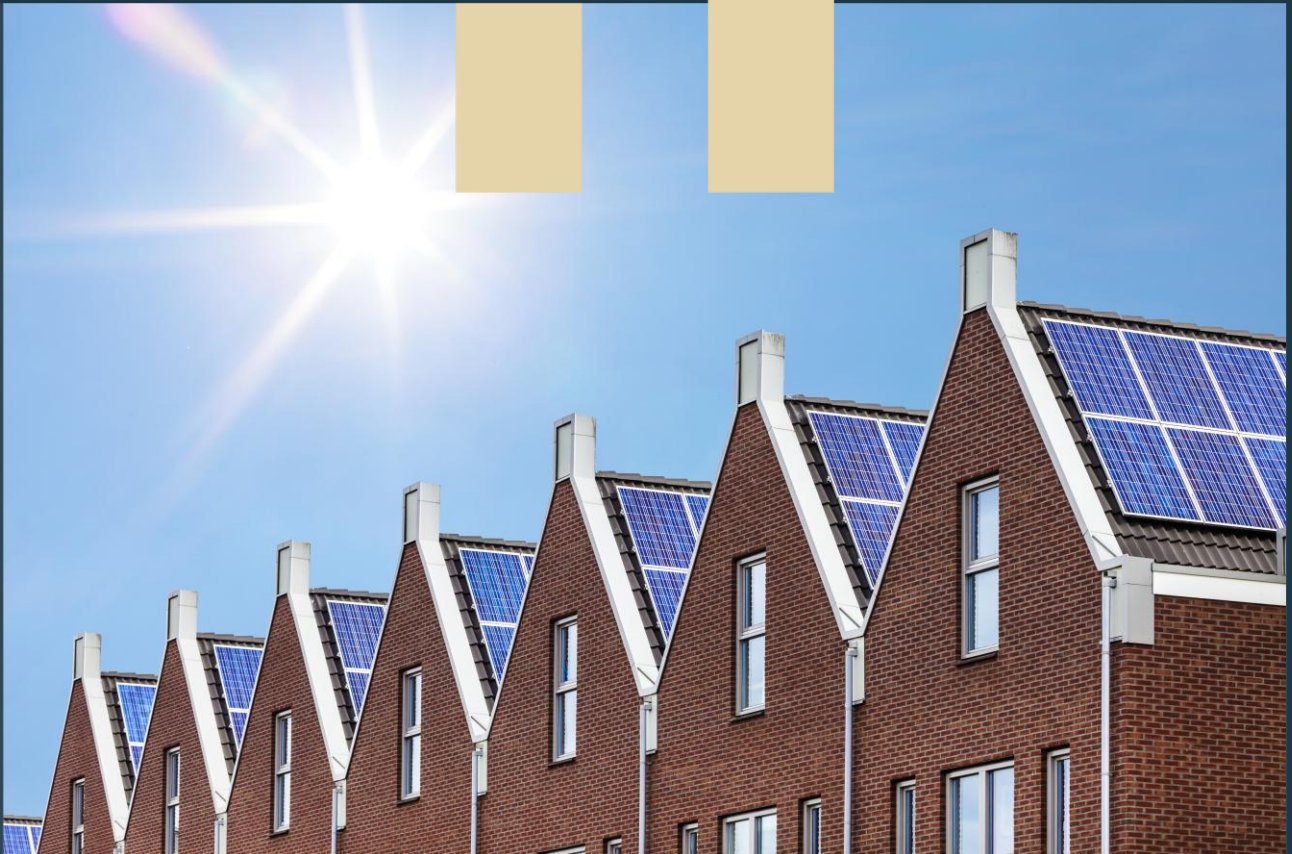


Steekproefdesign Energimodule 2026



In opdracht van
Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

Datum
10 april 2026

Auteurs
Onno Halewijn en Tom Kleinepier

Kenmerk
r2026-0008TKL



ABF Research
Verwersdijk 8, 2611 NH Delft
+31 (0) 15 27 99 300 • info@abf.nl • www.abfresearch.nl

Copyright ABF Research 2026 De informatie in dit rapport is met de grootste zorg samengesteld. ABF Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten, onnauwkeurigheden of onvolledigheden. Het gebruik van (onderdelen van) dit rapport is toegestaan mits de bron duidelijk wordt vermeld

Inhoudsopgave

	Samenvatting	4
01	Inleiding	6
	1.1 Aanleiding onderzoek	7
	1.2 Doelstelling en stratificatie	7
	1.3 Leeswijzer	8
02	Gekozen stratificaties	9
	2.1 Overzicht van de hoofdresultaten per stratificatie	10
	2.2 Evenredige steekproef	12
	2.3 Geoptimaliseerde stratificatie	14
	2.4 Geoptimaliseerd met 20% overhevelen	16
03	Data en methoden	20
	3.1 Woningvoorraad van 1 januari 2025 als data	21
	3.2 De randvoorwaarden voor de stratificatie	21
	3.3 De verdeling van de steekproef optimaliseren	23
	3.4 Overhevelen naar andere strata in 6 stappen	25
	3.5 Van de netto respons naar de bruto respons	28
	Bijlagen	31
	Bijlage A: Energielabels bijschatten	32
	Bijlage B: Aardgasvrije verwarmingsbronnen schatten	34
	Bijlage C: Foutmarges bij substrata	37

Samenvatting

De Energiemodule van het WoonOnderzoek Nederland (WoON) is een essentiële gegevensbron voor inzichten in en onderzoek naar energiegebruik en verduurzaming van de Nederlandse woningvoorraad. Voor de nieuwe editie van de Energiemodule is vooraf een zorgvuldig steekproefdesign nodig, zodat met een beperkt aantal woningopnames betrouwbare uitspraken kunnen worden gedaan. In dit rapport worden meerdere steekproefdesigns met elkaar vergeleken.

Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is om een steekproef van 2.500 woningopnames zo efficiënt mogelijk over strata te verdelen, met voldoende waarnemingen voor relevante deelgroepen. De 6 strata worden bepaald door eigendomssituatie (3) en bouwvorm (2) van de woning. Bij het verdelen moet rekening gehouden worden met de verdeling van energielabelgroepen binnen elk stratum.

Drie varianten onderzocht

Een evenredige steekproef is vanuit statistisch oogpunt het meest efficiënt, maar blijkt in de praktijk onvoldoende geschikt om voor alle strata uitspraken te doen met een acceptabele foutmarge, met name bij kleinere groepen zoals private huur eengezinswoningen. Om deze beperking te ondervangen zijn alternatieve stratificaties uitgewerkt.

In dit rapport zijn drie hoofdvarianten onderzocht:

1. Een evenredige steekproef
2. Een geoptimaliseerde steekproef die voldoet aan minimale eisen voor celvulling en foutmarges
3. Een geoptimaliseerde steekproef waarbij na optimalisatie een deel van de woningen wordt overgeheveld voornamelijk van jongere naar oudere bouwjaarklassen

Optimalisatie levert gunstigere verdeling op met weinig verlies van efficiëntie

De resultaten laten zien dat optimalisatie binnen randvoorwaarden leidt tot een beperkte afname van de efficiëntie ten opzichte van een evenredige steekproef, terwijl de bruikbaarheid van de steekproef voor verdiepende analyses omhooggaat. De geoptimaliseerde steekproef behaalt voor alle strata de gewenste maximale foutmarge van 6%-punt bij de verdeling van energielabelgroepen, met een efficiëntie van ongeveer 95% ten opzichte van evenredig.

Bij de steekproef met overhevelen zijn er woningen van koop een- en meergezins vanaf 1996 en corporatiehuur een- en meergezins vanaf 1996 overgeheveld naar koop meergezins voor 1996, corporatiehuur een- en meergezins voor 1996 en private huur een- en meergezinswoningen. Deze variant vergroot het aantal warmtepompen bij oudere woningen en het aantal slechtere energielabels, maar gaat gepaard met verdere efficiëntieverliezen en logischerwijs een afname van het totaal aantal

aardgasvrije verwarmingsbronnen (er zijn immers meer relatief oude woningen in de steekproef na overhevelen).

Onderbouwing van de resultaten

De gekozen aanpak is methodologisch onderbouwd met behulp van Kish's effectieve steekproefomvang als maatstaf voor efficiëntie. Randvoorwaarden zijn vooraf vastgesteld, waaronder een minimale celvulling per stratum en minimale steekproefgroottes om energielabelverdelingen met voldoende nauwkeurigheid te schatten. Daarbij zijn de verschillende stratificaties vergeleken op basis van de output indicatoren: efficiëntie, foutmarge op de energielabelverdeling, aantal warmtepompen, aantal woningen met stadsverwarming en aantal goede (minimaal B) en slechte labels (E, F en G). Deze zijn opgesteld op basis van de aandelen van deze indicatoren per stratum in de CBS-microdata. Hiervoor is de bewoonde woningvoorraad per 1 januari 2025 als populatie genomen.

De geoptimaliseerde stratificaties bieden wenselijke resultaten zonder al te veel efficiëntieverlies

De geoptimaliseerde stratificaties met en zonder overhevelen lijken de beste balans te hebben tussen efficiëntie, betrouwbaarheid en gewenste aantallen van indicatoren. Het voordeel van overhevelen is dat hiermee wat meer inzicht in slechte labels en warmtepompen in oudere woningen verkregen kan worden.



01

Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de aanleiding voor het onderzoek beschreven (§1.1). Hierna wordt de doelstelling van het onderzoek toegelicht (§1.2). We sluiten dit hoofdstuk vervolgens af met een leeswijzer voor de rest van dit rapport (§1.3).



1.1 Aanleiding onderzoek

De Energiemodule van het WoonOnderzoek Nederland (WoON) is een belangrijke gegevensbron voor onderzoek naar energiegebruik en verduurzaming in de Nederlandse woningvoorraad. In het onderzoek worden gedetailleerde gegevens verzameld over de energetische kwaliteit van woningen middels een woningopname door een erkende energieprestatie-adviseur, evenals informatie over het gedrag en kenmerken van de bewoners via enquêtes. Deze combinatie van informatie over woningen en huishoudens maakt de Energiemodule onmisbaar voor de onderbouwing van beleid en onderzoek naar verduurzaming van de Nederlandse woningvoorraad.

De laatste editie van de Energiemodule dateert uit 2018. Op dit moment worden de voorbereidingen getroffen voor een nieuwe Energiemodule. Het onderzoek betreft in eerste instantie een bewoners-enquête, waarna een afspraak gemaakt wordt voor een woningopname. In tegenstelling tot eerdere Energiemodules staat de dataverzameling voor de komende editie volledig los van het reguliere WoON (woningmarktmodule).

Een belangrijk onderdeel voorafgaand aan de uitvoering van de Energiemodule is de bepaling van het steekproefdesign ofwel de steekproefstratificatie. ABF Research is door de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) en het ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening (VRO) gevraagd hierbij ondersteuning te bieden. Er zijn daarom diverse stratificaties uitgewerkt, waarvan er drie varianten in dit rapport worden gepresenteerd.

1.2 Doelstelling en stratificatie

RVO/VRO hebben aangegeven te willen beschikken over een steekproef van 2.500 respondenten met een woningopname. Het doel van dit onderzoek is inzicht te bieden in de optimale opzet van deze steekproef. Daarbij wordt onder meer gekeken naar de efficiëntie van de steekproef, het aandeel woningen met een goed en slecht energielabel, het aantal woningen met een (hybride) warmtepomp en de nauwkeurigheid waarmee de verdeling van de energielabels voor verschillende klassen van woningen ('strata') kan worden gemeten.

De evenredige steekproef, trekken uit strata naar rato van hoe groot hun aandeel in de populatie is, wordt over het algemeen gezien als de optimale steekproefstratificatie. De evenredige steekproef weerspiegelt de populatie het beste, maar geeft weinig informatie over (relatief) kleine groepen, zoals de private huursector die ongeveer 13% van de bewoonde voorraad omvat. In de beoogde steekproef van 2.500 woningen zou dit neerkomen op ca. 325 woningen. Hierdoor wordt het lastig om betrouwbare uitspraken over bepaalde groepen te doen. De oplossing is dan om, net als bij eerdere edities van de Energiemodule en het reguliere WoON, gestratificeerd een steekproef te trekken. Hiermee kunnen bepaalde groepen opgehoogd worden, zodat er genoeg informatie is om ook betrouwbare uitspraken te doen over deze groepen.



Er kan er gestratificeerd worden op basis van een breed scala aan eigenschappen waarvan gewenst wordt dat zij voldoende aanwezig zijn in de steekproef. Voor dit onderzoek wordt gekeken naar verschillende manieren van stratificeren op basis van eigendomssituatie (koop, corporatiehuur en private huur) en bouwvorm (eengezins en meergezins). Voor sommige gevallen wordt ook naar bouwjaar-klasse (voor 1996 en vanaf 1996) gekeken. Tijdens dit onderzoek zijn verschillende stratificatievarianten uitgewerkt en besproken met RVO/VRO. Voor dit rapport is ervoor gekozen om de uitkomsten van enkele varianten van een 6-delige stratificatie uit te werken. Op verzoek kan aanvullende informatie over de andere onderzochte varianten worden verstrekt.

Dit rapport werkt de gekozen 6-delige stratificatie uit en biedt ondersteuning in de keuze voor de beste verdeling binnen de randvoorwaarden op basis van de balans tussen efficiëntie en bruikbare aantallen voor verder onderzoek naar energieverbruik. Concreet kan de keuze voor de beste verdeling gemaakt worden op basis van de volgende beoordelingscriteria.

- Efficiëntie: hoeveel informatie bevat de steekproef ten opzichte van de evenredige steekproef
- De gerealiseerde foutmarge van de stratificatie van de verdeling in de energielabelgroepen AB+ en EFG ten opzichte van de populatieverdeling
- Aantal (hybride) warmtepompen, uitsplitst naar bouwjaar-klasse
- Aantal woningen met stadsverwarming
- Aantal woningen met een B, A of beter label (AB+)
- Aantal woningen met een E-, F- of G-label

1.3 Leeswijzer

Dit rapport bestaat uit drie hoofdstukken inclusief dit hoofdstuk en de bijlagen. De rest van dit rapport is als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2 (*Gekozen stratificaties*) behandelt eerst de hoofdresultaten van de uitgewerkte stratificaties en gaat daarna per stratificatie in meer detail in op hoe deze resultaten opgebouwd zijn.
- Hoofdstuk 3 (*Data en methode*) gaat in op welke data er bij dit onderzoek gebruikt zijn en welke methode wij aangehouden hebben bij onze berekeningen.

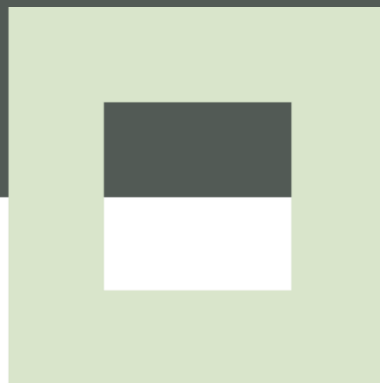
De bijlagen bevatten nadere details over de onderzoeksopzet. Bijlage A legt de methode voor het bij-schatten van woningen met onbekende energielabels uit. Bijlage B legt uit hoe wij onbekende warmtebronnen hebben bijgeschat en bepaald hebben of een woning een warmtepomp heeft. Bijlage C bevat de foutmarges van de energielabelverdeling van elk substratum van de evenredige en ge-optimaliseerde steekproef.



02

Gekozen stratificaties

In dit hoofdstuk bespreken we de resultaten van de gekozen stratificaties. Allereerst tonen we de hoofdresultaten van alle gekozen stratificaties (§2.1). Hierna bespreken we in meer detail de resultaten uitgesplitst naar stratum. Het gaat respectievelijk om de evenredige steekproef (§2.2), de optimale steekproef binnen gestelde randvoorwaarden (§2.3) en dezelfde optimale steekproef waarbij 20% overgeheveld wordt van nieuwe naar oudere bouwjaarklassen (§2.4).



2.1 Overzicht van de hoofdresultaten per stratificatie

Voor de gekozen stratificaties van de 2.500 gewenste woningopnames tonen we in Tabel 2-1 de hoofdresultaten. De eerste kolom laat de resultaten zien als er evenredig uit de populatie getrokken wordt. De tweede kolom laat de resultaten zien van de geoptimaliseerde stratificatie. Deze stratificatie houdt rekening met een maximale toegestane foutmarge van 6%-punt bij de energielabelverdeling met 95% zekerheid. De overige drie kolommen laten de resultaten zien na het overhevelen vanuit enkele substrata. Hierbij zijn er na optimaliseren uit enkele strata vanaf 1996 respondenten overgeheveld naar enkele overige substrata. Dit wordt gedaan om een hoger aantal oudere woningen met warmtepompen en een hoger aantal woningen met een slecht energielabel in de steekproef te realiseren. De methodologie die wij hanteren voor het optimaliseren en overhevelen, wordt uitgelegd in hoofdstuk 3.

Tabel 2-1: Hoofdresultaten van 5 verschillende stratificaties.

Maatstaf	Evenredig	Geoptimaliseerd	20% overhevelen	40% overhevelen	60% overhevelen
Efficiëntie	100%	94,5%	92,6%	87,4%	76,3%
Totaal elektrische warmtepompen	160	159	148	136	124
- Elektrische WP voor 1996	50	49	51	52	55
- Elektrische WP vanaf 1996	110	110	97	84	69
Hybride warmtepompen	37	33	34	33	33
Stadsverwarming	173	176	170	166	160
Aantal AB+	1.235	1.220	1.174	1.128	1.079
Aantal EFG	367	367	399	412	428

Tabel 2-1 laat zien hoe meer er door optimaliseren en daarna overhevelen afgeweken wordt van de evenredige steekproef, hoe lager de efficiëntie. Omdat er bij het overhevelen voornamelijk woningen van vanaf 1996 verdwijnen en woningen van voor 1996 worden toegevoegd volgt logischerwijs dat het aantal aardgasvrije verwarmingsbronnen omlaaggaat. Daarnaast gaat het aantal goede energielabels (AB+) omlaag, terwijl het aantal slechte energielabels (EFG) omhooggaat. De genoemde effecten zijn groter naarmate er meer overgeheveld wordt. In overleg met RVO/VRO is besloten dat de effecten te groot zijn bij het overhevelen van 40% en 60% en daarom worden deze in dit hoofdstuk niet verder uitgewerkt.

Op basis van de CBS-microdata is voor elk van de zes strata het aandeel woningen met een goed energielabel (AB+) en een slecht energielabel (E, F, G) bepaald. Daarnaast is het aandeel woningen met een (hybride) warmtepomp en het aandeel woningen met stadsverwarming in kaart gebracht. Door deze percentages te combineren met het gewenste aantal woningen per stratum in de steekproef, kan per stratificatie worden berekend hoeveel woningen met een goed of slecht energielabel, evenals hoeveel woningen met een (hybride) warmtepomp en stadsverwarming, naar verwachting in de steekproef zullen voorkomen bij verschillende stratificaties. De gewenste aantallen per



substratum per stratificatie staan in Tabel 2-2, de percentages over labels en warmtebronnen staan per substratum in Tabel 2-3. Deze tabel laat ook zien hoe het aantal warmtepompen voor en vanaf 1996 berekend kan worden, omdat de gewichten opgesplitst zijn naar bouwjaarklasse.

In de paragrafen hierna worden van de evenredige, geoptimaliseerde en geoptimaliseerde na 20% overhevelen steekproef de resultaten verder uitgewerkt zodat ook duidelijk is wat de verwachte verdeling per (sub)stratum is. Daarnaast presenteren we in deze paragrafen ook de gerealiseerde foutmarge ten opzichte van de populatieverdeling in energielabelgroepen. Afsluitend staat in elke paragraaf wat het bruto aantal te benaderen woningen en respondenten is, om de gewenste 2.500 woningnames in de uiteindelijke steekproef te behalen.

Tabel 2-2: Resultaten van de stratificatie met aantallen per substratum.

Stratum	Evenredig	Geoptimaliseerd	20% overhevelen
Koop eengezins voor 1996	934	826	826
Koop eengezins vanaf 1996	289	255	204
Koop meergezins voor 1996	160	177	191
Koop meergezins vanaf 1996	79	88	70
Corporatiehuur eengezins voor 1996	255	225	248
Corporatiehuur eengezins vanaf 1996	41	36	29
Corporatiehuur meergezins voor 1996	312	277	305
Corporatiehuur meergezins vanaf 1996	103	91	73
Private huur eengezins voor 1996	70	201	207
Private huur eengezins vanaf 1996	20	58	60
Private huur meergezins voor 1996	166	186	201
Private huur meergezins vanaf 1996	71	80	86
Totaal	2.500	2.500	2.500

Tabel 2-3: Gewichten van gewenste resultaten naar substratum

Stratum	Warmte-pomp	Hybride Warmte-pomp	Stadsver-warming	AB+	EFG
Koop eengezins voor 1996	3,0%	2,0%	1,8%	26,8%	22,8%
Koop eengezins vanaf 1996	13,6%	0,8%	9,8%	98,2%	0,2%
Koop meergezins voor 1996	1,1%	0,4%	6,6%	21,4%	26,9%
Koop meergezins vanaf 1996	10,7%	0,2%	18,6%	93,9%	0,2%
Corporatiehuur eengezins voor 1996	3,4%	1,6%	2,5%	54,9%	6,7%
Corporatiehuur eengezins vanaf 1996	37,5%	2,1%	13,8%	98,7%	0,2%



Corporatiehuur meergezins voor 1996	1,6%	1,7%	10,2%	49,2%	9,6%
Corporatiehuur meergezins vanaf 1996	24,7%	3,0%	20,1%	92,3%	0,3%
Private huur eengezins voor 1996	1,8%	0,6%	2,4%	25,0%	30,9%
Private huur eengezins vanaf 1996	21,8%	0,4%	14,1%	97,7%	0,4%
Private huur meergezins voor 1996	3,3%	0,3%	7,6%	35,4%	24,7%
Private huur meergezins vanaf 1996	22,9%	0,2%	29,3%	95,0%	0,5%

2.2 Evenredige steekproef

De evenredige steekproef is de steekproef met de hoogste efficiëntie, het meeste hybride warmtepompen en AB+ labels, maar bij kleine strata in de populatie ook de hoogste foutmarge voor de energielabelverdeling. De evenredige steekproef trekt respondenten naar rato van hun aanwezigheid in de populatie. De 2.500 respondenten worden dus verdeeld over de 6 strata naar rato van hun aanwezigheid in de woningvoorraad. Dit betekent dat eengezinskoopwoningen bijna de helft van de steekproef omvatten. Als gevolg hiervan leveren zij ook in de meeste gevallen de grootste bijdrage aan het aantal aardgasvrije verwarmingsbronnen en labels van een bepaalde groep. Corporatiehuur meergezinswoningen leveren de meeste woningen met stadsverwarming. Private huur eengezinswoningen zijn de kleinste groep. Van de 160 warmtepompen zijn er 50 bij woningen gebouwd voor 1996 en 110 bij woningen vanaf 1996. Tabel 2-4 toont in detail de geschatte resultaten per stratum.

Tabel 2-4: Resultaten bij de evenredige steekproef

Stratum	Aantal	Warmte- pomp	Hybride warm- tepomp	Stadsver- warming	AB+	EFG
Koop eengezins	1.223	68	21	45	534	214
Koop meergezins	239	10	1	25	108	43
Corporatiehuur eengezins	296	24	5	12	181	17
Corporatiehuur meergezins	415	30	8	53	249	30
Private huur eengezins	90	6	1	5	37	22
Private huur meergezins	237	22	1	33	126	41
Totaal	2.500	160	37	173	1.235	367

Als we kijken naar de foutmarge per stratum zien we dat vooral private huur bij een evenredige steekproef dusdanig klein is dat dit resulteert in hoge foutmarges. Deze staan in Tabel 2-5 samen met de andere foutmarges ten opzichte van de populatieverdeling in energielabelgroepen met 95% zekerheid.



Tabel 2-5: Foutmarges per stratum bij de evenredige steekproef

Stratum	AB+	EFG
Koop eengezins	2,8%	2,1%
Koop meergezins	6,3%	4,9%
Corporatiehuur eengezins	5,6%	2,7%
Corporatiehuur meergezins	4,7%	2,5%
Private huur eengezins	10,2%	8,8%
Private huur meergezins	6,4%	4,8%

Netto omzetten naar bruto aantallen

De laatste stap is het omzetten van de netto aantallen, het gewenste aantal woningen per stratum, naar de bruto aantallen, het aantal bewoners dat benaderd moet worden om tot de netto verdeling te komen. Bij de omzet van netto aantallen naar bruto aantallen zijn de bruto aantallen het laagst van de drie uitgewerkte stratificaties. Dit heeft voornamelijk te maken met het hoge aantal woningen in de koopsector, waar de respons het hoogste is, en het lage aantal woningen in de private huursector waar de respons het laagste is. Tabel 2-6 toont de getallen per stratum met onderscheid naar vijf bouwjaarklassen. We maken hierbij onderscheid tussen twee aantallen, bruto enquête en bruto totaal. Bruto enquêterespons is het aantal succesvol afgeronde enquête respondenten dat er moet zijn per stratum om naar verwachting de gewenste verdeling te behalen van de netto 2.500 woningopnames. Deze zijn berekend door netto te delen door het woningopname responspercentage uit de Energiemodule 2018, oftewel het percentage van de mensen die de enquête ingevuld hebben die daarna ook uiteindelijk hun woning hebben laten opnemen. Bruto totaal is het aantal respondenten dat in totaal benaderd moet worden om de netto verdeling te behalen. Deze is berekend door bruto enquête ook te delen door de enquête responspercentages van het WoON 2024, oftewel het percentage mensen van de benaderde mensen dat ook de enquête ingevuld heeft. Voor meer details verwijzen wij naar hoofdstuk 3.

Tabel 2-6: Netto aantallen omgezet naar bruto aantallen bij de evenredige steekproef

Stratum	Netto	Bruto	
		enquêterespons	Bruto totaal
Koop eengezins tot 1931	153	239	534
Koop eengezins 1931 - 1959	159	249	554
Koop eengezins 1960 - 1980	370	578	1.289
Koop eengezins 1981 - 1995	252	394	878
Koop eengezins vanaf 1996	289	451	1.007
Koop meergezins tot 1931	42	64	143
Koop meergezins 1931 - 1959	34	52	116
Koop meergezins 1960 - 1980	53	81	181
Koop meergezins 1981 - 1995	30	46	102
Koop meergezins vanaf 1996	79	121	269
Corporatiehuur eengezins tot 1931	17	30	86



Corporatiehuur eengezins 1931 - 1959	52	92	261
Corporatiehuur eengezins 1960 - 1980	125	221	628
Corporatiehuur eengezins 1981 - 1995	60	106	301
Corporatiehuur eengezins vanaf 1996	41	73	206
Corporatiehuur meergezins tot 1930	31	57	161
Corporatiehuur meergezins 1931 - 1959	44	80	228
Corporatiehuur meergezins 1960 - 1980	126	229	651
Corporatiehuur meergezins 1981 - 1995	110	200	568
Corporatiehuur meergezins vanaf 1996	103	187	532
Private huur eengezins tot 1931	17	39	146
Private huur eengezins 1931 - 1959	12	27	103
Private huur eengezins 1960 - 1980	24	54	205
Private huur eengezins 1981 - 1995	17	39	146
Private huur eengezins vanaf 1996	20	45	171
Private huur meergezins tot 1931	61	115	362
Private huur meergezins 1931 - 1959	33	62	196
Private huur meergezins 1960 - 1980	46	86	273
Private huur meergezins 1981 - 1995	26	49	154
Private huur meergezins vanaf 1996	71	133	421
Totaal	2.500	4.119	10.872

2.3 Geoptimaliseerde stratificatie

De geoptimaliseerde steekproef behaalt de gewenste 6%-punt foutmarge en behoudt daarbij een groot deel van de efficiëntie (94,5%). De overige resultaten zijn op totaalniveau niet heel verschillend van de evenredige steekproef, maar zijn nu per stratum anders opgebouwd. Deze steekproef volgt uit het zo optimaal mogelijk de evenredige steekproef te benaderen, maar daarbij rekening houdend met de gestelde randvoorwaarden. Deze randvoorwaarden zijn minimaal 100 observaties per stratum en genoeg observaties om binnen de 6%-punt foutmarge te blijven. Omdat het aantal observaties om binnen de foutmarge te blijven hoger dan 100 per stratum is, betekent dit effectief dat de eerste randvoorwaarde in de praktijk niks toevoegt. De randvoorwaarden worden nader toegelicht in §3.2. Concreet betekent dit dat het aantal woningen in sommige strata opgehoogd wordt, waardoor het aantal woningen in andere strata verlaagd wordt. Ten opzichte van de evenredige steekproef zijn de grootste verschillen te zien bij de strata koop eengezinswoningen, welke veel lager is, en private huur eengezinswoningen, welke veel hoger is. Van de warmtepompen komen er 49 uit woningen van voor 1996 en 110 uit woningen van vanaf 1996. In Tabel 2-7 staan de resultaten per stratum uitgewerkt.



Tabel 2-7: Resultaten bij de geoptimaliseerde steekproef

Stratum	Aantal	Warmte- pomp	Hybride warm- tepomp	Stadsver- warming	AB+	EFG
Koop eengezins	1.081	60	19	40	472	189
Koop meergezins	265	11	1	28	120	48
Corporatiehuur eengezins	261	21	4	11	159	15
Corporatiehuur meergezins	368	27	7	47	220	27
Private huur eengezins	259	16	1	13	107	62
Private huur meergezins	266	24	1	37	142	46
Totaal	2.500	159	33	176	1.220	367

De gerealiseerde 95% zekerheid foutmarges hieronder in Tabel 2-8 laten zien dat voor alle strata de gewenste maximale 6%-punt foutmarge behaald wordt.

Tabel 2-8: Foutmarges per stratum bij de geoptimaliseerde steekproef

Stratum	AB+	EFG
Koop eengezins	3,0%	2,3%
Koop meergezins	6,0%	4,6%
Corporatiehuur eengezins	5,9%	2,8%
Corporatiehuur meergezins	5,0%	2,7%
Private huur eengezins	6,0%	5,2%
Private huur meergezins	6,0%	4,6%

Netto omzetten naar bruto aantallen

Door de verschuiving naar meer private huurwoningen (relatief lage respons) en minder koopwoningen (relatief hoge respons), vallen de bruto aantallen in de geoptimaliseerde steekproef hoger uit dan bij een evenredige verdeling. In Tabel 2-9 laten we zien wat de bruto aantallen zijn bij deze netto verdeling.

Tabel 2-9: Netto aantallen omgezet naar bruto aantallen bij de geoptimaliseerde steekproef

Stratum	Netto	Bruto	
		enquêterespons	Bruto totaal
Koop eengezins tot 1931	135	211	471
Koop eengezins 1931 - 1959	141	221	492
Koop eengezins 1960 - 1980	328	512	1.143
Koop eengezins 1981 - 1995	222	347	774
Koop eengezins vanaf 1996	255	398	889
Koop meergezins tot 1931	47	72	160
Koop meergezins 1931 - 1959	38	58	130



Koop meergezins 1960 - 1980	59	90	201
Koop meergezins 1981 - 1995	34	52	116
Koop meergezins vanaf 1996	88	135	300
Corporatiehuur eengezins tot 1931	15	27	76
Corporatiehuur eengezins 1931 - 1959	46	82	231
Corporatiehuur eengezins 1960 - 1980	111	196	557
Corporatiehuur eengezins 1981 - 1995	53	94	266
Corporatiehuur eengezins vanaf 1996	36	64	181
Corporatiehuur meergezins tot 1931	28	51	145
Corporatiehuur meergezins 1931 - 1959	39	71	202
Corporatiehuur meergezins 1960 - 1980	112	203	579
Corporatiehuur meergezins 1981 - 1995	97	176	501
Corporatiehuur meergezins vanaf 1996	91	165	470
Private huur eengezins tot 1931	50	113	427
Private huur eengezins 1931 - 1959	34	77	291
Private huur eengezins 1960 - 1980	69	155	589
Private huur eengezins 1981 - 1995	48	108	410
Private huur eengezins vanaf 1996	58	131	495
Private huur meergezins tot 1931	69	129	409
Private huur meergezins 1931 - 1959	37	70	220
Private huur meergezins 1960 - 1980	51	96	302
Private huur meergezins 1981 - 1995	29	55	172
Private huur meergezins vanaf 1996	80	150	474
Totaal	2.500	4.309	11.673

2.4 Geoptimaliseerd met 20% overhevelen

De geoptimaliseerde steekproef met 20% overhevelen heeft het hoogste aantal warmtepompen van voor 1996 en het hoogste aantal woningen met een slecht energielabel (E, F of G). Dit gaat gepaard met een klein verlies in efficiëntie (92,6%) ten opzichte van de eerder genoemde stratificaties, iets minder aardgasvrije verwarmingsbronnen en minder goede labels in de steekproef. Deze steekproef is gerealiseerd door na het optimaliseren uit bepaalde substrata vanaf 1996 20% van het optimale aantal eruit halen en deze evenredig naar de populatie in andere strata over te hevelen. Het doel hiervan is om onder andere meer warmtepompen bij woningen van voor 1996 te realiseren. De precieze details over de aanpak en uit welke substrata overgeheveld wordt, staan in §3.4. Het aantal warmtepompen in woningen van voor 1996 is 51 en het aantal vanaf 1996 is 97. Ter ondersteuning toont Tabel 2-10 de resultaten per indicator per substratum. Omdat er bij overhevelen onderscheid gemaakt wordt tussen woningen gebouwd voor 1996 en vanaf 1996, zijn de resultaten uitgesplitst naar substratum.



Tabel 2-10: Resultaten opgesplitst naar substratum met bouwjaarklasse na 20% overhevelen bij de geoptimaliseerde aantallen

Stratum	Aantal	Warmte-pomp	Hybride warmte-pomp	Stadsverwarming	AB+	EFG
Koop eengezins voor 1996	826	25	17	15	221	188
Koop eengezins vanaf 1996	204	28	2	20	200	0
Koop meergezins voor 1996	191	2	1	13	41	51
Koop meergezins vanaf 1996	70	7	0	13	66	0
Corporatiehuur eengezins voor 1996	248	8	4	6	136	17
Corporatiehuur eengezins vanaf 1996	29	11	1	4	29	0
Corporatiehuur meergezins voor 1996	305	5	5	31	150	29
Corporatiehuur meergezins vanaf 1996	73	18	2	15	67	0
Private huur eengezins voor 1996	207	4	1	5	52	64
Private huur eengezins vanaf 1996	60	13	0	8	59	0
Private huur meergezins voor 1996	201	7	1	15	71	50
Private huur meergezins vanaf 1996	86	20	0	25	82	0
Totaal	2.500	148	34	170	1.174	399

Omdat er door te kijken naar bouwjaarklasse niet meer evenredig binnen een stratum getrokken wordt naar bouwjaar, is het niet mogelijk om de foutmarge correct te berekenen voor de 6-delige stratificatie. In Tabel 2-11 worden dus de foutmarges voor de 12 substrata getoond. Ter vergelijking worden in Bijlage C de foutmarges naar deze 12-deling ook voor de evenredige en geoptimaliseerde stratificatie getoond.

Tabel 2-11: Foutmarges per substratum bij de geoptimaliseerde steekproef met 20% overhevelen

Stratum	AB+	EFG
Koop eengezins voor 1996	3,0%	2,9%
Koop eengezins vanaf 1996	1,8%	0,6%
Koop meergezins voor 1996	5,8%	6,3%
Koop meergezins vanaf 1996	5,6%	1,1%
Corporatiehuur eengezins voor 1996	6,2%	3,1%
Corporatiehuur eengezins vanaf 1996	4,1%	1,4%
Corporatiehuur meergezins voor 1996	5,6%	3,3%
Corporatiehuur meergezins vanaf 1996	6,1%	1,4%
Private huur eengezins voor 1996	5,9%	6,3%
Private huur eengezins vanaf 1996	3,8%	1,7%
Private huur meergezins voor 1996	6,6%	6,0%
Private huur meergezins vanaf 1996	4,6%	1,5%



We zien dat de foutmarge voor de meeste strata met 95% zekerheid nog binnen de 6%-punt foutmarge valt. Echter zal voor sommige strata door het overhevelen voor AB+ of EFG de foutmarge naar verwachting boven de 6%-punt foutmarge zitten.

Netto omzetten naar bruto aantallen

De bruto aantallen zijn bij deze stratificatie van de drie uitgewerkte het hoogst, wederom door de ophoging bij voornamelijk private huur en het lagere aantal woningen in de koopsector. De aantallen per stratum presenteren we in Tabel 2-12.

Tabel 2-12: Netto aantallen omgezet naar bruto aantallen voor de geoptimaliseerde steekproef met 20% overhevelen

Stratum	Netto	Bruto	
		enquêterespons	Bruto totaal
Koop eengezins tot 1931	135	211	471
Koop eengezins 1931 - 1959	141	221	492
Koop eengezins 1960 - 1980	328	512	1.143
Koop eengezins 1981 - 1995	222	347	774
Koop eengezins vanaf 1996	204	319	711
Koop meergezins tot 1931	50	77	170
Koop meergezins 1931 - 1959	41	63	140
Koop meergezins 1960 - 1980	64	98	218
Koop meergezins 1981 - 1995	36	55	123
Koop meergezins vanaf 1996	70	107	238
Corporatiehuur eengezins tot 1931	16	29	81
Corporatiehuur eengezins 1931 - 1959	51	90	256
Corporatiehuur eengezins 1960 - 1980	122	215	612
Corporatiehuur eengezins 1981 - 1995	59	104	296
Corporatiehuur eengezins vanaf 1996	29	52	146
Corporatiehuur meergezins tot 1931	31	57	161
Corporatiehuur meergezins 1931 - 1959	43	78	222
Corporatiehuur meergezins 1960 - 1980	124	225	641
Corporatiehuur meergezins 1981 - 1995	107	194	553
Corporatiehuur meergezins vanaf 1996	73	133	377
Private huur eengezins tot 1931	51	115	436
Private huur eengezins 1931 - 1959	35	79	299
Private huur eengezins 1960 - 1980	71	160	606
Private huur eengezins 1981 - 1995	49	110	418
Private huur eengezins vanaf 1996	60	135	512
Private huur meergezins tot 1931	74	139	439
Private huur meergezins 1931 - 1959	40	75	237
Private huur meergezins 1960 - 1980	55	103	326



Private huur meergezins 1981 - 1995	32	60	190
Private huur meergezins vanaf 1996	86	161	510
Totaal	2.500	4.324	11.798



03

Data en methoden

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke data en methoden zijn gebruikt om te komen tot de getoonde resultaten in het vorige hoofdstuk. Allereerst wordt de gebruikte data toegelicht (§3.1). Daarna bespreken we hoe we deze data gebruikt hebben. Eerst wordt beschreven wat de randvoorwaarden zijn bij deze stratificatie (§3.2). Daarna wordt uitgelegd hoe we allocatie binnen de stratificatie met de gestelde randvoorwaarden optimaliseren (§3.3). Na optimalisatie werken we uit hoe we verschillende overhevelmanieren uitgewerkt hebben (§3.4). Uiteindelijk beschrijven we hoe we de netto respons die nodig is per stratum omzetten naar een bruto respons (§3.5).



3.1 Woningvoorraad van 1 januari 2025 als data

Voor dit onderzoek hebben wij de woningvoorraad van 1 januari 2025 volgens de CBS-microdata gebruikt. Specifiek gaat het dan om de bewoonde voorraad waarvan de eigendomssituatie bekend is. Voor dit onderzoek was daarbij voor elke woning de volgende informatie van belang.

- Eigendomssituatie
- Bouwvorm
- Bouwjaar
- Geregistreerd energielabel
- Einddatum geldigheid energielabel
- Verwarmingsbron

Eigendomssituatie, bouwvorm, bouwjaar en geregistreerd energielabel zijn gebruikt voor de stratificaties. Alle energielabels die op 1 januari 2025 niet meer geldig waren, zijn verwijderd. Voor alle woningen die geen (geldig) energielabel hebben, is het energielabel geschat op basis van eigendom, bouwvorm en bouwjaar klasse. Dit wordt uitgelegd in Bijlage A.

De verwarmingsbron van woningen is van belang voor het bepalen van het aandeel en aantal woningen met een (hybride) warmtepomp en stadsverwarming in de steekproef. Om inzicht te krijgen in de verdeling binnen de totale populatie is gebruikgemaakt van de primaire warmtebron in het microbestand 'Energieverbruiktab'. Hierin heeft het CBS voor elke woning de primaire verwarmingsbron vastgesteld, voornamelijk op basis van informatie uit het energielabel en andere registraties (zoals de ISDE-regeling voor warmtepompen). Wanneer deze informatie ontbreekt, wordt de verwarmingsbron afgeleid uit het energieverbruik van de woning. In de variabele van het CBS worden echter alle elektrische verwarmingsbronnen samengevoegd. Omdat deze categorie breder is dan alleen warmtepompen, is een correctie toegepast om het aandeel 'elektrisch verwarmd' om te rekenen naar het aandeel warmtepompen. De exacte werkwijze is toegelicht in Bijlage B.

De gegevens over de woningen hebben we uiteindelijk ook gebruikt om fracties te creëren per stratificatie per stratum over onder andere energielabelverdelingen, bouwjaarclassieverdeling en aandelen van verwarmingsbronnen. Deze fracties zijn gebruikt bij de uiteindelijke resultaten van een stratificatie om inzicht te krijgen in bijvoorbeeld hoeveel woningen van een bepaalde energielabelgroep aanwezig is in de steekproef.

3.2 De randvoorwaarden voor de stratificatie

Er zijn twee randvoorwaarden waar rekening mee gehouden wordt. De eerste is de minimale celvulling per stratum, in dit onderzoek gezet op 100. De tweede is de minimale steekproefgrootte die nodig is per stratum om binnen de toegestane foutmarge van 6%-punt te blijven bij de verdeling van energielabelgroepen per stratum. De eerste randvoorwaarde is een vaste die nergens afhankelijk van is, de tweede randvoorwaarde is afhankelijk van de energielabelverdeling in de populatie. Hieronder leggen wij uit hoe deze randvoorwaarde precies opgebouwd zijn.

Minimaal 100 woningen per stratum in de steekproef

De eerste randvoorwaarde is een vaste eis die stelt dat er 100 woningen per stratum in de uiteindelijke steekproef moeten zitten. Voor zowel eengezins als meergezins woningen moeten er dus per eigendomssituatie 100 woningen opgenomen worden in de steekproef, zodat op dit niveau uitspraken gedaan kunnen worden over bijvoorbeeld energieverbruik.

Minimale eis op basis van de toegestane foutmarge bij de energielabelverdeling

De tweede randvoorwaarde wordt bepaald door de energielabelverdeling per stratum en de maximaal toegestane foutmarge van 6%-punt. De energielabels worden hierbij gegroepeerd in 3 groepen: AB+, CD en EFG. Het doel van deze randvoorwaarde is dat het percentage woningen binnen een stratum in een bepaalde energielabelgroep in de uiteindelijke steekproef maximaal 6%-punt afwijkt van de populatieverdeling. Dit vereist een minimum aantal observaties. Dit minimum hangt af van het aandeel dat de energielabelgroep heeft binnen de populatie in een stratum, de maximaal toegestane foutmarge en een gestelde betrouwbaarheid. De betrouwbaarheid is voor dit onderzoek op 95% gezet.¹

Formule voor minimaal aantal respondenten op basis van energielabel verdeling

Als n_i het aantal respondenten is in stratum i , dan geldt:

$$n_i \geq \frac{Z_\alpha p(1-p)}{E^2}$$

- Z_α is een constante afhankelijk van de gestelde zekerheid, hier 95%
- p is de proportie van een energielabelgroep in de populatie in een stratum
- E is de toegestane foutmarge, hier 0,06

Deze formule laat zien dat hoe dichter p bij 0,5 zit, oftewel 50%, hoe hoger de minimumeis. Daarnaast geldt dat een kleinere toegestane foutmarge de minimumeis ook verhoogt.

Er kan op deze formule een correctiefactor toegepast worden, als het aantal woningen in de populatie in een stratum (N_i) bekend is. Bovenstaande formule

$$\sqrt{1 - \frac{n_i}{N_i}}$$

We hebben deze echter achterwege gelaten, omdat de populatie dusdanig groot is ten opzichte van de steekproefgrootte, zelfs bij een opsplitsing in meerdere strata, dat deze correctiefactor nagenoeg 1 is.

Aandelen van energielabelgroepen

Allereerst wordt gekeken naar het aandeel van elke energielabelgroep per stratum in de populatie, zodat de onbekende p in bovenstaande formule ingevuld kan worden. Dit wordt gedaan aan de hand van de energielabels die per woning te vinden zijn in de CBS-microdata. Een groot deel van de woningvoorraad heeft een onbekend label. Aangezien bij de energiemodule het energielabel opgenomen wordt, is gekozen om voor deze woningen het energielabel bij te schatten op basis van eigendom, vorm en bouwjaarklasse. Hoe dit precies gedaan is, leggen wij uit in Bijlage A.

¹ Er zijn ook versies uitgewerkt met verschillende betrouwbaarheidsintervallen, van 90% en 99%, maar deze zijn gelijk afgevallen. Op verzoek kunnen deze resultaten ook nog gedeeld worden.

Aandelen omzetten naar minimumeisen per energielabelgroep en daarna per stratum

Deze percentages worden vervolgens op basis van de formule voor het minimaal aantal respondenten omgezet naar minimumeisen. Per energielabelgroep resulteert dit in een minimumeis van het aantal observaties dat nodig is om die groep met 95% betrouwbaarheid te schatten met een 6%-punt foutmarge.

Om de minimumeis per energielabelgroep te vertalen naar een minimumeis per stratum is gekozen om de hoogste van de minimumeisen van de labelgroepen te nemen. De reden hiervoor is dat je voor alle energielabelgroepen een maximale toegestane foutmarge wil bereiken. Aangezien het gaat om een minimumeis, zal bij de hoogste minimumeis de toegestane foutmarge voor alle groepen behaald worden. Voor groepen met een lagere minimumeis betekent dit ook dat door de hogere minimumeisen in de resultaten uiteindelijk een lagere foutmarge behaald zal worden. Tabel 3-1 geeft aan hoe dit eruit ziet voor de stratificatie naar type eigendom en bouwvorm bij 6%-punt foutmarge. Tussen haakjes staan de onderliggende aandelen van de groep in de populatie. Te zien is dat dit aandeel bij AB+ steeds het dichtst bij 50% ligt, waardoor deze groep de hoogste minimumeis heeft voor alle strata.

Tabel 3-1: De aandelen van de energielabelgroep vertaald naar het minimum aantal respondenten voor 5%-punt toegestane foutmarge en de uiteindelijke minimumeisen per stratum.

Stratum	Minimumeis	Minimumeis	Minimumeis	Minimumeis stratum
	AB+	CD	EFG	
Koop eengezins	263 (43,6%)	254 (38,9%)	154 (17,5%)	263
Koop meergezins	265 (45,4%)	248 (36,6%)	158 (18,0%)	265
Corporatiehuur eengezins	254 (61,1%)	237 (33,1%)	59 (5,8%)	254
Corporatiehuur meergezins	257 (59,9%)	236 (32,8%)	72 (7,3%)	257
Private huur eengezins	259 (41,2%)	242 (34,6%)	196 (24,1%)	259
Private huur meergezins	266 (53,3%)	222 (29,3%)	154 (17,4%)	266
Totaal				1.564

3.3 De verdeling van de steekproef optimaliseren

Na het opstellen van de randvoorwaarden is het doel om de verdeling te optimaliseren, wat hier betekent de verdeling binnen de gestelde eisen zo veel mogelijk te laten lijken op een evenredige verdeling. Deze verdeling is bij een steekproef over het algemeen namelijk het meest efficiënt. Tabel 3-1 hierboven toont dat er minimaal 1.564 respondenten nodig zijn om aan de eisen te voldoen. Met de gewenste 2.500 respondenten, betekent dit dat we nog 936 respondenten 'over hebben' die we zo efficiënt mogelijk kunnen verdelen over de 6 strata. Hieronder leggen we eerst uit wat de evenredige verdeling is. Daarna leggen we uit hoe we binnen de gestelde eisen de optimale oplossing proberen te vinden.

De evenredige steekproef, de meest efficiënte steekproef, heeft ook nadelen

De evenredige steekproef verdeelt de steekproef over de strata naar rato van de populatie. Omdat er naar rato van de populatie getrokken is, geeft deze steekproef het meest betrouwbare beeld van de populatie als geheel. Daarmee is deze stratificatie statistisch gezien het meest efficiënt om uitspraken te doen over de populatie als geheel. Statistische efficiëntie gaat dus over hoe goed een stratificatie informatie over de populatie oplevert. Bij de 6-delige stratificatie zou de evenredige steekproef eruit zien zoals in Tabel 3-2.

Tabel 3-2: Evenredige steekproef aantallen volgens de eigendom x bouwvorm stratificatie. Aantallen in de populatie zijn alleen bewoonde woningen².

Stratum	Aantal in populatie	Evenredige steekproef
Koop eengezins	3.801.200	1.223
Koop meergezins	744.480	239
Corporatiehuur eengezins	922.250	296
Corporatiehuur meergezins	1.292.250	415
Private huur eengezins	280.520	90
Private huur meergezins	739.360	237

Deze tabel laat echter ook gelijk zien wat het nadeel van de evenredige steekproef kan zijn. Private huur eengezinswoningen vormen het kleinste aandeel binnen de populatie bewoonde woningen. In Tabel 3-1 zien we dat voor een toegestane foutmarge van 6%-punt op de verdeling van energielabels 259 woningen nodig zijn. Dit is veel meer dan de 90 woningen die we zouden trekken bij een evenredige steekproef. De evenredige steekproef komt hier dus tekort.

Het liefst willen we dus de nadelen van de evenredige steekproef verhelpen zonder daarbij te veel af te wijken van de evenredige steekproef om efficiëntie te behouden. Door te stratificeren kunnen kleinere of relevante groepen worden opgehoogd. Omdat hiermee afgeweken wordt van de evenredige steekproef, en dus van de verhoudingen binnen de populatie, geeft deze stratificatie echter een minder betrouwbaar beeld van de populatie. Oftewel, deze stratificatie is daarmee statistisch gezien minder efficiënt. Het doel is dus om te stratificeren zodat er betrouwbare uitspraken over relevante groepen gedaan kunnen worden, maar daarbij zo veel mogelijk efficiëntie behalen.

De efficiëntie maximaliseren binnen de gestelde eisen

De maatstaf die we gekozen hebben om te meten in hoeverre onze steekproef lijkt op de evenredige steekproef is Kish's effectieve steekproefomvang. Om de steekproef te optimaliseren willen we deze maximaliseren.

² Het gaat om de bewoonde woningvoorraad per 1 januari 2025. Er zijn daarnaast nog extra woningen afgevalen die een onbekende eigendomssituatie of bouwvorm, omdat deze informatie bekend dient te zijn voor het onderzoek. Hierdoor vallen de aantallen lager uit dan op Statline zichtbaar is.

Kish's effectieve steekproefomvang
 Kish's effectieve steekproefomvang is een maat voor de efficiëntie van een steekproef die gewogen wordt. Laat n_i het aantal woningen stratum zijn en w_i de weegfactor die per stratum nodig is om de steekproef te wegen naar de evenredige stratificatie. Dan is Kish's effectieve steekproefomvang voor deze steekproef gelijk aan:

$$n_{eff} = \frac{(\sum_{i=1} n_i w_i)^2}{\sum_{i=1} n_i w_i^2}$$

De weegfactor per stratum wordt hierin gekoppeld aan de evenredige stratificatie. Dit betekent eigenlijk dat de weegfactor gelijk is aan de waarde waarmee je het aantal woningen in een stratum moet vermenigvuldigen om uit te komen op het aantal bij evenredig. Dus als voorbeeld van hierboven, bij private huur is het aantal 90 bij evenredig. De minimumeis voor energielabelgroepen bij 6%-punt toegestane foutmarge stelt dat we 259 woningen hebben. Nemen we deze minimumeis over, dan is de weegfactor voor dit stratum gelijk aan $90/259 = 0,347$. Er geldt dus dat strata waar meer woningen in zitten dan bij evenredig dat de weegfactor kleiner dan 1 is, terwijl deze groter dan 1 is bij strata waar minder woningen in zitten dan bij evenredig.

Efficiëntie als maatstaf van de kwaliteit van onze steekproef

Om een indicatie te geven van hoe goed een steekproef is, delen we de effectieve steekproef door het aantal woningen in de steekproef. Het resulterende getal is het percentage van de efficiëntie dat de steekproef behaalt ten opzichte van de efficiëntie van de evenredige steekproef. Deze maatstaf, de efficiëntie, willen we dus het liefst zo dicht mogelijk bij 100% hebben.

Het optimalisatieprobleem dat we oplossen

Bij het optimaliseren van de steekproef blijft het wel van belang dat we binnen de gestelde minimum-eisen blijven. Dit resulteert dus in een optimalisatieprobleem. Het doel is om de effectieve steekproefgrootte te maximaliseren. Daarin zijn we beperkt doordat we ervoor moeten zorgen dat de vulling van elk stratum voldoet aan de minimumeisen van 100 woningen per stratum en de minimumeis die volgt uit de energielabelgroep verdeling.

max.	n_{eff}	
s.t.	n_i	≥ 100
	n_i	\geq Minimumeis energielabelgroep
	n_i	Geheeltallig

3.4 Overhevelen naar andere strata in 6 stappen

Er is ons gevraagd om na optimalisatie verschillende stratificaties uit te werken waarbij enkele woningen overgeheveld worden van de bouwjaarklasse na 1996 naar woningen gebouwd voor 1996. Dit om inzicht te krijgen in wat er gebeurt met de resultaten als je meer oudere woningen in je

steekproef hebt. Er is gevraagd om te kijken naar het overhevelen van 20%, 40% en 60% van de respondenten.

Om het overhevelen succesvol te doen, voeren we 6 stappen uit. Hieronder leggen we ze kort uit.

1. Splits de optimale resultaten die volgen uit de methodologie van §3.2 naar rato volgens de bouwjaarklasse.
2. Maak categorieën voor het uit overhevelen en in overhevelen.
3. Haal bij de categorie uit x% van de optimale resultaten uit het substratum.
4. Bereken de evenredige verdeling van de categorieën om in te overhevelen.
5. Verdeel het totaal uit stap 3 over de in categorieën o.b.v. de percentages uit stap 4.
6. Bereken de nieuwe verdeling.

De 6 stappen voor het overhevelen met verdere toelichting bij 20% overhevelen

Hieronder leggen we de stappen van dit stappenplan wat uitgebreider uit voor de variant 20% overhevelen.

1. Splits de optimale resultaten die volgen uit de methodologie van 3.2 naar rato volgens de bouwjaarklasse.

Het uitsplitsen volgens de bouwjaarklasse gebeurt door te kijken per stratum hoeveel procent voor en vanaf 1996 gebouwd is en het optimale resultaat naar rato op te splitsen. Neem bijvoorbeeld de koop eengezins woningen. Bij een 6%-punt foutmarge is het optimale resultaat dat er 1081 woningen in dit stratum komen. Op basis van de CBS-microdata weten we dat ongeveer 76% van de koop eengezinswoningen voor 1996 gebouwd zijn en ongeveer 24% na 1996. Het splitsen naar rato van de optimale resultaten levert dus op dat er 826 van de 1081 woningen van voor 1996 zijn en 255 van na 1996. De volledige opsplitsing staat in Tabel 3-3 in de kolom "Optimaal naar rato".

2. Maak categorieën voor het uit overhevelen en in overhevelen.

De categorieën waar uit en in overgeheveld mag worden zijn door jullie bepaald. In Tabel 3-3 staan deze categorieën aangegeven in de kolom "IN/UIT". Alleen bij het substratum "Koop eengezins voor 1996" verandert er zoals gevraagd niks.

Tabel 3-3: De optimale resultaten van de stratificatie uitgesplitst naar rato volgens bouwjaarklasse en met de gewenste categorie om uit of in over te hevelen.

Substratum	Optimaal naar rato	IN/UIT
Koop eengezins voor 1996	826	-
Koop eengezins vanaf 1996	255	UIT
Koop meergezins voor 1996	177	IN
Koop meergezins vanaf 1996	88	UIT
Corporatiehuur eengezins voor 1996	225	IN
Corporatiehuur eengezins vanaf 1996	36	UIT

Corporatiehuur meergezins voor 1996	277	IN
Corporatiehuur meergezins vanaf 1996	91	UIT
Private huur eengezins voor 1996	201	IN
Private huur eengezins vanaf 1996	58	IN
Private huur meergezins voor 1996	186	IN
Private huur meergezins vanaf 1996	80	IN

3. Haal bij de categorie uit 20% van de optimale resultaten uit het substratum. Van alle substrata waar in Tabel 3-4 aangegeven is dat ze in de categorie UIT vallen wordt 20% weggehaald. Bij het substratum koop eengezins vanaf 1996 betekenen dat er 51 woningen uit dit stratum overgeheveld worden. De volledige resultaten van deze stap bij 20% overhevelen staan in Tabel 3-4 in kolom "20% uit".

4. Bereken de evenredige verdeling van de categorieën om in te overhevelen. De woningen worden overgeheveld evenredig naar de grootte van de substrata waar in overgeheveld wordt als ware het de gehele populatie. We kijken dus naar alle woningen in de substrata die in de categorie IN vallen en berekenen vervolgens het aandeel dat elk substrata heeft in dit totaal. Volgens deze aandelen worden de woningen in stap 5 in deze substrata overgeheveld. De berekende aandelen staat in Tabel 3-4 in kolom "Evenredig bij IN".

5. Verdeel het totaal uit stap 3 over de in categorieën o.b.v. de percentages uit stap 4. Uit stap 3 komt een totaal van het aantal woningen dat overgeheveld wordt, wat we vervolgens o.b.v. de percentages uit stap 4 kunnen overhevelen bij alle IN substrata. In Tabel 3-4 staat de uiteindelijke uitwerking van deze stap in kolom "20% in".

6. Bereken de nieuwe verdeling. De nieuwe verdeling van de respondenten berekenen we door de respondenten die uit een substratum gaan af te trekken van de optimale verdeling bij de UIT categorie. Na overhevelen worden de respondenten die overgeheveld zijn opgeteld bij de categorie IN. Dit levert een nieuwe verdeling op die gebruikt kan worden om alle resultaten te berekenen van de aangepaste stratificatie.

Tabel 3-4: Alle stappen over overhevelen uitgewerkt in het geval van 20% overhevelen.

Substratum	Optimaal naar ratio	IN/UIT	20% uit	Evenredig bij IN	20% in
Koop eengezins voor 1996	826	-	-	-	-
Koop eengezins vanaf 1996	255	UIT	-51	-	-
Koop meergezins voor 1996	177	IN	-	15,1%	14
Koop meergezins vanaf 1996	88	UIT	-18	-	-
Corporatiehuur eengezins voor 1996	225	IN	-	24,2%	23

Corporatiehuur eengezins vanaf 1996	36	UIT	-7	-	
Corporatiehuur meergezins voor 1996	277	IN		29,6%	28
Corporatiehuur meergezins vanaf 1996	91	UIT	-18	-	
Private huur eengezins voor 1996	201	IN		6,6%	6
Private huur eengezins vanaf 1996	58	IN		1,9%	2
Private huur meergezins voor 1996	186	IN		15,8%	15
Private huur meergezins vanaf 1996	80	IN		6,8%	6
Totaal	2.500		-94		94

3.5 Van de netto respons naar de bruto respons

Na het bepalen van de oplossing berekenen we hoeveel mensen benaderd moeten worden om de gewenste netto respons van 2.500 woningopnames in de Energiemodule te behalen. Dit doen we in twee stappen. Eerst zetten we de netto respons om naar bruto enquêterespons: het aantal ingevulde enquêtes dat nodig is om 2.500 woningopnames te realiseren. Hierbij corrigeren we voor het feit dat niet elke respondent zijn woning laat opnemen, op basis van gegevens uit de Energiemodule 2018 (naar eigendom en bouwvorm). Vervolgens bepalen we het bruto totaal: het aantal benaderde personen dat nodig is om dit aantal enquêtes te verkrijgen. Dit corrigeert voor non-respons, met behulp van responspercentages uit WoON 2024 (naar eigendomssituatie). Verschillen naar bouwjaar zijn buiten beschouwing gelaten, omdat deze beperkt zijn. Resultaten per bouwjaarklasse volgen dus alleen uit verschillen naar eigendom en bouwvorm.

Ophoging naar bruto enquêterespons

Om te corrigeren voor het feit dat woningopname een mogelijke extra drempel kan zijn, gebruiken we de gegevens uit de Energiemodule van 2018. Hierin wordt het percentage van mensen die de enquête ingevuld hebben die ook hun woning hebben laten opnemen. Dit percentage is uitgesplitst naar Eigendom, Vorm en Bouwjaarklasse. Gekozen is om het gemiddelde te nemen over de bouwjaarklassen, omdat hier niet een sterke variantie in te zien was, en alleen uit te splitsen naar Eigendom en Vorm. De resulterende percentages staan in Tabel 3-5. Door de netto aantallen te delen door dit percentage krijgen we het aantal succesvol afgeronde enquêtes dat nodig is om netto 2.500 woningopnames te realiseren.

Tabel 3-5: Woningopname percentage uit de Energiemodule 2018 uitgesplitst naar Eigendom en Vorm.

Eigendom x Vorm	Woningopname percentage
Koop eengezins	64%
Koop meergezins	66%
Corporatiehuur eengezins	57%
Corporatiehuur meergezins	55%

Private huur eengezins	45%
Private huur meergezins	54%

Ophoging naar bruto totaal

Om naar bruto totaal te komen, kijken we ook naar de enquête responspercentages, het percentage mensen dat benaderd wordt en ook daadwerkelijk de enquête invult. In het WoON 2024 zijn gegevens opgenomen over aandeel in respons naar eigendomssituatie welke we gebruiken om tot een non-respons te komen. Het CBS rapporteert het aantal enquêtes dat uitgezet is en het aantal volledige respondenten. Hierbij is oversampling voor bepaalde gemeentes buiten beschouwing gelaten. Het gaat om 88.118 uitgezette enquêtes waarvan er 39.680 volledig ingevuld zijn. Omdat het CBS niet meer mensen kan benaderen via de telefoon, halen we alle CATI respondenten uit de set met volledig ingevuld. Dit levert via CAWI en CAPI 34.807 volledig ingevulde enquêtes. Op basis van de aandelen in uitzet en respons kunnen we de responsrate zo per eigendomssituatie berekenen. Dit laten we zien in Tabel 3-6.

Tabel 3-6: Gegevens voor het berekenen van de responsrate. Deze is berekend door kolom 5 te delen door kolom 3.

Eigendom	Aandeel in uitzet	Aantal in uitzet	Aandeel in respondenten	Aantal respondenten	Resulterende responsrate
Koop	56,7%	49.963	64,3%	22.381	44,8%
Corporatiehuur	26,1%	22.999	23,2%	8.075	35,1%
Private huur	15,7%	13.835	11,9%	4.142	29,9%

Hierbij is nog geen onderscheid gemaakt tussen bouwvorm. In Tabel 3-5 is te zien is dat Vorm geen sterk verschil laat zien in de woningopname respons, behalve bij private huur. Deze percentages tonen aan dat bewoners van een private huur meergezins woning ongeveer 1,2 keer zo vaak woningopname toelaten. Omdat dit verschil zo groot is, is gekozen om het responspercentage van private huur uit WoON 2024 aan te passen en te wegen naar het aandeel eengezins- en meergezinswoningen in de private huur, rekening houdend met de aanname dat meergezinswoningen een respons hebben van 1,2 keer zo hoog als eengezinswoningen en dat de uiteindelijke gewogen responsrate 29,9% is, zoals te zien in Tabel 3-6. Dit resulteert uiteindelijk in Tabel 3-7 die we gebruiken om tot de bruto aantallen op te hogen. De kolom woningopname percentage wordt gebruikt om op te hogen naar bruto enquête, de kolom totaal verwachte responsrate wordt gebruikt om op te hogen naar bruto totaal.

Tabel 3-7: Gewogen enquêterespons, woningopname percentage en de uiteindelijk totaal verwachte responsrate berekend door de eerste twee met elkaar te vermenigvuldigen.

Eigendom x Vorm	Gewogen enquête-responsrate	Woningopname percentage	Totaal verwachte responsrate
Koop eengezins	44,8%*	64%	28,7%
Koop meergezins	44,8%*	66%	29,4%
Corporatiehuur eengezins	35,1%*	57%	19,9%
Corporatiehuur meergezins	35,1%*	55%	19,4%
Private huur eengezins	26,3%	45%	11,7%
Private huur meergezins	31,6%	54%	16,9%

**deze getallen zijn niet gewogen, omdat bouwvorm hier niet een groot verschil op lijkt te leveren.*

Om van netto naar bruto te gaan moet de netto waarde gedeeld worden door de responsrate. Het uiteindelijke doel is 2.500 woningen in de uiteindelijke steekproef te hebben. Hiervoor dient door de totaal verwachte responsrate gedeeld te worden. Deze responsrate is lager dan de enquêteresponsrate, waardoor naar verwachting meer dan 2.500 enquêtes ingevuld zullen worden.

Bijlagen



Bijlage A: Energielabels bij-schatten

Voor het bij-schatten van de energielabels hebben we gekeken naar de eigenschappen: eigendom, vorm en bouwjaar-klasse. We onderscheiden vervolgens de volgende eigenschappen:

- Eigendom: Eigenaar-bewoner, Corporatie, Overige verhuurder
- Vorm: Eengezins, Meergezins
- Bouwjaar-klasse: t/m 1930, 1931-1959, 1960-1980, 1981-1995, 1996-2020, 2021 en later

Hierbij is onderscheid gemaakt tussen woningen met een bekend gasgebruik en woningen zonder. De woningen die een geschat energielabel krijgen zijn alle woningen met een onbekend label in de microdata omgeving en alle woningen met een bekend energielabel dat niet meer geldig is op 1 januari 2025. Energielabels zijn 10 jaar geldig. Aangezien in die 10 jaar verduurzaming plaats kan vinden is onze inschatting dat deze ongeldige labels dus niet meer accuraat zijn. In deze bijlage leggen we uit hoe we op basis van de eerdergenoemde eigenschappen de onbekende energielabels bij-schatten.

De reden dat er onderscheid gemaakt is tussen woningen met bekend en onbekend gasverbruik is omdat gasverbruik is voornamelijk onbekend voor woningen die in de afgelopen jaren gebouwd zijn. Dit omdat enerzijds jaarlijks gasverbruik met een vertraging van ruim een jaar bekend is, waardoor op dit moment de meest recente data jaarlijks verbruik in 2024 is. Woningen gebouwd in 2025 hebben dus per definitie een onbekend gasverbruik. Anderzijds omdat recente woningen dus voornamelijk nieuwbouwwoningen zijn, die door de hogere isolatie eisen voor nieuwbouw waarschijnlijk over het algemeen een andere energielabelverdeling hebben.

Energielabels bij-schatten methodiek

Per groep is er een verdeling gemaakt van de bekende energielabels. Deze verdeling is vervolgens genomen als een kansverdeling per mogelijke groepen die gemaakt kunnen worden met de mogelijke eigenschappen. Een voorbeeld van een groep is eengezinswoningen in bezit van een corporatie met bouwjaar-klasse 1960-1980. In totaal zijn er met de eigenschappen Eigendom (3), Vorm (2), Bouwjaar-klasse (6) dus 36 mogelijke groepen.

Vervolgens is er met deze energielabel verdeling per woning met een onbekend energielabel een energielabel getrokken op basis van de kansverdeling van de groep waar de woning toe behoort. Nemen we een voorbeeldwoning die past in de groep die hierboven genoemd is, een eengezinswoning in bezit van een corporatie uit 1965 met een laag gasverbruik per m² woonoppervlakte, dan ziet dat er als volgt uit. Stel binnen de groep waar deze woning in valt dat 20% van de woningen een energielabel C heeft, dan krijgt deze woning met 20% kans energielabel C. Deze kansen zijn bekend

voor alle labels van G t/m A++++ en zo worden de labels ook met deze kansen per onbekend label geschat.

Dit wordt dus eerst gedaan voor woningen met een bekend gasverbruik, zowel het schatten van de kansverdeling als het bijschatten van de labels. Daarna wordt er een verdeling gemaakt voor alle woningen met een onbekend gaslabel, maar bekend energielabel, waarna deze verdeling gebruikt wordt om de labels van woningen met onbekend gasverbruik bij te schatten.



Bijlage B: Aardgasvrije verwarmingsbronnen schatten

Onbekende verwarmingsbronnen bijschatten

Het CBS houdt per woning de verwarmingsbron bij. Voor woningen waar de warmtebron onbekend is, wordt de bron geschat op basis van elektriciteits- en gasverbruik. Echter is dit niet voor alle woningen bekend. Vooral nieuwbouwwoningen hebben een onbekend energieverbruik. Voor deze woningen is de warmtebron bijgeschat.

Allereerst is voor alle woningen met een PC6 postcode in een PC6 gebied met woningen met stadsverwarming, de warmtebron op stadsverwarming gezet. Daarna is voor alle woningen die hierna nog een onbekende warmtebron hadden en een bouwjaar vanaf 2020 de warmtebron geschat als elektrische warmtepomp, omdat deze woningen een aardgasvrije warmtebron behoren te hebben. Voor de woningen die hierna nog een onbekende warmtebron hebben, is de helft op cv-ketel gezet en de helft op (hybride) warmtepomp.

Warmtepompen correctiefactor

Omdat data over warmtepompen schaars is en niet altijd volledig accuraat hebben wij gegevens uit de microdata en het WoON 2024 gecombineerd om een schatting te maken over hoeveel (hybride) warmtepompen er in de totale woningvoorraad en per stratum in een stratificatie aanwezig zijn. De schatting bestaat uit 2 stappen, waarna de schatting omgezet wordt naar een schatting van het aantal elektrische en aantal hybride warmtepompen per stratum in een stratificatie. Hieronder leggen we de uit hoe dit precies gaat.

Uit de CBS-microdata halen we welke woningen elektrisch verwarmd worden.

De CBS-microdata meet niet welke woningen warmtepompen hebben, maar meet wel per woning de verwarmingsbron. Voor warmtepompen kijken wij naar de woningen die volgens de microdata elektrisch verwarmd worden. Hierbij maken wij onderscheid tussen:

- Elektrisch verwarmd zonder gasgebruik: onze inschatting is dat in deze categorie woningen met een elektrische warmtepomp vallen.
- Elektrisch verwarmd met gasverbruik: onze inschatting is dat in deze categorie woningen met een hybride warmtepomp vallen.

Op basis van dit onderscheid krijgen woningen dus een voorlopig label: elektrische warmtepomp, hybride warmtepomp of geen warmtepomp.

Elektrisch verwarmd betekent echter niet per definitie ook een warmtepomp. Het kan bij deze woningen ook gaan om bijvoorbeeld elektrische cv-ketels, elektrische kachels of elektrische vloerverwarming. Om deze labels te corrigeren wegen we ze naar data uit het WoON 2024.

Correctiefactor per energielabel op basis van de aantallen warmtepompen uit het WoON 2024

Op basis van de vragen uit het WoON 2024 over hoe mensen hun woningen verwarmen kunnen we ook een inschatting krijgen over het aantal (hybride) warmtepompen in de voorraad. Wij hebben op basis van de antwoorden de volgende twee categorieën gemaakt:

- Elektrische warmtepomp: De woning wordt verwarmd met een warmtepomp en zonder cv-ketel
- Hybride warmtepomp: De woning wordt verwarmd met een warmtepomp en een cv-ketel

Omdat we de aantallen niet 1-op-1 met de aantallen uit de CBS-microdata kunnen vergelijken, gebruiken we deze data om de percentages (hybride) warmtepomp per energielabel in de twee bronnen te vergelijken. Omdat energielabel A de grootste is en hier waarschijnlijk wel nog veel warmtepompen zitten ten opzichte van bijvoorbeeld label C dat ook erg groot is in aantal, bekijken we bij deze ook eigendom om de percentages te vergelijken.

Door het percentage dat volgt uit WoON 2024 te delen door het percentage volgens de microdata komen we tot een correctiefactor per energielabel. Tabel B-1 laat dit zien met enkele voorbeelden. Dit zijn niet de daadwerkelijke getallen, maar laat wel de methodologie zien.

Tabel B-1: Rekenvoorbeeld voor het opstellen van de correctiefactor voor de aanwezigheid van een warmtepomp.

Energielabel	Aandeel woningen elektrisch verwarmd (Microdata)	Aandeel woningen met een warmtepomp (WoON 2024)	Correctiefactor warmtepomp
D	4,5%	4%	0,89
C	6,7%	5,3%	0,79
A (koop)	12%	15%	1,25

Dit resulteert in een correctiefactor per energielabel en bij label A nog uitgesplitst naar eigendomssituatie. Dit wordt ook gedaan voor de hybride warmtepompen. Deze correctiefactoren kunnen we op basis van de (geschatte) energielabels voor alle woningen, die deels of volledig elektrisch verwarmd worden, koppelen. Door vervolgens deze correctiefactoren te sommeren voor alle woningen die in een stratum vallen, kan er een schatting gemaakt worden van het totaal aantal warmtepompen in een stratum. Deze getallen gebruiken we vervolgens om het percentage woningen met een (hybride) warmtepomp in een stratum te berekenen.

Bij een gegeven stratificatie kan het percentage woningen met een (hybride) warmtepomp vervolgens vermenigvuldigd worden met het aantal woningen in een stratum om een inschatting te krijgen van het aantal warmtepompen in een stratum.



Bijlage C: Foutmarges bij substrata

In deze bijlage staan de foutmarges uitgesplitst naar substrata van de evenredige steekproef, Tabel C-1, en de geoptimaliseerde steekproef, Tabel C-2.

Tabel C-1: Foutmarges per substratum bij de evenredige steekproef.

Stratum	AB+	EFG
Koop eengezins voor 1996	2,8%	2,7%
Koop eengezins vanaf 1996	1,5%	0,5%
Koop meergezins voor 1996	6,4%	6,9%
Koop meergezins vanaf 1996	5,3%	1,0%
Corporatiehuur eengezins voor 1996	6,1%	3,1%
Corporatiehuur eengezins vanaf 1996	3,4%	1,2%
Corporatiehuur meergezins voor 1996	5,5%	3,3%
Corporatiehuur meergezins vanaf 1996	5,2%	1,1%
Private huur eengezins voor 1996	10,1%	10,8%
Private huur eengezins vanaf 1996	6,6%	2,9%
Private huur meergezins voor 1996	7,3%	6,6%
Private huur meergezins vanaf 1996	5,1%	1,7%

Tabel C-2: Foutmarges per substratum bij de geoptimaliseerde steekproef.

Stratum	AB+	EFG
Koop eengezins voor 1996	3,0%	2,9%
Koop eengezins vanaf 1996	1,6%	0,5%
Koop meergezins voor 1996	6,0%	6,5%
Koop meergezins vanaf 1996	5,0%	0,9%
Corporatiehuur eengezins voor 1996	6,5%	3,3%
Corporatiehuur eengezins vanaf 1996	3,7%	1,3%
Corporatiehuur meergezins voor 1996	5,9%	3,5%
Corporatiehuur meergezins vanaf 1996	5,5%	1,2%
Private huur eengezins voor 1996	6,0%	6,4%
Private huur eengezins vanaf 1996	3,9%	1,7%
Private huur meergezins voor 1996	6,9%	6,2%
Private huur meergezins vanaf 1996	4,8%	1,6%

