteverwarming kan voor het leveren van warm water worden gekozen uit een diversiteit aan warmte installaties. Standaardinstallaties voor warm tapwater zijn: een HR-ketel voor

⁴ Het aandeel van de basisinstallatie in het totale vermogen wordt aangeduid met 'P_cap' in de gemeentebestanden (zie tabel 2, 3 en 4 in tabblad 'Aannames').

verwarming op aardgas, een elektrische warmtepomp voor verwarming met elektriciteit, een hybride warmtepomp waarbij het water wordt verwarmd door het HR-ketel gedeelte met aardgas, de gebiedsoptie in het geval van een warmtenet of een elektrische boiler. In het geval van warm tapwater wordt er bij de hybride warmtepomp van uitgegaan dat zowel de basis- als de pieklast wordt verzorgd door het HR-ketel gedeelte. Voor de efficiëntie van de installaties wordt gebruik gemaakt van kentallen van Vesta-MAIS (van der Molen et al., 2021).

3.3 Installaties voor koken

Wat betreft de installaties voor koken wordt er alleen onderscheid gemaakt tussen koken op aardgas en koken op elektriciteit. Hierbij wordt standaard uitgegaan van een gas- of inductiefornuis. Voor koken wordt er geen onderscheid gemaakt tussen een basislast en een pieklast. Voor de efficiëntie van koken op aardgas en elektriciteit wordt gebruik gemaakt van kentallen van Hestia (van der Molen et al. 2023).

3.4 Installatiecodes

De mogelijkheden voor het installatietype per warmtefunctie leiden tot een aantal mogelijke basis installatiecombinaties van een woning. Iedere combinatie van installaties krijgt een 'installatiecode'. (Veel) voorkomende installatiecombinaties voor woningen zijn:

- aaa: woningen die volledig van warmte worden voorzien met aardgas. Deze woningen maken gebruik van een HR-ketel voor warm tapwater en ruimteverwarming en koken op aardgas.
- eee: woningen die volledig van warmte worden voorzien met elektriciteit. Deze woningen gebruiken een elektrische lucht-water warmtepomp voor warm tapwater en ruimteverwarming en koken elektrisch
- hwpe: woningen met een hybride warmtepomp, waarbij met elektriciteit wordt gekookt. De hybride warmtepomp maakt voor de basislast in ruimteverwarming gebruik van de warmtepomp-functie (elektriciteit) en stookt bij pieklast voor ruimteverwarming bij met het HR-ketel gedeelte (aardgas). Voor warm tapwater wordt altijd gebruik gemaakt van het HR-ketel gedeelte (aardgas).
- hwpa: woningen met een hybride warmtepomp, waarbij met aardgas wordt gekookt. De hybride warmtepomp maakt voor de basislast in ruimteverwarming gebruik van de warmtepomp-functie (elektriciteit) en stookt bij pieklast voor ruimteverwarming bij met het HR-ketel gedeelte (aardgas). Voor warm tapwater wordt altijd gebruik gemaakt van het HR-ketel gedeelte (aardgas).
- aww: woningen die voorzien worden van warmte door een warmtenet voor ruimteverwarming en warm tapwater en waarbij met aardgas wordt gekookt.
- ebb: woningen met een bioketel voor ruimteverwarming en warm tapwater, waarbij met elektriciteit wordt gekookt.

Installatiecombinaties die minder vaak voorkomen en die stochastisch worden bepaald:

- eww: woningen die voor ruimteverwarming en warm tapwater worden voorzien van warmte met een warmtenet, waarbij elektrisch wordt gekookt.
- eaa: woningen waar elektrisch wordt gekookt maar die van warm tapwater en ruimteverwarming worden voorzien met een HR-ketel.

De installatiecombinaties voor woningen en de bijbehorende installatietypen worden weergegeven in Tabel 3.1. Deze installatiecombinaties gaan om basis installatietypen voor het bepalen van het referentieverbruik: in de praktijk komen ook andere installatietypen (e.g. infrarood panelen voor ruimteverwarming, elektrische boilers voor warm tapwater) en installatiecombinaties voor.⁵

Tabel 3.1
Installatiecode en bijbehorende installatietypen

Installatiecode	koken	warm tapwater (basis)	warm tapwater (piek)	ruimteverwarming (basis)	ruimteverwarming (piek)
aaa	gas	HR	HR	HR	HR
eaa	elektrisch	HR	HR	HR	HR
eee	elektrisch	eWP_lw	eWP_lw	eWP_lw	eWP_lw
hwpe	elektrisch	hHR	hHR	BasisHWP_w	hHR
hwpa	gas	hHR	hHR	BasisHWP_w	hHR
aww	gas	gebiedsoptie	gebiedsoptie	gebiedsoptie	gebiedsoptie
eww	elektrisch	gebiedsoptie	gebiedsoptie	gebiedsoptie	gebiedsoptie
ebb	elektrisch	Bioketel	Bioketel	Bioketel	Bioketel

In deze tabel worden de installatiecodes weergegeven. Per functie- koken, warm tapwater (basis- en pieklast) en ruimteverwarming (basis- en pieklast)- wordt aangegeven welke installatietype wordt gebruikt.

4 Woningkenmerken

Woningkenmerken geven specifieke, gebouw gebonden eigenschappen van een woning en kunnen van invloed zijn op het warmteverbruik. Bij woningkenmerken kan worden gedacht aan het woningtype (vrijstaand, of met gedeelde bouwdelen), de bouwperiode, de mate van isolatie (in de vorm van het energielabel), het eigendomstype of de grootte van een woning (in de vorm van oppervlakte). De grootte van het huishouden zegt ook iets over het warmteverbruik, maar is in grote mate gebouw-onafhankelijk: de huishoudgrootte wordt daarom wel behandeld in dit hoofdstuk,

⁵ Hoewel het gemeentebestand niet voorziet in ‘standaard’ installatiecodes voor deze typen installaties, bestaat de mogelijkheid voor de gebruiker om deze zelf toe te voegen.

maar wordt niet beschouwd als woningkenmerk. Ook andere huishoudkenmerken, zoals de leeftijd en het gedrag van de bewoners, kunnen ook van invloed zijn maar worden niet meegenomen in deze studie.

Veel woningkenmerken zijn publiek beschikbaar via de BAG en worden al door PBL gebruikt in het Vesta-MAIS en HESTIA model voor de gebouwde omgeving, dit zijn onder andere: het woningtype, bouwperiode, de oppervlakte en het energielabel van een woning. Gegevens met betrekking tot het eigendomstype van woningen zijn afkomstig van het PBL model Hestia: het eigendomstype is (deels) vastgesteld op basis van publiek toegankelijke informatie. De indeling van woningen op basis van de woningkenmerken wordt aangehouden voor de regressie-analyse, de aanvullende analyses en de rekenbestanden per gemeente.

Informatie met betrekking tot de huishoudgrootte is niet publiek toegankelijk. Voor de regressie-analyse is deze informatie onder strikte voorwaarden beschikbaar gesteld aan PBL door het CBS en is onder andere gebruikt om het verbruik voor warm tapwater en koken te bepalen per woning. Deze informatie was niet meer toegankelijk voor vervolganalyses en voor de VIVET rekenbestanden per gemeente, hier wordt gebruik gemaakt van een gemiddelde huishoudgrootte per woningtype om het verbruik voor warm tapwater en koken te bepalen.

In dit hoofdstuk worden de woningkenmerken en de bepalingsmethode voor de huishoudgrootte beschreven.

4.1 Woningtype

De bedoeling is dat de woningtypen tezamen een goede afspiegeling vormen van het type gebouwen dat in Nederland gebruikt wordt om in te wonen, waarbij het woningtype iets zegt over het warmteverbruik, de mogelijke isolatiemaatregelen en installatietypen. Zo kan het een verschil maken voor het verbruik voor ruimteverwarming of een woning vrijstaand is, waarbij alle geveldelen en het dak in contact staan met de buitenomgeving, of als tussenwoning of appartement gevels deelt met naastgelegen woningen.

Als uitgangspunt voor de woningtypen worden de voorbeeldwoningen gebruikt van het RVO- elk met eigen bouwkenmerken, energetische eigenschappen en kosten voor de isolatie van bouwdelen- waarin de volgende woningtypen worden onderscheiden: vrijstaande woning, 2-onder-1-kap, rijwoning, maisonnettewoning, galerijwoning, portiekwoning, flatwoningen (overig) (Agentschap NL 2011). Deze verdeling is iets aangepast, waarbij de maisonnettewoning (een galerijwoning met twee bouwlagen) is opgenomen in een categorie 'rijwoning tussenwoning' en de galerijwoning, portiekwoning en flatwoning (overig) zijn teruggebracht tot twee aparte woningtypen, namelijk: appartementen in een complex tot en met vier verdiepingen (denk aan portiekwoningen) en appartementen in een complex met meer dan vier verdiepingen. Dit leidt tot de woningtypen van Tabel 4.1. De categorieën met voorbeeldwoningen van het RVO bevatten ook subtypen, dit onderscheid wordt hier niet gemaakt.

Tabel 4.1
Woningtype (W) & Codes

Code	Woningtype (W)
1	Vrijstaand
2	2-onder-1 kap
3	rijwoning hoekwoning
4	rijwoning tussenwoning
5	Appartement in een woongebouw tot en met 4 verdiepingen
6	Appartement in een woongebouw met 5 verdiepingen of meer

Deze tabel beschrijft rechts de woningtypen die (in de dataset referentieverbruik warmte woningen) worden onderscheiden en links de bijbehorende code die aan het woningtype is toegekend voor analysetoepassingen.

4.2 Bouwperiode

Voor het bouwjaar wordt uitgegaan van het meest recente bouwjaar van het pand waar het verblijfsobject in ligt: het gaat hier om het jaar waarin het pand als ‘bouwkundig gereed’ wordt opgeleverd. Woningen worden op basis van het bouwjaar ingedeeld in bouwperiodes. Ook de bouwperiode kan iets zeggen over het verbruik: in de loop van de tijd zijn andere eisen gesteld aan het bouwen van woningen, al dan niet met specifieke eisen voor de energieprestatie. Bovendien zegt de bouwperiode iets over de kwaliteit van de bouw.

Als uitgangspunt voor de bouwperiodes wordt gebruik gemaakt van de indeling die ook wordt gebruikt voor de voorbeeldwoningen door het RVO: deze worden weergegeven in Tabel 4.2 met voor iedere bouwperiode een beknopte omschrijving van de eigenschappen (Agentschap NL 2011):

Tabel 4.2
Bouwperiodes naar indeling voorbeeldwoningen RVO

Bouwperiode RVO	Omschrijving
tot en met 1945	dit onderscheid wordt alleen gemaakt voor rijwoningen en maisonnettewoningen. Het gaat hier om vooroorlogse woningen
tot en met 1945	naoorlogse woningen
periode 1965-1991	vanaf 1961 werd het bouwen met spouwmuren verplicht en vanaf 1965 werden eisen gesteld aan de energieprestatie van gesubsidieerde woningen middels de voorschriften voor gesubsidieerde woningen van 1965 (RVO 2009). Vanaf 1965 werden eisen gesteld aan de isolatie van dichte bouwdelen.
periode 1975-1991	vanaf 1974 werd een lagere energie index gehanteerd.
periode 1992-2005	vanaf 1992 verplichte Rc van 2,5 > m ² K/W voor alle bouwdelen en

In deze tabel wordt de indeling van bouwperiodes gegeven die ook wordt gebruikt voor de voorbeeldwoningen door RVO. Per bouwperiode wordt in de rechterkolom een (beknopte) omschrijving gegeven.

De indeling in bouwperiodes van de voorbeeldwoningen door het RVO is aangepast op basis van beschikbare kennis over gebruikte bouwmethoden en bouweisen: zo werden vooroorlogse huizen vaak gebouwd zonder spouw, waardoor spouwisolatie niet mogelijk is. Vooroorlogse huizen worden daarom verder onderverdeeld in een periode voor 1930- zonder spouwmuren- en de bouwperiode 1930 tot en met 1945, waarin sporadisch met spouwmuren werd gebouwd (RVO 2009). Ook worden diverse recente bouwperiodes toegevoegd, waarin de eisen aan de energiestaat van woningen zijn uitgebreid of verscherpt. Dit leidt tot de indeling in bouwperiodes volgens Tabel 4.3: in de tabel wordt per bouwperiode een beknopte omschrijving gegeven van de eigenschappen. Sinds 1 januari 2021 gelden de 'bijna energieneutrale gebouwen' (BENG-)eisen voor nieuwbouw woningen ⁶.

Tabel 4.3
Bouwperiode (B) & Codes

Code	Bouwperiode (B)	Kenmerken per bouwperiode
0	voor 1930	Geen spouwmuren
1	1930 t/m 1945	Soms spouwmuren
2	1946 t/m 1964	Spouwmuur werd verplicht
3	1965 t/m 1974	Voorschriften voor gesubsidieerde woningen
4	1975 t/m 1991	Vanaf 1974 lagere energie index
5	1992 t/m 1995	Verplichte Rc van 2,5 > m ² K/W en dubbele beglazing
6	1996 t/m 1999	Aanscherping energiestaat woningen 1995/1996
7	2000 t/m 2005	Aanscherping energiestaat woningen 2000
8	2006 t/m 2010	Aanscherping energiestaat woningen 2006
9	2011 t/m 2014	Aanscherping energiestaat woningen 2011
10	2015 t/m 2020	Aanscherping energiestaat woningen 2015
11	2021 en later	Alleen in de gemeentebestanden. Zelfde kenmerken als bouwperiode 10

Deze tabel geeft in de middelste kolom de bouwperiode en in de linker kolom de codes die aan de bouwperiodes zijn toegekend voor analysetoepassingen. Per bouwperiode worden in de rechterkolom kenmerken beschreven.

4.3 Energielabels

Veel woningen zijn voorzien van een vereenvoudigd energielabel (VEL) met een relatief eenvoudige bepalingmethode. Sinds 2008 is een (voorlopig) energielabel verplicht bij oplevering, verkoop en verhuur van een woning (Rijksoverheid 2020). Sinds 1 januari 2015 is een definitief energielabel verplicht bij oplevering, verkoop en verhuur van een woning: dat label moet zijn vastgesteld door een 'Centraal Register Techniek (CRT)'- gecertificeerde energieadviseur, volgens de NEN7120 methode. Deze bepaalt het energielabel op basis van een aantal woningkenmerken, waaronder: soort glas, de mate van isolatie van gevel, dak en vloer, het type installatie voor verwarming, het al dan niet aanwezig zijn van een aparte voorziening voor warm water, het ventilatiesysteem en de aanwezigheid van zonnepanelen en/ of een zonneboiler. Sinds 1 januari 2021 wordt een nieuwe methode gebruikt

⁶ NB: in de dataset referentieverbruik warmte woningen per gemeente is een extra bouwperiode toegevoegd voor de periode na 2020 (bouwperiode 11): omdat voor deze woningen bij het uitvoeren van deze studie geen (meet)gegevens beschikbaar waren, worden deze woningen behandeld als woningen uit bouwperiode 10 (2015 t/m 2020).

om het energielabel te bepalen: de ‘NTA8800’ (Rijksoverheid 2020). Het energielabel van de woning wordt geregistreerd in de RVO database ‘EP-online’ (Milieu centraal, z.j.). Een energielabel is 10 jaar geldig ongeacht de bepalingsmethode (RVO 2017). Ook bestaat er een grote groep woningen waarvan het energielabel (nog) niet is bepaald.

De bepalingsmethode waarmee het energielabel wordt vastgesteld kent enkele beperkingen. Zo wordt er geen rekening gehouden met de uitvoeringskwaliteit van energiebesparende maatregelen van woningen (van den Wijngaart & van Polen 2020).

Zoals beschreven in hoofdstuk 3, worden voor de regressie-analyse alleen woningen in beschouwing genomen waarvan op basis van de installatietypen zeker is dat ze gebruik maken van aardgas voor ruimteverwarming, warm tapwater en mogelijk ook koken. Ook wordt alleen gekeken naar woningen die niet beschikken over zonnepanelen of een zonneboiler, of waar dit onbekend is. Op deze manier kan met relatieve zekerheid worden gesteld dat het energielabel alleen samenhangt met de kwaliteit van de gebouwschil. Bij de regressie-analyse en de aanvullende analyses wordt het RVO afgemelde energielabel daarom geïnterpreteerd als ‘schillabel’ ter indicatie van de mate van isolatie van de gebouwschil, op vergelijkbare wijze als de toepassing in het Vesta MAIS-model (van der Molen et al. 2023). In dit rapport wordt verder alleen nog gesproken van het ‘schillabel’. *In de gemeentebestanden wordt het RVO-afgemelde energielabel gebruikt als benadering van het schillabel. Hier dient rekening mee te worden gehouden in het gebruik.* De volgende schillabels worden onderscheiden:

- **A+ (alleen bij populatie 1b)**
- **A**
- **B**
- **C**
- **D**
- **E**
- **F**
- **G**
- **Geen of onbekend (‘x’)**

4.4 Eigendom

Naast woningkenmerken als het woningtype, bouwperiode en schillabel wordt het eigendomstype gegeven. Onderscheid wordt gemaakt tussen koopwoningen, particuliere huurwoningen en sociale huurwoningen. Ieder eigendomstype krijgt een code toegekend voor analyse toepassingen (zie Tabel 4.4). Twee databestanden zijn gebruikt om de eigendomsstatus van woningen te bepalen, waarin de verdeling wordt weergegeven van woningen in corporatiebezit (wat wordt aangenomen als sociale huur) en woningen in particuliere huur (EZK 2021) (EZK 2020). Woningen die niet binnen deze categorieën vallen worden aangenomen als koopwoningen. Dezelfde methode wordt ook gebruikt voor het bepalen van het eigendomstype in het Hestia model (van der Molen et al. 2023).

Tabel 4.4
Eigendomstype (E) en codes

Code	Eigendomstype (E)
0	Koop
1	Particuliere huur
2	Sociale huur

Deze tabel beschrijft in de rechterkolom de eigendomstypen van woningen die in de dataset referentieverbruik warmte woningen worden onderscheiden en in de linker kolom de bijbehorende code voor analysetoepassingen.

4.5 Oppervlakte

De oppervlakte wordt gegeven in hele vierkante meters en is bepaald met de NEN2580 bepalingmethode: gemeenschappelijke algemene ruimten worden niet meegenomen. Woningen met een oppervlakte van minder dan 14 vierkante meter, of meer dan 2700 vierkante meter worden niet meegenomen.

4.6 Huishoudgrootte

De vraag naar warm tapwater en koken is onder andere afhankelijk van de gezinsgrootte. De gezinsgrootte per woning is informatie die niet publiek toegankelijk is. Om het verbruik voor koken en warm tapwater te kunnen schatten voor de regressieanalyse, heeft het CBS de huishoudgrootte onder strikte voorwaarden ter beschikking gesteld aan het PBL (zie hoofdstuk 6 over de regressieanalyse). De huishoudgrootte was niet meer beschikbaar voor vervolganalyses of voor de gemeentebestanden referentieverbruik warmte woningen. Voor die toepassingen wordt daarom een benadering gegeven van het aantal bewoners op basis van een lineair regressiemodel en het gemiddeld aantal bewoners per woningtype (gewogen gemiddelde van het gemiddeld aantal bewoners per woningcombinatie van alle onderzoekspopulaties), afgerond naar het dichtstbijzijnde gehele getal (zie Tabel 4.5). Voor meer informatie over de lineaire regressie, zie hoofdstuk 6.

Tabel 4.5
Aantal bewoners per woningtype, gemiddelde van alle onderzoekspopulaties

Woningtype	Gemiddeld aantal bewoners	Afgerond aantal bewoners
vrijstaand	2.56	3
2-onder-1-kap	2.51	3
rijwoning hoekwoning	2.44	2
rijwoning tussenwoning	2.47	2
appartementen t/m 4 verdiepingen	1.66	2
Appartementen met 5 verdiepingen of meer	1.76	2

Deze tabel beschrijft in de linker kolom het woningtype. In de middelste kolom wordt per woningtype het gemiddeld aantal bewoners gegeven. In de rechter kolom wordt het aantal bewoners per woningtype afgerond tot een geheel getal.

5 Warm tapwater en koken (TNO)

Dit hoofdstuk beschrijft de methode waarmee de metervraag en het functioneel energiegebruik van koken en (warm) tapwater wordt gerelateerd aan woningkenmerken door TNO (zie bijlagen 5 en 6). Zoals wordt beschreven in hoofdstuk 2 moet de functionele energievraag worden begrepen als de nuttig gebruikte energie voor een bepaalde toepassing, dus het gebruik zonder rendementsverlies. In het geval van koken hangt dit verlies af van het gebruikte fornuis, de gebruikte pannen en het kookgedrag (Menkveld 2014). Wij gaan in onze berekeningen uit van 40% rendement. Dit betekent dat bij koken met een gasfornuis 60 procent van het energieverbruik verloren door warmte die langs de pan gaat of die gebruikt wordt om de pan zelf te verwarmen. De resterende 40% die gebruikt wordt om daadwerkelijk het eten warm te maken, noemen wij functioneel gebruik. Dit functionele verbruik is gelijk ongeacht welk apparaat wordt gebruikt. Maar een inductiekookplaat heeft bijvoorbeeld een beter rendement dan een gasfornuis. Het totale energieverbruik (oftewel de metervraag dat wil zeggen inclusief het rendementsverlies) is daardoor lager, bij een gelijk functioneel energiegebruik.

Ook voor warmwaterbereiding is er rendementsverlies dat afhankelijk is van het type apparaat. Ook hiervoor hebben we de functionele vragen in kaart gebracht.

In bijlage 6 staan de functionele energievragen voor koken en de metervraag voor koken indien een woning is aangesloten op het aardgasnet uitgesplitst naar bouwjaarklasse, huishoudgrootte en gebruiksoppervlakte. In bijlage 5 staan de functionele energiegebruiken voor warm tapwater en de metervraag voor warm tapwater indien een woning is aangesloten op het aardgasnet uitgesplitst naar gezinsgrootte en oppervlakteklasse. In deze notitie gaan we in op de methode die gebruikt is om tot deze getallen te komen.

In het bepalen van het gasgebruik voor koken en warm tapwater is gebruik gemaakt van een formule die in een eerdere studie is ontwikkeld (Tigchelaar 2013). Ook worden kengetallen uit deze studie grotendeels overgenomen. In deze notitie wordt een aantal parameters binnen deze formule vernieuwd op basis van de data uit WoON 2018. In het WoON onderzoek is een grote database met technische en sociaaleconomische gegevens van woningen opgebouwd met informatie verzameld uit inspecties en enquêtes onder een grote representatieve steekproef (ong. 4.500 in 2018) van woning-eigenaren en huurders (WoON 2018).

De nieuwe waarden van een aantal parameters zijn gebaseerd op een gewogen extrapolatie van WoON onderzoeksdata naar de gehele woningvoorraad. Additioneel is met een variantieanalyse (ANOVA) bekeken of een onderscheid naar de volgende factoren relevant is:

- Woningtype
- Eigendom
- Bouwjaar
- Label
- Oppervlakte
- Huishoudgrootte
- Leeftijd (van de hoofdbewoner)
- Huishoudtype

Op basis van deze analyse blijkt dat er voor koken vaak significante⁷ verschillen in het gasgebruik zijn tussen bouwjaarklassen⁸, oppervlakteklassen en huishoudgrootte. Voor koken zal dan ook het gemiddelde energiegebruik voor elke combinatie van deze drie factoren worden getoond. Voor warm tapwater wordt alleen onderscheid gemaakt naar oppervlakteklasse en huishoudgrootte. Andere afhankelijkheden zijn minder significant of konden niet in het onderzoek worden meegenomen. Dit laatste is bijvoorbeeld het geval voor de leeftijd van de bewoners in relatie tot het warm tapwatergebruik: leeftijd van de bewoners is hier wel significant van invloed, maar kon niet in de gemeentebestanden worden meegenomen omdat die informatie niet publiek toegankelijk is. Om te laten zien welke factoren van belang zijn worden de resultaten van het TNO onderzoek wel gepresenteerd.

5.1 Functioneel energiegebruik koken

Het functionele energiegebruik voor koken is bepaald met formule 1:

Formule 1: Functionele energiegebruik voor koken

*Functionele energiegebruik koken = gasgebruik koken * rendement gasfornuis*

*Functionele energiegebruik koken = gasgebruik koken * rendement gasfornuis*

Voor het rendement van een gasfornuis houden we 40% aan (Menkveld 2014)

Om het gasgebruik voor koken te bepalen zijn twee berekeningen gedaan:

1. 'Gasgebruik koken': Het gemiddelde gasgebruik over de woningvoorraad
2. 'Gecorrigeerd gasgebruik koken': Het gemiddelde gasgebruik voor woningen met een gasaansluiting

In VIVET worden alleen woningen beschouwd met een gasaansluiting wat volgens WoON 2018 zo'n 92% van de totale woningvoorraad is. Formule 2 wordt gebruikt bij het bepalen van het gecorrigeerd gasverbruik voor koken:

Formule 2: Gecorrigeerd gasgebruik koken

*Gecorrigeerd gasgebruik Koken = ((9,57 * huishoudgrootte) + (2,9 * bezit gasfornuis bij gasaansluiting * gebruik gasfornuis) + (3,55 * bezit gasoven bij gasaansluiting * gebruik gasoven) + (0,375 * aantal jaren)) * factor elektrificatie*

De harde getallen in de formule (9,57; 2,9; 3,55 en 0,375) zijn het gemiddelde gasgebruik van de specifieke onderdelen en zijn in een eerdere studie bepaald (Tigchelaar 2013). In die studie is op basis van het Huishoudelijk Onderzoek Markt en Energie (HOME) onderzoek (Milward Brown 2003 t/m 2012) en het daaraan voorafgaande Basisonderzoek Aardgasverbruik kleinverbruikers (BAK)

⁷ Significant bij sig.<0,05

⁸ De bouwjaarklassen die worden gebruikt voor het bepalen van het gasgebruik voor koken zijn niet dezelfde als de bouwjaarklassen die worden onderscheiden voor ruimteverwarming in de regressieanalyse (zie paragraaf 4.2). In tabel 22 kan worden gezien hoe de bouwjaarklassen van TNO zich verhouden tot de bouwperiodes die voor dit project zijn gedefinieerd.

(EnergieNed en Gasunie 1987 t/m 2001) een inschatting gemaakt van de ontwikkeling van het gasverbruik van koken. In die studies is voor meerdere jaren een statistische multi-regressie-analyse gemaakt om de belangrijkste voorspellende factoren voor het gasgebruik voor koken te bepalen. Deze factoren zijn huishoudgrootte, bezit gasfornuis en -oven, en het aantal keren per week dat dit fornuis en de oven gebruikt wordt.

Tussen de meest recente jaren 1996 en 2009 is een afname te zien die niet alleen verklaard kan worden met de ontwikkeling in die genoemde factoren. Daarom is in (Tigchelaar 2013) ook de factor 'elektrificatiefactor' geïntroduceerd. De elektrificatiefactor is een schatting van de mate waarin de activiteit 'koken' is geëlektrificeerd ten opzichte van het jaar van de studie, bijvoorbeeld door het gebruik van waterkokers in plaats van de fluitketel op het fornuis. Daarnaast zijn er nog andere factoren, zoals de afnemende kooktijd. Deze factoren zijn samengevoegd in de factor 'aantal jaren' voor 2009 en de afwijking per jaar (=0,375).

In deze notitie hebben we op basis van WoON2018 de waardes vernieuwd voor 'bezit gasfornuis bij gasaansluiting', 'gebruik gasfornuis', 'bezit gasoven bij gasaansluiting' en 'gebruik gasoven'. Het gemiddelde gebruik wordt weergegeven voor elke combinatie van bouwjaarklasse van de woning, gebruiksoppervlakteklasse en huishoudgrootte. Uit WoON 2018 bleek dat deze factoren vaak het belangrijkste zijn voor het percentage bezit of het gebruik van het fornuis of de gasoven.

5.1.1 Gasfornuis

Uit WoON2018 blijkt dat zo'n 70% van alle huishoudens een gasfornuis heeft en 30% een elektrische kookplaat (zie Tabel 5.1). Het verschil tussen eigendomstypes is statistisch significant: Koopwoningen hebben vaker een elektrische kookplaat (35%) dan een sociale (20%) of particuliere huurwoning (25%). Andere kenmerken die een significant hoger aandeel elektrisch koken geven zijn een recent bouwjaar, een grote woning, een vrijstaande woning en een goed schilllabel. Verder heeft een samenwonend paar zonder kinderen het vaakst een elektrische kookplaat en een eenoudergezin het minst vaak. In oudere leeftijdsgroepen (65+) wordt ook significant vaker een elektrische kookplaat gebruikt dan in andere leeftijdscategorieën.

Tabel 5.1
Aandeel type kookplaat in de Nederlandse woningvoorraad

Type kookplaat	Aandeel huishoudens
Gas	70,6 %
Inductie	16,7 %
Keramisch	8,4 %
Overig elektrisch	4 %
Anders / geen	0,3 %

Deze tabel beschrijft het aandeel van de verschillende kooktypen in de Nederlandse woningvoorraad. Koken met gas komt het meeste voor (70.6%). Verder wordt er relatief veel elektrisch gekookt met een inductiefornuis (16.7%). Bron: (WoON 2018).

De percentages 'Bezit gasfornuis' zoals deze in de formule 'Gecorrigeerd gasgebruik Koken' (formule 1) worden gebruikt zijn de percentages voor alleen woningen met een gasaansluiting. Om hiertoe te komen is het percentage 'Bezit gasfornuis' gedeeld door het percentage woningen in Nederland dat een gasaansluiting heeft (92% volgens WoON2018).

Er is ook gevraagd hoe vaak de respondenten gebruik maken van het fornuis (gas of elektrisch), zie Tabel 5.2. Driekwart maakt 5-7 keer per week gebruik van het fornuis, 40% gemiddeld één keer per dag. Niet onverwachts is de belangrijkste factor die invloed heeft op het aantal keer koken het

aantal personen in het huishouden. Daarbij is er met name verschil tussen één bewoner en meer dan één bewoner. Andere aspecten die een statistisch significante invloed hebben op het kookgedrag zijn het woonoppervlakte, woningtype en eigendomssituatie van de woning. In een kleinere woning, appartement en sociale huurwoning wordt minder gekookt dan in andere categorieën. Het is goed om op te merken dat deze drie factoren ook sterk gecorreleerd zijn aan elkaar en aan het aantal bewoners in een woning. In mindere mate is ook de leeftijd relevant, waarbij huishoudens waarbij de hoofdbewoner <34 of 75+ is wat minder vaak het fornuis gebruiken dan andere leeftijdscategorieën.

Tabel 5.2
 Spreiding in aantal keren gebruik van fornuis bij huishoudens

Aantal keer gebruik van het fornuis	Aandeel huishoudens
Minder dan 1 keer per week	1,9%
1 keer per week	1%
2 keer per week	2,6%
3 keer per week	5%
4 keer per week	8,4%
5 keer per week	14,5%
6 keer per week	20,2%
7 keer per week	39,2%
8 keer per week of vaker	7%

Deze tabel geeft de spreiding weer van het gebruik van het (gas)fornuis per week. De meeste huishoudens (39,2%) gebruiken het gasfornuis 7 keer per week. Bron: (WoON 2018).

5.1.2 Gasoven

Bijna 6% van alle huishoudens in Nederland heeft een gasoven. Een huurwoning heeft daarbij significant vaker een gasoven dan een koopwoning. Ook hebben woningen in de oudste bouwjaar-klasse en woningen in de kleinste oppervlakteklasse vaker een gasoven, de nieuwste woningen hebben significant het minst vaak een gasoven. Huishoudens met één bewoner hebben vaker een gasoven dan huishoudens met meer dan één persoon.

De percentages 'Bezit gasoven' zoals deze in de formule 'Gecorrigeerd gasgebruik Koken' (formule 1) worden gebruikt zijn de percentages voor alleen woningen met een gasaansluiting. Om hiertoe te komen is het percentage 'Bezit gasoven' gedeeld door het percentage woningen in Nederland dat een gasaansluiting heeft (92% volgens WoON2018).

De leeftijd van de hoofdbewoner is een significante factor in het aantal keer gebruik van de gasoven, ook al verklaart deze het gebruik maar beperkt. Van de huishoudens met een gasoven gebruikt de jongste leeftijdsklasse (17-34 jaar) de gasoven het vaakst per week en de oudste leeftijdsklassen (65+) het minst vaak. Ook het aantal bewoners en het huishoudtype speelt nog een rol, waarbij grotere huishoudens (4 of meer personen) en een paar met kinderen de gasoven het vaakst gebruiken. Tabel 5.3 geeft de spreiding in het aantal keren gebruik van de gasoven bij huishoudens met een gasoven.

Tabel 5.3

Spreiding in aantal keren gebruik van gasoven bij huishoudens

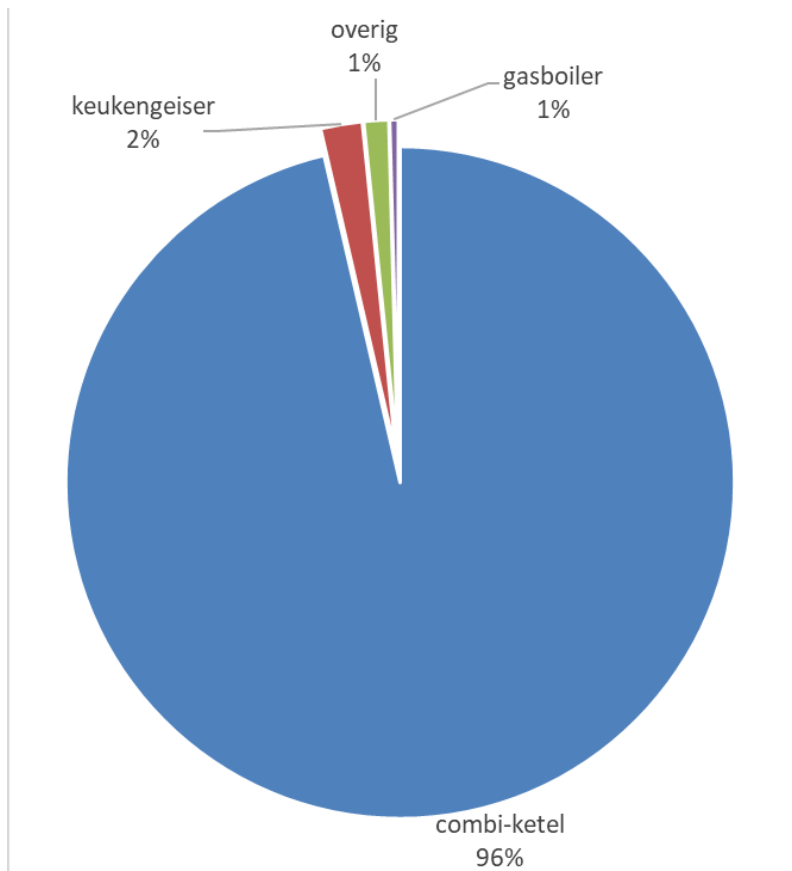
Aantal keer gebruik van de gasoven per week	Aandeel huishoudens (met een gasoven)
Minder dan 1 keer per week	44,9 %
1 keer per week	18,7 %
2 keer per week	19,1 %
3 keer per week	6 %
4 keer per week	2,2 %
5 keer per week	2,2 %
6 keer per week	0,4 %
7 keer per week	1,5 %
8 keer per week of vaker	2,2 %
Weigert	2,6 %

Deze tabel geeft de spreiding weer van het gebruik van de gasoven per week. De meeste huishouden (44,9%) gebruiken de gasoven minder dan 1 keer per week. Bron: (WoON 2018).

5.2 Functioneel energiegebruik warm water

Bij het bepalen van het functionele energiegebruik van warm water gaan we uit van het gebruik bij een combiketel. Dit is met 96% verreweg de meest voorkomende vorm van een gasgestookt warm watersysteem in Nederland (zie Figuur 5.1). Voor het rendement gaan we uit van een gewogen gemiddelden van de verschillende warmwatersystemen.

Figuur 5.1
Aandeel gasgestookte warm watersystemen



Deze figuur geeft het aandeel weer van verschillende gasgestookte warm watersystemen in het totaal. In 96% van de gevallen gaat het om een combi-ketel. Keukengeisers, gasboilers en overige systemen vormen de resterende 4%. Bron: (WoON 2018)

Het functionele energiegebruik voor warm water is bepaald door:

*Functionele energiegebruik warm water = gasgebruik tapwater * rendement combi-ketel*

Het rendement van warmwaterproductie = 85%

Om het gasgebruik voor warm tapwater te bepalen wordt formule 3 gebruikt:

Formule 3: Gasgebruik Tapwater

$$\begin{aligned}
 \text{Gasgebruik Tapwater} = & (61,2 + 68,21 * (\text{gezinsfactor} + 0,13) - 4,66 * ((\text{gezinsfactor} + \\
 & 0,13) * (\text{aanwezigheid vaatwasser} * \text{gezinsfactor}))) + 5,04 * \\
 & \text{aantal douches per gezin per week} * \text{doucheminuten} / 8,03 / (\text{waterbesparing} / 0,49) + 7 * \\
 & (\text{aanwezigheid bad} * \text{aantal baden per gezin per week}) - 0,45 * \\
 & \text{aantal dagen afwezigheid} + 12,14 * \text{percentage combivat} + \text{percentage close} - \\
 & \text{in boiler} * -24,91 / \text{rendementsverbetering combi - ketels2009 - 2020} + \\
 & \text{Aantal jaren voor 2009} * 2,62
 \end{aligned}$$

Net zoals bij Koken zijn ook hier de harde getallen in de formule het gemiddelde gasgebruik van de specifieke onderdelen bepaald in een eerdere studie (Tigchelaar 2013). Ook de gezinsfactor, waterbesparing, aantal dagen afwezigheid, percentage combivat en rendement combi-ketels komen uit deze eerdere studie, zie

Tabel 5.4. Net als bij koken zijn de waarden gebaseerd op multi-regressieanalyses in het HOME (Milward Brown 2003 t/m 2012) en BAK onderzoek (EnergieNed en Gasunie 1987 t/m 2001)⁹, aangevuld met ontbrekende factoren zoals beschreven in (Tigchelaar 2013). Deze ontbrekende factoren zijn het verbeterd rendement van de warmwatervoorziening (combi-ketels) en overige factoren zoals besparende maatregelen gecombineerd in de factor ‘aantal jaren’ dat refereert aan het aantal jaar vóór 2009.

Tabel 5.4

Vaste waarden voor parameters in de formule voor ‘Gasgebruik Tapwater’ (formule 3)

Parameters warm water	Waarde
Aantal jaren voor 2009	-11
Waterbesparing	60%
Percentage combi-wat	28%
Aantal dagen afwezigheid	20
Rendementsverbetering combi-ketel 2009-2020	103%
Gezinsfactor (bij 1 bewoner)	1.29
Gezinsfactor (bij 2 bewoners)	2.38
Gezinsfactor (bij 3 bewoners)	3.12
Gezinsfactor (bij 4 bewoners)	3.17
Gezinsfactor (bij 5 bewoners)	3.55

Deze tabel geeft de vaste waarden in de formule voor ‘gasgebruik tapwater’. De vaste waarden zijn: het aantal jaren voor 2009, waterbesparing, percentage combi-wat, aantal dagen afwezigheid, de rendementsverbetering van een combi-ketel tussen 2009 en 2020 en de gezinsfactor (afhankelijk van de huishoudgrootte). Bron: (Tigchelaar 2013).

Voor de helderheid, de rendementsfactor in deze formule is niet bedoeld om functionele vraag te bepalen. Deze factor is opgenomen in de formule om de ontwikkeling van het gasgebruik voor warmwater te corrigeren voor de verbetering van verwarmingssystemen dat plaatsgevonden heeft tussen 2020 en 2009 toen de statistische formule is bepaald.

Uiteindelijk wordt het totale gasgebruik voor warmwaterbereiding omgezet naar een functioneel gebruik door te delen door 85%.

In deze notitie hebben we op basis van WoON2018 de waarden vernieuwd voor ‘aanwezigheid vaatwasser’, ‘aantal douches per gezin per week’, ‘doucheminuten’, ‘aanwezigheid bad’, ‘aantal baden per gezin per week’ en ‘percentage close-in boiler’. Het gemiddelde gebruik wordt weergegeven voor elke combinatie van gebruiksoppervlakteklasse en huishoudgrootte. Uit WoON 2018 bleek dat deze factoren vaak het belangrijkste zijn voor het gebruik van douche en bad.

5.2.1 Douche

Gemiddeld wordt de douche 11x per week gebruikt in een huishouden. Het aantal personen in het huishouden is de belangrijkste factor en verklaart voor bijna 50% de verschillen in aantal keer douchen.

⁹ Deze regressieanalyse is gedaan op het gasgebruik in de zomer, van woningen waar niet gekookt wordt op gas. In de zomer wordt (nagenoeg) geen gas gebruikt voor ruimteverwarming. Zo kan met relatieve zekerheid worden aangenomen dat het gasverbruik in die periode volledig valt toe te schrijven aan het gebruik van warm tapwater (exclusief koken en ruimteverwarming).

De leeftijd speelt ook een belangrijke rol, waarbij ook een onderscheid kan worden gemaakt tussen huishoudens waarbij de hoofdbewoner <55 is (wordt vaker gedoucht) of >55 (wordt minder vaak gedoucht). Verder spelen ook hier woonoppervlakte (hoe groter, hoe vaker er gedoucht wordt), woningtype (in een appartement wordt minder vaak gedoucht) en eigendom (in een sociale huurwoning wordt het minst vaak gedoucht) een (kleinere) rol.

Gemiddeld wordt er 7,6 minuten gedoucht per douchebeurt (Tabel 5.5) Leeftijd is hier de belangrijkste factor, hoe jonger de hoofdbewoner, hoe langer er gedoucht wordt. Boven de 55 is er weinig onderscheid meer tussen de leeftijdscategorieën. Ook is het huishoudtype en aantal bewoners van belang. Bij 3 bewoners of meer wordt er langer gedoucht dan bij één of twee bewoners. In een eenoudergezin wordt het langst gedoucht en bij een paar zonder kinderen het kortst. Tot slot spelen oppervlakte en eigendom, en in heel beperkte mate, woningtype een significante rol. Hierbij geldt dat hoe groter de woning, hoe korter er gemiddeld gedoucht wordt. In een sociale huurwoning wordt het langst gedoucht en in een koopwoning en vrijstaande woning het kortst.

Tabel 5.5
 Spreiding in aantal minuten douchen bij huishoudens

Aantal minuten per keer douchen	Aandeel huishoudens
Minder dan 5 minuten	21,1 %
5 tot 10 minuten	55,1 %
10 tot 15 minuten	18,6 %
15 tot 20 minuten	4,3 %
20 minuten of meer	1%

Deze tabel geeft de spreiding weer van het aantal minuten douchen bij huishoudens. De meeste huishoudens (55.1%) douchen 5 tot 10 minuten. Bron: (WoON 2018).

5.2.2 Bad

Bijna 40% van de huishoudens heeft een bad, waarbij appartementen maar in 21% van de gevallen een bad hebben en vrijstaande woningen 71%. In sociale huurwoningen komt maar in 4,5% een bad voor. Indien de hoofdbewoner in de jongste (<34) of oudste leeftijdscategorie valt is er statistisch significant minder vaak een bad aanwezig dan in de andere leeftijdsklassen. Een eenpersoons- en eenouderhuishouden hebben verder minder vaak een bad dan een paar (met of zonder kinderen). Tot slot hebben de oudste en nieuwste woningen vaker een bad dan andere bouwjaarclassen en is er een relatie tussen de woningoppervlakte en de aanwezigheid van een bad: hoe groter het huis hoe groter de kans dat er een bad is.

Het bad wordt gemiddeld 1,3 keer per week per huishouden gebruikt. Het aantal bewoners is hierin de meest bepalende factor. Er is ook een significante relatie met de leeftijd waarbij huishoudens waar de hoofdbewoner in de jongste leeftijdsklasse valt het vaakst in bad gaan (2,1 keer per week) ten opzichte van de oudste leeftijdsklasse die het minst vaak een bad nemen (0,9 keer per week). Tabel 5.6 geeft de spreiding van het gebruik van het bad bij huishoudens.

Tabel 5.6

Spreiding in aantal keren baden bij huishoudens

Aantal keer in bad	Aandeel huishoudens
Minstens 1 keer per dag	6,1%
Minstens 1 keer per week	26,6%
Minstens 1 keer per maand	16,3%
Minder vaak dan 1 keer per maand	31,2%
Nooit	19,8%

Deze tabel geeft de spreiding weer van het aantal keren dat mensen een bad nemen per dag, week of maand. De meeste huishoudens (31,2%) nemen minder dan 1 keer per maand een bad. Bron: (WoON 2018).

5.2.3 Close-in boiler en vaatwasser

Ruim 10% van de huishoudens heeft een close-in boiler¹⁰. 70% van de huishoudens heeft een vaatwasser, in appartementen en sociale huurwoningen het minst vaak en in vrijstaande koopwoningen het vaakst. Ook woningen uit de nieuwste bouwjaarklasse hebben vaker een vaatwasser dan andere klassen en over het algemeen geldt: hoe groter de woning hoe vaker er een vaatwasser aanwezig is. Verder hebben huishoudens met één bewoner het minst vaak een vaatwasser en huishoudens met 4 of meer personen het vaakst. Tot slot hebben huishoudens waarvan de hoofdbewoner 75+ is het minst vaak een vaatwasser vergeleken met andere leeftijdsklassen.

¹⁰ Dit is een kleine elektrische boiler voor warm water in de keuken

6 Regressieanalyse ruimteverwarming

6.1 Inleiding regressie-analyse

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe een lineaire regressieanalyse is uitgevoerd voor de functionele warmtevraag voor ruimteverwarming voor verschillende groepen woningen als functie van de woonoppervlakte. Naast een lineaire regressie analyse voor ruimteverwarming is ook een lineaire regressieanalyse uitgevoerd voor het aantal bewoners als functie van de woonoppervlakte. De berekeningen zijn uitgevoerd op microdata in de beveiligde Remote Access (RA) omgeving van het CBS. De input was een database met verschillende statistieken uit meerdere bronnen die voor dit project was aangemaakt.

De volgende paragrafen geven een algemene beschrijving van de populatie en groepen voor de analyse (paragraaf 2), software en input data (paragraaf 3 en 4), berekeningen voor de functionele warmtevraag voor ruimteverwarming (paragraaf 5), verschillende klimaatcorrecties (paragraaf 6) en een beknopte beschrijving van de regressie-resultaten (paragraaf 7).

6.2 Dataselectie

De berekeningen zijn gebaseerd op micro-data en gegevens van een selectie van woningen met een aardgasaansluiting in Nederland voor het jaar 2020. De data bevatten verschillende BAG karakteristieken te weten woningtype, bouwjaar en bruto vloeroppervlakte (zie hoofdstuk 4). Tevens is het bij RVO afgemelde energielabel opgenomen en een PBL regionale klimaatcorrectiefactor. Daarnaast zijn de metervraag van aardgas en het aantal bewoners per woning beschikbaar. Generieke kentallen voor alle woningen zijn gebruikt voor de efficiëntie van verwarmingsinstallaties (zie hoofdstuk 3).

6.2.1 Statistische populatie

Voor de analyse wordt een statistische populatie van woningen geselecteerd en later in verschillende groepen verdeeld; deze groepen sluiten elkaar uit. De statistische populatie bestaat uit 5.460.850 woningen van de 7.891.786 woningen die geregistreerd staan in het CBS bestand. De statistische populatie voor deze analyse bestaat uit alle woningen met de volgende eigenschappen:

- Woningen op aardgas voor ruimteverwarming en warm tapwater (eventueel ook voor koken) en met een individuele aansluiting.
- Individuele cv ketel (vanaf 1998) die gebruik maakt van aardgas voor ruimteverwarming, voor warm tapwater en eventueel ook voor koken.
- Bewoond in de onderzoeksperiode(2020) of het voorgaande jaar met tenminste één bewoner.
- Bouwjaar van 2020 of eerder.
- Eventuele woningen met een schillabel hoger dan A zijn geaggregeerd als een label hoger dan A.

- Beschikbare gegevens met betrekking tot aardgasverbruik, bouwjaar en bouwperiode, woningtype, eigendom, vloeroppervlakte en aantal bewoners. Wanneer deze informatie niet beschikbaar was werd de woning niet meegenomen.
- Geen zonneboiler en/of zonnepanelen omdat dit de uiteindelijke verbruikscijfers kan beïnvloeden. Waar het niet duidelijk is of een woning een zonneboiler of zonnepanelen heeft wordt deze wel betrokken in de analyse.
- Wij nemen alleen woningen met een klimaat gecorrigeerde functionele warmtevraag ruimteverwarming hoger dan nul. Daarna, met betrekking tot het aantal inwoners, vloeroppervlakte en de berekende functionele warmtevraag voor ruimteverwarming, nemen wij alleen woningen met waarden die lager of hetzelfde zijn als de waarde van kwantiel 99 voor elk van de drie variabelen. De reden is om extreme waarden te voorkomen: dit is bijvoorbeeld het geval bij een groot aantal bewoners (CBS 2022a), wat kan duiden op een studenten- of zorgwoning met (sterk) afwijkende verbruikseigenschappen.
- In dit project wordt alleen gekeken naar het referentieverbruik van *woningen*: utiliteitsbouw is uitgesloten van de huidige analyse. Woningen met een utiliteitsfunctie naast de woningfunctie zijn niet meegenomen in de statistische populatie.
- Alleen woningen met een ‘verblijfsobject in gebruik’ status zijn meegenomen in de analyse.

6.2.2 Onderzoekspopulaties

In deze analyse wordt de statistische populatie verdeeld in drie groepen (‘populaties’) die elkaar uitsluiten. Zoals beschreven in paragraaf 4.3 is het sinds begin 2015 voor woningeigenaren mogelijk om hun woning middels een vastgestelde bepalingmethode van een definitief energielabel te laten voorzien door een expert als zij hun woning gaan verkopen of verhuren (ILT z.j.). De geselecteerde data is daarom onderverdeeld in de volgende groepen:

1. Populatie 1a (bestaande uit 1.121.146 woningen). Woningen waarvan het energielabel is vastgesteld door een expert in 2015 of daarna..
2. Populatie 1b (bestaande uit 1.907.246 woningen). Woningen met één van de volgende kenmerken:
 - a. Vereenvoudigd energielabel, dat is aangevraagd door de woningeigenaar.
 - b. Energielabel vastgesteld in 2014 of eerder.
3. Populatie 2 (bestaande uit 2.432.458 woningen). Woningen zonder een geregistreerde opname methode voor het energielabel.

Voor een uitgebreide beschrijving van de samenstelling van de populaties (in relatie tot woningtypen, eigendomstypen, bouwperiodes, schillabels, etc.) zie paragraaf 8.1.

6.3 Software en input data

6.3.1 Software

Voor alle berekeningen in de RA van de CBS microdata is gebruik gemaakt van R Project via R Studio. Informatie over de sessie in R Studio wordt weergegeven in het onderstaande tekstkader:

```
> sessionInfo()
R version 3.6.2 (2019-12-12)
Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit)
Running under: Windows Server >= 2012 x64 (build 9200)

Matrix products: default

locale:
[1] LC_COLLATE=Dutch_Netherlands.1252 LC_CTYPE=Dutch_Netherlands.1252
LC_MONETARY=Dutch_Netherlands.1252
[4] LC_NUMERIC=C LC_TIME=Dutch_Netherlands.1252

attached base packages:
[1] stats graphics grDevices utils datasets methods base

other attached packages:
[1] writexl_1.2 stringr_1.4.0 dplyr_1.0.6 haven_2.3.1

loaded via a namespace (and not attached):
[1] Rcpp_1.0.6 rstudioapi_0.11 magrittr_1.5 hms_0.5.3 tidyselect_1.1.0 R6_2.4.1
[7] rlang_0.4.12 fansi_0.4.1 tools_3.6.2 utf8_1.1.4 DBI_1.1.0 ellipsis_0.3.0
[13] yaml_2.2.1 tibble_3.0.3 lifecycle_1.0.0 crayon_1.3.4 readr_1.3.1 purrr_0.3.3
[19] vctrs_0.3.6 glue_1.4.1 stringi_1.4.6 compiler_3.6.2 pillar_1.6.0 forcats_0.5.0
[25] generics_0.0.2 pkgconfig_2.0.3
```

6.4 Input data

6.4.1 Woningen en huishoudens

Data van het CBS over woningen zijn ingedeeld naar de woningkenmerken: woningtype, bouwperiode, eigendomstype en schillabel, zogenaamde ‘woninggroepen’. Voor een beschrijving van de woningkenmerken, zie hoofdstuk 4. Zoals beschreven in paragraaf 4.6 was de daadwerkelijke huishoudgrootte per woning alleen voor de regressie-analyse beschikbaar gesteld door het CBS om het verbruik voor koken en warm tapwater te kunnen bepalen volgens de bepalingsmethode van TNO (zie hoofdstuk 5).

6.4.2 Koken en tapwater

Referentiecijfers voor energieverbruik voor koken en tapwater zijn bepaald door TNO (zie hoofdstuk 5). Om deze cijfers te gebruiken in onze analyse zijn de volgende categorieën aangenomen:

- Bouwjaar: eerder of gelijk aan 1930, bouwjaar 1931 tot en met 1959, bouwjaar 1960 tot en met 1980, bouwjaar 1981 tot en met 1995, en bouwjaar 1996 en later.

In de oorspronkelijke referentiecijfers is de maximale gezinsgrootte *vijf gezinsleden*. In deze analyse wordt voor eventuele woningen met een hoger aantal gezinsleden dezelfde gezinsfactor aangenomen.

Om het verbruik voor koken te bepalen wordt gebruik gemaakt van het bouwjaar, de oppervlakte en de daadwerkelijke huishoudgrootte van de woning. Om het verbruik voor warm tapwater te bepalen wordt alleen gebruik gemaakt van de oppervlakte en de daadwerkelijke huishoudgrootte van de woning.

6.4.3 Efficiëntie van warmtesystemen

Voor de ketelefficiëntie van de ruimteverwarmingsinstallatie (SPF 1.04) is gebruik gemaakt van het kengetallen bestand 'Performance van installaties' van het Vesta MAIS-model (van der Molen, et al. 2021), zie hoofdstuk 3.

6.5 Functionele energievraag ruimteverwarming

De volgende paragrafen beschrijven de berekening van de functionele warmtevraag ruimteverwarming en de bijbehorende klimaatcorrectie. Een soortgelijke methode, met een regressie-analyse, om het (referentie)verbruik voor ruimteverwarming te bepalen is ook gebruikt voor de Startanalyse in 2020, welke is uitgevoerd met het PBL model voor de gebouwde omgeving Vesta MAIS: de regressie-analyse die in deze notitie wordt beschreven wijkt op enkele belangrijke punten af van de regressie-analyse uit 2020.

Allereerst wordt de methode beschreven die gebruikt wordt in het Vesta MAIS-model om de functionele warmtevraag voor ruimteverwarming te bepalen van een woning als functie van de oppervlakte. Daarna wordt de methode beschreven die wordt toegepast in de huidige regressie-analyse. Ook wordt er aandacht besteed aan de verschillen tussen de methoden. In hoofdstuk 9 wordt ingegaan op de verschillen in uitkomsten tussen de twee methoden. We refereren aan de studie uit 2020, met CBS informatie uit 2018, als 'CBS2018'. We refereren aan de huidige studie, met CBS informatie uit 2020, als 'VIVET2020'.

6.5.1 Functionele warmtevraag ruimteverwarming Vesta MAIS-model (CBS2018)

De vorige berekening van de functionele vraag naar ruimteverwarming wordt beschreven in het functioneel ontwerp van het Vesta MAIS-model (van der Molen, et al. 2021): voor deze berekening was data beschikbaar van het CBS in de vorm van gemiddelden voor gasverbruik, uitgesplitst naar woningtype, bouwjaarklasse, oppervlakteklasse en gecertificeerd schillabel. De gemiddelden zijn gebaseerd op het waarnemingsjaar 2018. De metervraag is afhankelijk van de functionele vraag voor ruimteverwarming (FV_{rv}), de functionele vraag voor warm tapwater (FV_{wtw}), de efficiëntie van de verwarmingsinstallaties voor respectievelijk ruimteverwarming (Eff_{rv}) en warm tapwater (Eff_{wtw})

en de metervraag voor koken (V_k) (formule 4).

Formule 4: Metervraag (totaal) Vesta MAIS

$$\text{Metervraag} = \frac{FV_{rv}}{Eff_{rv}} + \frac{FV_{wtw}}{Eff_{wtw}} + V_k$$

De verschillende variabelen worden beschreven in het functioneel ontwerp van het Vesta MAIS-model (van der Molen, et al. 2021): voor de efficiëntie van de verwarmingsinstallaties wordt onderscheid gemaakt tussen tapwater (SPF 0.72) en ruimteverwarming (SPF 1.04). Voor de metervraag voor koken wordt een gemiddeld verbruik aangenomen per woning van 37 m³. Voor de functionele vraag naar warm tapwater is gebruik gemaakt van (Rooijers et al. 1993), waarin onderscheid wordt gemaakt tussen een functionele vraag naar warm tapwater van grondgebonden woningen en meergezinswoningen. Deze functionele vraag naar warm tapwater is gecorrigeerd voor het verschil tussen theoretisch en werkelijk verbruik in (Folkert & van den Wijngaart 2012). Gebaseerd op de aanname dat in grotere woningen ook grotere gezinnen wonen worden deze waarden gecorrigeerd naar de gemiddelde oppervlakte per combinatie van woningtype en bouwjaarklasse. De waarden voor het functioneel gebruik van warm tapwater worden genormaliseerd met de nationale verbruikscijfers binnen de NEV 2015 (van der Molen et al. 2021).

De functionele vraag voor ruimteverwarming kan worden bepaald door formule 4 om te schrijven (zie formule 5):

Formule 5: Functionele vraag ruimteverwarming Vesta MAIS

$$y(\text{woninggroep}) = FV_{rv} = Eff_{rv} * \left(\text{Metervraag} - \frac{FV_{wtw}}{Eff_{wtw}} - V_k \right)$$

In deze formule geeft $y(\text{woninggroep})$ aan dat de functionele vraag voor ruimteverwarming geldig is voor woningen met de specifieke woningkenmerken. In het Vesta MAIS-model wordt de functionele vraag voor ruimteverwarming bepaald als functie van de oppervlakte met een lineaire regressie voor iedere woningcombinatie van woningtype, bouwjaarklasse, oppervlakteklasse en schillabel. Vervolgens is een jaarlijkse klimaatcorrectie toegepast op basis van graaddagen: een vergelijkbare correctie wordt ook in deze regressie-analyse toegepast en wordt beschreven in paragraaf 6.6. Voor meer informatie over het Vesta MAIS-model, zie de [beschrijving van het Vesta MAIS-model op de website van PBL](#).

6.5.2 Functionele vraag ruimteverwarming volgens huidige berekening (huidige project)

De functionele vraag naar warmte wordt bepaald met een vergelijkbare rekenmethode als in het Vesta MAIS-model is gebruikt op basis van de metervraag uit CBS voor woninggroepen. Een verschil is dat er voor de lineaire regressie direct gebruik is gemaakt van de metervraag voor warm tapwater (V_{wtw}), met een aangepaste functie voor de totale metervraag (formule 6).

Formule 6: Functionele vraag (totaal)

$$\text{Metervraag}(\text{woninggroep}) = \frac{FV_{rv}}{Eff_{rv}} + V_{wtw} + V_k$$

Bij de berekening van de functionele vraag naar ruimteverwarming wordt gebruik gemaakt van de metervraag voor koken (zie paragraaf 3.2.2) en de metervraag voor warm tapwater (zie paragraaf 3.2.3) zoals berekend door TNO. De functionele vraag naar warmte voor ruimteverwarming kan dan worden bepaald door de formule voor de metervraag (formule 6) om te schrijven (zie formule 7). Met een lineaire regressie wordt de functionele vraag voor ruimteverwarming bepaald als functie van de vloeroppervlakte. De waarnemingen (dat wil zeggen verbruik en vloeroppervlakte) waarvoor de regressie wordt bepaald zijn die van alle woningen in de groep van de woningcombinatie. In het Vesta MAIS-model waren de waarnemingen de gemiddelde oppervlakte van de oppervlakteklasse van de woningcombinatie.

Formule 7: Functionele vraag ruimteverwarming referentieverbruik

$$y(\text{woninggroep}) = FV_{rv} = Eff_{rv} * (\text{Metervraag} - V_{wtw} - V_k)$$

De totale metervraag, uitgedrukt in m³ aardgasbehoefte, wordt geleverd op woningniveau als microdata door het CBS. Waar meerdere woningen zijn aangesloten op een blokverwarming, wordt de aardgasvraag gelijk verdeeld over het aantal woningen en opgeteld bij de individuele vraag (CBS 2022d). Ontbrekende of onwaarschijnlijke waarden zijn door het CBS ingevuld. Voor de efficiëntie van verwarmingsinstallaties is gebruik gemaakt van invoergegevens ('Performance van installaties') van het Vesta MAIS-model, zoals beschreven in hoofdstuk 3 (van der Molen et al. 2021).

6.5.3 Verschillen met de vorige keer

Samenvattend zijn de belangrijkste verschillen ten opzichte van de methode in Vesta Mais (2020):

- De lineaire regressie voor de functionele vraag naar ruimteverwarming wordt gebaseerd op waarneming van iedere woning – waar deze in het Vesta MAIS-model werd bepaald op basis van gemiddelde waarden voor de functionele vraag per oppervlakteklasse.
- De schatting van de (functionele) vraag naar warm tapwater en koken is vernieuwd. Aangezien deze wordt afgetrokken van de metervraag krijgt de resterende vraag naar ruimteverwarming een andere waarde.
- Er wordt een ander onderscheid gemaakt tussen de onderzoekspopulaties (zie paragraaf 6.2).
- Het energielabel kan met meer vertrouwen worden geïnterpreteerd als indicatie van de isolatiegraad ('schillabel') door alleen woningen mee te nemen waarvan zeker is dat ze gebruik maken van een HR ketel voor ruimteverwarming, warm tapwater en waarschijnlijk koken en door woningen uit te sluiten waarvan zeker is dat ze beschikken over een zonneboiler.
- De referentiewaarden zijn gebaseerd op een recenter waarnemingsjaar.
- Er wordt onderscheid gemaakt naar eigendomstype.

6.6 Klimaatcorrectie

De klimaatomstandigheden (zoals de temperatuur) binnen Nederland verschillen, wat het aardgasverbruik voor ruimteverwarming tussen regio's kan beïnvloeden. Bovendien kan de gemiddelde temperatuur tussen jaren verschillen. Denk bijvoorbeeld aan een jaar met een zachte of strenge winter. Om rekening te houden met de jaarlijkse schommelingen en regionale verschillen in klimaatomstandigheden wordt de warmtevraag voor ruimteverwarming gecorrigeerd met een jaarlijkse en een regionale klimaatcorrectie. Beide correctiemethoden worden in dit hoofdstuk beschreven. Ook wordt de klimaatcorrectie vergeleken met de klimaatcorrectie zoals die is toegepast in het Vesta MAIS-model.

6.6.1 De jaarlijkse klimaatcorrectie

Netbeheerders passen eerst een jaarlijkse klimaatcorrectie toe voordat zij de verbruikscijfers aanleveren aan het CBS. In deze correctie wordt de metervraag van een woning genormaliseerd met een correctiefactor naar een gemiddeld klimaatjaar (CBS 2022a). Deze correctiefactor is hetzelfde voor alle woningen ongeacht de geografische locatie. Deze genormaliseerde waarden zijn gebruikt voor de analyse¹¹.

6.6.2 De regionale klimaatcorrectie

De warmtevraag voor ruimteverwarming is afhankelijk van het klimaat dat regionaal verschilt. Om de warmtevraag van woningen met elkaar te kunnen vergelijken willen we het regionale klimaat-effect uitschakelen. Daarom wordt de warmtevraag van ruimteverwarming regionaal onafhankelijk gemaakt door te doen alsof alle woningen het klimaat van het weerstation in De Bilt hebben. Daarom wordt voor de regio gecorrigeerd met een methode op basis van het aantal graaddagen. Het aantal graaddagen wordt bepaald op basis van de dagen waarop de temperatuur onder de achttien graden Celsius zakt, waardoor gebouwen verwarmd moeten worden. Iedere graad onder de achttien wordt gerekend als een graaddag (Visser 2005). Het aantal graaddagen wordt gebaseerd op waarnemingen van KNMI weerstations en zijn daarom regionaal beschikbaar. Voor de regionale klimaatcorrectie wordt gebruik gemaakt van invoergegevens van het Hestiamodel: het aantal graaddagen, gebaseerd op waarnemingen uit 2018, zijn beschikbaar in een rooster met rasters van 100*100 m² (van Bemmelen 2019). Ruimtelijke correctiefactoren worden bepaald door het aantal graaddagen per raster te delen door het aantal graaddagen in de Bilt.

6.6.3 De klimaatcorrectie van de statistische analyse

De statistische analyse wordt uitgevoerd met het jaarlijks genormaliseerde en regio-onafhankelijke verbruik. Het referentieverbruik kan weer regio afhankelijk worden gemaakt door gebruik te maken van dezelfde ruimtelijke correctiefactoren.

¹¹ Daarnaast heeft CBS data geleverd waarbij de genormaliseerde meetwaarden zijn teruggezet naar de 'werkelijke' meetwaarden. Deze data is niet gebruikt.

6.6.4 Aanpassingen model Vesta MAIS/ Hestia

De verbeterde referentiewaarden voor de functionele vraag naar warmte voor ruimteverwarming, warm tapwater en koken zijn uiteindelijk bedoeld voor gebruik in het Vesta MAIS en Hestia-model. In dat geval zal het gebruik van een woning worden bepaald met de functionele vraag voor ruimteverwarming zoals bepaald in dit project (zie beschrijving paragraaf 4.2), de functionele vraag voor warm tapwater en de functionele vraag voor koken zoals bepaald door TNO en de efficiëntie van de respectievelijke verwarmingsinstallaties. Omdat er ook rekening zal worden gehouden met andere vormen van koken zoals elektrisch koken, wordt ook hier gebruik gemaakt van de functionele vraag (FV_k) en de efficiëntie van het kookstelsel (Eff_k). Dit leidt tot een aangepaste formule voor de totale metervraag (formule 8).

Formule 8: Metervraag (totaal) referentieverbruik

$$\text{Metervraag} = \frac{FV_{rv}}{Eff_{rv}} + \frac{FV_{wtw}}{Eff_{wtw}} + \frac{FV_k}{Eff_k}$$

6.7 Regressiecoëfficiënten

Voor onze analyse groeperen we woningen op basis van: woningtype (W), bouwperiode (B), schillabel (S) en Eigendom (E). Op basis van deze vier kenmerken hebben wij groepen gedefinieerd. Voor elke groep hebben wij de volgende analyses en berekeningen uitgevoerd:

- Aantal woningen per groep (count)
- Lineaire regressie voor klimaat gecorrigeerde functionele warmtevraag ruimteverwarming als functie van de vloeroppervlakte, inclusief extra (statistische) variabelen om de regressie te kunnen beoordelen.
- Lineaire regressie voor aantal bewoners als functie van de vloeroppervlakte (zie Excel bestand met de beschrijving van de variabelen).
- Voor elk van drie variabelen (klimaat gecorrigeerde functionele warmtevraag ruimteverwarming, aantal bewoners, vloeroppervlakte):
 - Gemiddelde
 - Standaard afwijking
- Voor elk van twee variabelen (klimaat gecorrigeerde functionele warmtevraag ruimteverwarming, aantal bewoners):
 - Percentielen 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90.

Wij hebben de volgende groepen gedefinieerd, met voor iedere groep een eigen regressie en aanvullende berekeningen:

- Populatie 1a en 1b : Woningtype, bouwperiode, label, eigendom (WBSE)
- Populatie 2 : Woningtype, bouwperiode, eigendom (WBE).

De resultaten van de regressie bestaan uit een oppervlakte-afhankelijke hellingshoek en een constante per woningcombinatie. Deze kunnen worden gebruikt om het verbruik voor ruimteverwarming te schatten voor een woning met bepaalde woningkenmerken, gebruikmakend van de oppervlakte van de woning. Het verbruik voor ruimteverwarming kan worden geschat door de hellingshoek ($RE_FO_a_WBE$) te vermenigvuldigen met de oppervlakte van de woning en daar het constante verbruik ($RE_FO_b_WBSE$) bij op te tellen volgens formule 9:

Formule 9: Geschat referentieverbruik ruimteverwarming woningen

Geschat referentieverbruik ruimteverwarming

$$= RE_{FO_a_WBE} * Oppervlakte\ woningen + RE_{FO_b_WBSE}$$

Hoe dit werkt, kan worden geïllustreerd met een voorbeeld. Voor alle woningtypen is het verbruik geschat bij verschillende oppervlakten. De bouwperiode, het eigendomstype en het schillabel zijn hetzelfde in het voorbeeld, respectievelijk: 1965 t/m 1974 (bouwperiode 3), particuliere huurwoning (eigendomstype 1) en schillabel A. De resultaten van de schattingen staan in Tabel 6.1.

Tabel 6.1

Geschat verbruik [m³ aardgas-eq.] voor ruimteverwarming bij verschillende oppervlakten en voor diverse woningcombinaties

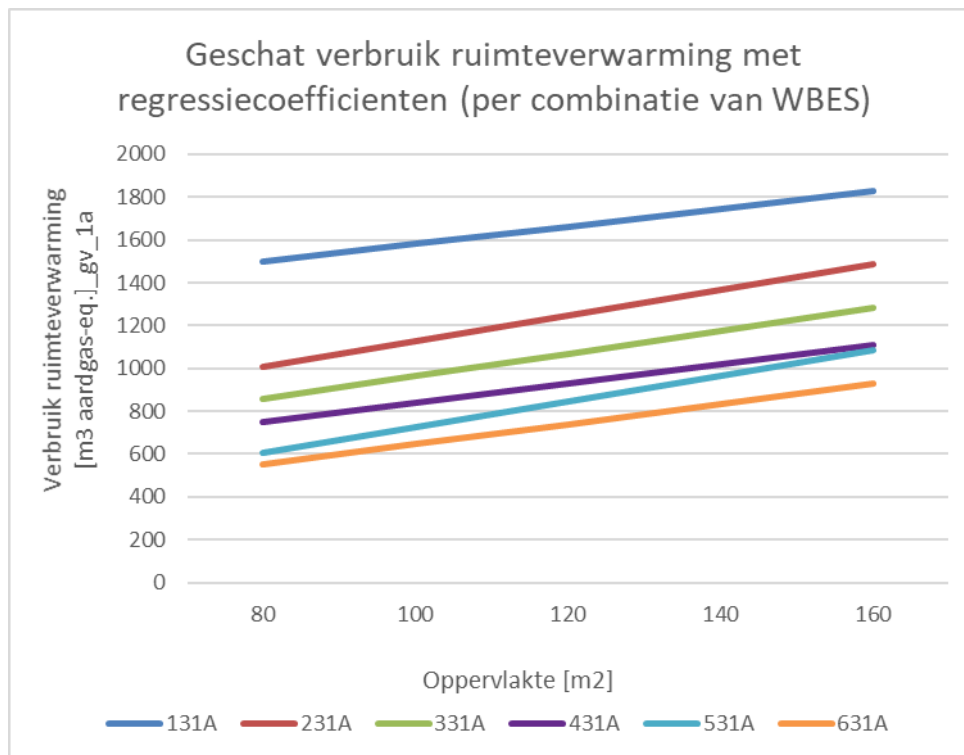
W	B	E	S	RE_FO_a_WBE [m ³ /m ²]	RE_FO_b_WBSE [m ³]	80 [m ³]	100 [m ³]	120 [m ³]	140 [m ³]	160 [m ³]
1	3	1	A	4.10	1170.16	1498	1580	1662	1744	1826
2	3	1	A	5.95	533.87	1010	1129	1248	1367	1486
3	3	1	A	5.31	431.93	857	963	1069	1175	1281
4	3	1	A	4.48	393.86	752	842	931	1021	1111
5	3	1	A	5.97	129.84	607	727	846	966	1086
6	3	1	A	4.73	172.00	550	645	740	834	929

Deze tabel geeft het geschat verbruik in [m³ aardgas-eq.] voor ruimteverwarming bij verschillende oppervlakten (80, 100, 120, 140 en 160 m²) en voor diverse woningcombinaties. Het verbruik wordt bepaald volgens de berekening in formule 9.

De resultaten in Tabel 6.1 worden visueel weergegeven in figuur 6.1.

Figuur 6.1

Geschat verbruik voor ruimteverwarming bij verschillende oppervlakten en voor diverse woningcombinaties (WBES) op basis van resultaten tabel 13



Deze figuur geeft het geschat verbruik voor ruimteverwarming bij verschillende oppervlakten en voor diverse woningcombinaties (WBES) op basis van de resultaten in tabel 13. Het verbruik wordt geschat door de oppervlakte van een woning (met de woningkenmerken behorende bij de desbetreffende woningcombinatie) te vermenigvuldigen met de hellingshoek (RE_FO_a_WBE) en hier de constante bij op te tellen (RE_FO_b_WBSE). In de legenda staan de bijbehorende woningcombinaties (respectievelijk: woningtype, bouwperiode, eigendomstype en schillabel). Voor een beschrijving van de afkortingen in het y-as label, zie paragraaf 1.4.3 'Aanduidingen'.

6.7.1 Regressiecoëfficiënten aantal bewoners

Naast de regressiecoëfficiënten voor ruimteverwarming zijn ook oppervlakte-afhankelijke regressiecoëfficiënten bepaald voor het aantal bewoners per woningcombinatie. Resultaten zijn een oppervlakte afhankelijke hellingshoek (RE_OA_a) en een constante (RE_OA_b) per combinatie van woningtype, bouwperiode, eigendomstype en schillabel voor populatie 1a en populatie 1b en per combinatie van woningtype, bouwperiode en eigendomstype voor populatie 2. De regressiecoëfficiënten voor het aantal bewoners worden in de gemeentebestanden gebruikt om de huishoudgrootte te schatten.

7 Nabewerking en bijzondere regressiecoëfficiënten

Zoals beschreven in paragraaf 6.7 bestaan de resultaten van de regressieanalyse o.a. uit regressiecoëfficiënten voor het functioneel verbruik voor ruimteverwarming, zijnde een oppervlakte-afhankelijke hellingshoek en constante, per combinatie van de woningkenmerken. Op deze regressiecoëfficiënten heeft nog een bewerking plaatsgevonden: hierbij is onder andere een gewogen gemiddelde genomen van de hellingshoek. Deze bewerking wordt toegelicht in paragraaf 7.1.

Voor sommige woningcombinaties zijn er geen regressiecoëfficiënten bepaald voor ruimteverwarming en het aantal bewoners omdat er geen statistische analyse is uitgevoerd omdat er te weinig waarnemingen waren (minder dan 50). Daardoor ontbreken dus ook het gemiddelde verbruik en de gemiddelde oppervlakte waardoor de constante niet kon worden berekend (zie paragraaf 6.4.1). Voor woningcombinaties waar geen helling en constante kon worden berekend zijn de ontbrekende waarden geïnterpoleerd of anderszins aangevuld. De bewerkingsregels voor het invullen van ontbrekende waarden voor ruimteverwarming worden beschreven in paragraaf 7.2. Dezelfde bewerkingsregels worden ook gebruikt voor de regressiecoëfficiënten voor het aantal bewoners, dit wordt (apart) beschreven in paragraaf 7.6.

In sommige gevallen komen nog woningcombinaties voor met 'afwijkende' regressiecoëfficiënten, na de bewerking en aanvulling van ontbrekende woningcombinaties. Dit gaat onder andere om woningcombinaties met een negatieve hellingshoek of constante. In paragraaf 7.3 wordt beschreven hoe wordt omgegaan met afwijkende woningcombinaties voor ruimteverwarming. In paragraaf 7.6 wordt beschreven hoe wordt omgegaan met afwijkende woningcombinaties met betrekking tot het aantal bewoners.

7.1 Warmtebehoefte en oppervlakte: hellingshoek ruimteverwarming

Hoewel er (grote) verschillen kunnen bestaan in het verbruik voor ruimteverwarming tussen individuele woningen, blijkt uit gemiddelden op basis van het gemeten verbruik dat woningen met goede schillabels (A en B) meestal minder verbruiken dan woningen met een slecht label (E en F). Regressielijnen lopen echter niet parallel, waardoor het kan gebeuren dat regressielijnen elkaar kruisen. Gevolg kan zijn dat een woning met een (zeer) grote of kleine oppervlakte in verbruik omhoog kan gaan bij een sprong naar een beter schillabel. Dit sluit niet aan bij de praktijk, waar een woning zelden in verbruik omhoog gaat bij het nemen van isolatiemaatregelen.

Voor populatie 1a en 1b is daarom in dit schattingsmodel het gewogen gemiddelde berekend van de regressie coëfficiënt helling voor ruimteverwarming (RE_FO_a) per combinatie van woningtype, bouwperiode en eigendomstype ($RE_FO_a_WBE$). Hierbij is het gemiddelde genomen van de schillabels waarbij is gewogen over het aantal woningen. Vervolgens is per beschikbare woningcombinatie voor populatie 1a en populatie 1b opnieuw de regressiecoëfficiënt constante berekend ($RE_FO_b_WBSE$) met behulp van het gemiddeld functioneel verbruik ($FVrvKC_mean$) en de

gemiddelde oppervlakte (OP_mean) volgens formule 10:

Formule 10: Aangepaste constante (RE_FO_b_WBSE)

$$RE_FO_b_WBSE = FVrvKC_{mean} - RE_FO_a_WBE * OP_mean$$

Door dezelfde helling te gebruiken voor alle schillabels en de constante opnieuw te bepalen per woningcombinatie, wordt voorkomen dat lijnen elkaar kruisen: waardoor de geschatte functionele vraag voor ruimteverwarming van een goed label in principe altijd lager is dan van een slecht label bij gelijke woningkenmerken. Een vreemde eend in de bijt zijn woningen met een G label, waar het gemiddelde verbruik vaak lager uitvalt.

Verder komen er woningcombinaties voor met een negatieve helling in de resultaten van de regressieanalyse: meestal gaat het om woningcombinaties met een relatief klein aantal geobserveerde woningen in de groep (minder dan 500). Aangezien het gaat om woningcombinaties met een relatief kleine groep woningen, wordt aangenomen dat het effect van deze woningcombinaties op het gewogen gemiddelde verbruik (RE_FO_a_WBE) klein is. Door wel alle woningcombinaties met een label te beschouwen – ook al hebben ze een negatieve helling – wordt het aantal waarnemingen waarover wordt gemiddeld groter en worden geen éézijdige extremen uitgesloten waardoor een vertekening wordt voorkomen.

7.2 Woningcombinaties met weinig waarnemingen

De resultaten van de regressieanalyse zijn gebaseerd op (bijna) alle woningen met een aardgas aansluiting in Nederland: wanneer een bepaalde woningcombinatie in de resultaten ontbreekt betekent dit dat het aantal woningen van de betreffende woningcombinatie niet of zeer beperkt voorkomt in de Nederlandse woningvoorraad. Dit geldt met name voor woningcombinaties met minder dan 50 geobserveerde woningen in de groep (zie hoofdstuk 2). Om deze woningen toch te kunnen analyseren zijn de regressiecoëfficiënten voor de ontbrekende woningcombinaties aangevuld. De bewerkingsregels worden beschreven in dit hoofdstuk. De bewerkingsregels worden zowel gebruikt voor de regressiecoëfficiënten voor ruimteverwarming als de regressiecoëfficiënten voor het aantal bewoners. In de volgende paragrafen wordt verder ingegaan op de bewerkingsregels in relatie tot de regressiecoëfficiënten voor ruimteverwarming. In paragraaf 7.6 wordt beschreven hoe de bewerkingsregels worden gebruikt met betrekking tot de regressiecoëfficiënten voor het aantal bewoners.

7.2.1 Ontbrekende waarden

Voor iedere woningcombinatie waarvoor waarden ontbreken wordt in de dataset referentieverbruik warmte woningen met een typenummer aangegeven op welke wijze de bewerking heeft plaatsgevonden: het bewerkingstype geeft daarmee een indicatie waarom waarden voor ontbrekende woningtypen in sommige gevallen afwijkend gedrag vertonen. De bewerkingstypen staan beschreven in Tabel 7.1.

Tabel 7.1
Bewerkingstypen

Type	Korte beschrijving
0	Originele waarde
1	Tussenliggende waarde, hier is een gemiddelde genomen tussen de grenswaarden
2	Hier is een dichtstbijzijnd hoger label aangenomen
3	Hier is een dichtstbijzijnd lager label aangenomen
4	Lineaire interpolatie tussen grenswaarden
5	Substitutie op basis van eigendomstype of met de waarden van een andere populatie

Deze tabel beschrijft de bewerkingstypen voor de aanvulling van de regressie resultaten. Er worden vijf bewerkingstypen onderscheiden (1 tot en met 5) en een typering voor een originele waarde (0). Per bewerkingstype wordt een korte beschrijving gegeven van de bewerking die heeft plaatsgevonden.

7.2.2 Bewerkingsregels

Voor de bewerkingstypen die staan beschreven in paragraaf 7.2.1 zijn bewerkingsregels bepaald. Voor populatie 1a en populatie 1b is de hellingshoek gelijk per combinatie van woningtype, bouwperiode en eigendomstype (zie hoofdstuk 7.1). Voor de constante worden de bewerkingsregels toegepast. Verder wordt in de dataset referentieverbruik warmte woningen per woningcombinatie ook het gemiddeld gemeten verbruik (FVrvKC_mean) en de gemiddelde oppervlakte (OP_mean) gegeven: voor ontbrekende woningcombinaties worden deze variabelen aangevuld met de bewerkingsregels. Wanneer het invullen van ontbrekende waarden op basis van het schillabel niet mogelijk is – bijvoorbeeld in het geval dat een woningcombinatie ontbreekt voor een bepaald eigendomstype met alle bijbehorende energielabels – vindt het aanvullen van ontbrekende waarden plaats op basis van een andere eigendomsvorm.

Bij populatie 2 komen alleen combinaties voor van woningtype, bouwperiode en eigendomstype (zie paragraaf 6.2.1). Hier komen ontbrekende waarden voor bij enkele eigendomstypen. Het aanvullen van ontbrekende waarden vindt plaats door het overnemen van waarden van een ander eigendomstype, binnen dezelfde woningcombinatie van woningtype en bouwperiode. Dit wordt beschreven onder ‘Bewerkingstype 5 Ontbrekende woningcombinatie met eigendomstype’. De bewerkingsregels worden in deze paragraaf verder toegelicht. Voorbeelden voor de verschillende bewerkingsregels staan in bijlage 2. Tot slot wordt bij iedere woningcombinatie aangegeven hoeveel woningen met de desbetreffende woningcombinatie in de groep zitten (Count).

Bewerkingstype 1 Tussenliggende waarde

Voor populatie 1a en 1b komt het voor dat waarden van een woningcombinatie (W,B,E,S) voor een tussenliggend schillabel ontbreken. In dat geval wordt het gemiddelde genomen van RE_FO_b_WBSE, FVrvKC_mean en OP_mean van aangrenzende labels van dezelfde woningcombinatie van woningtype, bouwperiode en eigendomsvorm.

Bewerkingstype 2 Grenswaarde, naar beter label

Voor populatie 1a en populatie 1b komt het voor dat waarden ontbreken voor alle slechtere labels (Bijvoorbeeld E,F,G) binnen een bepaalde woningcombinatie. De ontbrekende woningcombinaties krijgen in dit geval de dichtstbijzijnde waarde (Lees: D).

Bewerkingstype 3 Grenswaarde, naar slechter label

Voor populatie 1a en populatie 1b komt het voor dat waarden ontbreken voor woningcombinaties met betere labels (Bijvoorbeeld A,B). De ontbrekende woningcombinaties krijgen in dit geval de dichtstbijzijnde waarde (Lees: C).

Bewerkingstype 4 Meerdere ontbrekende tussenliggende waarden

Voor populatie 1a en populatie 1b komt het voor dat waarden ontbreken voor meerdere woningcombinaties met tussenliggende labels (Bijvoorbeeld D,E,F). De ontbrekende waarden worden in dit geval lineair geïnterpoleerd op basis van de waarden van de dichtstbijzijnde woningcombinaties.

Bewerkingstype 5 Ontbrekende woningcombinatie met eigendomstype

Voor populatie 1a en populatie 1b komt het voor dat een woningcombinatie met een bepaalde eigendomsvorm ontbreekt met alle bijbehorende energielabels. Deze ontbrekende woningcombinaties worden gesubstitueerd: wanneer een woningcombinatie ontbreekt met eigendomstype sociale- of particuliere huur, wordt deze gesubstitueerd met de waarden voor dezelfde combinatie van woningtype en bouwjaar en het eigendomstype 'koop'. Wanneer een woningcombinatie ontbreekt met eigendomstype koop, wordt deze gesubstitueerd met de waarden voor dezelfde combinatie van woningtype en bouwjaar en het eigendomstype sociale huur.

Voor populatie 2 komt het alleen voor dat woningcombinaties ontbreken met het eigendomstype sociale huur: deze worden gesubstitueerd met de waarden voor dezelfde combinatie van woningtype en bouwjaar en het eigendomstype 'koop'.

7.2.3 Richtlijnen voor gebruik

Het bewerkingstype heeft implicaties voor het gebruik van de resultaten. In het uitzonderlijke geval dat een woning moet worden geanalyseerd die behoort tot een woningcombinatie waarvoor de waarden zijn aangevuld, dient er rekening te worden gehouden met enkele richtlijnen voor het gebruik van de resultaten. De richtlijnen voor het gebruik worden per bewerkingstype in deze paragraaf besproken:

Bewerkingstypen 1 en 4 richtlijnen voor gebruik

Voor de bewerkingstypen 1 en 4 worden ontbrekende tussenliggende waarden lineair geïnterpoleerd op basis van de dichtstbijzijnde beschikbare grenswaarden, uitgaande van de aanname dat een woning met een beter schillabel doorgaans een betere energieprestatie heeft. In sommige gevallen geeft de methode een betere energieprestatie bij een slechter schillabel. Dergelijke afwijkingen in de resultaten worden beschreven en voor zover mogelijk verklaard in paragraaf 7.5

Bewerkingstype 2 en 3 richtlijnen voor gebruik

Voor bewerkingstypen 2 en 3 worden de ontbrekende waarden gesubstitueerd met de waarden van het dichtstbijzijnde schillabel voor dezelfde woningcombinatie van woningtype, bouwjaar en eigendomstype. Dit betekent in de meeste gevallen dat betere energielabels (A,B,C) een relatief slechte energieprestatie krijgen en slechtere energielabels (E,F,G) een relatief goede energieprestatie. In het gebruik van de waarden voor woningcombinaties die met deze bewerkingstypen zijn geïnterpoleerd, dient hier rekening mee te worden gehouden.

Bewerkingstype 5 richtlijnen voor gebruik

Voor bewerkingstype 5, waarbij een complete woningcombinatie ontbreekt, gaat de voorkeur er naar uit om deze te substitueren met een woningcombinatie met een groot aantal geobserveerde woningen in de groep (in de meeste gevallen woningcombinaties met eigendomstype koop), omdat dit leidt tot de meest betrouwbare gemiddelden. In de meeste gevallen gaat het bij een ontbrekende woningcombinatie om (sociale) huur. Een ontbrekende woningcombinatie met eigendomstype koop komt slechts één keer voor bij populatie 1a: deze wordt gesubstitueerd met sociale huur omdat deze groep een hoger aantal geobserveerde woningen in de groep heeft dan dezelfde woningcombinatie met particuliere huur.

7.3 Afwijkende woningcombinaties & nabewerking

De (eventueel aangevulde) resultaten zijn gecontroleerd op afwijkende waarden. Er heeft een nabewerking plaatsgevonden met als doel afwijkende waarden te normaliseren. De nabewerkingen worden in deze paragraaf beschreven.

Negatieve regressie coëfficiënt helling

Voor de regressie coëfficiënt helling wordt gebruik gemaakt van het gewogen gemiddelde van de helling over alle schillabels (RE_FO_a_WBE), zoals beschreven in paragraaf 7.1. Het komt incidenteel voor dat de gewogen gemiddelde regressiecoëfficiënt een negatief verbruik laat zien. Voor populatie 1a gaat dit om de woningcombinatie 2:9:2 (W:B:E). Voor populatie 2 gaat dit om de woningcombinaties 1:7:2 en 3:10:2. Voor deze woningcombinaties is de regressie coëfficiënt helling (RE_FO_a_WBE) daarom achteraf gelijkgesteld aan nul en de bijbehorende constante is gelijk gesteld aan de gemiddelde functionele vraag (FVrvKC_mean). Het verbruik van de betreffende woningcombinaties wordt daarmee gelijkgesteld aan het gemiddelde verbruik en is niet meer afhankelijk van de oppervlakte.

Negatief verbruik bij 25m2

Voor alle woningcombinaties is het geschat verbruik bepaald bij 25 m2 ter controle. Bij één woningcombinatie (2-onder-1-kap woning, gebouwd tussen 1992 en 1995, eigendomstype particuliere huur in populatie 1a) wordt het verbruik negatief bij een oppervlakte van 25 m2, door een negatieve constante. Hier is de regressiecoëfficiënt (RE_FO_a_WBE) vervangen door nul en de bijbehorende constante gelijk gesteld aan de gemiddelde functionele vraag (FVrvKC_mean). Het verbruik van de betreffende woningcombinatie wordt daarmee gelijkgesteld aan het gemiddelde verbruik en is niet meer afhankelijk van de oppervlakte.

Waarden in populatie 1b en 2 die meer dan 15% afwijken ten opzichte van populatie 1a

Het geschat verbruik is bepaald van alle woningcombinaties voor populatie 1a en populatie 1b. Volgens is het geschat verbruik (naar verhouding) bekeken van populatie 1b ten opzichte van populatie 1a. In totaal zijn er 209 woningcombinaties (van 1386 combinaties in totaal) waarbij het geschat verbruik met de regressiecoëfficiënten van populatie 1b meer dan 15% afwijkt ten opzichte van het geschat verbruik met de regressiecoëfficiënten van populatie 1a: deze woningcombinaties zijn opgenomen in bijlage 3.

Voor de waarden die het meeste afwijken is gezocht naar een verklaring. Bij grote afwijkingen in het geschat verbruik van populatie 1b ten opzichte van populatie 1a gaat het in de meeste gevallen om woningcombinaties met aangevulde waarden of een (zeer) klein aantal woningen in de groep (<200 woningen). Dit is bijvoorbeeld het geval bij appartementen hoog, laatste bouwjaar, sociale huur: waar het geschat verbruik van populatie 1b op 63% uitkomt van het geschat verbruik met populatie 1a. In dit geval zijn de combinaties met schillabel B tot en met G aangevuld voor beide populaties, zoals beschreven onder . De combinatie met schillabel A in populatie 1b is gebaseerd op een klein aantal waarnemingen (n=75): het geringe aantal woningen is mogelijk een verklaring voor het verschil in geschat verbruik met dezelfde combinatie in populatie 1a welke is gebaseerd op een groter aantal woningen (1163) en daarom een betrouwbaarder gemiddelde geeft. Een vergelijkbare afwijking doet zich voor bij appartementen, gebouwd tussen 2011 en 2014, eigendomstype sociale huur: waar het geschat verbruik met de regressiecoëfficiënten van populatie 1b op 189% uitkomt van het geschat verbruik van populatie 1a. In dit geval zijn de combinaties met schillabel C tot en met G aangevuld.

In beide gevallen gaat het om woningcombinaties in de meest recente bouwperiode. Gezien de strenge bouweisen voor nieuwbouw, mag worden aangenomen dat nieuwbouw woningen ten minste beschikken over een schillabel B. Woningen in de meest recente bouwperiode(n) met een lager schillabel dan schillabel B 'vervuilen' waarschijnlijk de combinatie.

7.4 Standaardjaarverbruik (SJV-) extra correctie

In de regressieanalyse wordt gebruik gemaakt van het standaardjaarverbruik (SJV) van het CBS. Het standaardjaarverbruik wordt geleverd aan het CBS door de netbeheerders en wordt ook door de netbeheerders gecorrigeerd voor jaarlijkse veranderingen in het klimaat, zoals beschreven in paragraaf 6.6.1. De klimaatcorrectie van de netbeheerders ligt door gebruik van een andere methode echter lager dan de (jaarlijkse) klimaatcorrectie die wordt gehanteerd door het PBL: het PBL maakt voor het jaar 2020 gebruik van dezelfde graaddagenmethodiek die (voor datzelfde jaar) ook werd gebruikt voor de Klimaat- en energieverkenning. Er is daarom een aanvullende jaarlijkse

klimaatcorrectie (SVJ extra correctie) nodig om het verbruik (voor ruimteverwarming) mee te corrigeren.

Voor meer informatie over de graaddagenmethode en de correctiemethode van de netbeheerders, verwijzen we naar Volkers et al. (2022)

De jaarlijkse PBL klimaatcorrectie van het totaalverbruik ligt 6.4% hoger dan de correctie door de netbeheerders. Dit moet nog worden gespecificeerd voor ruimteverwarming, omdat koken en tapwater niet (sterk) worden beïnvloed door het weer van dat jaar. hiervoor wordt het gemiddeld verbruik bepaald voor koken, warm tapwater en ruimteverwarming in populatie 1a. Op basis van deze gemiddelden wordt een gemiddeld totaalverbruik bepaald. Het gemiddelde totaalverbruik wordt gecorrigeerd met een correctiefactor ($0.936 = 6.4\%$ lager verbruik), waarna het gemiddeld verbruik voor koken en warm tapwater weer wordt afgetrokken. Dit leidt tot een gecorrigeerd gemiddeld verbruik voor ruimteverwarming. Het gecorrigeerde verbruik voor ruimteverwarming wordt gedeeld door het (ongecorrigeerde) gemiddelde verbruik voor ruimteverwarming. Dit leidt tot een SVJ extra correctiefactor voor ruimteverwarming van 0.91898. In de praktijk betekent dit dat het verbruik voor ruimteverwarming, na de SVJ extra correctie 8.1% ($=1-0.91898$) lager komt te liggen. De SVJ extra correctiefactor is in de resultaten verwerkt door deze te vermenigvuldigen met de regressiecoëfficiënten.

7.5 Ontsparing bij labelsprongen

Soms komt het voor dat een woning na een sprong van een startlabel naar een beter doellabel in verbruik omhoog gaat. In dit geval is er sprake van ‘ontsparing’. In totaal zijn er 4158 labelsprongen mogelijk naar een beter label. In 214 gevallen (5% van het totaal) is er sprake van ontsparing. Alle labelsprongen waarbij ontsparing optreedt zijn opgenomen in bijlage 9. Voor alle labelsprongen met ontsparing is gezocht naar een verklaring: de resultaten hiervan zijn samengevat in Tabel 7.2. Bij het gebruik van de gemeentebestanden moet rekening worden gehouden met het mogelijke voorkomen van ontsparing bij labelsprongen, labelsprongen met ontsparing zijn niet gecorrigeerd. Hieronder wordt verder ingegaan op de oorzaken van ontsparingen, wat kan helpen bij de interpretatie:

- Bij 43% van het aantal labelsprongen met ontsparing (ongeveer 2% van het totaal aantal mogelijke labelsprongen) hangt de ontsparing ook samen met een laag aantal woningen in de groep via het start- of het doellabel dat is aangevuld (zie paragraaf 7.2.2). Hoe dit werkt wordt geïllustreerd aan de hand van twee voorbeelden:
Voorbeeld 1: label A is aangevuld met de waarden van label B, terwijl B een klein aantal woningen in de groep heeft en een afwijkend hoog verbruik. Labels C tot en met G hebben een groot aantal woningen in de groep met een lager (maar betrouwbaarder) verbruik. Hierdoor zijn alle besparingen positief bij sprongen van startlabels C tot en met G naar doellabels A en B.
Voorbeeld 2: in een late bouwperiode komt een label B voor (met lage count) met een lager verbruik dan A. De C tot en met G zijn aangevuld met het verbruik van B. Alle startlabels B tot en met G gaan in verbruik omhoog bij een sprong naar doellabel A.
- Van alle labelsprongen met ontsparing treedt 29% (1% van het totaal) op door een laag verbruik van label G woningen, zoals eerder beschreven in paragraaf 7.1. Een mogelijke verklaring kan zijn dat bewoners in een label G woning zich bewust zijn van de lage isolatiegraad van hun woning en daarom minder (of ‘kouder’) stoken: hun binnentemperatuur is dan lager. Dit is echter niet onderzocht.
- Bij 43 labelsprongen (20%) kan de ontsparing niet of slechts gedeeltelijk worden verklaard (1% van het totaal). Vaak heeft de ontsparing toch te maken met een laag aantal woningen in de groep van het start- of het doellabel, waarbij het aantal net boven de grens van 80 woningen ligt.
- 6 % van de labelsprongen met ontsparingen kan worden verklaard door een laag aantal woningen in de groep die behoort bij het start- of het doellabel waardoor het verbruik afwijkt. Dit betreft minder dan 1% van het totaal.
- Een andere oorzaak (3%) zit in het voorkomen van ‘vervulde’ labels bij recente bouwperiodes, veelal met een laag aantal woningen in de groep: zeker in de bouwperiode 2011 tot en met 2014 en 2015 tot en met 2020 werden strenge eisen gesteld aan de bouw van woningen en mogen woningen met een schillabel lager dan A eigenlijk niet meer voorkomen. Dit betreft minder dan 1% van het totaal).

Tabel 7.2
Toelichting labelsprongen met ontsparing

Verklaring	Voorkomen	Aandeel labelsprongen met ontsparing (%)	Aandeel totaal mogelijke labelsprongen (%)
Start- of doellabel is aangevuld	91	43%	1.0%
G heeft afwijkend laag verbruik	61	29%	1.5%
Geen verklaring	43	20%	0.2%
Lage count doellabel (minder dan 80)	8	4%	0.1%
Lage count startlabel (minder dan 80)	5	2%	2.2%
Vervuiling late bouwperioden (met lage count)	6	3%	0.1%
Totaal sprongen met ontsparing	214	100%	
Totaal mogelijke labelsprongen	4158		5.1%

Deze tabel geeft voor zover mogelijk toelichting op 'afwijkende' labelsprongen waar ontsparingseffecten optreden. Het grootste aandeel (43%) wordt veroorzaakt doordat het start-of het doellabel is aangevuld. Een ander groot deel (29%) kan worden verklaard doordat woningen met een G-label een laag verbruik hebben. 20% kan niet of niet geheel worden verklaard.

7.6 Bewerkingsregels regressiecoëfficiënten voor het aantal bewoners

Dezelfde bewerkingsregels die zijn gedefinieerd voor de regressiecoëfficiënten voor het verbruik voor ruimteverwarming worden ook gebruikt om ontbrekende regressiecoëfficiënten aan te vullen voor het aantal bewoners (zie paragraaf 7.2). Een verschil is dat niet alleen de constante wordt aangevuld met de bewerkingsregels, maar ook de oppervlakte afhankelijke hellingshoek.

7.6.1 Negatieve hellingshoek voor het aantal bewoners

Voor de benadering van het aantal bewoners in de gemeentebestanden wordt aangenomen dat een grotere woning (in de vorm van oppervlakte) altijd leidt tot een gelijk of groter (afgerond) aantal bewoners. Bij woningcombinaties met een negatieve hellingshoek is de hellingshoek daarom gelijkgesteld aan 0 en de constante gelijkgesteld aan het gemiddeld aantal bewoners per woningtype (zie paragraaf 4.6): hierdoor is het aantal bewoners bij deze woningcombinaties altijd gelijk aan het gemiddelde aantal bewoners per woningtype. Woningcombinaties waarbij de regressiecoëfficiënten voor het aantal bewoners handmatig zijn aangepast zijn opgenomen in bijlage 11.

7.6.2 Aantal bewoners bij (zeer) kleine of grote oppervlakten

Bij (zeer) kleine oppervlakten (14 m² of minder) kan het voorkomen dat het afgerond aantal bewoners met de regressiecoëfficiënten op 0 uitkomt, in dit geval wordt een minimum van 1 bewoner gehanteerd. De bepalingsmethode voor warm tapwater en koken van TNO maakt onderscheid in het verbruik tot 5 bewoners (zie hoofdstuk 5): daarom wordt voor de huishoudgrootte een maximum van 5 personen gehanteerd.

8 Resultaten ruimteverwarming

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de regressie-analyse gebruikt voor enkele aanvullende analyses en worden de resultaten vergeleken tussen de onderzoekspopulaties. Voor vergelijkingen tussen populaties en op basis van woningkenmerken wordt gebruik gemaakt van het ‘*geschat verbruik*’: dit betekent dat het verbruik is geschat op basis van de (gewogen gemiddelde) regressiecoëfficiënten voor ruimteverwarming (zie paragraaf 7.1) en met een gemiddelde oppervlakte per woningtype (gewogen gemiddelde van de gemiddelde oppervlakte per woningcombinatie van alle onderzoekspopulaties). Het geschat verbruik voor de gemiddelde oppervlakte wordt gebruikt voor de vergelijkingen om een zo zuiver mogelijk beeld te krijgen van één eigenschap van een woning, zonder dat de vergelijking door verschillen in grootte van de woningen wordt verstoord. Voor de aanvullende analyses is onder andere gekeken naar:

- De samenstelling van de populaties
- Invloed van gedeelde gebouwdelen (woningtype) op het (geschatte) verbruik
- Verschillen tussen eigendomsstypen met betrekking tot het (geschatte) verbruik
- Invloed van de bouwperiode op het (geschatte) verbruik
- Invloed van het schillabel op het (geschatte) verbruik
- Verschillen tussen bepalingsmethoden van het energielabel met betrekking tot het (geschatte) verbruik.

In sommige gevallen wordt gekeken naar het ‘*gemeten gemiddelde verbruik*’: dit betreft het gemiddeld verbruik per woningcombinatie en wordt dan expliciet benoemd. Om het onderscheid tussen geschat- en gemeten verbruik duidelijk te maken in de figuren wordt gebruik gemaakt van aanduidingen (zie paragraaf 1.4.1). Verder wordt er nog aandacht besteed aan de samenstelling van de onderzoekspopulaties. De aanvullende analyses worden in dit hoofdstuk beschreven.

8.1 Samenstelling populaties

In deze paragraaf wordt de samenstelling van de populaties vergeleken. Populaties worden vergeleken op basis van de woningkenmerken en de gemiddelde oppervlakte. Daarnaast wordt gekeken of het geschatte verbruik met de regressiecoëfficiënten tussen de populaties verschilt.

In totaal zijn er bijna vijf-en-een-half-miljoen woningen geanalyseerd. In 2020 telde Nederland in totaal 7,892 miljoen woningen (CBS, 2021). Grofweg 2,4 miljoen woningen die niet zijn meegenomen in de regressieanalyse zijn woningen die geen gebruik maken van aardgas voor ruimteverwarming en warm tapwater en/of beschikken over zonnepanelen en/of zonneboilers. Dit zijn onder andere woningen die zijn aangesloten op een warmtenet of gebruik maken van een warmtepomp voor ruimteverwarming (zie paragraaf 6.2.1).

8.1.1 Vergelijking populaties op basis van woningtype

In deze paragraaf worden de onderzoekspopulaties met elkaar vergeleken met betrekking tot het voorkomen van de woningtypen. Populatie 2, de groep met woningen zonder schillabel, is de grootste. Een groot aantal vrijstaande woningen en tussenwoningen hebben nog geen energielabel. Populatie 1b is groter dan populatie 1a met respectievelijk ongeveer 1,9 en 1,1 miljoen woningen. Populatie 1b wordt gekarakteriseerd door een groot aandeel vrijstaande woningen in het totaal: 10%, ten opzichte van 1% in populatie 1a (zie Tabel 8.1). Verder heeft populatie 1b een relatief klein aandeel appartementen (18% voor appartementen, laag en 13% voor appartementen midden- en hoog) ten opzichte van populatie 1a met respectievelijk 30 en 22 procent.

Tabel 8.1
Vergelijking samenstelling populaties

Woningtype	1a Count [#]	1b Count [#]	2 Count [#]	1a Share count [%]	1b Share count [%]	2 Share count [%]	Totaal	% Totaal
1	6131	183079	465805	1%	10%	19%	655015	12%
2	41038	173235	338103	4%	9%	14%	552376	10%
3	149170	282481	377067	13%	15%	16%	808718	15%
4	338679	678946	861068	30%	36%	35%	1878693	34%
5	340101	338004	214486	30%	18%	9%	892591	16%
6	246027	251501	175929	22%	13%	7%	673457	12%
Totaal	1121146	1907246	2432458	100%	100%	100%	5460850	100%
% Totaal	21%	35%	45%					100%

Deze tabel geeft de samenstelling weer van de onderzoekspopulaties 1a, 1b en 2. In de linker kolom wordt het gebouwtype gegeven. Per gebouwtype wordt het aantal woningen per populatie gegeven en het aandeel in het totaal aantal woningen in de desbetreffende populatie. Per populatie wordt ook het totaal aantal woningen gegeven. In de laatste regel wordt het aandeel van de populaties weergegeven in het totaal aantal woningen in alle onderzoekspopulaties.

8.1.2 Vergelijking populaties op basis van eigendomstype

Tabel 8.2 geeft het aandeel van de eigendomstypen in het totaal aantal woningen per onderzoekspopulatie. Opvallend is het grote aandeel sociale huurwoningen in de onderzoekspopulatie met energielabels die recent zijn vastgesteld (populatie 1a) en een groot aandeel koopwoningen in de onderzoekspopulatie zonder energielabels (populatie 2).

Tabel 8.2
Aandeel eigendomstypen in totaal aantal woningen per populatie

Eigendomstype	E	1a	1b	2
Koop	0	6.4%	59.5%	87.5%
Particuliere huur	1	12.0%	11.4%	9.0%
Sociale huur	2	81.7%	29.1%	3.5%
Totaal aantal woningen per populatie	Totaal	1121146	1907246	2432458

Deze tabel geeft het aandeel van de eigendomstypen in het totaal aantal woningen per populatie. Aandelen worden gegeven in procenten, het totaal betreft het totaal aantal woningen de populatie.

Tabel 8.3 geeft per populatie en per woningtype het aandeel van de verschillende eigendomstypen. In alle populaties bestaan de vrijstaande woningen voornamelijk uit koopwoningen. Sociale huur komt voornamelijk voor bij rijwoningen (tussen) en appartementen. Het aantal woningen per woningtype kan met behulp van tabel 14 worden afgeleid.

Tabel 8.3
Aandeel eigendomstype per woningtype populatie 1a

	Vrij- staand	2-onder- 1-kap	Rijwo- ning (hoek)	Rijwo- ning (tus- sen)	Apparte- menten (laag)	Apparte- menten (hoog)	Totaal
Koop	7%	6%	10%	26%	27%	24%	100%
Particuliere							
huur	0%	1%	8%	22%	32%	36%	100%
Sociale huur	0%	4%	14%	32%	30%	20%	100%

Tabel 8.4B
Aandeel eigendomstype per woningtype populatie 1b

	Vrij- staand	2-onder- 1-kap	Rijwo- ning (hoek)	Rijwo- ning (tus- sen)	Apparte- menten (laag)	Apparte- menten (hoog)	Totaal
Koop	16%	13%	17%	42%	7%	5%	100%
Particuliere							
huur	2%	2%	5%	14%	38%	38%	100%
Sociale huur	0%	3%	13%	32%	31%	21%	100%

Tabel 8.5C
Aandeel eigendomstype per woningtype populatie 2

	Vrij- staand	2-onder- 1-kap	Rijwo- ning (hoek)	Rijwo- ning (tus- sen)	Apparte- menten (laag)	Apparte- menten (hoog)	Totaal
Koop	21%	15%	17%	39%	5%	3%	100%
Particuliere							
huur	5%	3%	3%	9%	40%	39%	100%
Sociale huur	0%	2%	7%	17%	34%	39%	100%

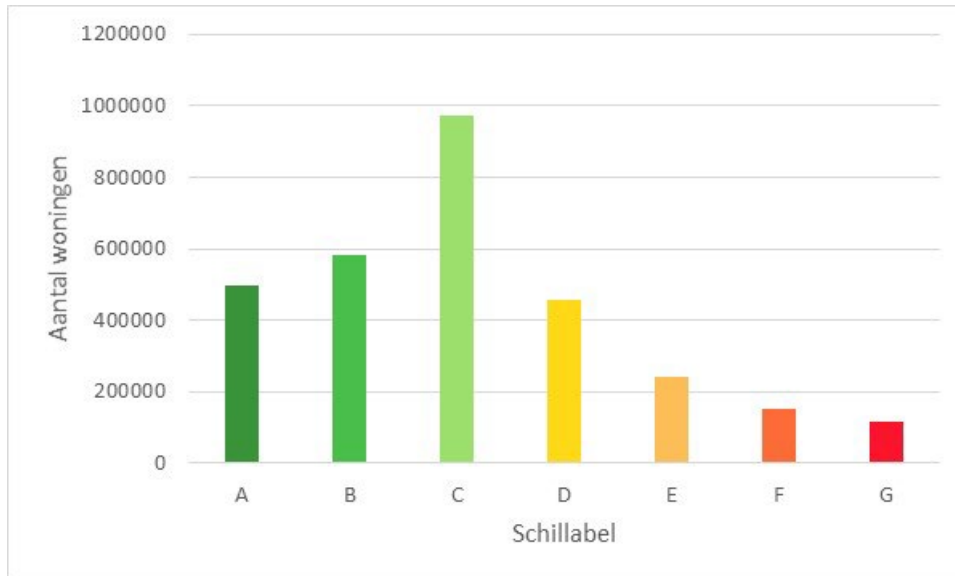
Deze tabellen geven per populatie en per woningtype het aandeel van de verschillende eigendomstypen. In bijna alle populaties bestaan de vrijstaande woningen voornamelijk uit koopwoningen.

8.1.3 Vergelijking populaties op basis van schillabel

Populatie 1a en 1b bevatten woningen met energielabels (hier geïnterpreteerd als schillabel, zie paragraaf 4.3). In totaal zijn er 3025820 woningen in de onderzoeksgroep met een afgemeld energielabel (hier schillabel).

Populatie 2 bevat de woningen zonder schillabels: gezien de verplichting dat woningen sinds 2008 moeten worden voorzien van een energielabel bij oplevering, koop of verhuur (zie paragraaf 4.3) is het opvallend dat een significant aantal woningen in de meest recente bouwperiodes (9 en 10, vanaf 2010) nog geen energielabel heeft: het gaat hier om 65177 woningen. Figuur 8.1 geeft het totaal aantal woningen per schillabel weer. De meeste woningen hebben schillabel C. Figuur 5 geeft het voorkomen van de energielabels in populatie 1a en 1b samen.

Figuur 8.1
Schillabels totaal



Deze figuur geeft het aantal woningen weer per schillabel in 2020. De meeste woningen hebben schillabel C, het minste aantal woningen heeft schillabel G.

Tabel 8.6 geeft het aantal woningen met een bepaald schillabel weer per populatie. Opvallend is een groter aandeel woningen met schillabel A (23%) in populatie 1a (waar het label na 2015 door een expert is afgegeven) ten opzichte van populatie 1b (12%) (met een label vóór 2015). Hier zijn diverse verklaringen voor te bedenken. Mogelijk vragen woningeigenaren pas een energielabel aan nadat er (vergaand) is geïsoleerd, omdat de kosten voor de aanvraag met behulp van een expert hoger zijn. Andere verklaringen zijn mogelijk een verschil in methode, van de NEN7120 naar de NTA880 (Rijksoverheid z.j.) of de mogelijkheid dat energie-experts de energieprestatie van een woning hoger waarden.

Populatie 1a heeft verder een kleiner aandeel E, F en G woningen ten opzichte van populatie 1b. In Bijlage 7 wordt de verdeling van de schillabels weergegeven per populatie en per woningtype.

Tabel 8.6

Aantal schillabels per populatie en aandeel schillabels in het totaal

Schillabel	Aantal populatie		Aandeel totaal	
	1a	1b	1a	1b
A	260760	236907	23%	12%
B	220571	363775	20%	19%
C	377881	594622	34%	31%
D	143981	312668	13%	16%
E	67065	175878	6%	9%
F	30164	124407	3%	7%
G	20724	96417	2%	5%

Deze tabel beschrijft het aantal woningen per schillabel en geeft het aandeel van het schillabel in het totaal aantal woningen per populatie weer. Het aandeel woningen met energielabel A in populatie 1a (23%) is aanzienlijk hoger dan in populatie 1b (12%). Ook is het aandeel E, F en G woningen kleiner in populatie 1a ten opzichte van populatie 1b.

8.1.4 Vergelijking populaties op basis van oppervlakte

In Tabel 8.7 wordt de gemiddelde oppervlakte per woningtype en per populatie weergegeven. In alle populaties zijn vrijstaande woningen gemiddeld het grootste en zijn appartementen relatief gezien het kleinste in oppervlakte. Ook wordt de gemiddelde oppervlakte per woningtype gegeven op basis van alle populaties samen en volgens de gegevens in de BAG. Bij vrijstaande woningen wijkt het gemiddelde in de BAG (199 m²) 13% af ten opzichte van de gemiddelde oppervlakte over alle onderzoekspopulaties (173 m²). De gemiddelde oppervlakte per woning in de BAG ligt ongeveer 3,6% boven de gemiddelde oppervlakte van alle onderzoekspopulaties samen.

Tabel 8.7

Gemiddelde oppervlakte per woningtype

	1a	1b	o2	1a/1b/o2	BAG
Vrijstaand	161	174	172	173	199
2-onder-1 kap	104	135	140	136	142
rijwoning hoekwoning	101	118	128	120	122
rijwoning tussenwoning	100	114	123	116	118
appartementen t/m 4	72	79	90	79	78
appartementen 5>	75	82	88	81	78
Gewogen gemiddelde	87	112	130	115	119

In bovenstaande tabel wordt de gemiddelde oppervlakte getoond per woningtype en dan individueel per populatie en over alle populaties samen (1a/1b/o2) en wordt de gemiddelde oppervlakte gegeven op basis van gegevens uit de BAG. De gemiddelde oppervlakte van de BAG voor vrijstaande woningen wijkt ten opzichte van andere woningtypen veel af van de gemiddelde oppervlakte over alle woningen in VIVET (rood).

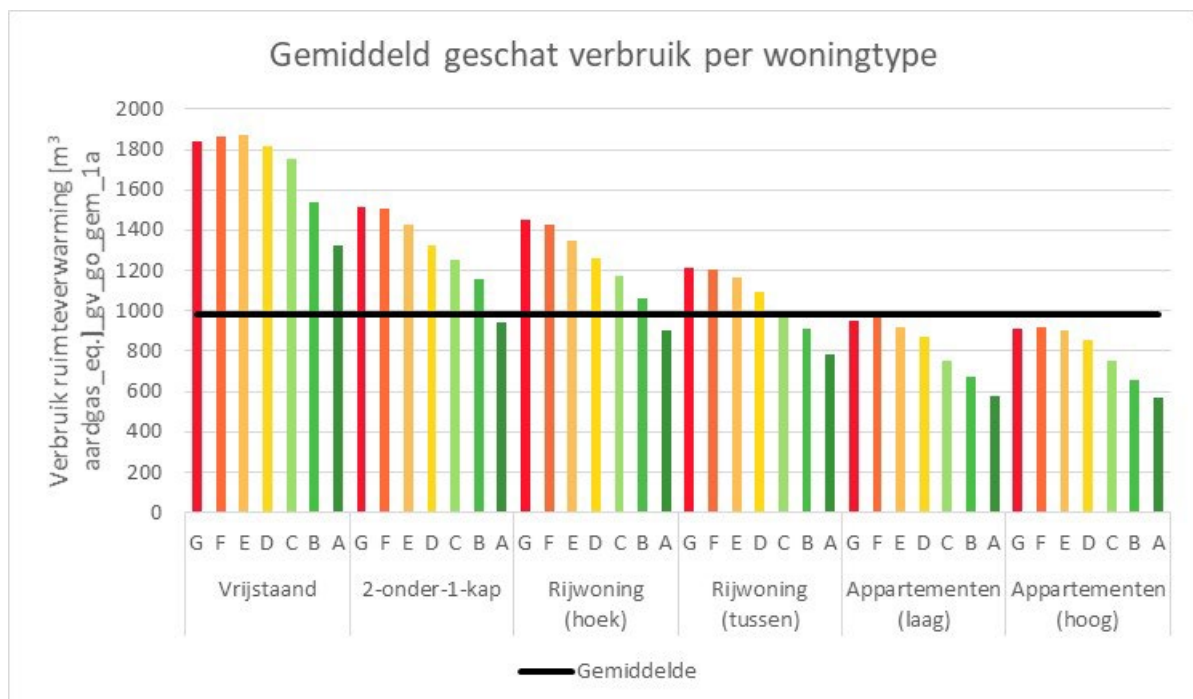
8.2 Zijn gedeelde gebouwdelen (gevel, vloer, dak) bepalend voor verbruik?

Deze vraag hangt sterk samen met het woningtype: zoals beschreven in paragraaf 4.1 geeft het woningtype een indicatie van het aantal gebouwdelen dat contact heeft met de buitenomgeving. De verwachting is dat wanneer een groter oppervlakte van de schil of de ondergrond van de woning contact heeft met de buitenomgeving, er meer warmteverlies optreedt. Bij vrijstaande woningen staan alle gebouwdelen in contact met de buitenomgeving. Bij galerijwoningen (appartementen-hoog) komt het veel voor dat muur-, vloer- en dakoppervlakte gedeeld zijn met de burens.

Een andere factor is de grootte van de woning. Zoals beschreven in paragraaf 8.1.3 hebben vrijstaande-, 2-onder-1-kap-, en rijwoningen, gemiddeld een grotere oppervlakte dan appartementen. De oppervlakte, samen met het aandeel gedeelde gebouwdelen in de totale oppervlakte van de schil, maken dat het verbruik sterk kan verschillen tussen woningtypen, zoals weergegeven in Figuur 8.2.

Figuur 8.2

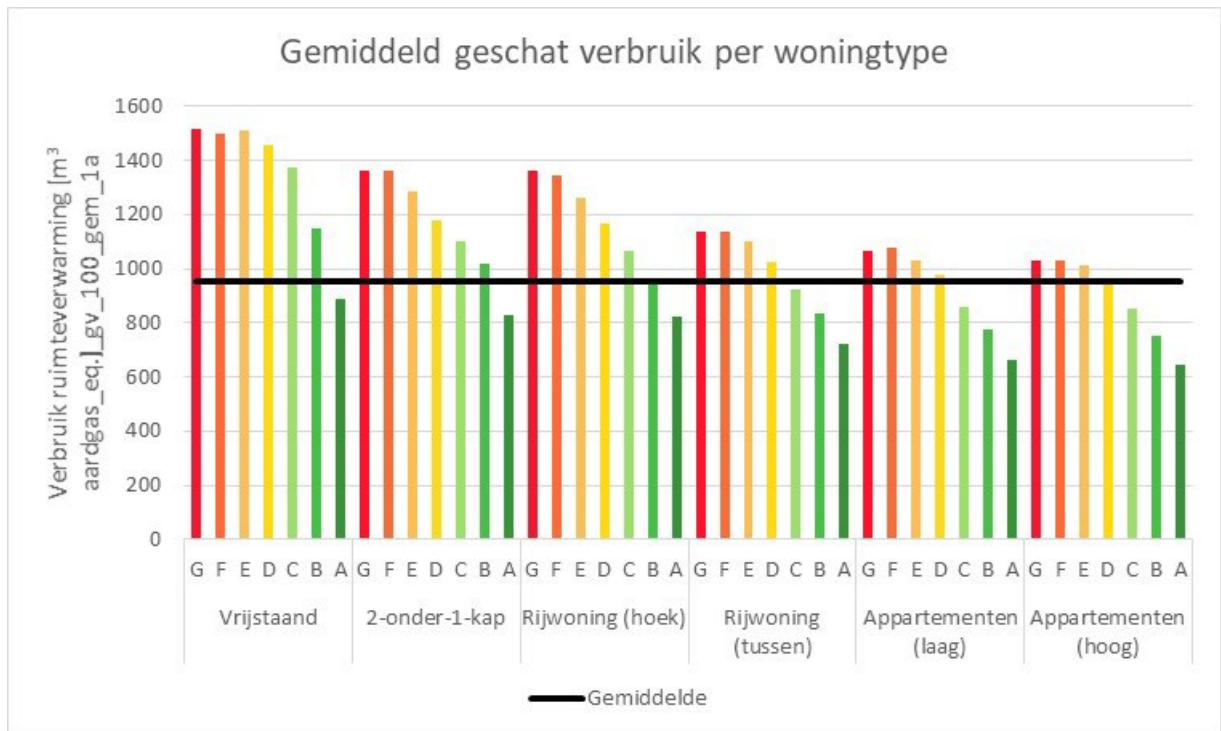
Gemiddeld geschat functionele vraag ruimteverwarming per woningtype bij gemiddelde oppervlakte per woningtype



In deze figuur wordt de geschatte functionele vraag ruimteverwarming weergegeven per woningtype bij een gemiddelde oppervlakte per woningtype, waarbij het gemiddelde is genomen van de verbruiken per bouwperiode en eigendomstype. De zwarte lijn geeft het (gewogen) gemiddelde van de verbruiken in de figuur. Vrijstaande woningen, met veel contactoppervlak met de buitenomgeving en met een relatief grote oppervlakte, hebben een hoger verbruik dan appartementen met een relatief kleine oppervlakte en waar gebouwdelen veelal zijn gedeeld met de burens. Voor een beschrijving van de afkortingen in het y-as label, zie paragraaf 1.4.3 'Aanduidingen'.

Door het verbruik te schatten met dezelfde oppervlakte voor ieder woningtype kan voor het verschil in grootte tussen de woningtypen worden gecorrigeerd. Figuur 8.3 laat het geschat verbruik zien van de verschillende woningtypen bij een oppervlakte van 100 m². Het verschil in verbruik wordt hierdoor iets kleiner. Desalniettemin hebben vrijstaande woningen nog steeds een aanzienlijk hoger verbruik dan appartementen.

Figuur 8.3
Gemiddeld geschat functionele vraag ruimteverwarming per woningtype bij 100 m²



In deze figuur wordt de geschatte functionele vraag ruimteverwarming weergegeven per woningtype bij een (aangenomen) oppervlakte van 100 m² voor alle woningtypen. De zwarte lijn geeft het (gewogen) gemiddelde van de verbruiken in de figuur. Vrijstaande woningen, met veel contactoppervlak met de buitenomgeving, hebben een hoger verbruik dan appartementen, waar gebouwdelen veelal zijn gedeeld met de burens. Ten opzichte van de vorige figuur liggen de verbruiken (iets) dicht bij elkaar doordat voor de grootte van de woning is gecorrigeerd. Voor een beschrijving van de afkortingen in het y-as label, zie paragraaf 1.4.3 'Aanduidingen'.

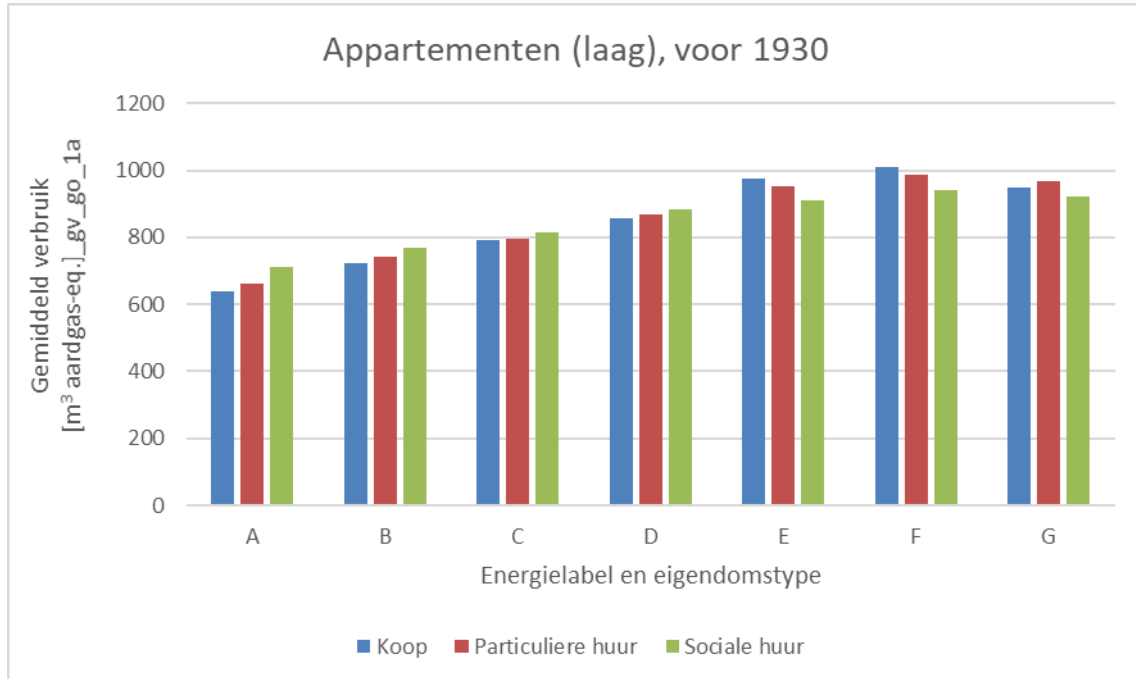
8.3 Maakt het eigendomstype verschil in het verbruik van een woning?

Wanneer gekeken wordt naar gemiddelden op basis van gemeten waarden lijkt het eigendomstype 'koop' een hoger verbruik te hebben dan de eigendomstypen particuliere- en sociale huur voor beide populaties. Echter, wanneer wordt gekeken naar het geschat verbruik (bij een gemiddelde oppervlakte per woningtype) lijkt het erop dat niet één eigendomstype een structureel hoger of lager verbruik laat zien ten opzichte van de andere eigendomstypen. Ook zijn de verschillen in verbruik tussen de eigendomstypen relatief klein. Om dit te illustreren zijn de verbruiken geschat voor appartementen (laag), per eigendomstype en schillabel en voor alle bouwperiodes, voor populatie 1a en 1b. Hiervoor is gebruik gemaakt van de regressiecoëfficiënten en de gemiddelde oppervlakte per woningtype.

Alle woningcombinaties voor appartementen (laag), eigendomstype, schillabel en de bouwperiodes 'voor 1930', '1930 t/m 1945' en '1946 t/m 1964' bestaan uit originele (niet aangevulde) waarden. De resultaten voor deze woningcombinaties voor populatie 1a worden weergegeven in Figuur 8.4 tot en met Figuur 8.6. De figuren laten zien dat niet één eigendomstype (koop, particuliere huur of sociale huur) een structureel hoger of lager verbruik heeft dan de andere eigendomstypen. De figuren voor de overige bouwperiodes en voor populatie 1b bevestigen dit beeld.

Figuur 8.4

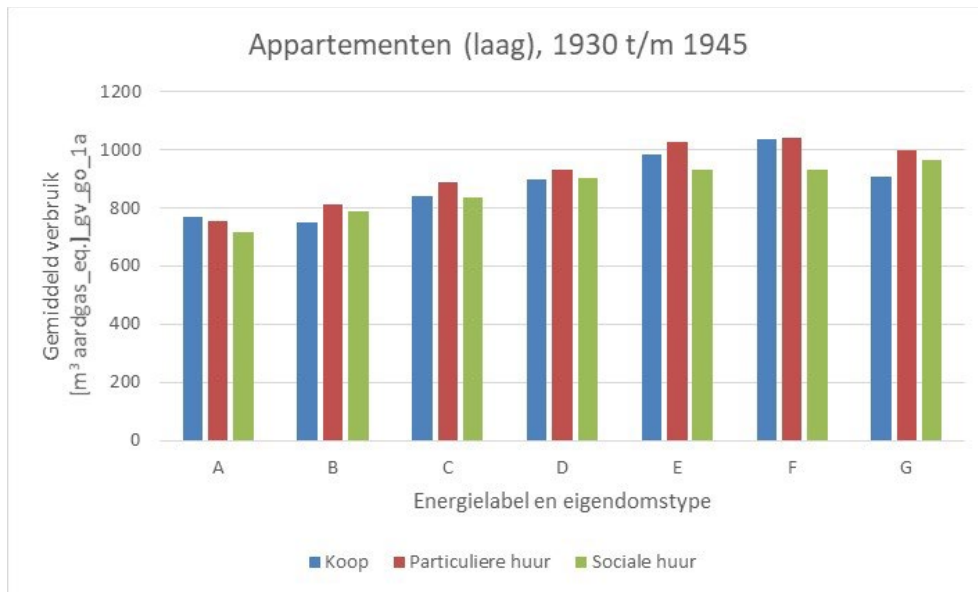
Vergelijking geschat functionele vraag ruimteverwarming per schillabel en eigendomstype, appartementen (laag), voor 1930



Deze figuur geeft de geschatte functionele vraag ruimteverwarming in m³ aardgas-equivalent per schillabel en eigendomstype van appartementen (laag) van voor 1930 in populatie 1a. Er is geen eigendomstype dat structureel hoger of lager ligt dan de andere eigendomstypen. Voor een beschrijving van de afkortingen in het y-as label, zie paragraaf 1.4.3 'Aanduidingen'.

Figuur 8.5

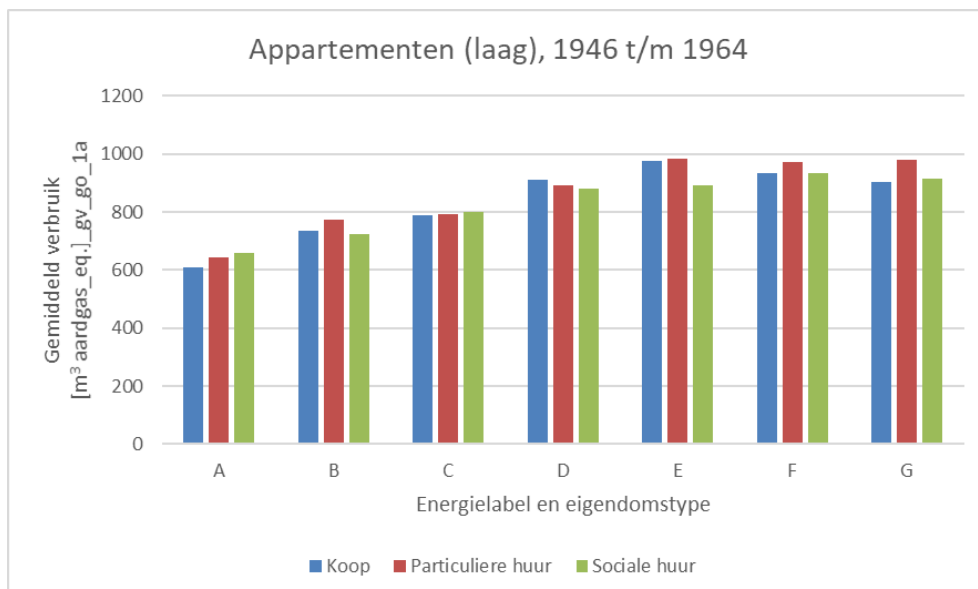
Vergelijking geschat functionele vraag ruimteverwarming per schillabel en eigendomstype, appartementen (laag), 1930 t/m 1945



Deze figuur geeft de geschatte functionele vraag ruimteverwarming voor ruimteverwarming per schillabel en eigendomstype van appartementen (laag), gebouwd tussen 1930 en 1945, in populatie 1a. Er is geen eigendomstype dat structureel hoger of lager ligt dan de andere eigendomstypen. Voor een beschrijving van de afkortingen in het y-as label, zie paragraaf 1.4.3 'Aanduidingen'.

Figuur 8.6

Vergelijking geschat functionele vraag per schillabel en eigendomstype, appartementen (laag), 1946 t/m 1964



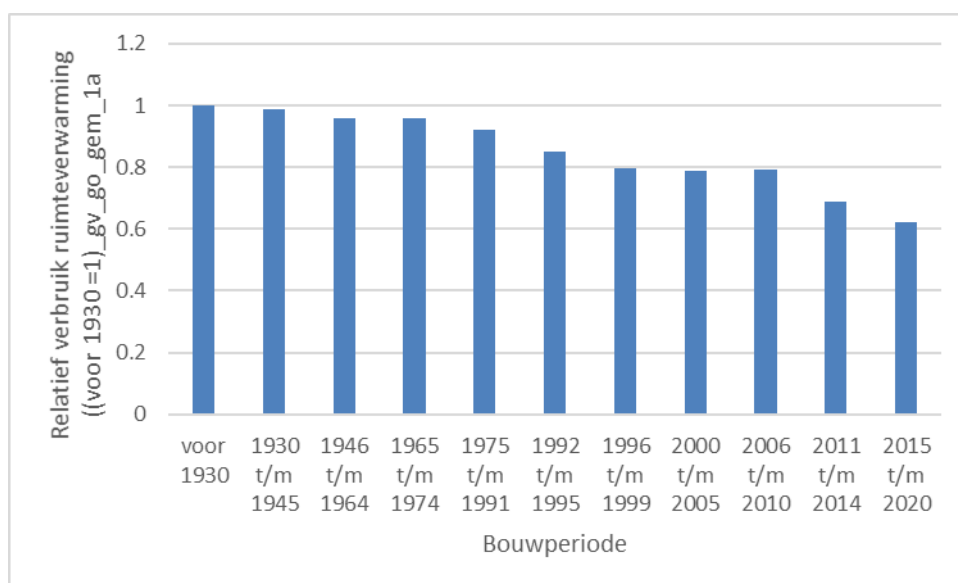
Deze figuur geeft de geschatte functionele vraag ruimteverwarming in m³ aardgas per schillabel en eigendomstype van appartementen (laag), gebouwd tussen 1946 en 1964, in populatie 1a. Er is geen eigendomstype dat structureel hoger of lager ligt dan de andere eigendomstypen. Voor een beschrijving van de afkortingen in het y-as label, zie paragraaf 1.4.3 'Aanduidingen'.

8.4 Hebben recent gebouwde woningen hetzelfde verbruik als oude woningen?

Voor diverse woningtypen en schillabels is het geschat verbruik per bouwperiode vergeleken, bij de gemiddelde oppervlakte per woningtype. Zoals beschreven in paragraaf 4.2 werden tot 1975 nog weinig eisen gesteld aan de energieprestatie van gebouwen: bij woningen uit die bouwperiodes met schillabel A heeft meestal na- isolatie plaatsgevonden. Opvallend is dat het geschat verbruik van recent gebouwde woningen, van hetzelfde woningtype en schillabel en met dezelfde oppervlakte, lager uitkomt dan bij latere bouwperiodes. Figuur 8.7 en Figuur 8.8 laten het geschat verbruik zien per bouwperiode voor respectievelijk rijwoningen (tussen) en appartementen (laag) met schillabel A. Het verbruik van woningen gebouwd voor 1930, tussen 1930 en 1945 en tussen 1946 en 1964 ligt hoger dan het verbruik van woningen gebouwd tussen 2006 en 2010, tussen 2011 en 2014 en tussen 2015 en 2020. Figuren laten een vergelijkbaar beeld zien bij deze woningtypen voor label B. Vergelijkbare figuren voor rijwoningen (tussen), appartementen (hoog) en appartementen (laag), voor label A én B zijn opgenomen in bijlage 10. Zoals in paragraaf 4.3 is beschreven, bestaan er diverse mogelijke verklaringen waarom een oude woning waarin energiebesparende maatregelen zijn genomen – en daardoor een goed schillabel krijgt – toch een verbruik heeft dat hoger ligt dan vergelijkbare woningen van een recent bouwjaar.

Figuur 8.7

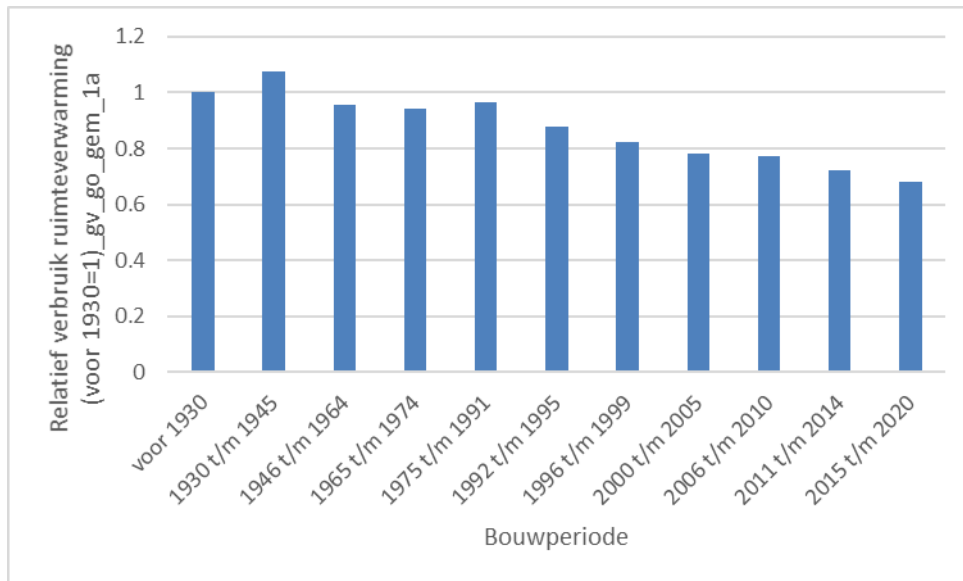
Relatief geschat functionele vraag ruimteverwarming per bouwperiode. Rijwoningen (tussen), label A



Figuur met de relatief geschatte functionele vraag ruimteverwarming per bouwperiode voor rijwoningen (tussen) met label A (populatie 1a), gemiddelde van de geschatte verbruiken per eigendomstype. Het geschat verbruik van late bouwperiodes ligt hoger dan het geschat verbruik van recente bouwperiodes. Het gemiddeld geschat verbruik van rijwoningen (tussen) gebouwd tussen 2015 en 2020 ligt bijna 40% lager dan het verbruik van rijwoningen (tussen) gebouwd voor 1930.

Figuur 8.8

Relatief geschat functionele vraag ruimteverwarming per bouwperiode. Appartementen (laag), label A



Figuur met de relatief geschatte functionele vraag ruimteverwarming per bouwperiode voor appartementen (laag) met label A (populatie 1a), gemiddelde van de geschatte verbruiken per eigendomstype. Het geschat verbruik van late bouwperiodes ligt hoger dan het geschat verbruik van recente bouwperiodes. Het gemiddeld geschat verbruik van appartementen (laag) gebouwd tussen 2015 en 2020 ligt ruim 30% lager dan het verbruik van appartementen (laag) gebouwd voor 1930. Voor een beschrijving van de afkortingen in het y-as label, zie paragraaf 1.4.3 'Aanduidingen'.

8.5 Heeft een beter schillabel minder warmtevraag?

Een belangrijke factor in het verbruik van woningen is de mate van isolatie. Zoals beschreven in paragraaf 4.3 wordt het energielabel gebruikt als indicatie voor de mate van isolatie van een woning, waarbij het isolatieniveau oploopt van G naar A. We noemen het energielabel daarom 'schillabel'. In Tabel 8.8 tot en met Tabel 8.10 wordt het relatief gemiddeld geschat verbruik gegeven van de drie grootste groepen woningen, zijnde appartementen (laag en hoog) en tussenwoningen. De tabel laat zien dat het (relatief) gemiddeld geschat verbruik – volgens verwachting – oploopt van schillabel A naar schillabel G. Opvallende uitzondering zijn woningen met een G-label: hier is het (geschat) verbruik vaak lager ten opzichte van de andere schillabels. Hier zijn verschillende verklaringen voor te bedenken, mogelijk hangt dit verschil in gebruik samen met afwijkend gedrag van bewoners van woningen met een G label. Naast de relatieve verbruiken wordt het gemiddelde (gewogen over de schillabels) gegeven van de verbruiken per bouwperiode en wordt het verbruik gegeven van de woningen zonder energielabel. Met uitzondering van de oude bouwperiodes (0 t/m 3) lijkt het verbruik van woningen zonder energielabel in de buurt te liggen van de woningen mét een energielabel (vaak binnen de 10%). Bij de oude bouwperiodes ligt het verbruik van woningen zonder energielabel veelal hoger.

Veel labels lager dan B ontbreken in recente bouwperiodes. Zoals beschreven in paragraaf 4.2 werden er door de jaren heen steeds strengere eisen gesteld aan de isolatiewaarde van nieuwe woningen.

Het schillabel van woningen uit recente bouwperiodes zou daarom eigenlijk altijd gelijk aan schillabel A (of beter) moeten zijn. Woningen met lagere schillabels komen nog in kleine aantallen voor in deze groepen: die woningen worden veelal beschouwd als ‘vervuiling’ van de onderzoeksgroep, waarbij we verwachten dat het label niet klopt.

Tabel 8.8

Functionele vraag ruimteverwarming [m³ aardgas-equivalent] rijwoningen (tussen) per bouwperiode: relatief per schillabel en absoluut als gewogen gemiddelde van de schillabels

S	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B	1.09	0.97	1.07	1.05	1.08	1.05	1.08	1.05	1.05		
C	1.09	1.09	1.12	1.16	1.15	1.13	1.18			0.91	
D	1.15	1.14	1.24	1.27	1.26			1.41			
E	1.22	1.27	1.33	1.34	1.35						
F	1.29	1.34	1.37	1.38							
G	1.33	1.36	1.35	1.34							
x	1.39	1.41	1.41	1.31	1.16	1.15	1.15	1.05	1.00	1.02	1.09
Eenheid geschat verbruik	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
gv_x	1284	1285	1246	1159	987	905	843	767	733	651	631
gv_gem	1065	1063	1041	1020	955	814	763	731	732	635	577
gv_x & gem	1221	1233	1151	1105	979	888	846	750	731	644	589

Deze tabel geeft het relatief geschat verbruik van rijwoningen (tussen) bij de gemiddelde oppervlakte van rijwoningen (tussen) per bouwperiode en schillabel (populatie 1a en 2) en het gemiddelde van de geschatte verbruiken per bouwperiode. Het verbruik van schillabel A wordt aangenomen als referentiepunt (relatief verbruik = 1). Lagere schillabels hebben een hoger relatief geschat verbruik. Naast de relatieve verbruiken wordt het gewogen gemiddelde gegeven van de geschatte verbruiken van de schillabels per bouwperiode (gv_gem). Ook wordt het geschatte verbruik gegeven van de woningen zonder energielabel (gv_x) en het gewogen gemiddelde geschatte verbruik van alle woningen, waarbij voor het aantal woningen ook populatie 1b is meegenomen (gv_x & gem).

Tabel 8.9

Functionele vraag ruimteverwarming (m³ aardgas-equivalent) appartementen (laag) per bouwperiode: relatief per energielabel en absoluut als gewogen gemiddelde van de schillabels

S	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	1.00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B	1.11	1.08	1.11	1.11	1.05	1.05	1.06	1.03	1.03	1.16	0.98
C	1.18	1.16	1.22	1.20	1.11	1.05	1.06	1.18	1.12	1.28	
D	1.28	1.24	1.34	1.29	1.28	1.31		1.56			
E	1.36	1.34	1.38	1.45	1.31						
F	1.41	1.36	1.43	1.45							
G	1.39	1.33	1.41	1.33							
x	1.47	1.42	1.43	1.35	1.16	1.09	1.07	0.97	0.96	0.98	1.11
Eenheid geschat verbruik	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
gv_x	1007	1049	941	871	764	657	604	522	508	484	516
gv_gem	830	898	814	760	713	623	583	544	531	501	465
gv_x & gem	922	981	860	797	729	632	591	543	526	498	475

Deze tabel geeft het relatief geschat verbruik van appartementen (laag) bij de gemiddelde oppervlakte van rijwoningen (tussen) per bouwperiode en schillabel (populatie 1a en 2) en het gemiddelde van de geschatte verbruiken per bouwperiode. Het verbruik van schillabel A wordt aangenomen als referentiepunt (relatief verbruik = 1).

Lagere schillabels hebben een hoger relatief geschat verbruik. Naast de relatieve verbruiken wordt het gewogen gemiddelde gegeven van de geschatte verbruiken van de schillabels per bouwperiode (gv_gem). Ook wordt het geschatte verbruik gegeven van de woningen zonder energielabel (gv_x) en het gewogen gemiddelde geschatte verbruik van alle woningen, waarbij voor het aantal woningen ook populatie 1b is meegenomen (gv_x & gem).

Tabel 8.10

Functionele vraag ruimteverwarming (m³ aardgas-equivalent) appartementen (hoog) per bouwperiode: relatief per energielabel en absoluut als gewogen gemiddelde van de schillabels

S	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B	1.09	1.22	1.04	1.18	1.05	1.05	1.01	1.05	1.12	1.00	1.03
C	1.13	1.31	1.15	1.24	1.11	1.05	1.03	1.13	1.40		1.09
D	1.21	1.35	1.26	1.31	1.31	1.13			1.74		
E	1.24	1.47	1.29	1.54	1.35						
F	1.27	1.51	1.32	1.51							
G	1.26	1.49	1.30	1.63							
X	1.30	1.48	1.30	1.37	1.16	1.09	1.00	0.92	0.93	0.94	0.85
Eenheid geschat verbruik	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
gv_x	907	959	935	793	774	630	561	480	471	451	383
gv_gem	799	868	847	708	727	601	566	536	519	477	456
gv_x & gem	843	919	878	731	742	611	567	515	508	470	449

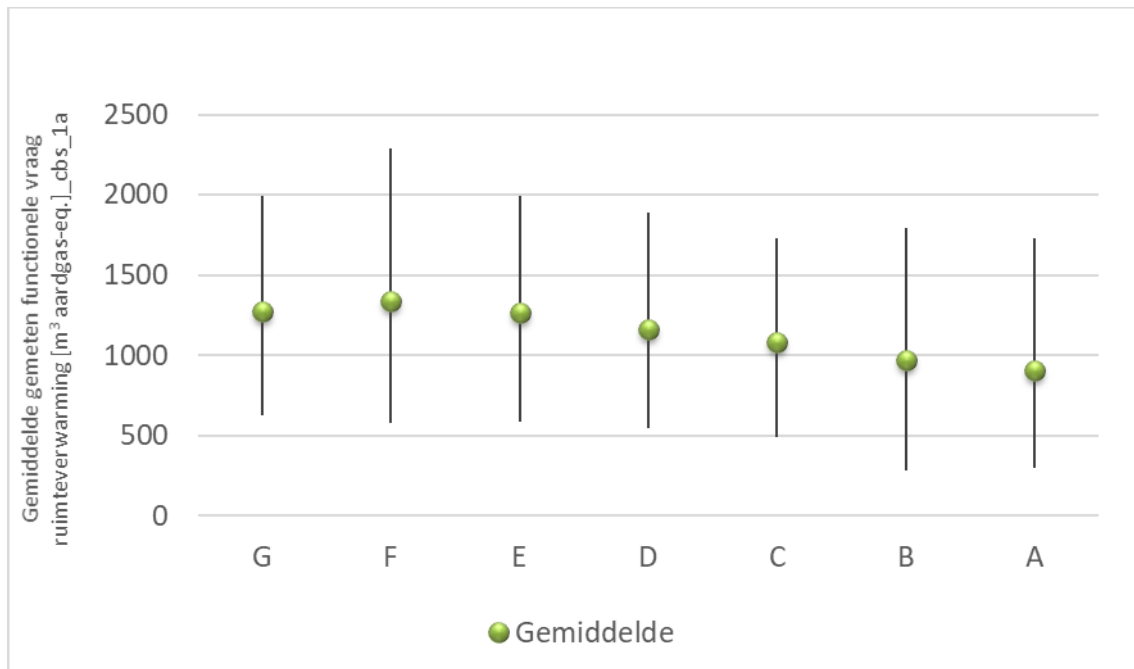
Deze tabel geeft het relatief geschat verbruik van appartementen (hoog) bij de gemiddelde oppervlakte van rijwoningen (tussen) per bouwperiode en schillabel (populatie 1a en 2) en het gemiddelde van de geschatte verbruiken per bouwperiode. Het verbruik van schillabel A wordt aangenomen als referentiepunt (relatief verbruik = 1). Lagere schillabels hebben een hoger relatief geschat verbruik. Naast de relatieve verbruiken wordt het gewogen gemiddelde gegeven van de geschatte verbruiken van de schillabels per bouwperiode (gv_gem). Ook wordt het geschatte verbruik gegeven van de woningen zonder energielabel (gv_x) en het gewogen gemiddelde geschatte verbruik van alle woningen, waarbij voor het aantal woningen ook populatie 1b is meegenomen (gv_x & gem).

Wanneer gekeken wordt naar het kleinste aggregatieniveau- dus per woningtype, bouwperiode, eigendomstype en schillabel- komt het geregeld voor dat de gemiddeld gemeten functionele vraag naar ruimteverwarming niet consistent oploopt van label A naar label G. Meestal wordt dit veroorzaakt door een klein aantal woningen in de desbetreffende woningcombinaties.

Figuur 8.9 laat de gemiddelde gemeten functionele vraag van ruimteverwarming zien voor rijwoningen (tussen) van een specifiek eigendomstype en bouwperiode. De gemiddeld gemeten functionele vraag naar ruimteverwarming loopt op van label A naar label F. De bandbreedten geven aan dat in individuele gevallen de functionele vraag naar ruimteverwarming van woningen (sterk) kan verschillen.

Figuur 8.9

Gemiddeld gemeten functionele vraag ruimteverwarming rijwoningen (tussen), koop, gebouwd tussen 1946 en 1964 met bandbreedten voor het gemiddelde verbruik van het onderste en bovenste deciel



Deze figuur geeft de gemiddelde gemeten functionele vraag ruimteverwarming voor rijwoningen (tussen), eigendomstype koop, gebouwd tussen 1946 en 1964 met bandbreedten van het onderste en bovenste deciel waarbinnen de vraag ligt. De bandbreedten laten zien dat er een grote spreiding bestaat in het verbruik van individuele woningen. Voor een beschrijving van de afkortingen in het y-as label, zie paragraaf 1.4.3 'Aanduidingen'.

8.6 Is het verbruik van oude energielabels anders dan recente labels of zijn 'oude' labels sterk verouderd?

Zoals beschreven in paragraaf 4.3 bestaan er verschillende methoden voor het bepalen van het energielabel. Daarbij bestaan er nog veel woningen waarvan het energielabel is bepaald vóór 2015 of waarvan het energielabel is bepaald met een verouderde methode. Om te kijken of er verschillen bestaan in het verbruik van deze labels, kunnen de onderzoekspopulaties 1a en 1b worden vergeleken.

Voor iedere woningcombinatie wordt de functionele vraag ruimteverwarming geschat met de regressiecoëfficiënten van populatie 1a en 1b, bij een gemiddelde oppervlakte per woningtype (op basis van alle onderzoekspopulaties), waarna de afwijking wordt bepaald van populatie 1b ten opzichte van populatie 1a. De (ongewogen) gemiddelde afwijking is 0%, wat betekent dat er geen noemenswaardig verschil bestaat in het verbruik per woningcombinatie tussen populatie 1a en 1b.

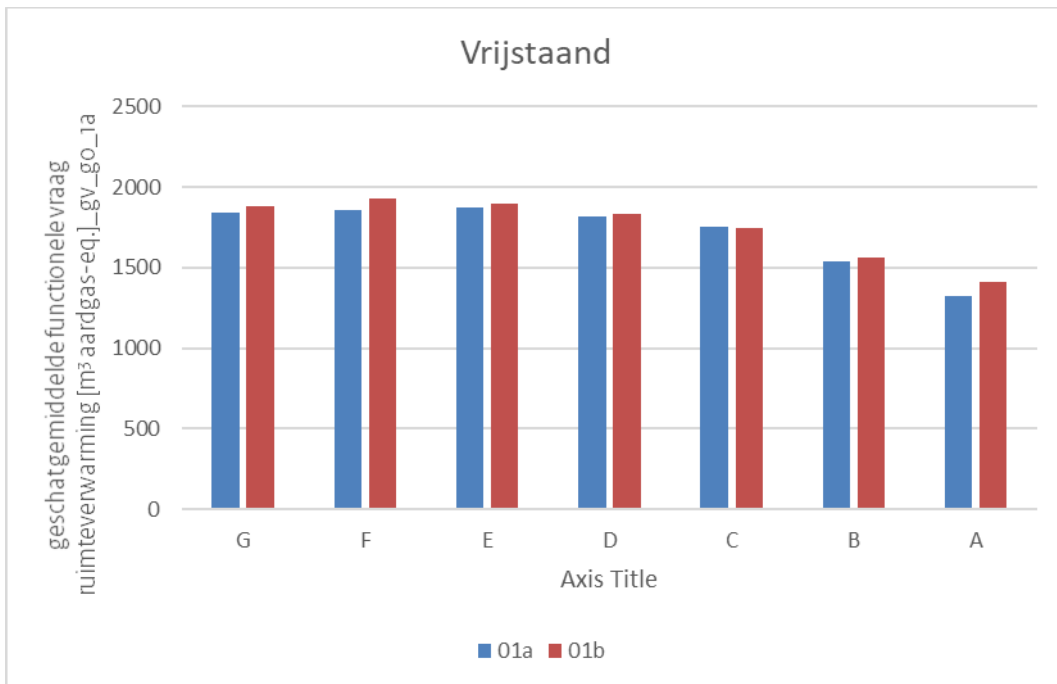
Ook is de gewogen gemiddelde afwijking bepaald. Dit is gedaan met behulp van het wegen naar het aantal woningen van woningcombinaties in populatie 1a en 1b samen. Eerst is het aantal woningen van populatie 1a en 1b bij elkaar opgeteld voor iedere woningcombinatie.

Vervolgens is de (gewogen gemiddelde) functionele vraag ruimteverwarming per onderzoekspopulatie bepaald door de vraag van de woningcombinaties te berekenen met de regressiecoëfficiënten van de onderzoekspopulatie en het gemiddelde van alle woningcombinaties te bepalen met een weging over de som van het aantal woningen van de woningcombinatie in populatie 1a en 1b. Op deze wijze kan de afwijking worden bepaald van het gemiddeld verbruik van populatie 1a ten opzichte van populatie 1b. Door het aantal woningen van populatie 1a en 1b (per woningcombinatie) bij elkaar op te tellen, is namelijk de verdeling van woningen in beide gewogen gemiddelden hetzelfde. Het gewogen gemiddeld verbruik van populatie 1a is in deze vergelijking met 2.4% iets hoger, maar het verschil is klein. Een eenvoudige verklaring is dat woningen met 'oude' labels vaker zijn gerenoveerd dan recente labels.

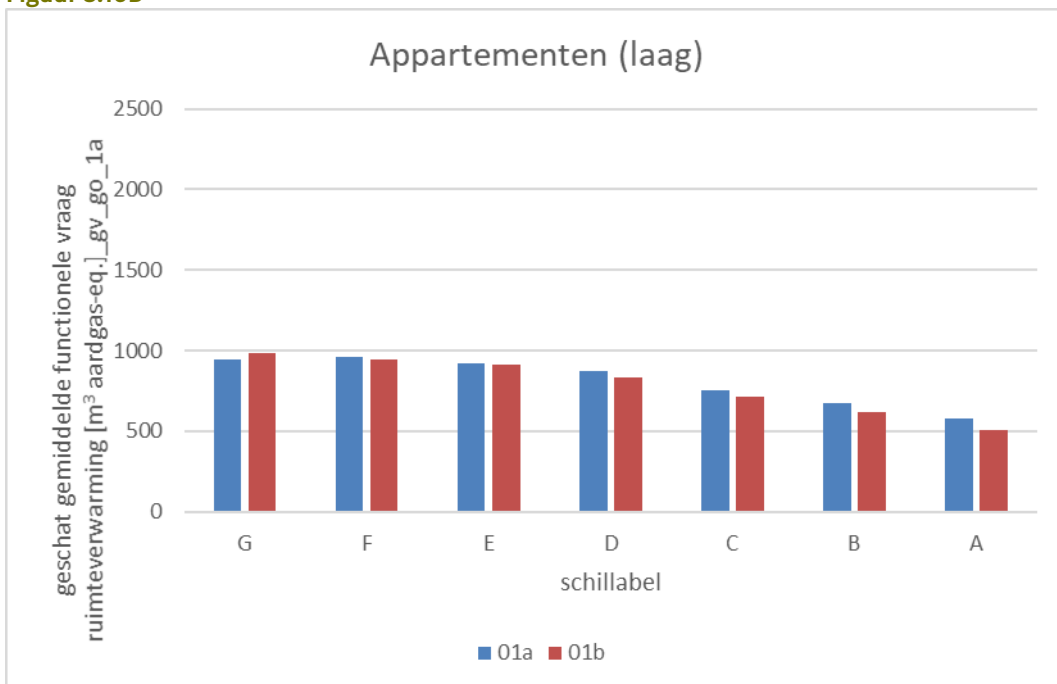
Zoals ook duidelijk wordt uit Figuur 8.10 zijn de verschillen tussen de populaties klein indien verschillende woningtypen en schillabels worden beschouwd. Daarbij geldt dat niet één populatie een structureel hoger of lager geschat verbruik laat zien.

Figuur 8.10

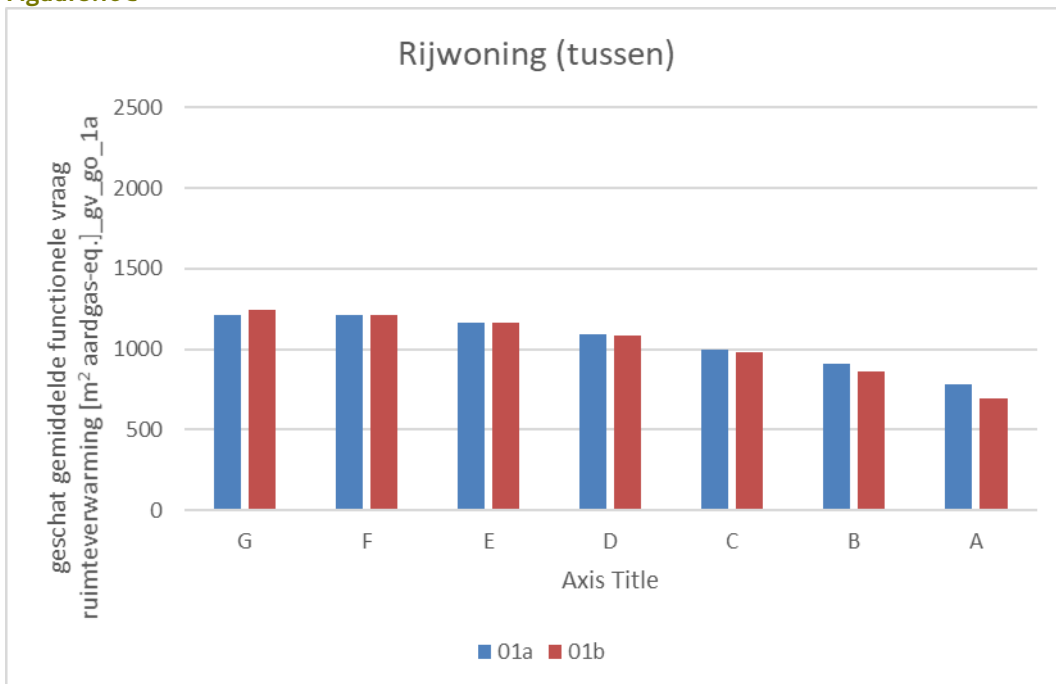
Vergelijking functionele vraag ruimteverwarming per woningtype en schillabel, gewogen gemiddeld naar eigendom in populatie 1a en populatie 1b, gemiddelde oppervlakte per woningtype



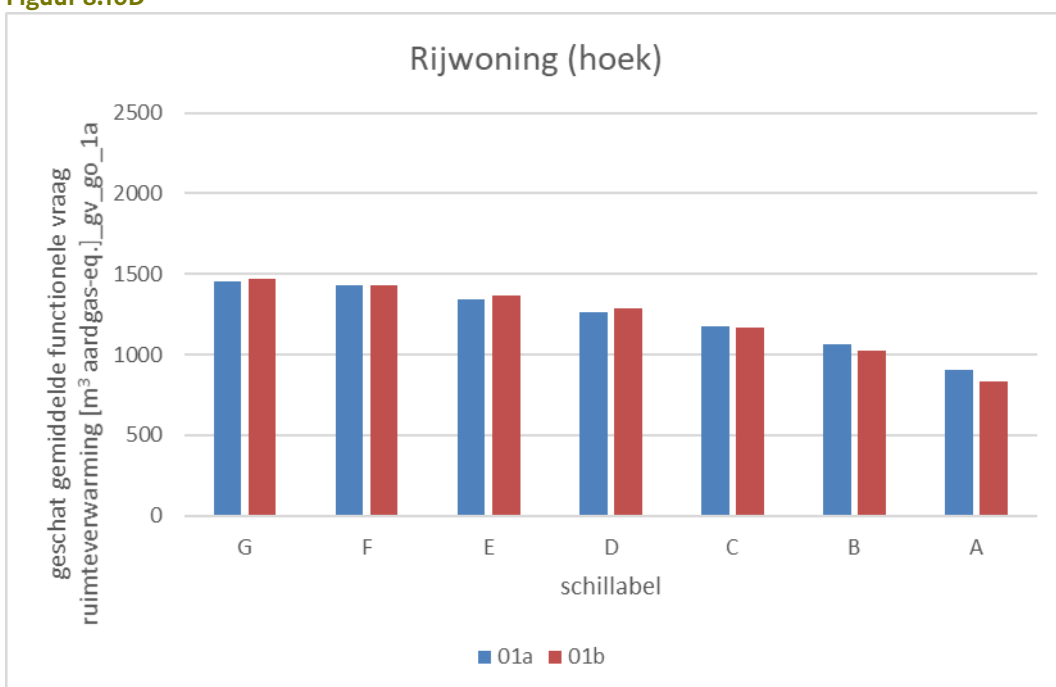
Figuur 8.10B



Figuur 8.10C



Figuur 8.10D



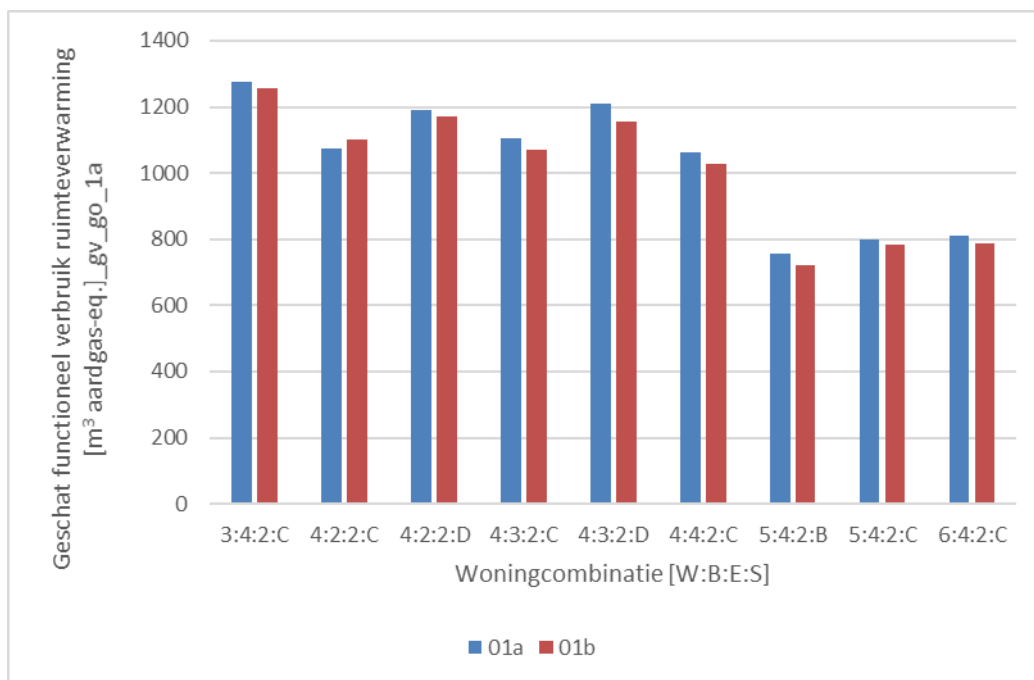
In deze figuren wordt de functionele vraag ruimteverwarming vergeleken tussen populatie 1a en populatie 1b voor vrijstaande woningen, rijwoningen (hoek en tussen) en appartementen (laag). In sommige gevallen ligt de functionele vraag van populatie 1a iets hoger dan de vraag bij populatie 1b: dit is bijvoorbeeld het geval bij schillabel A voor rijwoningen en appartementen (laag). In sommige gevallen ligt de functionele vraag ruimteverwarming van populatie 1b hoger: dit is bijvoorbeeld het geval bij schillabel A voor vrijstaande woningen. In alle gevallen zijn de verschillen in functionele vraag ruimteverwarming tussen de populaties klein. Voor een beschrijving van de afkortingen in het y-as label, zie paragraaf 1.4.3 'Aanduidingen'.

In Figuur 8.11 wordt de uitkomst van bovenstaande vergelijking getoond voor enkele woningcombinaties met meer dan tienduizend woningen in de groep bij zowel populatie 1a als populatie 1b. Bij deze woningcombinaties lijkt populatie 1b een iets lager verbruik te laten zien per woningcombinatie, in lijn met de verschillen tussen de gewogen gemiddelden. De verschillen tussen de populaties zijn echter klein.

Bij individuele woningcombinaties kan het verschil in functionele vraag ruimteverwarming met de regressiecoëfficiënten van populatie 1b ten opzichte van populatie 1a significant afwijken. Het gaat hier echter meestal om woningcombinaties met een (zeer) klein aantal woningen in de groep of om een woningcombinatie die voor één van de twee populaties is aangevuld (zie hoofdstuk 7). Over het algemeen lijkt er geen significant verschil te zijn tussen het verbruik van woningen waarvan het energielabel is vastgesteld voor 2015 of met vereenvoudigde energielabels (populaties 1b) en woningen waarvan het energielabel is vastgesteld na 2015 door een expert (populatie 1a).

Figuur 8.11

Functionele vraag ruimteverwarming voor populatie 1a en 1b voor woningcombinaties met meer dan 10000 observaties



Deze figuur laat de geschatte functionele vraag voor ruimteverwarming zien [m³ aardgas-equivalent] voor woningcombinaties (woningtype: bouwperiode: eigendomstype: schillabel) met meer dan 10.000 observaties. In bijna alle gevallen ligt de vraag van populatie 1a hoger. Voor een beschrijving van de afkortingen in het y-as label, zie paragraaf 1.4.3 'Aanduidingen'.

9 Vergelijking analyse CBS2018

Dit hoofdstuk vergelijkt de resultaten van deze regressieanalyse zoals beschreven in paragraaf 6.5.2. (hierna: 'VIVET2020') met een soortgelijke analyse in 2020 met brondata uit 2018 die we 'CBS2018' noemen (zie paragraaf 6.5.1). Deze laatste is gebruikt om het referentieverbruik van woningen te bepalen voor de Startanalyse aardgasvrije buurten 2020 met data van het CBS uit 2018 (Van Polen et al. 2022). De belangrijkste verschillen in het referentieverbruik worden beschreven en verklaard. Achtereenvolgens kijken we naar het verschil in:

1. De methode, waarbij dieper wordt ingegaan op verschillen die van invloed kunnen zijn op het geschatte verbruik
2. De omvang van het verbruik
 1. De bepalingmethode voor het energieverbruik voor koken en warm tapwater
 2. De klimaatcorrectie
 3. Het mogelijke effect van zonneboilers
 4. De gebruikte oppervlakte voor de regressieanalyse
 5. De relatie met het vloeroppervlak
3. De resultaten van de regressie uit 2020 en de brondata uit 2018

9.1 De methode

De CBS2018 analyse is uitgevoerd met een andere methode van regressie, een andere populatie van woningen en een ander jaar waarop de praktijkwaarden zijn gebaseerd. Daarnaast zijn er andere inschattingen gebruikt voor het aardgasverbruik van koken en warm tapwater en het regionale effect van klimaatverandering.

Voor een andere methode van regressie is gekozen omdat de CBS2018 regressie is toegepast op oppervlakteklassen. Hierbij kunnen scheve verdelingen binnen een oppervlakteklasse en een niet gelijk aantal woningen in de oppervlakteklasse de regressielijn doen afwijken. Meer specifiek is in CBS2018 gebruik gemaakt van micro-data van het CBS met verbruiksgegevens van woningen uit 2018. Ook toen zijn regressiecoëfficiënten bepaald om de functionele vraag naar ruimteverwarming te bepalen als functie van de oppervlakte. Een verschil is echter dat de CBS2018 regressie is uitgevoerd met het gemiddelde verbruik van het gemiddelde oppervlak per oppervlakteklasse terwijl in de huidige analyse de regressie wordt uitgevoerd met het verbruik en de oppervlakte van individuele woningen om afwijkingen in regressielijnen te voorkomen. Het resultaat van de CBS2018 regressie waren regressiecoëfficiënten per woningcombinatie van woningtype, bouwperiode en schillabel terwijl de VIVET2020 regressie de woningcombinaties ook nog heeft uitgesplitst naar eigendom (koop, particuliere en sociale huur). Verschillen in de regressiemethode van CBS2018 en VIVET2020 zijn:

- In CBS2018 zijn regressiecoëfficiënten bepaald met behulp van oppervlakteklassen, in VIVET2020 met behulp van individuele woningen.
- De oppervlakte die voor de lineaire regressie is gebruikt in CBS2018 is het midden van de oppervlakteklasse (e.g. 150m² t/m 250m² → 200 m²). Het midden van de oppervlakteklasse kan echter afwijken van het gemiddelde van de oppervlakte van de woningen die binnen de oppervlakteklassen vallen.

- In VIVET2020 is een gewogen gemiddelde van de hellingshoek genomen over de schillabels waarna de constante opnieuw is bepaald (de regressielijnen zijn daarmee verschoven en lopen parallel tussen de energielabels).
- In VIVET2020 wordt onderscheid gemaakt tussen eigendomstypen. CBS2018 heeft dit onderscheid niet. Bij de vergelijking van het verbruik van VIVET2020 met CBS2018 wordt daarom een gewogen gemiddelde van de eigendomstypen genomen.

Voor een andere populatie is gekozen om woningen nog beter te selecteren om het schillabel te bepalen. Daarbij is er zo veel mogelijk op gelet dat woningen aardgas stookten met een hr-ketel, het schillabel niet wordt beïnvloed door andere installaties zoals zonnepanelen en -boilers en het aardgas wordt gebruikt voor zowel ruimteverwarming als warm tapwater en eventueel koken. De verbeteringen hebben betrekking op: In VIVET 2020...

- zijn alleen woningen met een individuele cv ketel (vanaf 1998) opgenomen
- zijn alleen woningen bewoond in het studiejaar (2020) of het voorgaande jaar opgenomen
- wordt met betrekking tot het aantal inwoners, vloeroppervlakte en de berekende functionele warmtevraag voor ruimteverwarming, de bovenste 1% van de woningen niet meegenomen om extreme waarden te voorkomen: dit is bijvoorbeeld het geval bij een groot aantal bewoners, wat kan duiden op een studenten- of zorgwoning met (sterk) afwijkende verbruikseigenschappen (CBS 2022b).
- zijn woningen met zonneboilers niet meegenomen
- worden alleen woningen meegenomen waarvan zeker is dat ze aardgas gebruiken voor zowel warm tapwater als ruimteverwarming en eventueel koken
- zijn door CBS imputaties uitgevoerd.

Daarnaast is er naar gestreefd om de energielabels zo goed mogelijk overeen te laten komen met de isolatieprestatie in de praktijk. Daartoe zijn woningen waarvan het energielabel dat lang geleden is afgegeven door een expert en woningen met een vereenvoudigd label apart gezet. De populatie is daarom gesplitst in woningen met energielabels afgegeven door een expert in 2015 of daarna (populatie 1a), overige energielabels, dat wil zeggen vereenvoudigd (VEL) en afgegeven door een expert in 2014 of eerder (populatie 1b) en woningen zonder energielabel (populatie 2). De analyse CBS2018 maakte geen onderscheid tussen 1a en 1b.

Andere veranderingen in VIVET2020 vergeleken met CBS2018 zijn:

- In VIVET2020 wordt gebruik gemaakt van een regionale klimaatcorrectie
- In VIVET2020 zijn de aannamen voor koken en warm tapwater verbeterd
- In VIVET2020 is ook een lokale praktijkfactor bepaald om het verbruik mee te corrigeren (zie paragraaf 10.1): deze is niet gebruikt in de vergelijking met CBS2018.

Tenslotte is het jaar van analyse anders: 2020 in VIVET2020 en 2018 in CBS2018. Bovendien mag 2020 met de Covid-pandemie een uitzonderlijk jaar worden genoemd: in December 2019 werden de eerste besmettingen geregistreerd waarna de bevolking massaal is gaan thuiswerken in 2020 (inclusief scholieren en studenten). De eerste (intelligente) lockdown was in maart 2020, de tweede (gedeeltelijke) lockdown in oktober en de derde lockdown in December (Rijksoverheid z.j.). Hoewel het er niet op lijkt dat de Covid-pandemie het verbruik significant heeft beïnvloed, is het daadwerkelijke effect op het geschatte verbruik voor woningen niet onderzocht. In beide analyses wordt dezelfde definitie gebruikt van de oppervlakte (NEN2580). Ook wordt dezelfde omrekenfactor van energie-inhoud gebruikt (namelijk de onderwaarde van de energie-inhoud van aardgas: 31.65 MJ/m³).

9.2 De omvang van het verbruik

In deze paragraaf worden de resultaten van CBS2018 en VIVET2020, voor het geschat verbruik voor ruimteverwarming, met elkaar vergeleken. Omdat er in VIVET ook onderscheid wordt gemaakt tussen eigendomstypen, wordt gebruik gemaakt van het gemiddelde van de geschatte verbruiken van de eigendomstypen (per woningcombinatie) om de uitkomsten te kunnen vergelijken met CBS2018. Verder moet dezelfde oppervlakte worden gebruikt om het verbruik mee te schatten (namelijk de gemiddelde oppervlakte per woningtype, gebaseerd op alle onderzoekspopulaties). Eerst wordt het verschil in omvang van het geschat verbruik voor ruimteverwarming vergeleken tussen de twee methoden. Ook wordt aandacht besteed aan het verschil in de geschatte metervraag (dus inclusief het geschat verbruik voor koken en warm tapwater). In de sub-paragrafen wordt gezocht naar mogelijke oorzaken om het verschil in omvang van het geschat verbruik voor ruimteverwarming te verklaren.

Vergelijking verbruik ruimteverwarming CBS2018 met populatie 1a VIVET

Het gemiddelde verbruik per oppervlakte (Vrv_{op} , specifiek per schillabel) en per aansluiting (Vrv_{asl} , specifiek per schillabel) van CBS2018 (van der Molen et al. 2021) zijn gebruikt samen met de gemiddelde oppervlakte per woningtype, bepaald met VIVET2020 data (op basis van alle onderzoekspopulaties), om het verbruik te schatten per woningcombinatie. De uitkomsten voor het functioneel verbruik voor ruimteverwarming in GJ zijn eerst omgerekend naar MJ en vervolgens gedeeld door de onderwaarde van de energie-inhoud van aardgas (31.65 MJ/m^3) om het verbruik uit te drukken in m^3 aardgas.

Dit wordt vergeleken met het verbruik dat wordt bepaald op basis van de VIVET2020 resultaten: hiertoe wordt een gewogen gemiddelde bepaald van de aangepaste regressiecoëfficiënten van populatie 1a ($RE_{FO_a_WBE}$ en van $RE_{FO_b_WBSE}$) per woningtype, bouwperiode en schillabel (dus exclusief eigendom), om de resultaten te kunnen vergelijken met CBS2018: ' $Re_{FO_a_WB}$ ' en ' $Re_{FO_b_WBS}$ '. De $RE_{FO_a_WB}$ en $RE_{FO_b_WBS}$ worden gebruikt samen met de gemiddelde oppervlakte per woningtype om het verbruik te schatten. Het geschatte verbruik wordt vergeleken met het geschatte verbruik op basis van de CBS2018 regressiecoëfficiënten. De resultaten van de vergelijking zijn opgenomen in bijlage 4 (zie Tabel B4.1 voor een vergelijking met populatie 1a en Tabel B4.2 voor een vergelijking met populatie 1a en 1b samen). Gemiddeld ligt het geschat verbruik voor ruimteverwarming met de VIVET2020 regressiecoëfficiënten 12% hoger dan het geschat verbruik voor ruimteverwarming op basis van de CBS2018 regressiecoëfficiënten.

Vergelijking verbruik ruimteverwarming CBS2018 met populatie 1a én populatie 1b VIVET

Ter controle is een soortgelijke vergelijking gemaakt met regressiecoëfficiënten die zijn gewogen over alle groepen van populatie 1a én populatie 1b: hiervoor is een aparte dataset gemaakt met alle woningcombinaties van populatie 1a en 1b samen. De resultaten voor de hellingshoek van de lineaire regressie-analyse worden gewogen per combinatie van woningtype, bouwperiode en eigendomstype ($RE_{FO_a_WBE}$), waarna nieuwe constanten worden bepaald per woningcombinatie ($RE_{FO_b_WBSE}$). Vervolgens worden van de aangepaste regressiecoëfficiënten van populatie 1a en 1b samen, weer gewogen gemiddelden genomen over de eigendomstypen. Dit resulteert in een vergelijkbaar beeld, waarin het geschat verbruik volgens VIVET2020 gegevens 13% hoger ligt ten opzichte van CBS2018.

Vergelijking verbruik woningen zonder energielabel: CBS2018 met populatie 2 VIVET

Een soortgelijke vergelijking is ook gemaakt voor het geschat verbruik van woningen zonder energielabel. Hier komen de geschatte verbruiken nagenoeg overeen.

In de volgende paragrafen worden mogelijke verklaringen gegeven voor het verschil in geschat verbruik voor ruimteverwarming bij de woningen met een energielabel: ongeveer 10% wordt vermoedelijk veroorzaakt door andere aannamen voor het gebruik van warm tapwater en koken (zie paragraaf 9.2.1). Het resterende deel wordt vermoedelijk verklaard door verschillen in de ruimtelijke klimaatcorrectie (paragraaf 9.2.2), de methode van de regressie-analyse (paragraaf 9.2.3, paragraaf 9.2.4 en paragraaf 9.2.5) en een methodebreuk in de CBS registratie van woningen door andere definities van woningkenmerken in 2019 – de verschillen die hierdoor ontstaan konden echter niet worden achterhaald. Aangezien deze verschillen in methoden ook bestaan bij de woningen zonder energielabel, zou het verschil met de resultaten van CBS2018 voor deze groep vergelijkbaar moeten zijn als die bij de woningen met energielabel, maar dit is niet het geval. Een mogelijke verklaring zou kunnen zijn dat er in de twee jaar tussen de onderzoeken in, isolatiemaatregelen zijn genomen in deze groep, zonder dat er een energielabel is aangevraagd: het lagere gemiddelde verbruik doet de verhoging in het geschat verbruik voor ruimteverwarming als gevolg van de nieuwe methode (deels) teniet. De verschillen in uitkomst – en mogelijke verklaringen – worden in paragraaf 9.2.6 nog een keer samengevat. —

Vergelijking methode metervraag CBS2018 en VIVET2020

Ook is gekeken naar het verschil tussen de beiden methoden met betrekking tot de metervraag. Het functioneel verbruik voor ruimteverwarming dat bij de voorgaande vergelijkingen apart is bepaald met de CBS2018 en de VIVET2020 methode wordt gedeeld door de efficiëntie van HR ketels voor ruimteverwarming (1.04) om de geschatte metervraag voor ruimteverwarming per woningcombinatie te bepalen. Bij het geschat verbruik voor ruimteverwarming volgens de CBS2018 methode wordt het verbruik voor koken en warm tapwater opgeteld (ook volgens CBS2018), afhankelijk van het woningtype en de bouwperiode, waarbij de functionele vraag voor warm tapwater is omgerekend naar de metervraag met de ketel efficiëntie (0.72). Bij het geschat verbruik voor ruimteverwarming volgens VIVET2020 wordt het verbruik voor koken en warm tapwater opgeteld (volgens de TNO methode, zie hoofdstuk 5), waarbij gebruik wordt gemaakt van een gemiddeld aantal bewoners per woningtype (zie paragraaf 4.6). Daarnaast wordt de gemiddelde oppervlakte per woningtype gebruikt om de oppervlakteklasse mee te bepalen. Aangezien de bouwjaarklassen die TNO heeft gedefinieerd voor het bepalen van het verbruik voor koken niet overeenkomen met de bouwperiodes die zijn gebruikt in de regressieanalyse voor ruimteverwarming, wordt een koppeltabel gebruikt om per woningcombinatie het verbruik voor warm tapwater en koken te kunnen bepalen (zie Tabel 9.1 in de volgende paragraaf). De metervraag per woningcombinatie volgens CBS2018 en VIVET2020 worden beiden gemiddeld met de verdeling van woningen in populatie 1a en 1b samen (dus de verdeling in 2020)¹².

¹² NB: dit betreft een effectschatting van het verschil in methode. In 2020 hebben veel woningen een beter energielabel gekregen ten opzichte van 2018: wanneer het verbruik wordt geschat met de regressiecoëfficiënten van 2018 en wordt gewogen met de verdeling van woningen over de woningcombinaties in 2018, zal de gemiddelde metervraag waarschijnlijk een stuk hoger uitvallen.

Op deze manier kan het effect van het verschil in methode op het gemiddeld geschat verbruik worden bepaald. Hieruit volgt dat de geschatte gemiddelde metervraag volgens de VIVET2020 methode lager ligt dan volgens de CBS2018 methode: ongeveer 0.7% lager bij woningen met een energielabel en 10% lager bij woningen zonder energielabel.

9.2.1 Afwijking door andere bepalingmethode voor het energieverbruik voor koken en warm tapwater

Er wordt een andere methode gehanteerd in VIVET2020 om het verbruik voor koken en warm tapwater te bepalen per woning, waarbij gebruik wordt gemaakt van een bestand van TNO (zie hoofdstuk 5). De kengetallen voor het verbruik voor koken en warm tapwater worden vergeleken met de kengetallen van CBS2018. Bij VIVET2020 wordt het verbruik voor koken en warm tapwater afgetrokken van het gemeten verbruik per woning, voorafgaand aan de lineaire regressie-analyse. Omdat de gebruikte micro-data niet meer beschikbaar is wordt het verbruik voor koken en warm tapwater bepaald per woningcombinatie en vergeleken met het verbruik voor koken en warm tapwater van CBS2018.

Omdat de bouwjaarklassen van TNO niet overeenkomen met de bouwjaarklassen in dit project, worden de bouwjaarklassen in dit project ingedeeld naar de bouwjaarklassen van TNO volgens Tabel 9.1 om een vergelijking te kunnen maken per woningcombinatie. Verder wordt het gemiddeld aantal bewoners per woningcombinatie (AB_mean) afgerond op het dichtstbijzijnde gehele getal. Op basis van de (TNO) bouwperiode, gezinsgrootte en oppervlakteklasse kan het verbruik voor koken worden bepaald per woningcombinatie en op basis van de gezinsgrootte en oppervlakteklasse kan het verbruik voor warm tapwater worden bepaald. Het verbruik voor koken en warm tapwater is in de CBS2018 methode afhankelijk van het woningtype en bouwperiode (welke overeenkomen met de woningtype- en bouwperiode indeling in dit project). Deze methode geeft de functionele vraag voor warm tapwater in GJ, wat wordt omgerekend naar m³ aardgas met de onderwaarde van de energie-inhoud van aardgas en naar de metervraag met de efficiëntie van de ketel (0.72).

Aannames voor het verbruik voor warm tapwater en koken lijken hoger in CBS2018 dan in VIVET: volgens deze vergelijking wordt in CBS2018 gemiddeld ruim 112 m³ (53%) méér aardgas verbruikt voor warm tapwater en 11 m³ (43%) méér aardgas voor koken ten opzichte van VIVET2020 (populatie 1a). Ten opzichte van populatie 01b is het verschil kleiner, waarbij er in CBS2018 wordt uitgegaan van gemiddeld ruim 102 m³ méér verbruik van aardgas voor warm tapwater en 7 m³ meer verbruik van aardgas voor koken. Dit betekent dat het aandeel van ruimteverwarming in het totale verbruik grofweg 9-10 %-punt lager uitvalt voor CBS2018 ten opzichte van VIVET2020, wat een groot deel van het verschil in het geschat verbruik voor ruimteverwarming tussen de twee methoden verklaart.

Tabel 9.1

VIVET2020bouwperiodes naar indeling TNO bouwperiodes

Bouwperiode VIVET	Bouwjaarklasse TNO
voor 1930	Voor 1930
1930 t/m 1945	1931 t/m 1959
1946 t/m 1964	1931 t/m 1959
1965 t/m 1974	1960 t/m 1980
1975 t/m 1991	1980 t/m 1995
1992 t/m 1995	1980 t/m 1995
1996 t/m 1999	Na 1995
2000 t/m 2005	Na 1995
2006 t/m 2010	Na 1995
2011 t/m 2014	Na 1995
2015 t/m 2020	Na 1995

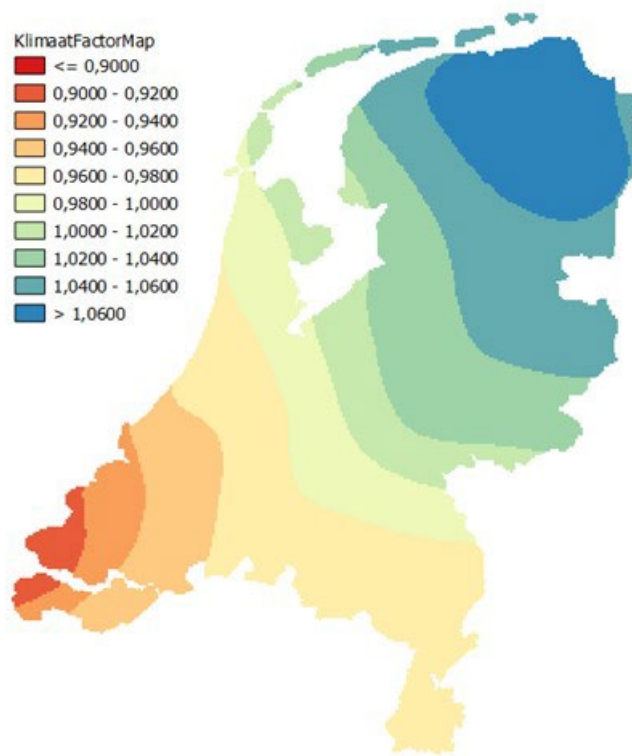
In deze tabel worden in de linker kolom de bouwperiodes gegeven zoals die zijn gedefinieerd in de dataset referentieverbruik warmte woningen. In de rechter kolom staan de TNO bouwjaarklassen waar de VIVET2020 bouwperiodes aan zijn gealloceerd.

9.2.2 Afwijking klimaatcorrectie

In CBS2018 is geen gebruik gemaakt van een regionale klimaatcorrectie. In VIVET2020 wordt gebruik gemaakt van de regionale (ruimtelijke) klimaatcorrectie zoals die is bepaald voor Hestia (zie paragraaf 6.6.2). Op basis van Figuur 9.1 (regionale klimaatfactor Hestia), Figuur 9.2 (aantal woningen per regio) en de verbruiksgegevens in Hestia kan een inschatting worden gemaakt van het effect van de regionale klimaatcorrectie. De totale energiebehoefte voor ruimteverwarming van woningen waarvan de regionale klimaatfactor groter is dan 1 (vooral in noordoosten van Nederland) is 111.5 PJ met gemiddeld een 3.6% hogere vraag voor ruimteverwarming (=4 PJ hoger) en de energiebehoefte voor ruimteverwarming van woningen waarvan de regionale klimaatfactor lager is of gelijk aan 1 (vooral in het zuidwesten) is 211.7 PJ met gemiddeld een 2.9% lagere ruimteverwarmingsvraag (=6 PJ minder) (van der Molen et al. 2023). Netto leidt dit tot 2 PJ verschil in de totale warmtevraag voor ruimteverwarming, wat met de resultaten van de VIVET2020 regressie-analyse uitkomt op 323,2 PJ (exclusief klimaateffect). Dit is dus minder dan 1% verschil.

Figuur 9.1

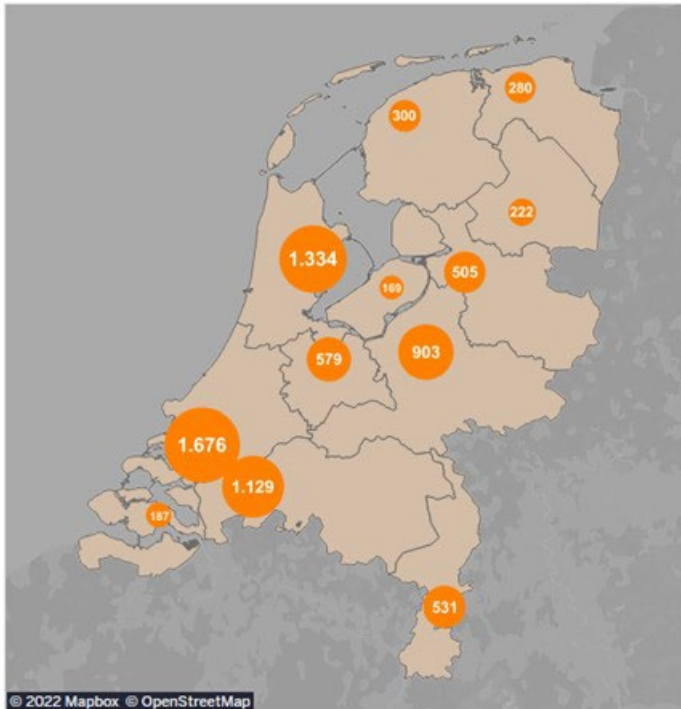
Regionale klimaatfactor in Nederland zoals vastgesteld voor Hestia (Bron: Folckert van der Molen)



Deze figuur geeft de regionale klimaatfactor zoals die is vastgesteld voor Hestia (van der Molen et al. 2022). Het regionale verbruik voor ruimteverwarming ligt gemiddeld iets lager in de omgeving van Zeeland (regionale klimaatfactor is kleiner dan 0.9) ten opzichte van het midden van Nederland (de Bilt) en het regionale verbruik ligt iets hoger in de omgeving van Groningen (klimaatfactor groter dan 1.06).

Figuur 9.2

Woningen per provincie (Bron: 2022 Mapbox ©OpenStreetMap)



Bron: 2022 Mapbox ©OpenStreetMap. Deze figuur geeft het aantal woningen per provincie (x1000) weer. Het aantal woningen in Zuid-Holland en Zeeland ligt hoger dan het aantal woningen in Groningen en Friesland. Dit doet vermoeden dat het regionaal klimaat-effect van woningen in het Zuiden zwaarder weegt op het landelijk gemiddelde. De volgende link brengt u naar de Mapbox pagina: [@ Mapbox](#). De volgende link brengt u naar de OpenStreetMap pagina: [© OpenStreetMap](#). Via deze link kan een inhoudelijke bijdrage worden geleverd aan OpenStreetMap: [Improve this map](#).

9.2.3 Afwijking door mogelijke effect van zonneboilers

Zoals beschreven in paragraaf 6.2.1 en in paragraaf 9.1 zijn woningen met zonneboilers buiten beschouwing gelaten in VIVET2020 terwijl deze wel meededen in de populatie van CBS2018. In theorie vermindert het gebruik van zonneboilers de behoefte aan aardgas voor ruimteverwarming, waardoor de totaal verbruiken – en daarmee de resultaten van de CBS2018 regressie-analyse – lager uitkomen dan in VIVET2020. Het totaal opgestelde collectoroppervlak van afgedekte zonneboilersystemen¹³ is 433701 m² met een totale warmteopbrengst van 1,079 PJ (CBS 2022c). Dit is minder dan 1% van de totale warmtevraag van woningen: 288 PJ finaal verbruik aardgas in woningen, temperatuurgecorrigeerd volgens de KEV2022 (Hammingh et al. 2022). Het aandeel van zonneboilers in de warmtebehoefte van woningen verklaart daarom slechts in beperkte mate het verschil in het geschatte totale verbruik voor ruimteverwarming tussen VIVET2020 en CBS2018. Wel kan het een grotere invloed hebben op het warmteverbruik van bepaalde woningcombinaties, met een hoog voorkomen van zonneboilers.

¹³ Voor warmte binnenshuis. Onafgedekte systemen worden gebruikt voor zwembaden e.d.

9.2.4 Afwijking in de gebruikte oppervlakte voor de regressieanalyse

Voor de bepaling van de regressie-coëfficiënten is bij CBS2018 gebruik gemaakt van het midden van de onderwaarde en bovenwaarde per oppervlaktecategorie voor de oppervlakte. Deze oppervlakte is vergeleken met de gemiddelde oppervlakte van alle woningen die binnen dezelfde woningcombinatie vallen van woningtype, bouwperiode en oppervlakteklasse op basis van gegevens van Hestia. Vervolgens is het verschil bepaald tussen het midden van de oppervlaktecategorie en het gemiddelde. Op basis van deze vergelijking ligt de gemiddelde oppervlakte van alle woningen per oppervlaktecategorie gemiddeld 5,12 m² lager dan het midden van de oppervlaktecategorie die is gebruikt voor de bepaling van de regressiecoëfficiënten in CBS2018. Dit zou als mogelijk gevolg kunnen hebben dat de regressiecoëfficiënten (iets) te laag uitvallen. Echter: de samenstelling van de woningvoorraad in Hestia verschilt van de samenstelling in VIVET, waardoor deze vergelijking alleen kan worden gebruikt ter indicatie.

9.2.5 Vergelijking relatie met het vloeroppervlak

Ook de relatie met de vloeroppervlakte is vergeleken tussen CBS2018 en VIVET. Het verbruik per oppervlakte (hellingshoek) is beschikbaar per combinatie van woningtype, bouwperiode en schillabel voor CBS2018. Om een vergelijking te kunnen maken is een gewogen gemiddelde genomen van de eigendomstypen van de hellingshoek 'RE_FO_a_WBE' van populatie 1a (zie paragraaf 7.1). Vervolgens is een gewogen gemiddelde genomen van de hellingshoeken per combinatie van woningtype, bouwperiode en eigendomstype met de populatie van 1a, voor CBS2018 en VIVET 2020. Gemiddeld ligt de hellingshoek van CBS2018 17% lager dan de gemiddelde hellingshoek van VIVET2020: dit betekent dat regressielijnen gemiddeld genomen minder steil lopen bij CBS2018. Dit is vooral relevant voor (extreem) hoge en lage oppervlakten, immers: hoe groter de hellingshoek, hoe verder het geschat verbruik zal afwijken naarmate de oppervlakte meer afwijkt van het gemiddelde. Er is ook een vergelijking gemaakt van de hellingshoeken per woningtype: deze laat een vergelijkbare relatie met de oppervlakte zien per woningtype tussen de twee methoden (zie Tabel 9.2).

Tabel 9.2

Vergelijking gemiddelde hellingshoek per woningtype CBS2018 en VIVET2020

	Hel- ling	Helling	Verhouding	Count
W	1a	CBS2018	CBS2018/VIVET2020	(W)
1	5.06	5.77	1.14	6131
2	3.94	4.72	1.20	41038
3	4.92	4.67	0.95	149170
4	4.54	4.56	1.00	338679
5	4.66	4.83	1.04	340101
6	4.96	4.83	0.97	246027

Deze tabel geeft de gemiddelde hellingshoek (RE_FO_a_WBE) per woningtype voor VIVET2020 (populatie 1a) en CBS2018 en de verhouding (CBS2018/VIVET2020) per woningtype. Vooral bij vrijstaande- en twee-onder-een-kap woningen loopt de hellingshoek bij CBS2018 steiler.

9.2.6 samenvatting verschil in verbruik CBS2018 en VIVET2020

In deze paragraaf zijn het nationale verbruik van woninggroepen als som van de individuele woninggroepen berekend met de nieuwe VIVET2020 methode met geactualiseerde data en

vergeleken met de vorige methode (CBS2018). Het gebruik van VIVET2020 biedt op een aantal belangrijke punten verbetering, onder andere met betrekking tot het verbruik van energie voor ruimteverwarming en de verhouding ten opzichte van warm tapwater en koken. Waar de resultaten afwijken kan dit veelal worden verklaard (door verbetering van de methode). De belangrijkste aanpassingen nog een keer op een rij¹⁴:

- 1) De metervraag van VIVET2020 ligt lager dan CBS2018: ongeveer 0.7% lager bij woningen met een energielabel en 10% lager bij woningen zonder energielabel. Dit betekent dat het totaalverbruik van woningen in de afgelopen twee jaar (licht) is gedaald. Bij woningen zonder label is dit waarschijnlijk het gevolg van het nemen van isolatiemaatregelen, zonder dat er een nieuw energielabel is aangevraagd.
- 2) Nieuwe aannames voor metervraag warm tapwater en koken in VIVET2020 leiden tot:
 - a) Lager verbruik voor warm tapwater (-35%) en koken (-30%), het verbruik voor warm tapwater en koken komt gemiddeld samen 34% lager uit. Ondanks een gemiddeld lagere metervraag leidt dit tot een groter aandeel ruimteverwarming in de totale energievraag en daarmee hogere waarden voor de regressiecoëfficiënten.
 - b) functionele vraag ruimteverwarming van VIVET2020 ligt +/- 12% hoger dan CBS2018. Belangrijkste oorzaken zijn:
 - i) Voornoemde nieuwe aannames voor metervraag warm tapwater en koken
 - ii) zonneboilers zijn niet meegenomen in VIVET2020
 - iii) selectie van populatie: alleen woningen met aardgas voor zowel ruimteverwarming als warm tapwater in VIVET2020 (en wel/niet koken)
 - iv) ruimtelijke klimaatcorrectie in VIVET2020 voorafgaand aan de bepaling van de regressiecoëfficiënten
 - v) mogelijke veranderingen in stookgedrag van huishoudens in 2020 ten opzichte van 2018 waarschijnlijk veroorzaakt door grotere thuisaanwezigheid vanwege de Covid-19 lockdowns in 2020
 - vi) methodebreuk in de CBS registratie van woningen door andere definities van woningenmerken in 2019
- 3) Regressiecoëfficiënten zijn exclusief ruimtelijke klimaatcorrectie in CBS2018.
- 4) Bij de berekeningen van de functionele vraag voor ruimteverwarming van individuele woningen vindt in VIVET2020 ook een correctie plaats voor de lokale praktijkfactor (zie paragraaf 10.1): deze is niet meegenomen in de vergelijking.

9.3 Vergelijking geschat verbruik CBS2018 met brondata

Om te controleren of de vorige regressieanalyse (CBS2018) correct is uitgevoerd wordt het geschat verbruik voor de functionele vraag ruimteverwarming van CBS2018 vergeleken met de eigen CBS brondata van het gemeten verbruik uit 2018 (gemiddelden per woningtype, bouwperiode,

¹⁴ Dit zijn de aanpassingen met betrekking tot de geschatte verbruiken voor koken, warm tapwater en ruimteverwarming. In de VIVET2020 wordt het geschat verbruik ook gecorrigeerd met de lokale praktijkfactor (zie beschrijving paragraaf 10.1).

oppervlakteklassen en schillabel). Het geschat verbruik wordt berekend voor drie woningtypes met de CBS2018 regressiecoëfficiënten en een oppervlakte van 125 m² (gemiddelde van de oppervlakte-categorie '100 tot 150 m² van CBS2018) en omgerekend naar m³ aardgas (31.65 MJ/m³). Hier wordt de vraag naar warm tapwater (eveneens omgerekend naar m³ aardgas) en de vraag naar koken (standaard 37 m³) bij opgeteld. De gemiddelde uitkomst voor het geschat verbruik wordt vergeleken met het gemiddeld gemeten verbruik behorende bij dezelfde woningcombinatie en met dezelfde oppervlaktecategorie. De (geschatte) verbruiken worden gewogen met de count per woningcombinatie die wordt vermeld bij het gemeten verbruik van het CBS. Volgens deze vergelijking ligt het gemeten verbruik 2% lager dan het geschatte verbruik met de regressiecoëfficiënten van CBS2018. Hoewel de afwijking klein is, suggereert deze vergelijking dat de CBS2018 regressiecoëfficiënten het gemeten verbruik gemiddeld (zeer licht) overschatten. Het verschil is echter dusdanig klein dat kan worden geconcludeerd dat de CBS2018 regressie (in ieder geval op basis van de gebruikte methode) correct is uitgevoerd¹⁵.

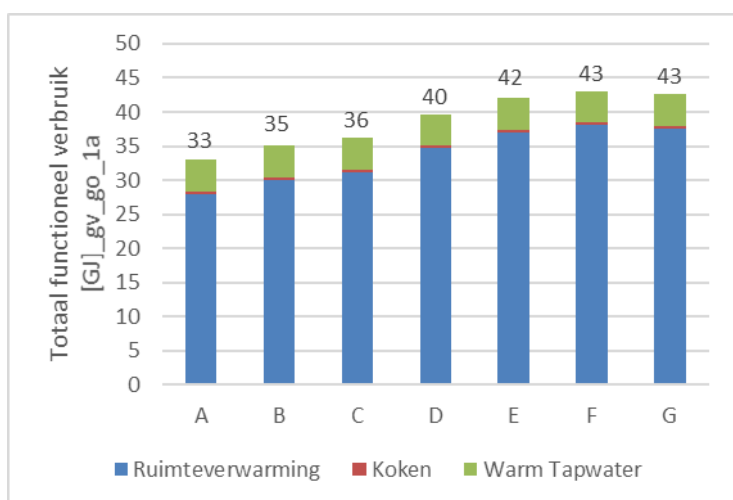
¹⁵ Dit is een vergelijking op een hoog aggregatieniveau (per woningcombinatie), omdat de micro-data van CBS2018 niet meer beschikbaar zijn. Een vergelijking op woningniveau kan tot andere uitkomsten leiden.

10 Referentieverbruik warmte woningen

In hoofdstuk 5 wordt de methode beschreven om het functioneel verbruik voor koken en warm tapwater te bepalen op basis van enkele woningkenmerken (zie hoofdstuk 4). In hoofdstuk 6 wordt beschreven hoe de regressiecoëfficiënten voor ruimteverwarming zijn bepaald en in hoofdstuk 7 wordt beschreven hoe regressiecoëfficiënten zijn aangevuld voor ontbrekende woningcombinaties en welke nabewerkingen hebben plaatsgevonden: deze regressiecoëfficiënten kunnen worden gebruikt om op basis van de woningkenmerken het functioneel verbruik voor ruimteverwarming te bepalen. In de datasets ‘referentieverbruik warmte woningen’ per gemeente worden de methoden gebruikt om het totale warmte-gerelateerde energieverbruik van een woning te bepalen. Dit totale functionele verbruik bestaat uit een combinatie van ruimteverwarming, koken en warm tapwater. Het totaal functioneel verbruik kan worden bepaald voor iedere combinatie van woningtype, bouwperiode, schillabel en eigendomstype. In Figuur 10.1 en Figuur 10.2 worden voorbeelden gegeven voor rijwoningen (tussen) en appartementen (laag) uit bouwjaar 1950, bij een gemiddelde oppervlakte per woningtype.

Figuur 10.1

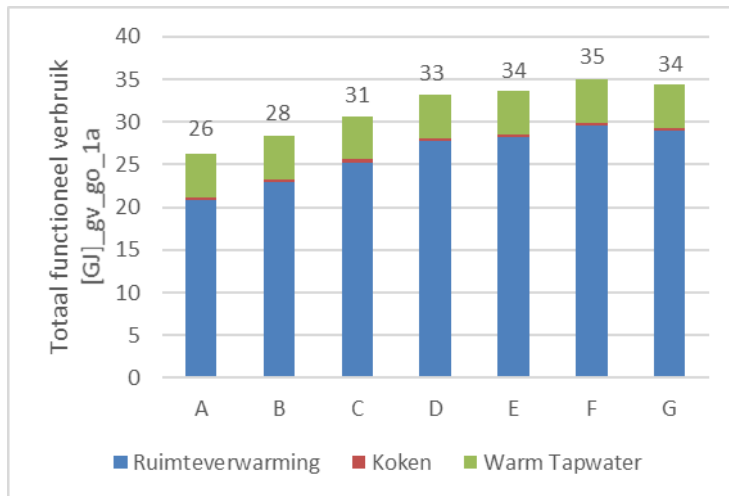
Geschat functioneel totaalverbruik, rijwoning (tussen), 1950, sociale huur



Deze figuur geeft het totale warmte-gerelateerde energieverbruik (koken, warm tapwater en ruimteverwarming) voor rijwoningen (tussen), bouwjaar 1950, eigendomstype: sociale huur, bij een gemiddelde oppervlakte per woningtype. Voor een beschrijving van de afkortingen in het y-as label, zie paragraaf 1.4.3 ‘Aanduidingen’.

Figuur 10.2

Geschat functioneel totaalverbruik, appartement (laag), 1950, sociale huur

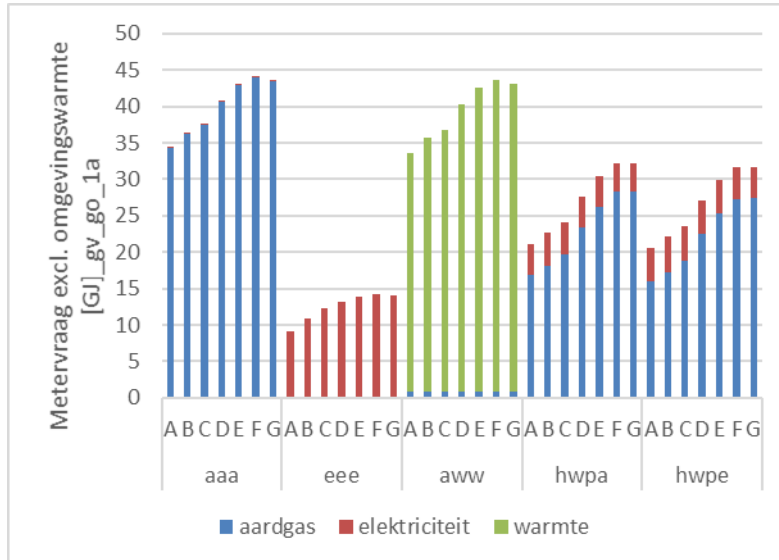


Deze figuur geeft het totale warmte-gerelateerde energieverbruik (koken, warm tapwater en ruimteverwarming) voor appartementen (laag), bouwjaar 1950, eigendomstype: sociale huur, bij een gemiddelde oppervlakte per woningtype. Voor een beschrijving van de afkortingen in het y-as label, zie paragraaf 1.4.3 'Aanduidingen'.

Wanneer het installatietype bekend is kan de functionele vraag met de efficiëntie van de installaties worden omgerekend in een metervraag. In de datasets referentieverbruik warmte woningen per gemeente wordt de metervraag, afhankelijk van de typen installaties, berekend per energiedrager (aardgas, elektriciteit, warmte, waterstof, biomassa of olie). Zoals beschreven in hoofdstuk 3 zijn veelvoorkomende combinaties van installaties: aaa (volledig aardgas met een HR ketel), eee (volledig elektrisch met een elektrische warmtepomp), aww (warmtenet met een gasfornuis), hwpa (hybride warmtepomp met een gasfornuis) en hwpe (hybride warmtepomp met een elektrisch fornuis). Voor deze combinaties van installaties wordt in Figuur 10.3 en Figuur 10.4 de metervraag getoond (in GJ) gebaseerd op dezelfde voorbeeldwoningen en functionele vraag als in Figuur 10.1 en Figuur 10.2.

Figuur 10.3

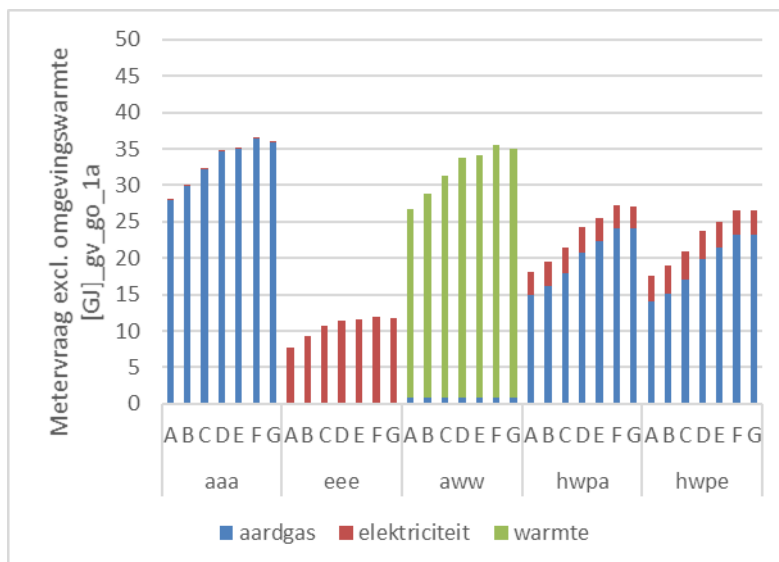
Metervraag per energiedrager bij verschillende combinaties van installaties voor rijwoningen (tussen), bouwjaar 1950, sociale huur bij gemiddelde oppervlakte



In deze figuur wordt de metervraag per energiedrager (in dit geval aardgas, elektriciteit of warmte) gegeven bij verschillende combinaties van installaties op basis van de functionele vraag van een rijwoning (tussen) in Figuur 10.1. De metervraag is exclusief omgevingswarmte. Voor een beschrijving van de afkortingen in het y-as label, zie paragraaf 1.4.3 'Aanduidingen'.

Figuur 10.4

Metervraag per energiedrager bij verschillende combinaties van installaties voor appartementen (laag), bouwjaar 1950, sociale huur bij gemiddelde oppervlakte



In deze figuur wordt de metervraag per energiedrager (in dit geval aardgas, elektriciteit of warmte) gegeven bij verschillende combinaties van installaties op basis van de functionele vraag van een appartement (laag) in Figuur 10.2. De metervraag is exclusief omgevingswarmte. Voor een beschrijving van de afkortingen in het y-as label, zie paragraaf 1.4.3 'Aanduidingen'.

10.1 Lokale praktijkfactor

Het verbruik van een woning is van veel meer factoren afhankelijk dan alleen de grootte van de woning (in de vorm van oppervlakte). Andere factoren die van invloed kunnen zijn op het verbruik, zijn bijvoorbeeld de huishoudgrootte en -samenstelling, leeftijd van de bewoners, het gedrag van de bewoners, inkomen, etc. Er kunnen dus grote (lokale) afwijkingen zijn tussen het geschat verbruik van een woning en het daadwerkelijke verbruik. Geschatte verbruiken van de individuele woningen worden daarom gefit op het lokale meterverbruik. Hiervoor heeft het CBS een fitfactor of 'lokale praktijkfactor' berekend, waarbij er rekening wordt gehouden met privacy: voor de correctie met de lokale praktijkfactor wordt een minimum detailniveau van 50 woningen gehanteerd.

Afhankelijk van de mate van detail van de beschikbare informatie van de wijk kan het verbruik met de fitfactor worden gecorrigeerd op de volgende aggregatieniveaus¹⁶:

- De gemeente (LF_GM)
- De gemeente en de wijk (LF_WK)
- De gemeente, de wijk en het woningtype ((LF_W)
- De gemeente, de wijk, het woningtype en het eigendomstype (LF_E)

Om de lokale praktijkfactor te bepalen is het verbruik voor ruimteverwarming geschat voor de woningen in de statistische populatie (zie paragraaf 6.2.1), die ook gebruikt is om het model voor ruimteverwarming op te schatten, met de regressiecoëfficiënten die in dit project zijn bepaald. Vervolgens is de functionele warmtevraag weer teruggerekend (via de omgekeerde berekening als in paragraaf 6.5.2, zie formule 7) naar metervraag door hier o.a. het verbruik voor warm tapwater en koken bij op te tellen, waarna gemiddelden zijn bepaald op de verschillende aggregatieniveaus. De 'lokale praktijkfactor' is het quotiënt van de gemiddelde gemeten en de geschatte metervraag dat wil zeggen: de gemiddeld gemeten metervraag gedeeld door de gemiddeld geschatte metervraag. Hoe de fitfactor werkt kan worden geïllustreerd met de volgende voorbeelden: wanneer geschatte verbruiken van de woningen (die ook zijn geselecteerd voor de regressieanalyse) in een gemeente zouden worden gecorrigeerd met de fitfactor op gemeenteniveau (LF_GM) en er vervolgens een gemiddelde wordt bepaald op gemeenteniveau, komt deze overeen met het gemiddelde van de gemeten verbruiken van dezelfde woningen in die gemeente. Wanneer op vergelijkbare wijze alle geschatte verbruiken van de woningen in een gemeente (die ook zijn geselecteerd voor de regressieanalyse) zouden worden gecorrigeerd met de bijbehorende fitfactor op gemeente- en wijkniveau (LF_WK) en er vervolgens gemiddelden worden bepaald op wijkniveau van dezelfde woningen, komen deze overeen met de gemiddelden van de gemeten verbruiken op wijkniveau. Idem voor de fitfactor op het niveau van de 'gemeente, wijk en woningtype' (LF_W) en de fitfactor op het niveau van 'gemeente, wijk, woningtype en eigendomstype' (LF_E).

¹⁶ In dit project is de CBS buurtindeling van 2020 gebruikt, onder andere voor de bepaling van de lokale praktijkfactor. Inmiddels werken gemeenten met de 2022 indeling. Voor meer informatie zie de ['Toelichting Wijk- en Buurtkaart 2020, 2021 en 2022'](#) op de website van het CBS.

Bij voorkeur wordt het verbruik gecorrigeerd op het hoogste detailniveau (gemeente, wijk, woningtype en eigendomstype). Echter, wanneer het gemiddeld gemeten verbruik wordt bepaald met een groep van minder dan vijftig woningen en het detailniveau te hoog wordt om nog te kunnen voldoen aan de privacywetgeving (e.g. bij een bepaalde combinatie van gemeente, wijk, woningtype en eigendomstype), vindt correctie plaats op een hoger aggregatieniveau (bijv. 'gemeente, wijk en woningtype' of 'gemeente en wijk'). Correcties van de geschatte verbruiken op basis van het gemeten verbruik vinden daarom plaats op het niveau van gemeente, wijk, woningtype en/of eigendomstype, afhankelijk van het best beschikbare detailniveau¹⁷.

De lokale praktijkfactoren op het niveau van gemeente, wijk, woningtype en eigendomstype zijn opgenomen in het gemeentebestand in het tabblad 'Lokale praktijkfactor'.

10.1.1 Dummywijken

Bij de lokale praktijkfactor komen factoren voor twee 'dummywijken' voor. Het gaat om een wijk in Aalsmeer (wijkcode 2020: 035899) en een wijk in Waddinxveen (wijkcode 2020: 062799). Dit zijn niet-bestaande wijken. Er zijn diverse redenen te bedenken waarom de dummywijken voorkomen, bijvoorbeeld ter administratie van een gebouw dat net buiten de wijkgrenzen ligt. In de dummywijken in Aalsmeer en Waddinxveen staat in beide gevallen één woning geregistreerd.

10.2 Predictie-interval (bandbreedte)

Het verbruik voor ruimteverwarming van een individuele woning is geschat op basis van een lineair regressiemodel met de oppervlakte van een woning als voorspeller (zie hoofdstuk 7). Om een indicatie te geven van de statistische onzekerheid in deze schattingen hebben we in het gemeentebestand referentieverbruik warmte woningen het 95% predictie interval berekend. Dit interval geeft een indruk tussen welke waarden met 95% zekerheid het verbruik voor ruimteverwarming van een individuele woning met hetzelfde woonoppervlak in de praktijk ligt¹⁸.

¹⁷ Let op, in de gemeentebestanden worden lokale praktijkfactoren op verschillende aggregatieniveaus door elkaar gebruikt, afhankelijk van de beschikbaarheid. Dit betekent dat het gemiddelde van de geschatte verbruiken niet meer (exact) overeenkomt met het gemiddelde van de gemeten verbruiken op een specifiek aggregatieniveau. Om het gemiddelde van de geschatte verbruiken toch overeen te laten komen met het gemiddelde van de gemeten verbruiken (bijvoorbeeld op het niveau van de wijk) moet één type lokale praktijkfactor worden gebruikt (in het voorbeeld de lokale praktijkfactor op wijkniveau 'LF_WK')

¹⁸ Dit is een versimpelde interpretatie van een predictie interval. Formeel gezien refereert de 95% naar hoe vaak 95% predictie intervallen, berekend voor heel veel hypothetische vergelijkbare studies, het echte verbruik van een individuele woning zou bevatten. Deze interpretatie is geldig wanneer alle onderliggende aannames van het regressiemodel correct zijn, bijvoorbeeld de aanname dat het verbruik voor ruimteverwarming van een woning significant afhangt van de oppervlakte en dat het verband tussen verbruik voor ruimteverwarming en oppervlakte lineair is. In deze studie zijn deze aannames niet getoetst. De intervallen moeten dus slechts als indicatie gezien worden.

De bandbreedte van het interval wordt bepaald met formule 11:

Formule 11: Predictie bandbreedte

$$\text{Predictie bandbreedte} = t_{\alpha/2} * Se(\text{stdv residuals}) * \sqrt{1 + \frac{1}{\text{count}} + \frac{(\text{OP} - \text{OP}_{\text{mean}})^2}{\text{Sse}}}$$

De onderdelen van deze formule worden in dit hoofdstuk afzonderlijk beschreven:

Oppervlakte van de woning (OP)

‘OP’ geeft de oppervlakte van de woning waar het predictie interval voor wordt bepaald.

Gemiddelde oppervlakte woningcombinatie (OP_mean)

‘OP_mean’ geeft de gemiddelde oppervlakte van de desbetreffende woningcombinatie.

Standaardafwijking van de residuen (Se (stdv residuals))

‘Se (stdv residuals)’ staat voor de ‘standaardafwijking van de residuen’ en geeft aan in hoeverre de regressielijn aansluit bij de datapunten. Wanneer de datapunten ver van de regressielijn afstaan, leidt dit tot een hogere standaardafwijking van de residuen. De standaardafwijking van de residuen moet worden berekend met de aangepaste determinatiecoëfficiënt (R^2_{adj}) en de (gewogen gemiddelde) standaardafwijking van het gemiddelde verbruik (FVrvKC_sd_cbs) volgens formule 12:

Formule 12: Standaardafwijking van de residuen

$$Se(\text{stdv residuals}) = \sqrt{1 - R^2_{\text{adj}}} * FVrvKC_{sd_{cbs}}$$

Omdat de regressiecoëfficiënten zijn aangepast (zie hoofdstuk 7: aanpassingen en aanvullingen regressiecoëfficiënten), wordt een gewogen gemiddelde genomen van de determinatiecoëfficiënt van de schillabels per woningcombinatie (R^2_{gg}): deze wordt gebruikt om de aangepaste R^2 waarde (R^2_{adj}) mee te berekenen volgens formule 13. Zoals de naam al doet vermoeden is de aangepaste R^2 een aangepaste versie van de determinatie coëfficiënt (R^2) waarbij wordt gecorrigeerd voor het aantal ‘schatters’ of variabelen in het model:

Formule 13: Aangepaste R^2 waarde

$$R^2_{\text{adj}} = 1 - \frac{(1 - R^2_{\text{gg}}) * (n - 1)}{n - k - 1}$$

In deze formule staat (R^2_{gg}) voor de gewogen gemiddelde determinatiecoëfficiënt, n staat voor het aantal woningen in de groep behorende bij de woningcombinatie en k staat voor het aantal variabelen in het model, exclusief de constante (in dit geval is er één variabele in de vorm van de oppervlakte van de woning).

Ook wordt voor het bepalen van de standaardafwijking van de residuen een gewogen gemiddelde genomen van de standaardafwijking van het verbruik van de schillabels binnen één woningcombinatie met formule 14. Daarbij wordt ook rekening gehouden met de grootte van het verschil in het

(gemiddelde) verbruik tussen de schillabels – grote afwijkingen tussen de gemiddelde verbruiken van de schillabels binnen één woningcombinatie worden hierin zwaarder meegewogen:

Formule 14: Gewogen gemiddelde standaardafwijking van het verbruik voor ruimteverwarming

$$FVrvKC_{sd_{gg}} = \sqrt{\sum(W * \text{variantie}) + \sum(W * FVrvKC_{mean}^2) - (\sum(W * FVrvKC_{mean}))^2}$$

In deze formule staat (W) voor de wegingsfactor. Deze factor wordt bepaald door het aantal woningen in de groep behorende bij een schillabel in een bepaalde woningcombinatie, te delen door het aantal woningen in de totale groep per combinatie van woningtype, bouwperiode en eigendomstype. De (FVrvKC_{mean}) geeft het gemiddeld verbruik van de schillabels per woningcombinatie.

Residuele som van de kwadraten (Sse)

De parameter 'Sse' geeft de 'sum of the squared errors' of in het Nederlands de 'residuele som van de kwadraten'. De Sse is een maatstaf voor de variatie binnen een cluster en kan worden berekend door de variantie van de x-variabele (in dit geval de oppervlakte) te vermenigvuldigen met (n-1) volgens formule 15:

Formule 15: Residuele som van de kwadraten

$$Sse = OP_{sd}^2 * (count - 1)$$

Hierin staat OP_{sd} voor de standaardafwijking van de oppervlakte van de woningcombinatie en de count voor het aantal woningen in de groep behorende bij de desbetreffende woningcombinatie.

Kritieke waarde van de t-distributie (t_{a/2})

't_{a/2}' betreft de kritieke waarde van de t-distributie, in een 95% predictie interval is de a gelijk aan 0.05.

Aantal woningen (count)

'count' staat voor het totaal aantal woningen per woningcombinatie (zie paragraaf 3.6).

Referenties

- Agentschap NL. (2011), *Voorbeeldwoningen 2011*, Sittard: Agentschap NL, opgehaald van https://energiecoach.energieverbonden.nl/wp-content/uploads/2021/05/Brochure-Voorbeeldwoningen-2011-bestaande-bouw_compressed-1.pdf
- Bemmel, B. van (2019), *Werkbestand: Werkwijze aanmaak correctiekaarten klimaat obv KNMI 2014-scenario's tbv Vesta 3,3*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving
- Bemmel, B. van (2019), *Werkwijze aanmaak correctiekaarten klimaat obv KNMI 2014-scenario's tbv Vesta 3,3*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving
- CBS (2021), *8 miljoen woningen in Nederland*, cbs.nl, geraadpleegd op 30 september 2022: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2021/31/8-miljoen-woningen-in-nederland>
- CBS (2022a), *Beschrijving variabelen onderzoeksbestand PBL*. Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek
- CBS (2022b), *Werkbestand: Variabelen PBL*, Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek.
- CBS (2022c), *Zonnewarmte; aantal installaties, collectoroppervlak en warmteproductie*, cbs.nl, geraadpleegd op 10 mei 2022: <https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/82003NED>
- CBS (2022d), *Uitgaven aan energie door bedrijven en huishoudens 2010-2019*, *Technische toelichting bij de tabellen*, cbs.nl, geraadpleegd op 25 februari 2022: <https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/aanvullende-statistische-diensten/2021/uitgaven-aan-energie-door-bedrijven-en-huishoudens-2010-2019/2-technische-toelichting-bij-de-tabellen>
- Daber, N., & Dehens, J. (2021), *Werkbestand: Update kengetallen installaties Vesta MAIS*, Delft: CE Delft.
- ECW (z.j.), *De Leidraad*, expertisecentrumwarmte.nl, geraadpleegd op 13 december 2022: <https://www.expertisecentrumwarmte.nl/themas/de+leidraad/default.aspx>
- EnergieNed en Gasunie (1987 t/m 2001), *Basisonderzoek Aardgasverbruik Kleinverbruikers (BAK)*, Den Haag: EnergieNed
- EZK (2020), *Energielabels_PartVerhuur*, ez.maps.arcgis.com, geraadpleegd op 17 augustus 2022: <https://ez.maps.arcgis.com/home/item.html?id=e57568c80f6b4d4a93a1a6e0e196c173>
- EZK (2021), *Energielabels CorporatieWoningen*, ez.maps.arcgis.com, opgehaald op 17 augustus 2022: <https://ez.maps.arcgis.com/home/item.html?id=059c8becfd1a49f58b3707915543d701>
- Folkert, R., & van den Wijngaart, W. (2012), *Vesta ruimtelijk energiemodel voor de gebouwde omgeving; Data en Methodes*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving
- Hammingh, P., van Soest, H., Daniels, B., Koutstaal, P., & Menkveld, M. (2022), *Klimaat- en energieverkenning 2022*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving
- ILT (z.j.), *Energielabel woningen.*, ilent.nl, geraadpleegd op 25 februari 2022: <https://www.ilent.nl/onderwerpen/energielabel/energielabel-gebouwen/energielabel-woningen>
- Menkveld, M. (2014), *Correctie elektriciteitsverbruik koken*, Petten: ECN-N—14-024
- Milieu centraal (z.j.), *Verkopers en energielabel*, energielabel.nl, geraadpleegd op 21 juni 2022: <https://www.energielabel.nl/woningen/verkopers-en-energielabel/>
- Molen, F. van den, van Polen, S., van den Wijngaart, R., Tavares, J., van Bemmel, B., Langeveld, J., & Hoogervorst, N. (2021), *Functioneel Ontwerp Vesta MAIS 5.0*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving
- Molen, F. van den, Zwamborn, A., Tigchelaar, C., Niessink, R., & Rovers, V. (2023), *te verschijnen: Voorlopig Functioneel Ontwerp Hestia 1.0*, Den Haag: PBL Planbureau voor de Leefomgeving.
- Milward Brown (2003 t/m 2012), *huishoudelijk Onderzoek Markt en Energie (HOME)*, Milward Brown
- Polen, S. van, van den Wijngaart, R., van Bemmel, B., Hoogervorst, N., Luteijn, G., van der Molen, F., & Latino Tavares, J. (2022), *Startanalyse aardgasvrije buurten 2020*, Den Haag: Planbureau voor

- de Leefomgeving. Opgehaald van <https://www.pbl.nl/publicaties/startanalyse-aardgasvrije-buurtten-2020-achtergrondrapport#:~:text=De%20Startanalyse%20is%20een%20technisch,methodische%20overantwoording%20van%20die%20analyse>
- Rijksoverheid (2020), *Nieuw energielabel voor gebouwen per 1 januari 2021*, rijksoverheid.nl, geraadpleegd op 2 september 2022: <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2020/12/18/nieuw-energielabel-voor-gebouwen-per-1-januari-2021>
- Rijksoverheid (z.j.), *Energielabel woningen en gebouwen*. rijksoverheid.nl, geraadpleegd op 23 januari 2023: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/energielabel-woningen-en-gebouwen/vraag-en-antwoord/wat-is-een-geldig-energielabel>
- Rijksoverheid (z.j.), *Ontwikkelingen coronavirus in 2020*, rijksoverheid.nl, geraadpleegd op 25 november 2022: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/coronavirus-tijdlijn/2020>
- Rooijers, F. J., Bergsma, G. C., Boels, L. B., & Verlinden, J. (1993), *Grootschalige warmtelevering in de bestaande bouw*, Delft: CE Delft
- RVO (2009), *Het renovatieproces: aansluiten bij motieven woningeigenaren*, Den Haag: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. Opgehaald van <https://www.rvo.nl/sites/default/files/Het%20renovatieproces.%20Aansluiten%20bij%20motieven%20woningeigenaren.pdf>
- RVO (2017), *Energielabel woningen*, rvo.nl, geraadpleegd op 2 september 2022: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/wetten-en-regels-gebouwen/energielabel-woningen#energielabel-voor-uw-woning-10-jaar-geldig>
- Tigchelaar, C. (2013), *Methodiek voor opsplitsing CBS statistiek huishoudelijk gas- en elektriciteitsverbruik*, Petten: Vertrouwelijk. ECN-E--13-075
- TNO, (2022), *Werkbestand: 220203 Output koken en tapwater_v2.xlsx*. Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek
- Visser, H. (2005), *The Significance of climate change in the Netherlands. An analysis of historical and future trends (1901-2020)*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving
- Volkers, C., Vethman, P., van Bruggen, M. (2022), *Herziening weerscorrectie voor ruimteverwarming*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving. Opgehaald van [Herziening weerscorrectie voor ruimteverwarming \(pbl.nl\)](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-bepaling-energiebesparing-woningen-startanalyse-2020_4284.pdf)
- Wijngaart, R. van den, & van Polen, S. (2020), *Bepaling energiebesparing door isolatie van woningen in de startanalyse 2020*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving. Opgehaald van https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-bepaling-energiebesparing-woningen-startanalyse-2020_4284.pdf
- WoON (2018), *Woononderzoek Nederland*, woononderzoek.nl. Opgehaald van <https://www.woononderzoek.nl/home>

Bijlagen

Bijlage 1 Veelgebruikte afkortingen

Tabel B1.1

Lijst met veelgebruikte afkortingen

AS_name	Soort afgiftesysteem
B	Bouwperiode
BasisHWP_w	Hybride Warmtepomp, warmtepompdeel (woningen)
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
Count	Aantal woningen in de groep
Doorstroom	Doorstroomapparaten
E	Eigendomstype
eBoiler	Elektrische boiler
eEffect_cap	Vraag naar hulpenergie [GJ per jaar/kW vermogen]
eWP_bw	Elektrische warmtepomp bodem-water
eWP_ll	Elektrische warmtepomp lucht-lucht
eWP_lw	Elektrische warmtepomp lucht-water
EWV	Elektrische weerstandsverwarming
FVrvKC_mean	Gemiddelde functionele vraag ruimteverwarming klimaat gecorrigeerd
FVrvKC_mean_sd	Standaarddeviatie functionele vraag ruimteverwarming
Gebiedsoptie	Warmtenet
GM	Gemeentecode CBS bestaande uit vier cijfers
GM_naam	Gemeente naam
H2R	Waterstofketel
hHR	Hybride warmtepomp, gasketel deel
HR	Hoogrendement ketel
IR	Infraroodpaneel
LF_E	Lokale praktijkfactor eigendomstypeniveau
LF_GM	Lokale praktijkfactor gemeenteniveau
LF_W	Lokale praktijkfactor woningtypeniveau
LF_WK	Lokale praktijkfactor wijkniveau
LTAS	Lage-temperatuur afgiftesysteem
MTAS	Midden-temperatuur afgiftesysteem
mWKK	Micro warmte-kracht-koppeling
NBNL	Netbeheer Nederland
OP_mean	Gemiddelde oppervlakte
PBL	Planbureau voor de Leefomgeving
P_vol	Aandeel installatie in basislast
Pellet	Pelletkachel
RE_FO_a_WBE	Regressiecoëfficiënt ruimteverwarming (helling)
RE_FO_b_WBSE	Regressiecoëfficiënt ruimteverwarming (constante)
RV	Ruimteverwarming
S	Schillabel

AS_name	Soort afgiftesysteem
SJV	Standaardjaarverbruik
SPF	Efficiëntie installatie (koken)
SPF_b	Efficiëntie basislast (tapwater en ruimteverwarming)
SPF_p	Efficiëntie pieklast (tapwater en ruimteverwarming)
TW	(Warm) tapwater
vbo_id	(BAG) verblijfsobject identificatienummer
VIVET	Verbetering van de Informatievoorziening voor de Energietransitie (samenwerkingsverband)
VNG	Vereniging van Nederlandse Gemeenten
VR	Verbeterd rendements ketel
W	Woningtype
WK	Wijkcode CBS: gemeentecode + twee cijfers voor de wijk
WK_naam	Wijkcode CBS
AS_name	Soort afgiftesysteem

Deze tabel geeft een beschrijving van veelgebruikte afkortingen. In de linkerkolom staat de afkorting, in de rechterkolom de beschrijving.

Bijlage 2 Voorbeelden Bewerkingsregels

Tabel B2.1

Voorbeeld bewerkingstype 1

W	B	S	E	RE_FO_a_WBE	RE_FO_b_WBSE	FVrvKC_mean	Op_mean
o	1	A	o	gewogen gemiddelde WBE	waarde	waarde	waarde
o	1	B	o	gewogen gemiddelde WBE	gemiddelde A/C	gemiddelde A/C	gemiddelde A/C
o	1	C	o	gewogen gemiddelde WBE	waarde	waarde	waarde
o	1	D	o	gewogen gemiddelde WBE	waarde	waarde	waarde

Deze tabel geeft een voorbeeld van bewerkingstype 1: de woningcombinatie met energielabel B ontbreekt. Het gemiddelde wordt genomen van de aangrenzende woningcombinaties. De waarde in rood is de ontbrekende waarde/ combinatie.

Tabel B2.2

Voorbeeld bewerkingstype 2

W	B	S	E	RE_FO_a_WBE	RE_FO_b_WBSE	FVrvKC_mean	Op_mean
o	1	E	o	gewogen gemiddelde WBE	waarde	waarde	waarde
o	1	F	o	gewogen gemiddelde WBE	is gelijk aan label E (WBSE:01Eo)	is gelijk aan label E (WBSE:01Eo)	is gelijk aan label E (WBSE:01Eo)
o	1	G	o	gewogen gemiddelde WBE	is gelijk aan label E (WBSE:01Eo)	is gelijk aan label E (WBSE:01Eo)	is gelijk aan label E (WBSE:01Eo)

Deze tabel geeft een voorbeeld van bewerkingstype 2: de woningcombinaties met schillabel F en G ontbreken. De ontbrekende woningcombinaties krijgen dezelfde waarden als de dichtstbijzijnde beschikbare woningcombinatie (met schillabel E). Dit gaat om een beter schillabel dan het oorspronkelijke, waardoor het verbruik van de geïnterpoleerde woningcombinaties relatief laag uitvalt. De waarden in rood zijn de ontbrekende waarden/ combinaties.

Tabel B2.3

Voorbeeld bewerkingstype 3

W	B	S	E	RE_FO_a_WBE	RE_FO_b_WBSE	FVrvKC_mean	Op_mean
o	1	A	o	gewogen gemiddelde WBE	is gelijk aan label C (WBSE:01Co)	is gelijk aan label C (WBSE:01Co)	is gelijk aan label C (WBSE:01Co)
o	1	B	o	gewogen gemiddelde WBE	is gelijk aan label C (WBSE:01Co)	is gelijk aan label C (WBSE:01Co)	is gelijk aan label C (WBSE:01Co)
o	1	C	o	gewogen gemiddelde WBE	waarde	waarde	waarde

Deze tabel geeft een voorbeeld van bewerkingstype 3: de woningcombinaties met schillabel A en B ontbreken. De ontbrekende woningcombinaties krijgen dezelfde waarden als de dichtstbijzijnde beschikbare woningcombinatie (met schillabel C). Dit gaat om een slechter schillabel dan het oorspronkelijke, waardoor het verbruik van de geïnterpoleerde woningcombinaties relatief hoog uitvalt. De waarden in rood zijn de ontbrekende waarden/ combinaties.

Tabel B2.4

Voorbeeld bewerkingstype 4

W	B	S	E	RE_FO_a_WBE	RE_FO_b_WBSE	FVrvKC_mean	Op_mean
o	1	A	o	gewogen gemiddelde WBE	waarde	waarde	waarde
o	1	B	o	gewogen gemiddelde WBE	is $01A_o + (1/3)^*(01Do-01A_o)$	is $01A_o + (1/3)^*(01Do-01A_o)$	is $01A_o + (1/3)^*(01Do-01A_o)$
o	1	C	o	gewogen gemiddelde WBE	is $01A_o + (2/3)^*(01Do-01A_o)$	is $01A_o + (2/3)^*(01Do-01A_o)$	is $01A_o + (2/3)^*(01Do-01A_o)$
o	1	D	o	gewogen gemiddelde WBE	waarde	waarde	waarde

Deze tabel geeft een voorbeeld van bewerkingstype 4: de woningcombinaties met schillabel B en C ontbreken. De ontbrekende woningcombinaties worden lineair geïnterpoleerd op basis van de dichtstbijzijnde beschikbare woningcombinaties (label A en D). De waarden in rood zijn de ontbrekende waarden/ combinaties.

Tabel B2.5

Voorbeeld bewerkingstype 5 (1/2)

W	B	S	E	RE_FO_a_WBE	RE_FO_b_WBSE	FVrvKC_mean	Op_mean
o	1	A	o	gewogen gemiddelde WBE	waarde	waarde	waarde
o	1	B	o	gewogen gemiddelde WBE	waarde	waarde	waarde
o	1	C	o	gewogen gemiddelde WBE	waarde	waarde	waarde
o	1	D	o	gewogen gemiddelde WBE	waarde	waarde	waarde
o	1	E	o	gewogen gemiddelde WBE	waarde	waarde	waarde
o	1	F	o	gewogen gemiddelde WBE	waarde	waarde	waarde
o	1	G	o	gewogen gemiddelde WBE	waarde	waarde	waarde
o	1	A	2	is gelijk aan koop (WBSE:01A _o)	is gelijk aan koop (WBSE:01A _o)	is gelijk aan koop (WBSE:01A _o)	is gelijk aan koop (WBSE:01A _o)
o	1	B	2	is gelijk aan koop (WBSE:01B _o)	is gelijk aan koop (WBSE:01B _o)	is gelijk aan koop (WBSE:01B _o)	is gelijk aan koop (WBSE:01B _o)
o	1	C	2	is gelijk aan koop (WBSE:01C _o)	is gelijk aan koop (WBSE:01C _o)	is gelijk aan koop (WBSE:01C _o)	is gelijk aan koop (WBSE:01C _o)
o	1	D	2	is gelijk aan koop (WBSE:01D _o)	is gelijk aan koop (WBSE:01D _o)	is gelijk aan koop (WBSE:01D _o)	is gelijk aan koop (WBSE:01D _o)
o	1	E	2	is gelijk aan koop (WBSE:01E _o)	is gelijk aan koop (WBSE:01E _o)	is gelijk aan koop (WBSE:01E _o)	is gelijk aan koop (WBSE:01E _o)
o	1	F	2	is gelijk aan koop (WBSE:01F _o)	is gelijk aan koop (WBSE:01F _o)	is gelijk aan koop (WBSE:01F _o)	is gelijk aan koop (WBSE:01F _o)

W	B	S	E	RE_FO_a_WBE	RE_FO_b_WBSE	FVrvKC_mean	Op_mean
0	1	G	2	is gelijk aan koop (WBSE:01Go)	is gelijk aan koop (WBSE:01Go)	is gelijk aan koop (WBSE:01Go)	is gelijk aan koop (WBSE:01Go)

Deze tabel geeft een voorbeeld van bewerkingstype 5: de woningcombinatie met W:B:E 0:1:2 (eigendomstype sociale huur) ontbreekt met alle bijbehorende energielabels. De woningcombinatie met de bijbehorende energielabels wordt gesubstitueerd met de woningcombinatie W:B:E 0:1:0 (type koop). De waarden in rood zijn de ontbrekende waarden/ combinaties.

Tabel B2.6

Voorbeeld bewerkingstype 5 (2/2)

W	B	E	RE_FO_a_WBE	RE_FO_b_WBSE	FVrvKC_mean	Op_mean
0	1	0	waarde	waarde	waarde	waarde
0	1	1	waarde	waarde	waarde	waarde
0	1	2	is gelijk aan koop (WBE:010)	is gelijk aan koop (WBE:010)	is gelijk aan koop (WBE:010)	is gelijk aan koop (WBE:010)

Deze tabel geeft een voorbeeld van bewerkingstype 5: de woningcombinatie met eigendomstype 2 (eigendomstype sociale huur) ontbreekt. De ontbrekende woningcombinatie wordt gesubstitueerd met de woningcombinatie W:B:E 0:1:0 (eigendomstype koop). De waarde in rood is de ontbrekende waarde/ combinatie.

Bijlage 3 Afwijkende woningcombinaties

Tabel B3.1

Afwijkende woningcombinaties (geschat verbruik van populatie 01b wijkt meer dan 15% af van populatie 1a)

W	B	E	S	Geschat verbruik 1a	Geschat verbruik 1b	afw. 1b t.o.v. 1a
				[m ³ aard- gas]	[m ³ aard- gas]	[%]
6	10	2	B	581	365	63%
6	10	2	C	581	365	63%
6	10	2	D	581	365	63%
6	10	2	E	581	365	63%
6	10	2	F	581	365	63%
6	10	2	G	581	365	63%
5	7	2	D	907	606	67%
5	7	2	E	907	606	67%
5	7	2	F	907	606	67%
5	7	2	G	907	606	67%
5	7	1	C	732	501	69%
5	7	1	D	732	501	69%
5	7	1	E	732	501	69%
5	7	1	F	732	501	69%
5	7	1	G	732	501	69%
6	4	1	F	1237	855	69%
6	4	1	G	1237	855	69%
4	7	2	D	1115	805	72%
4	7	2	E	1115	805	72%
4	7	2	F	1115	805	72%
4	7	2	G	1115	805	72%
5	3	0	A	724	524	72%
6	10	2	A	498	365	73%
2	3	2	A	1230	903	73%
6	4	1	E	1237	919	74%
5	7	0	C	652	487	75%
5	7	0	D	652	487	75%
5	7	0	E	652	487	75%
5	7	0	F	652	487	75%
5	7	0	G	652	487	75%
5	9	1	B	691	519	75%
2	0	0	A	1687	1270	75%
1	1	2	A	2152	1655	77%
3	1	0	A	1532	1197	78%
6	6	0	C	652	510	78%

W	B	E	S	Geschat verbruik 1a	Geschat verbruik 1b	afw. 1b t.o.v. 1a
6	6	0	D	652	510	78%
6	6	0	E	652	510	78%
6	6	0	F	652	510	78%
6	6	0	G	652	510	78%
1	1	0	A	2115	1655	78%
3	0	0	A	1480	1167	79%
5	1	0	A	838	671	80%
1	2	2	G	1921	1563	81%
6	7	0	C	596	486	82%
6	7	0	D	596	486	82%
6	7	0	E	596	486	82%
6	7	0	F	596	486	82%
6	7	0	G	596	486	82%
6	1	2	E	1039	848	82%
5	7	0	B	652	535	82%
6	4	0	D	970	798	82%
6	5	0	C	709	586	83%
4	7	2	C	973	805	83%
6	8	2	D	958	796	83%
6	8	2	E	958	796	83%
6	8	2	F	958	796	83%
6	8	2	G	958	796	83%
5	4	0	E	946	786	83%
5	4	0	F	946	786	83%
5	4	0	G	946	786	83%
2	1	0	D	1879	1564	83%
4	1	2	A	993	830	84%
2	2	0	B	1610	1346	84%
6	7	2	C	697	583	84%
6	7	2	D	697	583	84%
6	7	2	E	697	583	84%
6	7	2	F	697	583	84%
6	7	2	G	697	583	84%
5	9	2	C	690	579	84%
5	9	2	D	690	579	84%
5	9	2	E	690	579	84%
5	9	2	F	690	579	84%
5	9	2	G	690	579	84%
1	0	0	A	1972	1656	84%
1	1	2	B	2152	1809	84%
2	2	0	A	1610	1353	84%
6	8	0	B	673	566	84%

W	B	E	S	Geschat verbruik 1a	Geschat verbruik 1b	afw. 1b t.o.v. 1a
4	1	0	A	1190	1002	84%
2	0	0	B	1687	1420	84%
6	1	2	C	949	800	84%
5	5	2	D	859	725	84%
5	5	2	E	859	725	84%
5	5	2	F	859	725	84%
5	5	2	G	859	725	84%
6	5	1	D	636	538	85%
6	5	1	E	636	538	85%
6	5	1	F	636	538	85%
6	5	1	G	636	538	85%
3	3	0	A	1331	1127	85%
6	5	0	A	761	645	85%
6	2	0	B	628	726	116%
6	2	1	B	686	794	116%
2	9	1	A	871	1010	116%
2	9	1	B	871	1010	116%
2	9	1	C	871	1010	116%
2	9	1	D	871	1010	116%
2	9	1	E	871	1010	116%
2	9	1	F	871	1010	116%
2	9	1	G	871	1010	116%
1	4	2	C	1660	1925	116%
6	9	2	B	473	550	116%
3	4	0	G	1338	1554	116%
2	9	0	A	847	987	117%
2	9	0	B	847	987	117%
2	9	0	C	847	987	117%
2	9	0	D	847	987	117%
2	9	0	E	847	987	117%
2	9	0	F	847	987	117%
2	9	0	G	847	987	117%
6	3	1	F	876	1021	117%
6	3	1	A	604	705	117%
5	10	2	A	478	559	117%
3	6	1	A	946	1106	117%
6	4	0	B	640	750	117%
1	0	2	D	1647	1933	117%
4	7	0	C	793	930	117%
4	7	0	D	793	930	117%
4	7	0	E	793	930	117%
4	7	0	F	793	930	117%

W	B	E	S	Geschat verbruik 1a	Geschat verbruik 1b	afw. 1b t.o.v. 1a
4	7	0	G	793	930	117%
4	9	2	B	661	777	118%
1	4	2	F	1660	1957	118%
1	4	2	G	1660	1959	118%
1	7	0	C	1660	1964	118%
1	7	0	D	1660	1964	118%
1	7	0	E	1660	1964	118%
1	7	0	F	1660	1964	118%
1	7	0	G	1660	1964	118%
2	1	2	A	1082	1282	118%
1	4	2	E	1660	1978	119%
6	3	0	E	812	969	119%
6	3	0	F	812	969	119%
6	3	0	G	812	969	119%
6	3	0	A	427	513	120%
1	4	2	D	1660	1993	120%
1	0	2	E	1647	1982	120%
2	10	2	A	732	885	121%
2	10	2	B	732	885	121%
2	10	2	C	732	885	121%
2	10	2	D	732	885	121%
2	10	2	E	732	885	121%
2	10	2	F	732	885	121%
2	10	2	G	732	885	121%
2	7	1	A	988	1201	122%
6	9	1	C	612	749	122%
6	9	1	D	612	749	122%
6	9	1	E	612	749	122%
6	9	1	F	612	749	122%
6	9	1	G	612	749	122%
6	1	0	A	663	813	123%
1	7	2	A	1224	1501	123%
1	0	2	G	1647	2022	123%
2	6	2	A	923	1133	123%
5	9	1	D	691	849	123%
2	6	2	B	922	1133	123%
2	6	2	C	922	1133	123%
2	6	2	D	922	1133	123%
2	6	2	E	922	1133	123%
2	6	2	F	922	1133	123%
2	6	2	G	922	1133	123%
4	9	2	C	629	777	124%

W	B	E	S	Geschat verbruik 1a	Geschat verbruik 1b	afw. 1b t.o.v. 1a
4	9	2	D	629	777	124%
4	9	2	E	629	777	124%
4	9	2	F	629	777	124%
4	9	2	G	629	777	124%
6	2	0	A	584	726	124%
5	8	1	C	594	739	124%
5	8	1	D	594	739	124%
5	8	1	E	594	739	124%
5	8	1	F	594	739	124%
5	8	1	G	594	739	124%
1	0	2	F	1647	2065	125%
5	10	0	B	423	533	126%
5	10	0	C	423	533	126%
5	10	0	D	423	533	126%
5	10	0	E	423	533	126%
5	10	0	F	423	533	126%
5	10	0	G	423	533	126%
1	7	2	B	1224	1573	128%
2	6	0	B	922	1195	130%
4	1	1	A	1154	1505	130%
4	1	1	B	1154	1505	130%
4	1	1	C	1154	1505	130%
2	6	0	C	922	1216	132%
2	6	0	D	922	1216	132%
2	6	0	E	922	1216	132%
2	6	0	F	922	1216	132%
2	6	0	G	922	1216	132%
2	6	0	A	923	1225	133%
1	4	2	A	1240	1690	136%
6	9	0	C	553	782	142%
6	9	0	D	553	782	142%
6	9	0	E	553	782	142%
6	9	0	F	553	782	142%
6	9	0	G	553	782	142%
1	4	2	B	1240	1788	144%
5	9	1	E	691	1013	147%
5	9	1	F	691	1013	147%
5	9	1	G	691	1013	147%
1	7	2	C	1224	1964	160%
1	7	2	D	1224	1964	160%
1	7	2	E	1224	1964	160%
1	7	2	F	1224	1964	160%

W	B	E	S	Geschat verbruik 1a	Geschat verbruik 1b	afw. 1b t.o.v. 1a
1	7	2	G	1224	1964	160%
6	9	2	C	473	893	189%
6	9	2	D	473	893	189%
6	9	2	E	473	893	189%
6	9	2	F	473	893	189%
6	9	2	G	473	893	189%

Bijlage 4 Vergelijking CBS2018 met huidige project

Tabel B4.1

Verbruik VIVET populatie 1a ten opzichte van het verbruik CBS2018 per combinatie van woningtype (W), Bouwperiode (B) en schillabel

W	B	G	F	E	D	C	B	A
1	0	0.90	0.91	0.97	0.95	1.05		
1	1	0.93	0.94	1.04	1.00	1.10		
1	2	0.96	0.90	0.88	0.93	0.95		
1	3		0.93	0.93	0.95	1.01		
1	4				1.01	1.00	1.12	
1	5						1.19	1.15
1	6						1.34	1.14
1	7						1.26	1.01
1	8							1.12
1	9							
1	10							1.63
2	0	1.10	1.07	1.13	1.09	1.07	1.04	1.13
2	1	1.04	1.06	1.03	1.06	1.01	1.11	1.00
2	2	1.10	1.13	1.10	1.14	1.10	1.18	1.05
2	3	0.99	1.01	0.97	0.98	0.95	1.02	1.01
2	4			1.09	1.05	1.04	1.10	0.93
2	5						1.03	0.93
2	6						1.04	0.81
2	7							1.03
2	8							1.03
2	9							1.01
2	10							1.18
3	0	1.08	1.04	1.01	1.06	1.03	1.10	1.04
3	1	1.03	0.96	0.98	0.97	0.98	1.06	1.17
3	2	1.09	1.08	1.04	1.08	1.06	1.13	1.11
3	3	1.08	1.13	1.11	1.08	1.06	1.09	1.06
3	4			1.11	1.17	1.24	1.18	1.12

W	B	G	F	E	D	C	B	A
3	5					1.06	1.02	1.04
3	6					1.11	1.09	1.07
3	7						1.07	1.11
3	8							1.03
3	9							1.01
3	10							1.05
4	0	1.08	1.07	1.04	1.06	1.06	1.09	1.02
4	1	1.06	1.04	1.00	0.96	1.02	1.00	1.12
4	2	1.06	1.05	1.13	1.08	1.07	1.12	1.08
4	3	1.01	1.08	1.08	1.09	1.11	1.04	1.09
4	4			1.14	1.21	1.22	1.22	1.10
4	5					1.22	1.10	1.10
4	6					1.20	1.17	1.11
4	7				1.39		1.12	1.23
4	8						1.26	1.12
4	9					0.79		1.14
4	10							1.20
5	0	1.14	1.19	1.20	1.24	1.22	1.35	1.25
5	1	1.16	1.20	1.13	1.16	1.19	1.28	1.26
5	2	1.14	1.15	1.16	1.19	1.20	1.29	1.28
5	3	1.01	1.21	1.28	1.24	1.32	1.58	1.35
5	4			1.14	1.32	1.22	1.40	1.46
5	5				1.82	1.42	1.56	1.41
5	6					1.40	1.57	1.32
5	7				1.12	1.18	1.62	1.47
5	8					1.18	1.53	1.56
5	9					1.19	1.68	1.51
5	10						1.33	1.42
6	0	1.07	1.10	1.13	1.21	1.22	1.37	1.31
6	1	1.16	1.19	1.10	1.14	1.20	1.31	1.14
6	2	1.22	1.25	1.27	1.32	1.36	1.46	1.58
6	3	0.97	0.98	1.05	0.95	1.02	1.22	0.97
6	4			1.04	1.18	1.06	1.19	1.20
6	5				1.19	1.10	1.19	1.08
6	6					1.08	1.16	1.15
6	7					0.92	1.23	1.10
6	8				1.18	1.16	1.23	1.13
6	9						1.08	1.09
6	10					0.76	1.05	1.03

Deze tabel geeft de afwijking van het referentieverbruik ruimteverwarming van VIVET ten opzichte van CBS2018. Groene getallen geven een afwijking tot 14%. Rode getallen geven een afwijking van 15% of meer.

Tabel B4.2

Verbruik VIVET populatie 1a én populatie 1b ten opzichte van verbruik CBS2018 per combinatie van woningtype (W), Bouwperiode (B) en schillabel

W	B	G	F	E	D	C	B	A
1	0	0.94	0.93	0.92	0.96	0.99	1.03	0.97
1	1	0.92	0.94	0.91	0.94	0.97	1.06	0.92
1	2	0.97	0.96	0.93	0.96	1.00	1.06	0.97
1	3	0.95	0.92	0.92	0.98	0.99	1.12	1.03
1	4	0.90	0.91	0.95	0.97	1.01	1.22	1.05
1	5					1.08	1.21	1.16
1	6					1.09	1.25	1.11
1	7					1.29	1.20	1.08
1	8						1.21	1.14
1	9							1.24
1	10							1.61
2	0	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.12	1.13
2	1	1.11	1.11	1.09	1.10	1.06	1.16	1.17
2	2	1.10	1.13	1.15	1.19	1.17	1.18	1.07
2	3	0.93	0.98	0.98	1.05	1.04	1.08	1.00
2	4	1.00	1.19	1.03	1.02	1.04	1.14	0.99
2	5					1.06	1.13	1.11
2	6					1.04	1.13	1.05
2	7						1.11	1.09
2	8							1.11
2	9							1.12
2	10							1.19
3	0	1.09	1.09	1.04	1.14	1.07	1.13	1.06
3	1	1.05	1.04	1.04	1.05	1.06	1.11	1.20
3	2	1.08	1.07	1.07	1.10	1.10	1.12	1.11
3	3	1.02	1.07	1.08	1.10	1.07	1.10	1.05
3	4	1.05	1.07	1.04	1.14	1.22	1.17	1.13
3	5				1.02	1.09	1.08	1.12
3	6					1.08	1.10	1.09
3	7						1.09	1.10
3	8						1.04	1.02
3	9		0.66					1.05
3	10							1.07
4	0	1.10	1.08	1.08	1.09	1.10	1.07	1.03
4	1	1.08	1.06	1.02	1.00	1.06	1.07	1.11
4	2	1.08	1.04	1.14	1.09	1.09	1.11	1.08
4	3	0.99	1.04	1.03	1.08	1.12	1.03	1.08
4	4	0.95	1.05	1.06	1.14	1.19	1.21	1.10
4	5				1.17	1.16	1.14	1.16
4	6					1.14	1.16	1.13

W	B	G	F	E	D	C	B	A
4	7				1.39	1.20	1.16	1.21
4	8					1.05	1.21	1.08
4	9	0.57	0.70	0.59		0.79	1.29	1.16
4	10							1.22
5	0	1.16	1.16	1.19	1.22	1.21	1.32	1.22
5	1	1.20	1.17	1.12	1.15	1.16	1.25	1.21
5	2	1.15	1.16	1.14	1.15	1.18	1.26	1.27
5	3	1.04	1.24	1.23	1.21	1.31	1.55	1.33
5	4		1.09	1.11	1.25	1.21	1.38	1.45
5	5				1.56	1.38	1.53	1.41
5	6				1.49	1.35	1.53	1.32
5	7				1.12	0.99	1.54	1.44
5	8					1.24	1.48	1.50
5	9			1.31		1.19	1.53	1.50
5	10						1.34	1.44
6	0	1.08	1.09	1.12	1.19	1.20	1.32	1.28
6	1	1.16	1.14	1.06	1.10	1.18	1.28	1.15
6	2	1.26	1.25	1.25	1.28	1.34	1.43	1.57
6	3	0.96	1.00	1.01	0.99	1.02	1.17	0.95
6	4	0.76	0.95	0.99	1.09	1.04	1.17	1.19
6	5				1.12	1.10	1.19	1.10
6	6				1.09	1.01	1.15	1.15
6	7					0.82	1.12	1.08
6	8				1.07	1.03	1.15	1.10
6	9					1.13	1.11	1.08
6	10					0.76	1.05	1.04

Deze tabel geeft de afwijking van het referentieverbruik ruimteverwarming van VIVET ten opzichte van CBS2018. Groene getallen geven een afwijking tot 14%. Rode getallen geven een afwijking van 15% of meer.

Bijlage 5 Verbruik warm tapwater (Bron: TNO)

Tabel B5.1
Verbruik warm tapwater

Gezinsgrootte	oppervlakte- klasse	Functionele warmtevraag (GJth)	Metervraag wtw [m ³ aardgas]
1	<75	3,77	140,13
1	75-100	3,66	136,13
1	100-125	3,53	131,22
1	125-150	3,53	131,23
1	>150	3,44	127,70
2	<75	6,04	224,69
2	75-100	5,97	222,09
2	100-125	5,50	204,33
2	125-150	5,46	202,89
2	>150	5,28	196,10
3	<75	8,01	297,75
3	75-100	7,59	282,27
3	100-125	7,41	275,42
3	125-150	7,07	262,75
3	>150	6,93	257,77
4	<75	8,00	297,33
4	75-100	7,59	282,07
4	100-125	7,71	286,65
4	125-150	7,59	282,27
4	>150	7,29	271,00
5	<75	7,77	288,91
5	75-100	8,26	306,99
5	100-125	8,62	320,28
5	125-150	8,36	310,59
5	>150	8,49	315,47

Deze tabel geeft het verbruik voor warm tapwater volgens de bepalingsmethode van TNO. Het verbruik voor warm tapwater is afhankelijk van de gezinsgrootte en de oppervlakteklasse.

Bijlage 6 Verbruik koken (Bron: TNO)

Tabel B6.1
Verbruik koken

Bouwjaar-klasse	Huishoud-grootte	Gebruiksoppervlakte-klasse	Functionele warmte-vraag (GJth)	Gecorrigeerd gasgebruik koken [m ³ aardgas]*
<1930	1	<75	0,30	17,09
	1	75-100	0,32	16,78
	1	100-125	0,31	16,17
	1	125-150	0,31	16,01
	1	>150	0,32	15,58
	2	<75	0,48	29,77
	2	75-100	0,48	28,07
	2	100-125	0,48	27,90
	2	125-150	0,48	28,01
	2	>150	0,49	26,67
	3	<75	0,61	39,46
	3	75-100	0,62	37,93
	3	100-125	0,61	36,77
	3	125-150	0,61	37,11
	3	>150	0,61	35,29
	4	<75	0,72	43,61
	4	75-100	0,80	46,62
	4	100-125	0,79	45,61
	4	125-150	0,79	45,46
	4	>150	0,79	44,52
5	<75	0,89	55,33	
5	75-100	0,91	54,33	
5	100-125	0,92	54,70	
5	125-150	0,92	54,78	
5	>150	0,92	53,52	
1931-1959	1	<75	0,30	17,11
	1	75-100	0,32	17,54
	1	100-125	0,31	16,48
	1	125-150	0,31	16,76
	1	>150	0,32	14,74
	2	<75	0,48	29,99
	2	75-100	0,48	28,79
	2	100-125	0,48	28,39
	2	125-150	0,48	28,78
	2	>150	0,49	25,72
	3	<75	0,61	39,73
	3	75-100	0,62	38,65

Bouwjaar-klasse	Huishoud-grootte	Gebruiksoppervlakte-klasse	Functionele warmtevraag (GJth)	Gecorrigeerd gasgebruik koken [m ³ aardgas]*
	3	100-125	0,61	37,28
	3	125-150	0,61	37,89
	3	>150	0,61	34,33
	4	<75	0,72	43,29
	4	75-100	0,80	48,03
	4	100-125	0,79	45,93
	4	125-150	0,79	46,75
	4	>150	0,79	43,21
	5	<75	0,89	55,14
	5	75-100	0,91	55,73
	5	100-125	0,92	55,05
	5	125-150	0,92	56,08
	5	>150	0,92	52,19
1960-1980	1	<75	0,30	15,11
	1	75-100	0,32	16,66
	1	100-125	0,31	15,34
	1	125-150	0,31	13,93
	1	>150	0,32	12,10
	2	<75	0,48	27,16
	2	75-100	0,48	27,78
	2	100-125	0,48	26,92
	2	125-150	0,48	25,34
	2	>150	0,49	22,49
	3	<75	0,61	36,66
	3	75-100	0,62	37,57
	3	100-125	0,61	35,77
	3	125-150	0,61	34,32
	3	>150	0,61	31,05
	4	<75	0,72	41,33
	4	75-100	0,80	46,65
	4	100-125	0,79	44,37
	4	125-150	0,79	42,51
	4	>150	0,79	39,57
	5	<75	0,89	52,56
	5	75-100	0,91	54,39
	5	100-125	0,92	53,42
	5	125-150	0,92	51,68
	5	>150	0,92	48,42
1980-1995	1	<75	0,30	15,62
	1	75-100	0,32	16,28
	1	100-125	0,31	13,77

Bouwjaar-klasse	Huishoud-grootte	Gebruiksoppervlakte-klasse	Functionele warmtevraag (GJth)	Gecorrigeerd gasgebruik koken [m ³ aardgas]*
	1	125-150	0,31	13,35
	1	>150	0,32	12,08
	2	<75	0,48	27,84
	2	75-100	0,48	27,34
	2	100-125	0,48	24,83
	2	125-150	0,48	24,44
	2	>150	0,49	22,45
	3	<75	0,61	37,40
	3	75-100	0,62	37,10
	3	100-125	0,61	33,60
	3	125-150	0,61	33,37
	3	>150	0,61	31,01
	4	<75	0,72	41,91
	4	75-100	0,80	46,09
	4	100-125	0,79	42,30
	4	125-150	0,79	41,87
	4	>150	0,79	39,57
	5	<75	0,89	53,27
	5	75-100	0,91	53,85
	5	100-125	0,92	51,25
	5	125-150	0,92	50,97
	5	>150	0,92	48,41
>1995	1	<75	0,30	11,13
	1	75-100	0,32	10,84
	1	100-125	0,31	10,99
	1	125-150	0,31	13,79
	1	>150	0,32	12,58
	2	<75	0,48	21,91
	2	75-100	0,48	20,70
	2	100-125	0,48	21,30
	2	125-150	0,48	25,09
	2	>150	0,49	23,11
	3	<75	0,61	31,02
	3	75-100	0,62	29,84
	3	100-125	0,61	29,98
	3	125-150	0,61	34,05
	3	>150	0,61	31,68
	4	<75	0,72	36,77
	4	75-100	0,80	38,41
	4	100-125	0,79	38,43
	4	125-150	0,79	42,39

Bouwjaar- klasse	Huishoud- grootte	Gebruiksopper- vlakte-klasse	Functionele warmte- vraag (GJth)	Gecorrigeerd gasge- bruik koken [m³ aard- gas]*
	4	>150	0,79	40,20
	5	<75	0,89	46,99
	5	75-100	0,91	46,47
	5	100-125	0,92	47,22
	5	125-150	0,92	51,54
	5	>150	0,92	49,07

*Deze tabel geeft het verbruik voor koken volgens de bepalingsmethode van TNO. Het verbruik voor koken is afhankelijk van het bouwjaar, de huishoudgrootte en de oppervlakte van de woning.*Gecorrigeerd gasverbruik: het gemiddelde gasgebruik voor woningen met een gasaansluiting*

Bijlage 7 verdeling schillabels per populatie en woningtype

Tabel B7.1

Verdeling (aantallen) schillabels per populatie en woningtype

Schillabel	Woningtype	Populatie 1b	Populatie 1a
A+	2	82	
A+	3	472	
A+	4	927	
A+	5	600	
A+	6	491	
A	1	28626	623
A	2	19522	6911
A	3	26467	22876
A	4	76334	71264
A	5	46282	93843
A	6	39676	65243
B	1	34270	469
B	2	27091	4329
B	3	45915	21907
B	4	118832	60791
B	5	78989	84131
B	6	58678	48944
C	1	38400	1322
C	2	43848	11191
C	3	98440	58146
C	4	249432	126673
C	5	98115	106452
C	6	66387	74097
D	1	26357	1065
D	2	26364	7064
D	3	50428	24410
D	4	109648	45734
D	5	56801	31134
D	6	43070	34574
E	1	12465	652
E	2	20365	5730
E	3	26829	12204
E	4	67193	21249
E	5	26815	13426
E	6	22211	13804
F	1	20945	928

Schillabel	Woningtype	Populatie 1b	Populatie 1a
F	2	17534	3167
F	3	18970	5709
F	4	39962	8308
F	5	16188	6531
F	6	10808	5521
G	1	22016	1072
G	2	18429	2646
G	3	14960	3918
G	4	16618	4660
G	5	14214	4584
G	6	10180	3844

Deze tabel geeft de verdeling van schillabels over de woningtypen van populatie 1a en 1b.

Bijlage 8 Methoden om het onbekende schillabel te schatten

Schillabels populatie 2

Populatie 2 bevat de woningen met onbekende labels. In veel analyses is er behoefte om aan een woning met een onbekend label toch een bijbehorend label te schatten. In deze paragraaf vergelijken we twee schattingsmethoden om een label aan de woning zonder label toe te kennen. Bij de eerste methode wordt gekeken naar het meest voorkomende schillabel van de woningcombinatie volgens de VIVET lineaire regressie resultaten per woningtype en bouwperiode. De tweede methode kijkt naar welk verbruik per schillabel (per combinatie van woningtype en bouwperiode) in populatie 1a het dichtste in de buurt komt van het verbruik bij deze woningcombinatie in populatie 2. De twee methoden worden met elkaar vergeleken.

Meest voorkomende schillabel

Populatie 1a en 1b worden geaggregeerd waarna het meest voorkomende schillabel wordt bepaald. Hiervoor zijn de bouwperiodes aangepast, waarbij voor de bouwperiode 1992-1999 de som is genomen van de bouwperiodes 1992-1995 en 1996-1999. Voor de periode 'Vanaf 2006' is de som genomen van alle hoger gelegen bouwperiodes. Schillabel A en schillabel A+ worden als synoniem aangenomen. Dit leidt tot de resultaten van Tabel 8.1.

Tabel 8.1
Meest voorkomende schillabel

	vrijstaand	2 onder 1 kap	rij (hoek)	rij (tus-sen)	Appartementen (laag)	Appartementen (hoog)
Voor 1930	G	G	G	F	D	C
1930 – 1945	G	G	G	E	D	D
1946 – 1964	F	E	C	D	C	D
1965 – 1974	D	D	C	C	C	C
1975 – 1991	C	C	C	C	C	C
1992 – 1999	B	B	B	B	B	B
2000 – 2005	A	A	A	A	B	B
Vanaf 2006	A	A	A	A	A	A

Deze tabel beschrijft het meest voorkomende schillabel per combinatie van woningtype en bouwperiode, voor populatie 1a en populatie 01b samen. In twee gevallen wijkt het meest voorkomende schillabel af, ten opzichte van de RVO database: bij appt. (hoog) in bouwperiode 1965-1974 (schillabel D) en bij appt. (laag) in bouwperiode 2000-2005 (schillabel A+).

Meest voorkomend- versus dichtstbijzijnde schillabel

In de vorige paragraaf is het meest voorkomende schillabel per woningtype en bouwperiode gegeven in populatie 1a en 01b samen. Het meest voorkomende schillabel hebben we vergeleken met het schillabel van woningen in populatie 1a waarbij het verbruik het dichtste in de buurt ligt van het verbruik van woningen met een onbekend schillabel uit populatie 2.

Vervolgens hebben we gekeken hoeveel %-punt het verbruik van het 'dichtstbijzijnde' schillabel dichter in de buurt ligt van het gemiddelde verbruik van populatie 2 dan het meest voorkomende schillabel. Gemiddeld over alle woningcombinaties ligt het verbruik van het dichtstbijzijnde schillabel in populatie 1a 4%-punt dicht bij het verbruik van dezelfde woningcombinatie (woningtype, bouwperiode en eigendomstype) in populatie 2 dan het meest voorkomende label.

(Tussen)conclusie: de methode met het 'dichtstbijzijnde' schillabel presteert maar iets beter dan de methode met het meest voorkomende schillabel.

Bijlage 9 Labelsprongen met ontsparing¹⁹

Tabel B9.1
Labelsprongen met ontsparing

W	B	E	Start-label	Doel-label	Relatief verbruik startlabel	Relatief verbruik doella-label	Count_start-label	Count_doella-label
1	0	0	D	A	0.968673	1	273	0
1	0	0	D	B	0.968673	1	273	0
1	0	0	D	C	0.968673	1	273	84
1	0	0	F	E	1.023825	1.069788	198	91
1	0	0	G	A	0.981563	1	317	0
1	0	0	G	B	0.981563	1	317	0
1	0	0	G	C	0.981563	1	317	84
1	0	0	G	E	0.981563	1.069788	317	91
1	0	0	G	F	0.981563	1.023825	317	198
1	1	0	D	A	0.954367	1	125	0
1	1	0	D	B	0.954367	1	125	0
1	1	0	D	C	0.954367	1	125	53
1	1	0	F	A	0.990569	1	127	0
1	1	0	F	B	0.990569	1	127	0
1	1	0	F	C	0.990569	1	127	53
1	1	0	F	E	0.990569	1.08848	127	52
1	1	0	G	A	0.942868	1	191	0
1	1	0	G	B	0.942868	1	191	0
1	1	0	G	C	0.942868	1	191	53
1	1	0	G	D	0.942868	0.954367	191	125
1	1	0	G	E	0.942868	1.08848	191	52
1	1	0	G	F	0.942868	0.990569	191	127
1	2	0	E	D	1.117977	1.134495	187	119
1	2	0	F	D	1.081606	1.134495	268	119
1	2	0	F	E	1.081606	1.117977	268	187
1	2	0	G	D	1.092251	1.134495	135	119
1	2	0	G	E	1.092251	1.117977	135	187
1	2	2	D	A	0.965065	1	107	0
1	2	2	D	B	0.965065	1	107	0

¹⁹ Ontsparing bij labelsprongen vindt vaak plaats wanneer het start- of het doellabel is aangevuld (zie paragraaf 7.5). In deze tabel komt het daarom geregeld voor dat de relatieve verbruiken van lagere labels (bijvoorbeeld B of C) gelijk zijn aan het relatieve verbruik van label A.

					Relatief verbruik	Relatief verbruik		
W	B	E	Start- label	Doel- label	startla- bel	doella- bel	Count_start- label	Count_doella- bel
1	2	2	D	C	0.965065	1	107	82
1	3	0	F	E	1.065029	1.081391	64	150
1	3	0	G	E	1.065029	1.081391	0	150
1	3	1	F	E	1.065029	1.081391	0	0
1	3	1	G	E	1.065029	1.081391	0	0
1	3	2	F	E	1.065029	1.081391	0	0
1	3	2	G	E	1.065029	1.081391	0	0
2	0	0	G	E	1.030204	1.060149	246	108
2	0	0	G	F	1.030204	1.11277	246	168
2	1	0	E	D	1.09496	1.145041	77	115
2	1	0	F	D	1.050884	1.145041	126	115
2	1	0	F	E	1.050884	1.09496	126	77
2	1	0	G	D	1.057007	1.145041	176	115
2	1	0	G	E	1.057007	1.09496	176	77
2	1	2	C	B	1.201324	1.213396	237	74
2	1	2	G	F	1.403206	1.469104	167	148
2	2	0	D	A	0.985914	1	135	0
2	2	0	D	B	0.985914	1	135	0
2	2	0	D	C	0.985914	1	135	169
2	2	0	F	E	1.013104	1.077597	152	314
2	2	0	G	A	0.99481	1	98	0
2	2	0	G	B	0.99481	1	98	0
2	2	0	G	C	0.99481	1	98	169
2	2	0	G	E	0.99481	1.077597	98	314
2	2	0	G	F	0.99481	1.013104	98	152
2	2	1	G	F	1.066919	1.08678	110	115
2	2	2	G	F	1.392402	1.40217	1170	1848
2	6	0	B	A	0.998727	1	0	0
2	6	0	C	A	0.998727	1	0	0
2	6	0	D	A	0.998727	1	0	0
2	6	0	E	A	0.998727	1	0	0
2	6	0	F	A	0.998727	1	0	0
2	6	0	G	A	0.998727	1	0	0
2	6	2	B	A	0.998727	1	97	69
2	6	2	C	A	0.998727	1	0	69
2	6	2	D	A	0.998727	1	0	69
2	6	2	E	A	0.998727	1	0	69
2	6	2	F	A	0.998727	1	0	69
2	6	2	G	A	0.998727	1	0	69
3	0	0	F	E	1.046473	1.092723	147	114

					Relatief verbruik	Relatief verbruik		
W	B	E	Start- label	Doel- label	startla- bel	doella- bel	Count_start- label	Count_doella- bel
3	0	0	G	E	1.05981	1.092723	240	114
3	1	0	E	D	1.058014	1.11428	66	103
3	1	0	F	D	1.10284	1.11428	101	103
3	1	2	C	B	1.059758	1.060775	596	198
3	2	0	G	E	1.081995	1.104341	133	335
3	2	0	G	F	1.081995	1.180511	133	161
3	3	0	E	D	1.072106	1.099785	156	443
3	3	0	F	D	1.072106	1.099785	0	443
3	3	0	G	D	1.072106	1.099785	0	443
3	3	2	G	F	1.375596	1.382911	301	931
4	0	0	F	E	1.308978	1.31275	497	412
4	0	0	G	D	1.25308	1.264327	345	365
4	0	0	G	E	1.25308	1.31275	345	412
4	0	0	G	F	1.25308	1.308978	345	497
4	0	1	D	B	1.112586	1.117272	328	105
4	0	1	D	C	1.112586	1.138456	328	305
4	0	1	G	F	1.338934	1.355198	372	413
4	0	2	C	B	1.075209	1.081113	4407	1651
4	1	0	G	E	1.120657	1.155796	202	225
4	1	0	G	F	1.120657	1.161761	202	248
4	1	1	F	E	1.240605	1.294401	181	144
4	1	1	G	E	1.23809	1.294401	137	144
4	1	1	G	F	1.23809	1.240605	137	181
4	1	2	B	A	0.972993	1	454	1180
4	2	1	G	E	1.238839	1.269416	200	504
4	2	1	G	F	1.238839	1.365504	200	150
4	2	2	G	F	1.341188	1.357971	1632	3061
4	3	2	G	F	1.344788	1.365076	275	705
4	9	2	B	A	0.953908	1	0	3045
4	9	2	C	A	0.907815	1	67	3045
4	9	2	C	B	0.907815	0.953908	67	0
4	9	2	D	A	0.907815	1	0	3045
4	9	2	D	B	0.907815	0.953908	0	0
4	9	2	E	A	0.907815	1	0	3045
4	9	2	E	B	0.907815	0.953908	0	0
4	9	2	F	A	0.907815	1	0	3045
4	9	2	F	B	0.907815	0.953908	0	0
4	9	2	G	A	0.907815	1	0	3045
4	9	2	G	B	0.907815	0.953908	0	0
5	0	0	G	E	1.484392	1.524898	180	311

					Relatief verbruik	Relatief verbruik		
W	B	E	Start- label	Doel- label	startla- bel	doella- bel	Count_start- label	Count_doella- bel
5	0	0	G	F	1.484392	1.580966	180	271
5	0	1	G	F	1.461759	1.488481	923	972
5	0	2	G	F	1.301389	1.326679	622	1105
5	1	0	B	A	0.974628	1	124	197
5	1	0	G	E	1.181807	1.276546	112	201
5	1	0	G	F	1.181807	1.346112	112	152
5	1	1	G	E	1.326485	1.360833	708	844
5	1	1	G	F	1.326485	1.377402	708	777
5	1	2	F	E	1.29736	1.302707	436	622
5	2	0	F	E	1.535911	1.606269	71	226
5	2	0	G	D	1.481157	1.493578	59	370
5	2	0	G	E	1.481157	1.606269	59	226
5	2	0	G	F	1.481157	1.535911	59	71
5	2	1	F	E	1.508496	1.529185	352	786
5	2	1	G	E	1.524984	1.529185	333	786
5	2	2	G	F	1.392396	1.419144	1325	2180
5	3	2	F	E	1.43726	1.447807	215	814
5	3	2	G	E	1.318348	1.447807	75	814
5	3	2	G	F	1.318348	1.43726	75	215
5	5	2	C	B	1.048497	1.05538	3143	9542
5	6	0	C	A	0.960749	1	88	176
5	6	0	C	B	0.960749	1.012792	88	402
5	6	0	D	A	0.960749	1	0	176
5	6	0	D	B	0.960749	1.012792	0	402
5	6	0	E	A	0.960749	1	0	176
5	6	0	E	B	0.960749	1.012792	0	402
5	6	0	F	A	0.960749	1	0	176
5	6	0	F	B	0.960749	1.012792	0	402
5	6	0	G	A	0.960749	1	0	176
5	6	0	G	B	0.960749	1.012792	0	402
5	6	1	C	B	1.018793	1.052421	276	889
5	6	1	D	B	1.018793	1.052421	0	889
5	6	1	E	B	1.018793	1.052421	0	889
5	6	1	F	B	1.018793	1.052421	0	889
5	6	1	G	B	1.018793	1.052421	0	889
5	7	1	B	A	0.995721	1	665	1024
5	10	0	B	A	0.812312	1	60	6360
5	10	0	C	A	0.812312	1	0	6360
5	10	0	D	A	0.812312	1	0	6360
5	10	0	E	A	0.812312	1	0	6360

					Relatief verbruik	Relatief verbruik		
W	B	E	Start- label	Doel- label	startla- bel	doella- bel	Count_start- label	Count_doella- bel
5	10	0	F	A	0.812312	1	0	6360
5	10	0	G	A	0.812312	1	0	6360
5	10	1	B	A	0.858951	1	106	2129
5	10	1	C	A	0.858951	1	0	2129
5	10	1	D	A	0.858951	1	0	2129
5	10	1	E	A	0.858951	1	0	2129
5	10	1	F	A	0.858951	1	0	2129
5	10	1	G	A	0.858951	1	0	2129
6	0	1	G	F	1.383779	1.425832	1007	978
6	0	2	F	D	1.17113	1.187893	1002	6475
6	0	2	F	E	1.17113	1.198164	1002	2420
6	0	2	G	D	1.16648	1.187893	669	6475
6	0	2	G	E	1.16648	1.198164	669	2420
6	0	2	G	F	1.16648	1.17113	669	1002
6	1	0	F	E	1.57318	1.579249	92	104
6	1	1	G	F	1.378302	1.379537	462	501
6	1	2	F	E	1.592489	1.603814	267	614
6	1	2	G	C	1.430131	1.463684	126	1727
6	1	2	G	D	1.430131	1.493566	126	1659
6	1	2	G	E	1.430131	1.603814	126	614
6	1	2	G	F	1.430131	1.592489	126	267
6	2	1	G	E	1.496979	1.616487	321	789
6	2	1	G	F	1.496979	1.617222	321	424
6	2	2	G	F	1.292121	1.298384	981	1545
6	3	1	F	D	1.450539	1.472107	55	252
6	3	1	F	E	1.450539	1.549009	55	261
6	3	1	G	D	1.450539	1.472107	0	252
6	3	1	G	E	1.450539	1.549009	0	261
6	3	2	F	E	1.481168	1.513136	394	993
6	4	0	B	A	0.993004	1	273	620
6	4	0	E	D	1.247812	1.504078	94	59
6	4	0	F	D	1.247812	1.504078	0	59
6	4	0	G	D	1.247812	1.504078	0	59
6	4	2	E	D	1.185086	1.274414	142	2046
6	4	2	F	D	1.185086	1.274414	0	2046
6	4	2	G	D	1.185086	1.274414	0	2046
6	5	0	B	A	0.894662	1	284	83
6	5	0	C	A	0.930626	1	128	83
6	5	0	D	A	0.930626	1	0	83
6	5	0	E	A	0.930626	1	0	83

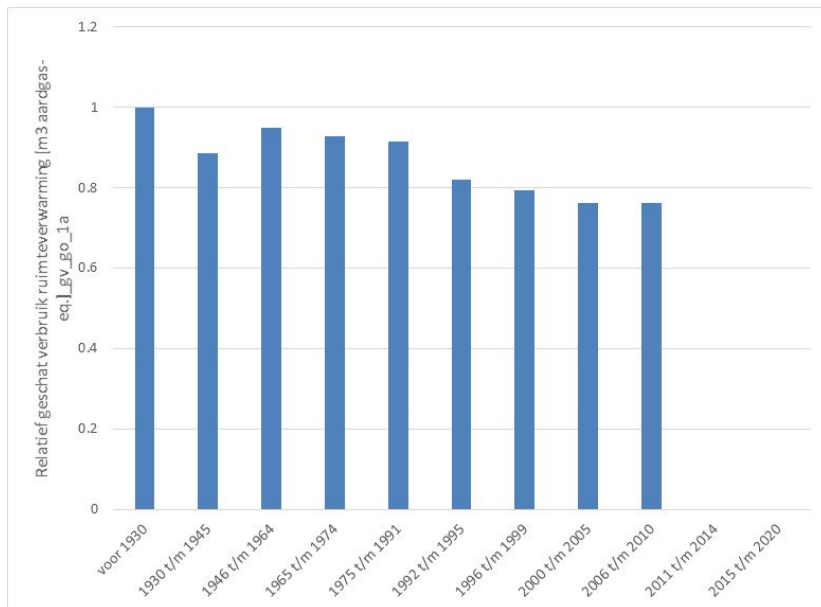
W	B	E	Start-label	Doel-label	Relatief verbruik startlabel	Relatief verbruik doellabel	Count_start-label	Count_doellabel
6	5	0	F	A	0.930626	1	0	83
6	5	0	G	A	0.930626	1	0	83
6	5	1	B	A	0.940502	1	1397	542
6	5	1	C	A	0.956274	1	982	542
6	5	1	D	A	0.956274	1	0	542
6	5	1	E	A	0.956274	1	0	542
6	5	1	F	A	0.956274	1	0	542
6	5	1	G	A	0.956274	1	0	542
6	6	1	B	A	0.973805	1	1552	548
6	7	1	C	A	0.94705	1	177	960
6	7	1	C	B	0.94705	1.019906	177	957
6	7	1	D	A	0.94705	1	0	960
6	7	1	D	B	0.94705	1.019906	0	957
6	7	1	E	A	0.94705	1	0	960
6	7	1	E	B	0.94705	1.019906	0	957
6	7	1	F	A	0.94705	1	0	960
6	7	1	F	B	0.94705	1.019906	0	957
6	7	1	G	A	0.94705	1	0	960
6	7	1	G	B	0.94705	1.019906	0	957
6	9	2	B	A	0.893585	1	394	5577
6	9	2	C	A	0.893585	1	0	5577
6	9	2	D	A	0.893585	1	0	5577
6	9	2	E	A	0.893585	1	0	5577
6	9	2	F	A	0.893585	1	0	5577
6	9	2	G	A	0.893585	1	0	5577

Deze tabel geeft de labelsprongen weer met 'ontsparing': waarbij het geschat verbruik van de woning omhoog gaat bij de sprong van een startlabel naar een hoger doellabel. Zoals beschreven in paragraaf 7.5 is dit vaak het gevolg van een klein aantal woningen in de groep van het start- of het doellabel. Veel van bovenstaande woningcombinaties zijn dan ook aangevuld. Bijvoorbeeld: in de laatste woningcombinatie met woningtype 6, bouwperiode 9, eigendomstype 2 zijn alle labels C tot en met G aangevuld met de waarde van B. Aangezien dit een zeer recente bouwperiode betreft horen labels B tot en met G in principe niet meer voor te komen. Er zitten relatief weinig woningen in de groep met label B (394) die gemiddeld een lager verbruik hebben dan de groep met label A (met 5577 woningen). Bij alle labelsprongen van een startlabel B tot en met G naar A vindt daarom ontsparing plaats. NB: deze labelsprongen zijn hypothetisch, labels B-G zouden in deze recente bouwperiode eigenlijk niet meer voor mogen komen.

Bijlage 10 geschat verbruik per bouwperiode

Figuur B10.1

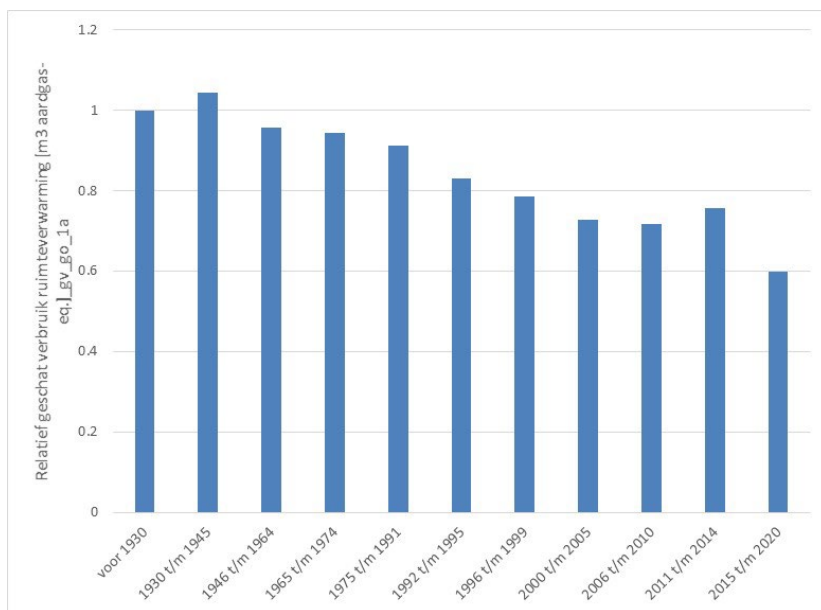
Relatief geschat verbruik per bouwperiode, rijwoningen (tussen), label B, populatie 1a



Deze figuur geeft het geschat verbruik per bouwperiode bij de gemiddelde oppervlakte per woningtype. In dit geval ontbreken de laatste twee bouwperiodes voor label B, dit is logisch aangezien woningen sinds 2011 aan bouweisen moeten voldoen, vergelijkbaar met label A: label B hoort (in theorie) niet meer voor te komen. Voor een beschrijving van de afkortingen in het y-as label, zie paragraaf 1.4.3 'Aanduidingen'.

Figuur B10.2

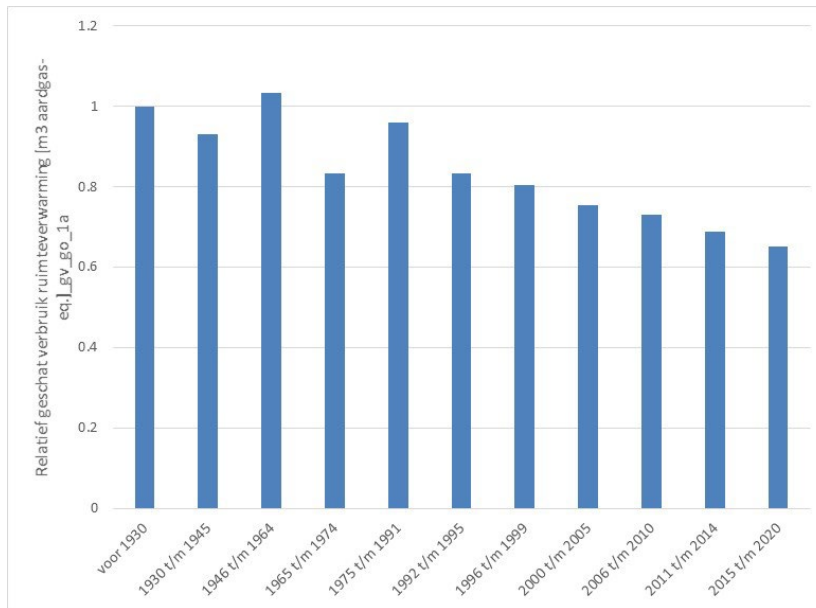
Relatief geschat verbruik per bouwperiode, appartementen (laag), label B, populatie 1a



Deze figuur geeft het geschat verbruik per bouwperiode bij de gemiddelde oppervlakte per woningtype. Voor een beschrijving van de afkortingen in het y-as label, zie paragraaf 1.4.3 'Aanduidingen'.

Figuur B10.3

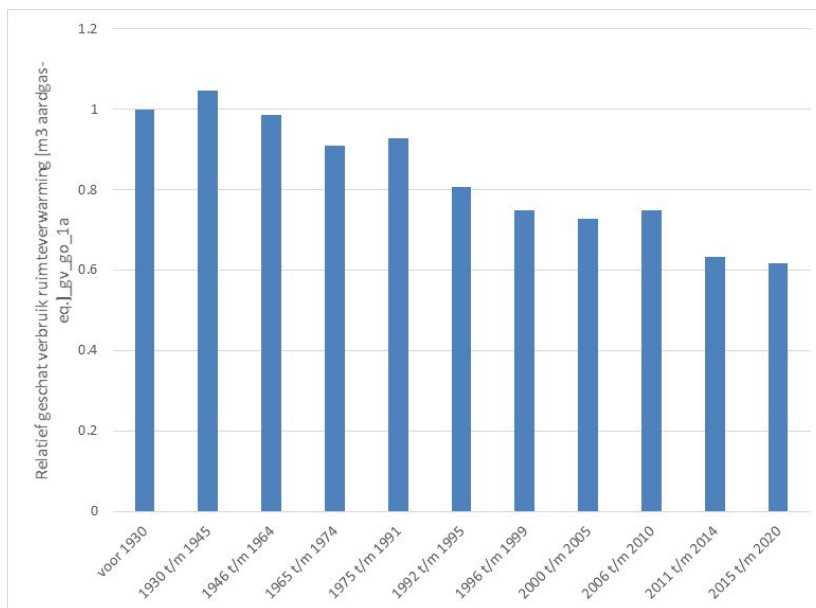
Relatief geschat verbruik ruimteverwarming, appartementen (hoog), label A, populatie 1a



Deze figuur geeft het geschat verbruik per bouwperiode bij de gemiddelde oppervlakte per woningtype. Voor een beschrijving van de afkortingen in het y-as label, zie paragraaf 1.4.3 'Aanduidingen'.

Figuur B10.4

Relatief geschat verbruik ruimteverwarming, appartementen (hoog), label B, populatie 1a



Deze figuur geeft het geschat verbruik per bouwperiode bij de gemiddelde oppervlakte per woningtype. Voor een beschrijving van de afkortingen in het y-as label, zie paragraaf 1.4.3 'Aanduidingen'.

Bijlage 11 Aangepaste woningcombinaties met betrekking tot het aantal bewoners

Tabel B11.1

Woningcombinaties waarbij de regressiecoëfficiënten voor het aantal bewoners zijn aangepast (met label)

W	B	E	S
2	1	2	E
2	3	2	G
2	6	0	A
2	6	2	A
4	2	0	B
4	5	1	A
4	7	2	D
5	7	2	D
6	3	0	C
6	3	0	D
6	3	1	F

Deze tabel geeft een overzicht van de combinaties van woningtype, bouwperiode, eigendomstype en schillabel (van de woningen mét een schillabel) waarbij de regressiecoëfficiënten voor het aantal bewoners zijn aangepast: de hellingshoek is gelijkgesteld aan 0 en de constante is gelijkgesteld aan het gemiddeld aantal bewoners per woningtype conform de tabel in paragraaf 4.6.

Tabel B11.2

Woningcombinaties waarbij de regressiecoëfficiënten voor het aantal bewoners zijn aangepast (zonder label)

W	B	E
1	7	2

Deze tabel geeft een overzicht van de combinaties van woningtype, bouwperiode en eigendomstype (van de woningen zonder schillabel) waarbij de regressiecoëfficiënten voor het aantal bewoners zijn aangepast: de hellingshoek is gelijkgesteld aan 0 en de constante is gelijkgesteld aan het gemiddeld aantal bewoners per woningtype conform de tabel in paragraaf 4.6.