





# Verschillenanalyse

Startanalyse 2020 versus Startanalyse 2019

Opdrachtgever: Expertise Centrum Warmte

Alexander Oei  
Maurice Thijsen

Met dank aan het *Planbureau voor de Leefomgeving* voor actieve begeleiding tijdens dit project

Rotterdam, 21 January 2021



# Inhoudsopgave

1	Inleiding	7
1.1	Transitievisie Warmte en de Startanalyse	7
1.2	Doel van het onderzoek	7
1.3	Opbouw van het rapport	9
2	Methodologie	10
2.1	Introductie	10
2.2	Afpelsystematiek	10
2.3	Aandachtspunten en beperkingen van de methodologie	12
3	De verschillen tussen de modelversies	14
3.1	Introductie	14
3.2	Presentatie van de resultaten	14
3.3	Kwantitatieve verschillen per afpelparameter	16
3.3.1	Warmtebronnen	17
3.3.2	Energiebesparing	18
3.3.3	CBS-buurtten, bebouwing & infra	19
3.3.4	Installaties	21
3.3.5	Vermogens	21
3.3.6	Energiekosten	22
3.3.7	Overige modelaanpassingen	22
3.3.8	Verschuiving peiljaren	23
4	Model technische achtergrond	26
4.1	Introductie	26
4.2	Doorreken van afpelparameters	26
4.3	Modelvariabelen aanpassingen	27



# 1 Inleiding

## 1.1 Transitievisie Warmte en de Startanalyse

Gemeenten spelen een belangrijke rol in de transitie van aardgas naar duurzame alternatieven voor warmtegebruik in de gebouwde omgeving. Samen met onder andere vastgoedeigenaren, woningcorporaties en netbeheerders moet elke gemeente eind 2021 een Transitievisie Warmte (TVW) hebben opgesteld. In het Klimaatakkoord is afgesproken dat in een TVW wordt vastgesteld wanneer welke wijken of buurten aardgasvrij worden. Voor buurten die in de periode 2022 t/m 2030 gepland zijn, moet per buurt worden aangegeven welke klimaatneutrale energie-infrastructuren (strategieën) potentie hebben om het aardgas te vervangen.

Bij het opstellen van een TVW ontvangen gemeenten steun van het Rijk. In 2019 publiceerde het Expertise Centrum Warmte (ECW) de Leidraad. Dit is een hulpmiddel voor gemeenten om een eigen TVW vast te kunnen stellen. Een belangrijk onderdeel van deze Leidraad is de Startanalyse. Deze technisch-economische analyse geeft inzicht in de nationale kosten van verschillende duurzame warmtetechnieken op buurtniveau. De Startanalyse wordt uitgevoerd met behulp van het Vesta MAIS-model, welke is ontwikkeld door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL). De Startanalyse 2019 biedt gemeenten een startpunt voor het opstellen van de Transitievisie Warmte.

In september 2020 is een vernieuwde versie van de Startanalyse uitgebracht; de SA-2020. Deze versie verschilt van de 2019-versie (SA-2019), omdat diverse aspecten zijn verbeterd en toegevoegd. Dit zijn onder andere (niet-uitputtend):

- Verbetering in data over warmtebronnen, die zijn aangeleverd door gemeenten en provincies (o.a. vermogens, beschikbaarheid, locaties, ect.).
- Herijking van kengetallen voor energiebesparing en de investeringskosten voor isolatiemaatregelen van gebouwen.
- Toevoeging van een doorrekening met een extra isolatieniveau voor woningen; te weten schillabel D.
- Nieuwe inzichten in de prestaties van installaties, zoals de dekkingsgraden van hybride warmtepompen en de herijking van de investeringskosten van elektrische – en hybride warmtepompen voor utiliteitsbouw.
- Toevoeging van een nieuwe warmtetechniek waterstof.
- Herijking van de energiekosten van groengas en klimaatneutrale elektriciteit.

Met de nieuwe Startanalyse 2020 kunnen gemeenten nog beter inzicht krijgen in de mogelijkheden om van aardgas over te stappen naar duurzame alternatieven ten behoeve van het opstellen van een TVW.

## 1.2 Doel van het onderzoek

Een nieuwe versie van de Startanalyse leidt ook tot nieuwe resultaten. Voor een goed onderbouwde ontwikkeling van een TVW door gemeenten is het belangrijk dat de verschillen tussen de nieuwe SA-2020 en de vorige SA-2019 in kaart worden gebracht en herleid kunnen worden. Deze Verschillenanalyse beoogt inzicht te geven in de mate waarin verklarende factoren impact hebben op het verschil in de resultaten. Hiertoe wordt een analyse uitgevoerd naar de kwantitatieve gevolgen van de update van enkele invloedrijke parameters met behulp van een afpelsystematiek (zie Hoofdstuk 2). Op deze manier kunnen gemeentes herleiden welke factoren

het verschil in resultaten tussen de SA-2020 en de SA-2019 voor hun buurten verklaren. Hiertoe formuleren we de volgende onderzoeksvraag:

*Hoe zijn de uitkomsten -per CBS-buurt- van de Startanalyse 2020 veranderd ten opzichte van de Startanalyse 2019?*

In de Startanalyse 2020 zijn er diverse aanpassingen gedaan aan de rekenmethode en de uitgangspunten. Deze aanpassingen hebben invloed op de kosten en baten van de klimaatneutrale energie-infrastructuren (verder: strategieën en/of strategievarianten) en kunnen daarmee ook resulteren in een andere strategie (of strategievariant) met de laagste nationale kosten voor een buurt. Hierbij is het vaak zo dat niet één aanpassing in het model dit verschil verklaart, maar dat het een optelsom is van verschillende aanpassingen die ervoor zorgt dat dit verschil kan ontstaan. Om inzicht te krijgen in de effecten van deze aanpassingen wordt daarom in meer detail gekeken naar de separate effecten binnen deze optelsom. Om de resultaten nog wel behapbaar te laten zijn is er voor gekozen om enkele aanpassingen te laten zien die de grootste impact hebben op de resultaten.

Belangrijk om hierbij te vermelden is dat deze Verschillenanalyse alleen ingaat op de strategievarianten die aanwezig zijn in zowel de SA-2020 als de SA-2019. Voor nieuwe onderdelen in de SA-2020, zoals waterstof en energiebesparing van woningen tot schillabel D, is het niet mogelijk om het verschil vast te stellen, omdat deze niet opgenomen waren in de SA-2019. Deze nieuwe toevoegingen zullen dus ook niet worden behandeld in dit rapport. Tabel 1 beschrijft welke strategievarianten worden vergeleken in de Verschillenanalyse

**Tabel 1 Strategievarianten vergeleken**

Strategie-code	Omschrijving strategie	Variant-code <sup>1</sup>	Omschrijving variant	Schillabel
S1	Individuele elektrische warmtepomp	S1a	Luchtwarmtepomp	B (+)
		S1b	Bodemwarmtepomp	B (+)
S2	Warmtenet met midden- tot hogetemperatuurbron;	S2a	Midden-temperatuur restwarmte	B (+)
		S2b	Midden-temperatuur geothermie (binnen contour)	B (+)
		S2c	Midden-temperatuur geothermie overal	B (+)
S3	Warmtenet met lagetemperatuurbron	S3a	Lage-temperatuur warmtebron, levering 30°C	B (+)
		S3b	Lage-temperatuur warmtebron, levering 70°C	B (+)
		S3d	Warmte Koude Opslag (WKO), levering 50°C	B (+)
		S3e	Thermisch energie uit oppervlakte	B (+)



Strategie-code	Omschrijving strategie	Variant-code <sup>1</sup>	Omschrijving variant	Schillabel
			water (TEO) + Warmte Koude Opslag (WKO), levering 70°C	
S4	Groengas	S4a <sup>2</sup>	Hybride warmtepomp	B (+)
		S4b <sup>3</sup>	Hoge Rendement ketel	B (+)

Noot 1: conform variantindeling SA-2020

Noot 2: In SA-2019 is dit S4

Noot 3: In SA-2019 is dit S5

### 1.3 Opbouw van het rapport

Het rapport is als volgt opgesteld. In hoofdstuk 2 wordt de gehanteerde methodologie van de afpelsystematiek uitgelegd en worden enkele beperkingen van de methodologie besproken. Hoofdstuk 3 beschrijft de kwantitatieve verschillen in resultaten tussen de SA-2020 en de SA-2019. Ook wordt een verklaring gegeven voor deze verschillen. Ten slotte wordt in hoofdstuk 4 de modeltechnische achtergrond bij de Verschillenanalyse uiteengezet door de modelvariabelen die ten grondslag liggen aan de verschillen tussen de versies te specificeren. De terminologie gebruikt in de SA-2020 verschilt van de SA-2019. In de Verschillenanalyse hanteren we de terminologie uit de SA-2020 om de verschillen te duiden. Als in dit rapport wordt verwezen naar buurttabellen en indicatoren, dan betreft dit tevens versie van de SA-2020. Tabel 2 presenteert een overzicht van de gehanteerde termen in de Verschillenanalyse

**Tabel 2: Gehanteerde termen in Startanalyse**

Verschillenanalyse	SA-2019	SA-2020
Extra nationale kosten	Totaal nationale kosten t.o.v. referentiebeeld (Code H12 of K15)	Extra nationale kosten t.o.v. referentiebeeld (Code H16 of K10 + K18)
Referentiebeeld	Referentiebeeld omvat de kosten van de situatie 2018 waarbij niets wordt ondernomen. In dit referentiebeeld wordt gerekend met groothandelsprijzen voor energie in 2018. Voor elektriciteit is abusievelijk de groothandelsprijs van 2010 gehanteerd.	Referentiebeeld omvat de kosten van de situatie 2030 waarbij niets wordt ondernomen. In dit referentiebeeld wordt gerekend met klimaatneutrale elektriciteitskosten in 2030.

## 2 Methodologie

### 2.1 Introductie

Om de verschillen tussen de modelversies van het model te duiden, voeren we een kwantitatieve modelanalyse uit. Deze analyse wordt uitgevoerd middels een ‘afpelsystematiek’ voor de belangrijkste parameters die het verschil verklaren tussen de modelversies. Hoofdstuk 2 beschrijft hoe deze systematiek werkt en welke beperkingen hierbij optreden die in overweging genomen dienen te worden bij de interpretatie van de resultaten.

### 2.2 Afpelsystematiek

Zowel de resultaten van de SA-2020 als de SA-2019 van de Startanalyse zijn berekend met behulp van het Vesta MAIS-model. Dit model berekent de *extra nationale kosten* van verschillende duurzame warmtetechnieken (strategieën) op buurtniveau, ten opzichte van een referentiesituatie waarin “niets wordt ondernomen” en waarbij nog grotendeels gebruik gemaakt wordt van aardgas. De extra nationale kosten per strategie is terug te vinden in de buurttabellen; tabel 2.1, code H16. Deze waarde komt ook terug in de Viewer in de vorm van de *extra nationale kosten per ton vermeden CO<sub>2</sub>*. Hierbij worden de extra nationale kosten gedeeld door de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die de strategievariant bespaard (ten opzicht van de referentiesituatie). Ook deze waarde is terug te vinden in de buurttabellen; tabel 2.1, code H17.

De afpelsystematiek omvat een stapsgewijs proces waarin het model van de SA-2020 stap voor stap wordt afgebouwd tot het model van de SA-2019. Om dit te realiseren zullen de sets van modelvariabelen (ondergebracht in zogenoemde afpelparameters) in de SA-2020 van het Vesta MAIS-model één voor één worden aangepast naar de oude waardes van de SA-2019. Door dit proces stapsgewijs uit te voeren voor alle belangrijke sets van modelvariabelen, kunnen uiteindelijk de verschillen in resultaten tussen de versies verklaard worden. De acht afpelparameters zijn weergegeven in Figuur 1. Een beschrijving van de afpelparameters, met de bijbehorende effecten op de resultaten, is te vinden in hoofdstuk 3.

Figuur 1 Afpelfactoren SA-2019 naar SA-2020



Na de afpelling van elke parameter tot de waarden zoals die gebruikt zijn in de SA-2019, komt een tussenuitkomst tot stand die ons steeds een stapje dichtert bij de resultaten van de SA-2019. Analyse van de verschillen tussen deze voorlopige uitkomsten stelt ons in staat om te bepalen in welke mate elke parameter bijdraagt aan het uiteindelijke verschil tussen de SA-2020 en de SA-2019. Zo kunnen de verschillen in extra nationale kosten van beide versies worden teruggeleid naar de verschillende parameters.

De verschillen die tot stand komen uit de stapsgewijze afpelling van de parameters worden berekend. Zo kan per afpelling vastgesteld worden hoe de extra nationale kosten per buurt veranderen. Dit wordt gedaan voor overeenkomstige strategievarianten in de SA-2020 en de SA-2019. Echter, niet elke afpelling heeft invloed op de resultaten van een strategievariant. Sommige afpelparameters zijn namelijk niet relevant voor bepaalde strategievarianten. Een voorbeeld hiervan betreft 'S1a Elektrische luchtwarmtepomp' – het resultaat van deze variant wordt niet aangetast door de parameter 'Warmtebronnen' (S1a betreft een strategievariant die geen gebruik maakt van collectieve restwarmte warmtebronnen zoals S2a). Voor een overzicht van de relatie tussen de afpelparameters en de strategievarianten zie Tabel 3.

**Tabel 3 Overzicht impact afpelfactoren**

Parameter	Variant <sup>1</sup>	S1a	S1b	S2a	S2b	S2c	S3a	S3b	S3d	S3e	S4a	S4b
↓ SA-2020												
1. Warmtebronnen				x			x	x				
2. Energiebesparing	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	6	6
3. CBS buurten, bebouwing & infra	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4. Installaties	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5. Vermogens	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6. Energiekosten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7. Overige modelwijzigingen												
8. Verschuiving peiljaren	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
↑ SA-2019												
<b>Aantal factoren</b>		<b>6</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

\* 1 Noot: Variantindeling conform SA-2020

### 2.3 Aandachtspunten en beperkingen van de methodologie

Bij de interpretatie van de resultaten, is het goed om stil te staan bij enkele aandachtspunten en beperkingen van de methodologie. Om de vergelijkbaarheid in de Verschillenanalyse tussen verschillende buurten en varianten te waarborgen is er allereerst voor gekozen om een vaste volgorde van afpelling te hanteren. De huidige volgorde (en omvang) van de afpelfactoren is zo gekozen dat het effect van een afpelfactor herleid kan worden naar een verklarende factor. De gekozen volgorde van afpelling heeft echter invloed op resultaten. Immers, bij iedere afpelling en aanpassing van de parameters van een doorrekening verschuift de relatieve aantrekkelijkheid van een strategievariant. Doordat de afpellingen stapsgewijs op elkaar volgen is het zo dat de gekozen volgorde mede het resultaat van de afzonderlijke afpellingen bepaalt. Concreet betekent dit dat een andere volgorde zou kunnen leiden tot andere resultaten per afpelfactor. Dit komt omdat in onze analyse geen rekening is gehouden met eventuele interactie-effecten. Het is mogelijk dat tussen verschillende parameters een wisselwerking bestaat. Interactie-effecten kunnen uitgelegd worden middels het volgende hypothetisch voorbeeld:

### Box I: Voorbeeld interactie-effecten

We willen het verschil in de kosten van een hybride warmtepomp verklaren tussen twee modelversies. Tussen de modelversies zitten twee veranderingen: *i)* de verhouding van het gebruik van gas en elektriciteit door de hybride warmtepomp, en *ii)* de energieprijzen voor gas en elektriciteit. Als je eerst de verhouding aanpast tussen de gebruikte hoeveelheid gas en elektriciteit dan levert dit bijvoorbeeld -10% verandering in kosten op. Als je vervolgens de energieprijzen aanpast levert dit een effect bijvoorbeeld -20% op. Het eindresultaat van deze twee veranderingen gecombineerd omvat -28% en beschrijft het verschil tussen de modelversies, verklaard door twee afpelfactoren (verhouding gebruik gas en elektriciteit, en energieprijzen).

Als de volgorde andersom zou zijn, dan zouden de individuele aanpassingen een andere resultaat hebben. Als we eerst de energieprijzen aanpassen dan levert dit een effect op van -22%. Als we vervolgens de verhouding tussen het gas en elektriciteit gebruik van de hybride warmtepomp aanpassen levert dit een effect op van -8%. Dit zijn andere effecten veroorzaakt door een andere volgorde, maar uiteindelijk kom je wel weer op hetzelfde eindresultaat van -28%.

*De volgorde van aanpassing heeft invloed op het effect van wat de individuele afpelparameters te weeg brengen, maar het eindresultaat (ombouwen tot het eindresultaat van de SA-2019) is uiteindelijk hetzelfde.* In deze Verschillenanalyse kijken we uitsluitend naar het aanvullende effect van een afpelling en gaan we niet in op eventuele interactie-effecten tussen verschillende parameters buiten.

Een laatste aandachtspunt is dat we er voor gekozen hebben om enkel op de belangrijkste modelaanpassingen te focussen, de overige modelaanpassingen scharen we onder een restpost, genaamd 'Overige modelwijzigingen' (zie figuur 1). Reden hiervoor is dat niet alle modelaanpassingen te implementeren zijn vanwege verschillen in rekenmethodes tussen de SA-2020 en SA-2019. Ook zijn er nog vele kleine verschillen tussen de SA-2020 en de SA-2019 die slechts een klein deel van het verschil tussen de versies verklaren. De inspanning voor het implementeren van al deze kleine verschillen en de verschillen in de rekenmethodes zou een onevenredige inspanning vragen en weinig extra inzicht geven. De post 'Overige modelaanpassingen' omvat de resterende verschillen in modelparameters (na het afpellen van alle afpelparameters) tussen de verschillende modelversies en verklaart daarmee het resterende verschil tussen de modelversies. De 'Overige modelaanpassingen' post wordt verder behandeld in hoofdstuk 3.

## 3 De verschillen tussen de modelversies

### 3.1 Introductie

Om gemeenten inzicht te geven in de mate waarin de afpelparameters bijdragen aan het verschil tussen de modelversies, zal hoofdstuk 3 ingaan op de kwantitatieve verschillen tussen de SA-2020 en de SA-2019. Door deze kwantitatieve verschillen te duiden per afpelfactor kunnen we het verschil in resultaten van de SA-2020 en de SA-2019 verklaren.

### 3.2 Presentatie van de resultaten

Bij deze rapportage hoort een databijlage, genaamd 'Verschillenanalyse\_resultaten'. In dit bestand worden de effecten van de afpelparameters per buurt en per strategievariant weergegeven. Met dit bestand kan je herleiden hoe het verschil in extra nationale kosten tussen de SA-2020 en de SA-2019 voor een specifieke buurt verklaard kan worden. Tevens geeft het bestand ter vergelijking ook het 'gemiddelde nationaal effect' van de afpelparameters per variant. Bij het 'gemiddelde nationaal effect' delen we de som van de verschillen per variant voor alle buurten Nederland door het totaal aantal 'geldige' buurten in Nederland (zie box II voor uitleg over geldigheid). Zo krijgt men een beeld van de omvang van het gemiddelde effect van verschillen tussen SA-2020 en SA-2019 in een interpreteerbare ordegrootte – het buurtniveau. Hiervoor is gekozen omdat verschillen per individuele buurt sterk afhankelijk kunnen zijn van de lokale context van deze buurt. Door de resultaten van een individuele buurt af te zetten tegen de resultaten van het 'gemiddelde nationaal effect' kan herleid worden of er bijzondere omstandigheden in de buurt impact hebben op de resultaten, die een afwijking ten opzichte van het 'gemiddelde nationaal effect' verklaren.

Het effect van de afpelparameters per variant en per buurt wordt gepresenteerd in *extra nationale kosten*. De extra nationale kosten betreffen het kostenverschil tussen de keuze voor een strategievariant – zoals bijvoorbeeld een warmtenet met MT-restwarmtebron (variant S2a) – en de referentiekosten wanneer men niet de buurt zou verduurzamen. Dit kostenverschil is daarmee in feite het verschil tussen de nationale kosten van een strategievariant en de nationale kosten van de referentiesituatie. Elke afpelparameter heeft impact op de nationale kosten van een strategievariant, dan wel de nationale kosten van de referentiesituatie. Dit betekent dat elke afpelparameter de extra nationale kosten van een strategievariant doet veranderen. Hoe de extra nationale kosten van een strategievariant per afpelparameter verandert wordt weergegeven in watervaldiagrammen. Elke strategievariant heeft een eigen watervaldiagram. De uiterste zijden van de watervaldiagrammen presenteren het resultaat van de SA-2020 en de SA-2019. Hiertussen wordt de verschuiving in extra nationale kosten per afpelparameter weergegeven. Op deze manier kan je herleiden hoe vanaf het SA-2020 resultaat, elke afpelparameter bijdraagt aan het afbouwen tot het SA-2019 resultaat.

## Box II: Welke hulp heb ik bij de interpretatie van de verschillen?

In de databijlage worden ook hulpvariabelen gepresenteerd op het tabblad [Overzicht]. Deze variabelen laten buurteigenschappen zien, zoals hoeveel woningequivalenten (WEQ) er in de buurt zijn en het aandeel utiliteitspanden in een buurt. Deze informatie kan hulp bieden bij de interpretatie van de resultaten van een buurt. De buurteigenschappen worden gepresenteerd conform de laatste CBS-buurtindeling 2019, peildatum 1-1-2020 (zoals in SA-2020).

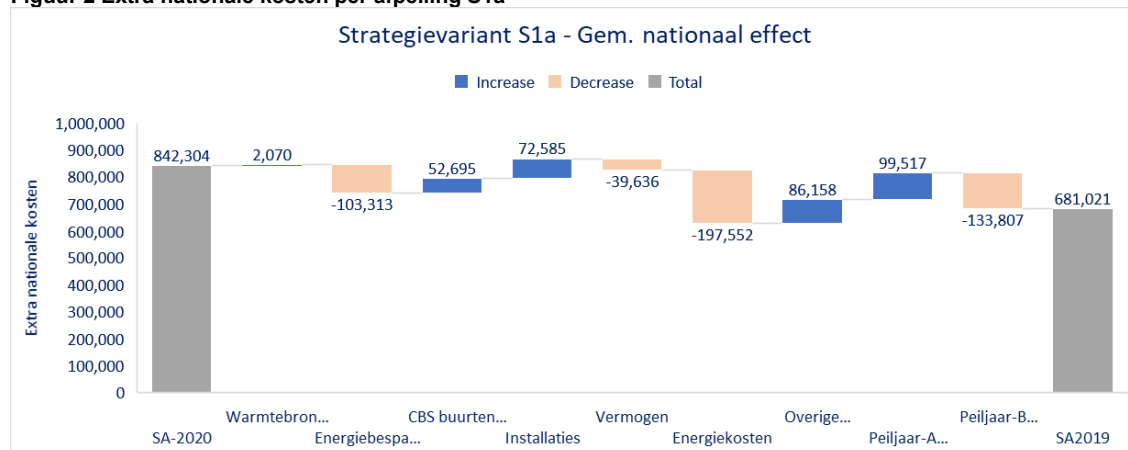
Naast de hulpvariabelen buurt is er ook de hulpvariabele geldigheid die helpt bij de interpretatie van resultaten. Indien deze hulpvariabele de waarde 'ongeldig' presenteert voor een strategievariant, dan kan je voor de strategievariant in die buurt geen goede vergelijking maken tussen de SA-2020 en de SA-2029 resultaten. Het 'gemiddelde nationale effect' wordt tevens gepresenteerd met enkel geldige vergelijkingen.

- Ten eerste zijn 'lege' buurten (met 0 WEQ) ongeldig voor alle varianten. Deze buurten hebben geen waarde omdat deze buurten niet bewoond worden. Ze zijn daarom ook niet nuttig om te vergelijken. Voor deze buurten wordt een buurtnaam 'UITGESLOTEN' gepresenteerd.
- Ten tweede zijn de uitkomsten van buurten ongeldig als er bij S2a, S3a en S3b niet dezelfde puntbron is gebruikt in de SA-2020, SA-2019 en de tussenliggende afpellingen. In de variabele 'puntbron' kan je nagaan welke puntbron wordt gebruikt per afpelling voor de betreffende varianten. Door afpellingen kunnen omstandigheden in een buurt zo veranderen, dat een buurt gebruik maakt van een andere puntbron ten opzichte van de vorige afpelling. Een wijziging in het gebruik van een puntbron kan zorgen voor een extreme wijziging in de extra nationale kosten van een buurt, als gevolg van het gebruik van een geheel andere bron met andere leidingen. Ook kan het effect van een afpelparaameter ervoor zorgen dat een buurt geen gebruik meer maakt van een puntbron (omdat de warmte van de bron nu gealloceerd wordt naar een andere buurt), waardoor de extra nationale kosten springen naar 0 euro. De resultaten van S2a, S3a en S3b zijn om deze redenen alleen geldig indien de buurt bij de SA-2020, SA2019 en de tussenliggende afpellingen gebruikt maakt van eenzelfde puntbron. Indien er wijzigingen ontstaan in het gebruik van een puntbron kan er geen goede vergelijking tussen de SA-2020, SA-2019 en de tussenliggende afpellingen gemaakt worden.
- Ten derde zijn buurten die geen aansluitingen hebben op een warmtenet ongeldig bij de strategie S3d en S3e voor de SA-2020, SA-2019 en tussenliggende afpelparaameters. De beschikbare warmte die een lage temperatuur warmtebron kan leveren is vaak niet genoeg om een gehele buurt te verwarmen. In de Startanalyse wordt aangenomen dat bij de S3 varianten een situatie kan ontstaan waarbij een gedeelte van de buurt op een warmtenet zit en de andere gedeelte van een buurt op elektrische warmtepompen. In de variabele 'aandeel eWP' kan je zien welk aandeel van de aansluiting in een S3 variant een elektrische warmtepomp hebben in plaats van een aansluiting op een warmtenet. Ook kan de situatie voorkomen dat een buurt geen enkele aansluiting krijgt op het warmtenet. Dit kan zich voordoen bij S3d en S3e indien de eWP voor een buurt goedkoper is dan WKO en/of TEO oplossingen. In dit geval kan er geen vergelijking gemaakt worden. Daarom moet er minstens 1 aansluiting zijn op een warmtenet voor S3d en S3e om een geldige vergelijking te kunnen maken.

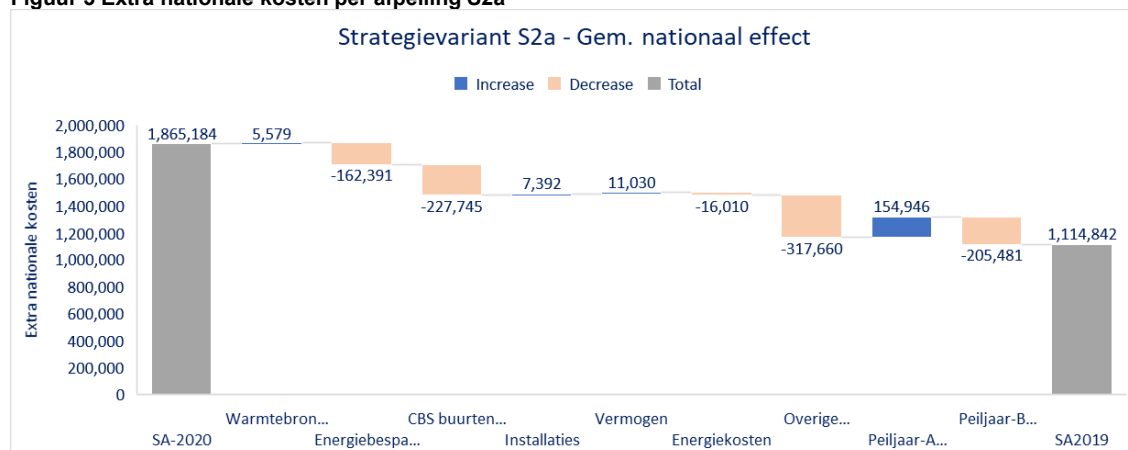
### 3.3 Kwantitatieve verschillen per afpelparameter

Per buurt worden alle strategievarianten met alle afpelparameters doorgerekend. In deze rapportage wordt -als voorbeeld- het 'gemiddelde nationaal effect' van de afpelparameters gepresenteerd voor de strategievarianten S1a, S2a, S3a en S4a (in respectievelijk de figuren 2, 3, 4 en 5). De verschillen in resultaten van de overige strategievarianten is te vinden in de databijlage van de Verschillenanalyse. Ook kunnen hier de individuele resultaten per buurt verkregen worden. De effecten per afpelparameter worden uitgelicht in deze paragraaf.

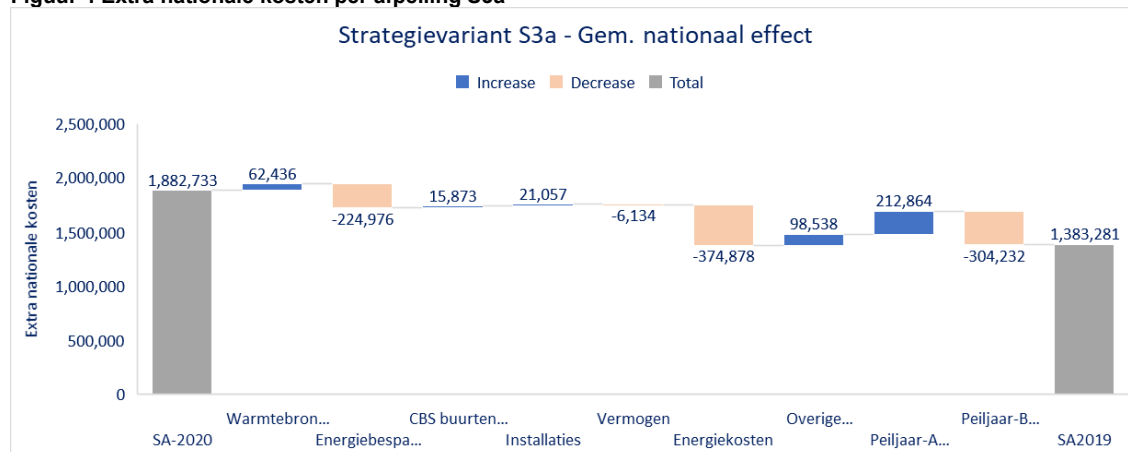
**Figuur 2 Extra nationale kosten per afpelling S1a**



**Figuur 3 Extra nationale kosten per afpelling S2a**

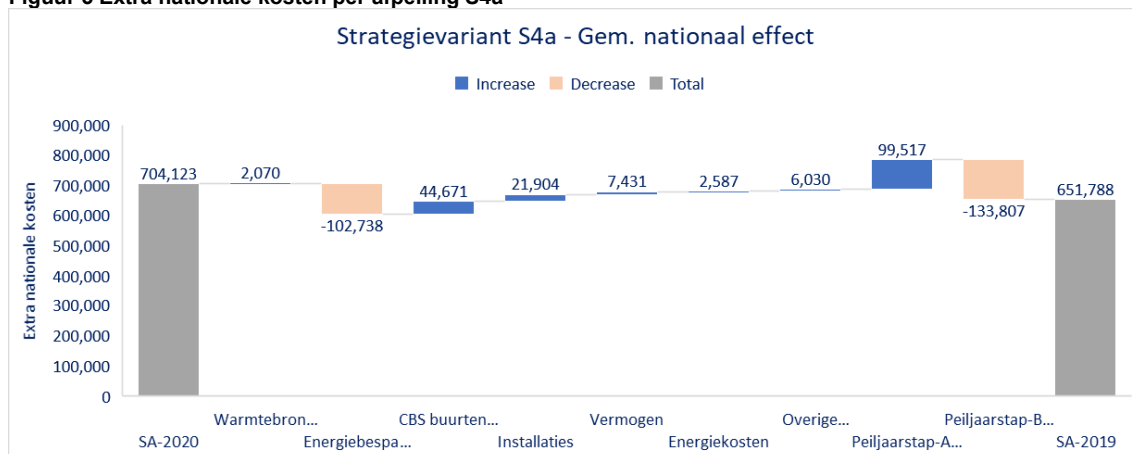


**Figuur 4 Extra nationale kosten per afpelling S3a**





**Figuur 5 Extra nationale kosten per afpelling S4a**



**Box III: Hoe vind ik de resultaten van mijn buurt?**

In de databijlage van de Verschillenanalyse kunnen resultaten per buurt worden weergegeven. Op het tabblad 'Overzicht' vind je een kopje 'Opzoektabel'. In de 'Opzoektabel' kan je naast de cel 'Selecteer gemeentenaam' de gemeentenaam invullen. Vervolgens kan je naast de cel 'Selecteer buurtnaam' de buurtnaam invullen van de buurt waarvan je de resultaten wilt inzien. Bij het invullen voer je de CBS-buurtnaam 2019 in (zoals gebruikt in de SA-2020). In de grafiek ernaast kan je zien hoe het resultaat tussen de SA-2020 en de SA-2019 verklaard kan worden. Onder de kopje 'gemiddelde nationaal effect' kan je de resultaten van je buurt afzetten tegenover verschillen van het gemiddelde nationaal effect in Nederland.

**Opzoektabel per buurt**

Selecteer gemeentenaam: **Appingedam**  
 Gemeentecode: GM0003

Selecteer buurtnaam: **Appingedam-Centrum**  
 Buurtcode: BU00030000

**Eigenschappen**

Aantal WEQ	1,815
Aandeel utiliteitpanden	16%
Aandeel bestaande warmtenet aansl.	0%

CBS buurtindeling nauwkeurigheid: 1. identiek op 1m2 nauwkeurig en zelfde buurtcode

**Resultaat**

Verschil in extra nationale kosten (in euro) per buurt per afpelling			
Afpellingparameter	Variant S1a	Variant S1b	Variant S2a
Abs SA-2020	2,271,667	2,594,946	-

**3.3.1 Warmtebronnen**

In de afpelling 'Warmtebronnen' worden de verschillen omtrent de technische potentie van midden-temperatuurwarmtebronnen en lage-temperatuur warmtebronnen (zowel LT-puntbronnen als Thermische Energie uit Oppervlaktewater en Afvalwater) van de SA-2020 van het Startanalyse model vergeleken met de SA-2019. De SA-2019 maakt gebruik van de data uit de Warmteatlas van RVO om warmtebronnen te modelleren. In de Warmteatlas is data opgenomen over de locatie en de (theoretische) thermische potentie van midden-temperatuurbronnen en lage-temperatuurbronnen. De data uit de Warmteatlas gebruikt Vesta MAIS om de technische-economische potentie van deze bronnen door te rekenen.

De SA-2020 gebruikt als basis hetzelfde warmtebronnenbestand als de SA-2019. Echter, voorafgaand aan de uitgave van de SA-2020 heeft ECW een uitvraag gedaan bij gemeenten en provincies om de data van de midden-temperatuurbronnen en lage-temperatuurbronnen uit de

Warmteatlas te verrijken. Vervolgens zijn de reacties op deze uitvraag verwerkt door ECW & PBL. Met deze informatie heeft ECW & PBL de bronnenlijst die gebruikt wordt in de SA-2020 kunnen verrijken (een verrijking bovenop de SA-2019 bronnenlijst). Hierdoor is de data van warmtebronnen die gebruikt is in de SA-2020 anders dan de data van warmtebronnen in de SA-2019 (beschikbaarheid, thermisch vermogen, locaties, ect.). De voornaamste verschillen zijn dat in de SA-2020 nieuwe bronnen zijn toegevoegd, omdat deze nog niet eerder waren geïdentificeerd als potentiële bron, alsook specifieke locaties die zijn aangepast. Ook zijn vele thermische potenties van warmtebronnen in de SA-2020 nauwkeuriger ingevoerd, als gevolg van meer onderzoek naar de warmtelevering van bepaalde warmtebronnen.

De verschillen die verklaard worden met deze afpelling zijn te zien in strategievariant S2a (midden-temperatuurwarmtebron), S3a en S3e (lage-temperatuurwarmtebron). De strategievarianten maken immers gebruik van de geüpdatete warmtebronnen data om de kosten te berekenen. Gemiddeld laat de SA-2020 een lichte daling van de extra nationale kosten voor S2a, S3a en S3e zien.

### 3.3.2 *Energiebesparing*

In de afpelling 'Energiebesparing' worden de verschillen omtrent de kosten en de reductie van energieverbruik voor isolatiemaatregelen van de SA-2020 van het Startanalyse model vergeleken met de SA-2019. De SA-2019 maakte gebruik van kengetallen uit de Variatietool van TNO om te berekenen wat de kosten zijn voor gebouwen om een sprong te maken in schillabel middels isolatiemaatregelen. Deze Variatietool werd gevoed met input data van het WoON 2012 onderzoek van het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK). Dit WoON onderzoek is hernieuwd in 2018. De SA-2020 maakt wederom gebruik van de Variatietool, echter de tool wordt nu gevoed met input data van het hernieuwde WoON 2018 onderzoek van BZK. Hierbij heeft de Variatietool tevens gebruik gemaakt van geactualiseerde Arcadis investeringskosten (zie hiervoor het Achtergrondrapport Startanalyse aardgasvrije buurten 2020).

Om de reductie van het energieverbruik door isolatiemaatregelen te modelleren, maakt zowel de SA-2020 als de SA-2019 gebruik van CBS verbruiksdata. Deze CBS verbruiksdata wordt gekoppeld aan de schillabels van panden om te bepalen welk verbruik bij welk schillabel hoort. Op deze manier kan worden afgeleid hoe isolatiemaatregelen leiden tot een reductie in het energieverbruik. Er is een klein verschil in de omvang van het energieverbruik van een label B woning tussen SA-2020 en SA-2019.

Er zijn drie belangrijke verschillen tussen de SA-2020 en de SA-2019 met betrekking tot energiebesparing die worden verklaard met deze afpelling:

- Het voornaamste verschil is dat in de SA-2020 nieuwe kengetallen zijn opgenomen voor kosten van isoleren naar hogere schillabels.
- Tevens is de reductie in het energieverbruik die daarbij hoort aangepast, conform de laatste inzichten uit het WoON-2018 onderzoek en de CBS verbruiksdata.
- Een ander verschil is dat de SA-2020 onderscheid maakt in meer bouwjaarklassen van gebouwen om de kosten en de reductie van energieverbruik te bepalen; 11 ten opzichte van 6 bouwjaarklassen in de 2019-versie. Verschillende bouwjaarklassen worden gebruikt om kosten en de reductie in energieverbruik van isolatiemaatregelen te koppelen aan specifieke kenmerken van gebouwen. Het toevoegen van extra bouwjaarklassen in de SA-2020 resulteert erin dat de nieuwe versie specifiek de kosten en de reductie in energieverbruik bij isolatiemaatregelen kan berekenen voor gebouwen.

De verschillen die verklaard worden met deze afpelling zijn te zien in alle strategievarianten. De omvang van de effecten van deze afpelling verschillen per variant. Dit kan verklaard worden doordat de veranderingen in de energiebesparing van gebouwen kan leiden tot het aanschaffen

van een grotere (indien er minder energie wordt bespaard t.o.v. SA-2020) of een kleinere (indien er meer energie wordt bespaard t.o.v. SA-2020) verwarmingsinstallatie/warmtenet. De omvang van de verwarmingsinstallatie/warmtenet heeft weer impact op de hoogte van de extra nationale kosten van een buurt. Hoe de kosten schalen met de omvang van een verwarmingsinstallatie/warmtenet verschilt per strategievariant, wat de verschillen tussen de varianten verklaard. Gemiddeld gezien laat de SA-2020 hogere extra nationale kosten zien.

### 3.3.3 CBS-buurtindeling, bebouwing & infra

In de afpeiling 'CBS-buurtindeling, bebouwing & infra' worden de verschillen van drie componenten inzichtelijk gemaakt, te weten de verschillen omtrent:

- de CBS-buurtindeling
- de staat van de bebouwing (update van de BAG)
- de omvang en kosten van de infrastructuur

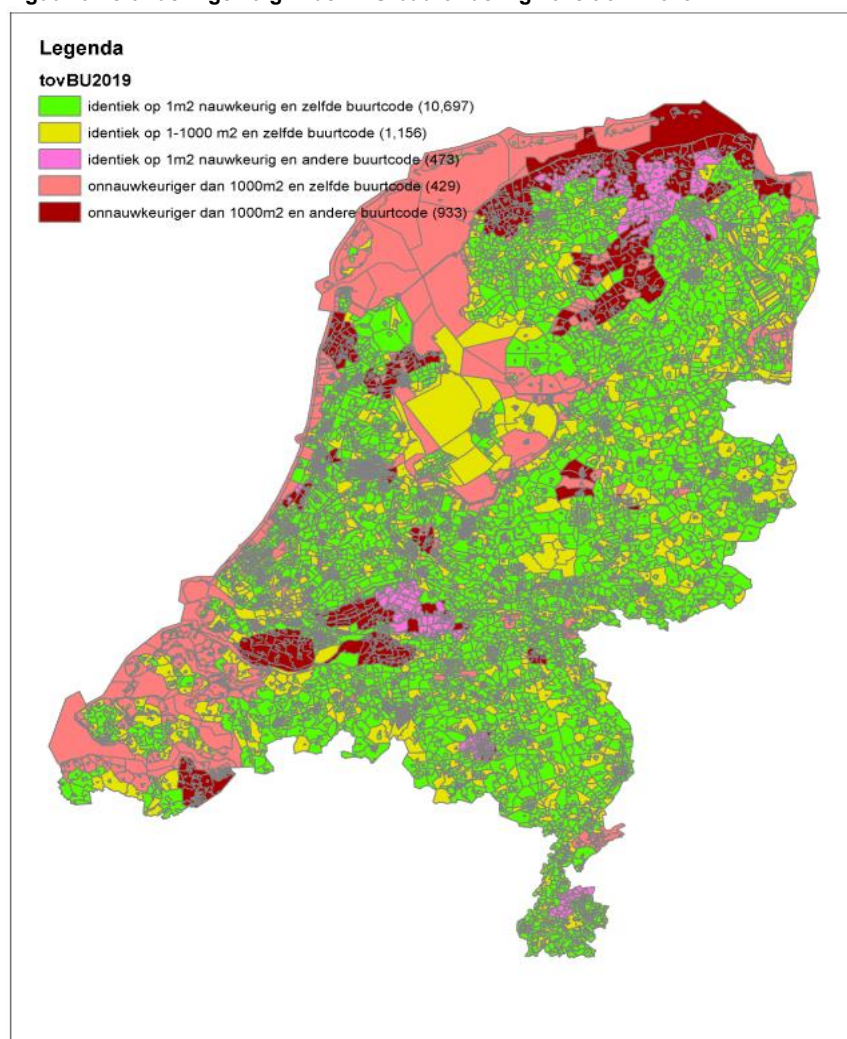
De Startanalyse berekent per buurt de kosten door van de verschillende strategievarianten. Om buurten te definiëren wordt gebruik gemaakt van de CBS-buurtindeling. De SA-2019 maakt gebruik van de CBS-buurtindeling 2018, terwijl de SA-2020 gebruik maakt van de CBS-buurtindeling van 2019. De verschillen in de CBS-buurtindeling 2018 en 2019 uit zich verschillend. Voor het grootste deel van de buurten verandert er niets. Voor enkele buurten verandert alleen de naamgeving. Echter, de naamgeving resulteert niet in een verschil in resultaten tussen de SA-2019 en SA-2020. Wanneer de oppervlaktes van de buurten in de SA-2020 zijn veranderd ten opzicht van de SA-2019 zullen er verschillen in resultaten optreden. Hoe groter de verandering in het oppervlak van een buurt, hoe groter de verschillen in resultaten tussen de SA-2019 en SA-2020. Een groei en krimp van de oppervlakte van een buurt resulteert vaak in een wijziging van het aantal woningen en utiliteitsgebouwen dat binnen de buurtgrenzen valt. Een wijziging in het aantal woningen en utiliteitsgebouwen zorgt vervolgens weer voor een verschil in kosten voor een strategievariant. Voor enkele buurten zijn de wijzigingen van de buurtgrenzen zo groot (verandering van meer dan 1.000 m<sup>2</sup> in oppervlak) dat de resultaten tussen de SA-2020 en SA-2019 van die buurt eigenlijk niet meer te vergelijken zijn. Figuur 6 geeft een overzicht van de buurten die zijn veranderd in Nederland.

De Startanalyse maakt gebruik van de BAG en de het RVO energielabelbestand om de woningvoorraad van Nederland te definiëren en daarvan vervolgens de kosten van de warmtetransitie door te rekenen. De SA-2020 maakt gebruik van de BAG en RVO energielabelbestand van het moment 1 januari 2020. De SA-2019 hanteerde het moment 1 januari 2019. De SA-2020 maakt dus gebruik van een recentere weergave van de woningvoorraad in Nederland.

Vervolgens is er ook een verschil in de omvang en kosten van de infrastructuur in de SA-2020 in vergelijking met de SA-2019. Het Vesta MAIS-model van de Startanalyse leest de huidige staat (bijv. lengte van het net, capaciteiten) in van het elektriciteitsnet en het gasnet. Aan de hand van de huidige staat van de infrastructuur, en de benodigde staat van infrastructuur in 2030 (bijvoorbeeld voor het verzwaren van het elektriciteitsnet en het verwijderen van het gasnet voor elektrische warmtepompen in S1), berekent het model de kosten door van de benodigde aanpassingen. De bijbehorende data over de staat van infrastructuur en de kosten kengetallen voor het verwijderen van het gasnet is geüpdatet op basis van de laatste inzichten van netbeheerders.

Naast de staat van het elektriciteitsnet en het gasnet leest het Vesta MAIS-model voor de Startanalyse ook in wat de buislengtes moeten zijn per buurt voor een warmtenet infrastructuur. Deze informatie gebruikt het model om de kosten te berekenen van strategievarianten die gebruik maken van een warmtenet. De leidinglengtes en de bijbehorende kostenkengetallen voor een warmtenet zijn opnieuw bepaald (op basis van de laatste inzichten) in de SA-2020.

Figuur 6 Veranderingen a.g.v. de CBS-buurtindeling 2018 t.o.v. 2019



#### Box IV: Hoe weet ik of mijn buurt is veranderd?

Sommige buurten hebben in de SA-2020 een afwijkende buurtcode of oppervlak van de SA-2019. Let daarom in de databijlage altijd op het label 'CBS buurtindeling nauwkeurigheid' als je resultaten van een buurt wilt opzoeken in de 'Opzoektabel' van de databijlage. Het label 'CBS buurtindeling nauwkeurigheid' presenteert het verschil in buurten tussen de SA-2020 en de SA-2019. Het label is onderverdeeld in 5 gradaties:

1. Identiek op 1m<sup>2</sup> nauwkeurig en zelfde buurtcode
2. Identiek op 1m<sup>2</sup> nauwkeurig en andere buurtcode
3. Identiek op 1-1.000m<sup>2</sup> nauwkeurig en zelfde buurtcode
4. Onnauwkeuriger dan 1.000m<sup>2</sup> en zelfde buurtcode
5. Onnauwkeuriger dan 1.000m<sup>2</sup> en andere buurtcode

Met het label kan de gebruiker herleiden of de buurt is veranderd. Hoe onnauwkeuriger het overeenkomende oppervlak tussen de SA-2020 en SA-2019 is, hoe lastiger de verschillen tussen de resultaten te interpreteren zijn. De buurtomvang hangt immers vaak samen met het aantal gebouwen in een buurt en daarmee ook met de kosten van de warmtetransitie.

De verschillen die verklaard worden met deze afpelling zijn te zien in alle strategievarianten. Dat komt omdat het verschil in CBS-buurtgrenzen en de staat van de bebouwing en de infrastructuur grotendeels strategieonafhankelijk zijn. Over het algemeen gezien laat de SA-2020 hogere extra nationale kosten zien. In S2a, S2b en S2c zien we echter een sterk tegenovergesteld effect. Dit kan verklaard worden omdat deze afpelling ook het verschil toont in de kostenkengetallen voor warmtenetten. De SA-2020 laat zien dat de nieuwe kostenkengetallen voor warmtenetten een groot stijgend effect hebben op de extra nationale kosten van een buurt.

### 3.3.4 *Installaties*

In de afpelling 'Installatie' worden de verschillen omtrent de kengetallen van installaties in de SA-2020 vergeleken met de SA-2019. Deze verschillen worden inzichtelijk gemaakt aan de hand van de volgende componenten:

- Geothermie: investeringskosten en leercurve.
- Elektrische warmtepompen (lucht en bodem): Investerings-, afschrijvings- en onderhoudskosten, seasonal performance factors.
- Hybride warmtepompen: Investerings-, afschrijvings- en onderhoudskosten, seasonal performance factors, dekkingsgraden.
- Hoogrendementsketel: Ketel efficiency.

De kengetallen van deze componenten zijn in de SA-2020 geüpdatet. PBL heeft in drie informatiesessies de aanpassingen toegelicht (de argumentatie en specifieke bronvermelding van deze kengetallen zijn opgenomen in drie afzonderlijke achtergronddocumenten). De geüpdatete parameters zijn tevens beargumenteerd en beschreven in het 'Functioneel Ontwerp 5.0'.

De verschillen die verklaard worden met deze afpelling zijn te zien in alle strategievarianten. Dat komt omdat alle strategievarianten één of meerdere effecten ervaren van de verschillen die deze afpelling verklaart. Verschillen komen nadrukkelijker naar voren in de strategieën S1a (lucht warmtepompen) en S3e (TEO+WKO). Hieruit kan worden geconcludeerd dat de wijziging van de kengetallen van de installaties in S1a en S3e (dus de elektrische warmtepomp<sup>1</sup>) een groter effect hebben dan die van de andere installaties in de andere strategieën. Gemiddeld gezien zorgen de SA-2020 waarden voor een daling van de extra nationale kosten.

### 3.3.5 *Vermogens*

In de afpelling 'Vermogens' worden de verschillen omtrent de kengetallen van de vermogensvraag voor woningen en utiliteit met midden-temperatuur en lage-temperatuur varianten in de SA-2020 vergeleken met de SA-2019. De vermogensvraag voor ruimteverwarming en tapwater is aangepast in de SA-2020. In de SA-2019 werd uitgegaan voor een aantal vermogensklassen. In SA-2020 is de omvang van het vermogen en de daaraan verbonden kosten gerelateerd aan het energieverbruik. Hierdoor laat de SA-2020 hogere, dan wel lagere kosten zien afhankelijk van de situatie.

Ook hield de SA-2019 nog geen rekening met vermogensverliezen als gevolg van distributieverliezen bij warmtenetten. De SA-2020 houdt hier wel rekening mee en verhoogt de functionele vermogensvraag van gebouwen aan een warmtenet met de bijbehorende vermogensverliezen. Dit uit zich in een verschil in kengetallen van de vermogensvraag van de SA-2020 en de SA-2019. Deze kengetallen in de SA-2020 zijn geüpdatet door het PBL (de

---

<sup>1</sup> Ook in de S3 varianten komen individuele elektrische warmtepompen voor omdat lage-temperatuurwarmtenetten vrijwel nooit een hele buurt bedienen in Vesta MAIS.

argumentatie en specifieke bronvermelding van deze kengetallen zijn opgenomen in het 'Functioneel Ontwerp 5.0').

Het effect van de afpelling uit zich verschillend. Dit kan komen allereerst komen doordat de leidinglengte van warmtenetten (S2 en S3) verschillend zijn. Een andere verklaring is dat de kengetallen van de vermogensvraag voor woningen en utiliteit voor midden-temperatuur en lage-temperatuur varianten niet een eenduidige update hebben gekregen in de SA-2020. Sommige kengetallen zijn naar beneden gesteld, andere juist omhoog.

### 3.3.6 *Energiekosten*

In de afpelling 'Energiekosten' worden de verschillen omtrent de gehanteerde energiekosten voor aardgas, elektriciteit en groengas in de SA-2020 vergeleken met de SA-2019. De SA-2019 maakt gebruik van de energieprijzen die voortkomen uit de Klimaat en Energieverkenning 2019 (KEV). In de SA-2020 zijn drie energiekostencomponenten anders dan in de SA-2019.

Allereerst is in de SA-2020 aangenomen dat alle energiedragers in 2030 volledig klimaatneutraal behoren te zijn. In SA-2019 werd voor de kosten van elektriciteit uitgegaan van de energiemix in de KEV. In de KEV was het aandeel hernieuwbaar 70% in 2030. In de SA-2020 zijn de kosten van 100% klimaatmaatneutrale elektriciteit ingeschat voor het jaar 2030. De kosten van klimaatneutrale elektriciteit in SA-2020 zijn aanmerkelijk hoger dan de 70% hernieuwbare elektriciteit in de SA-2019.

Naast de aanpassing van klimaatneutrale elektriciteit, is er nog een verandering doorgevoerd. De SA-2019 gebruikte groothandelsprijzen van energie om de kosten te bepalen. Deze kostenopgave was niet volledig indien toegepast voor kleinverbruikers. In de SA-2020 worden daarom de leveringskosten voor energie gebruikt (dat zijn groothandelsprijzen + overheadkosten). Tevens is er een kostencomponent in de SA-2020 toegevoegd die de kosten voor elektriciteitsopslag representeert bij het gebruik van elektrische warmtepompen.

In de SA-2020 zijn de energieprijzen voor groengas opnieuw bepaald. Hierdoor veranderen de kosten voor het gebruik van groengas. De kosten voor groengas zijn in de SA-2020 circa 30% lager dan in de SA-2019 op basis van deze update.

De verandering die wordt veroorzaakt in deze afpelling heeft effect op de kosten van alle varianten. De SA-2020 waarden hebben een nadrukkelijk zichtbaar effect op de extra nationale kosten van varianten die relatief veel gebruik maken van elektriciteit. (S1 en S3). De hogere kosten voor energie zorgt voor hogere extra nationale kosten van alle varianten in de SA-2020.

### 3.3.7 *Overige modelaanpassingen*

De 'Overige modelaanpassingen' in de Verschillenanalyse omvat het resterende verschil tussen de waarde van de laatste afpelling en de waarden van SA-2019 (exclusief de afpelling verschuiving peiljaren; zie hoofdstuk 4 voor uitleg). Deze restpost ontstaat doordat niet alle verschillen tussen de SA-2020 en SA-2019 zijn ondergebracht in de afpelparameters. Hierdoor blijft er een resterend verschil over.

Deze verschillen zijn bijvoorbeeld vele verschillende kleine wijzigingen in kengetallen, die een individueel een klein deel van het verschil tussen de SA-2020 en SA-2019 verklaren. In de Verschillenanalyse kunnen we niet alle wijzigingen meenemen, daarom richten we ons enkel op de belangrijke modelwijzigingen die het verschil tussen SA-2020 en SA-2019 verklaren.



Daarnaast zijn er ook verschillen in de rekenmethodes tussen SA-2020 en 2019 die niet ondergebracht kunnen worden in een afpelfactor. Om een verschil in de rekenmethodes onder te brengen in een afpelfactor dient rekening gehouden te worden met compatibiliteit tussen een wijziging van de rekenmethode en de modelcode. Een wijziging van de rekenmethode aanbrengen zou een onevenredige inspanning vragen voor het resultaat dat het heeft op de verklaringen die we vinden in de Verschillenanalyse. Enkele voorbeelden van wijzigingen van de rekenmethode tussen SA-2020 en SA-2019 zijn bijvoorbeeld:

- In de SA-2019 werden voor gebouwen die geen afgemeld energielabel hebben, een energielabel geschat en vervolgens de kosten van isolatie bepaald aan de hand van de benodigde labelsprong. In de SA-2020 worden voor gebouwen die geen afgemeld energielabel hebben, de kosten voor de benodigde labelsprong berekend op basis van een interpolatie van het energieverbruik van het gebouw. Hierbij wordt een gebouw niet meer ingedeeld in een energielabel, maar wordt uitgegaan van een situatie die tussen twee labels in kan liggen. De isolatiekosten worden bepaald door interpolatie tussen deze labels. Deze verandering heeft impact op de post 'overige modelwijzigingen' van alle strategievarianten.
- Voor enkele woningen die in of na 2000 zijn gebouwd leverde de interpolatiemethode zoals hierboven beschreven bijzondere resultaten op. Zo bleek dat ondanks dat deze woningen volgens het bouwbesluit al moeten voldoen aan energielabel B of beter, dat het Vesta MAIS-model toch isolatiemaatregelen aanbracht omdat niet afgemelde woningen een hoger energieverbruik hadden dan woningen met een energielabel conform het bouwbesluit. Het gevolg is dat in de SA-2020 is besloten om voor woningen die gebouwd zijn in of na 2000 geen isolatiestappen meer te laten maken, ondanks dat deze gebouwen mogelijk nog niet voldoen aan de energielabel B of beter eis conform het bouwbesluit. In SA-2019 konden gebouwen in of na 2000 wel isolatiestappen maken, indien zij nog niet voldoen aan schillabel B. Deze verandering heeft impact op de post 'overige modelwijzigingen' van alle strategievarianten.
- SA-2019 modelleerde de kosten van WKO installaties op basis van één voorbeeld project in Zutphen. In de SA-2020 wordt gebruik gemaakt van een nieuwe rekenmethodiek op basis van meerdere projecten, die een beter gemiddelde WKO-installatie presenteren. Deze verandering heeft impact op de 'overige modelwijzigingen' post van S3d en S3e.
- In de SA-2020 is de modeleermethode voor midden-temperatuur- en lage-temperatuurwarmtenetten aangepast. Er worden twee verschillende methodes gebruikt om de verschillende typen warmtenetten te modelleren; het uitleggen van midden-temperatuurwarmtenetten op buurniveau en het uitleggen van lage-temperatuurwarmtenetten op clusterniveau (niveau kleiner dan een buurt). In de SA-2020 zijn de twee methodes meer op elkaar afgestemd ten opzichte van de SA-2019. Hierbij zijn er twee zaken naar voren gekomen waarin verschillen zaten tussen beide methodes. Het gaat hierbij om de inpandige kosten voor gebouwen en de bepaling van de buislengte van de warmtenetten. Deze veranderingen worden verder toegelicht in de 'release notes' van het Vesta MAIS 5.0 model. De veranderingen in de SA-2020 zorgen voor hogere kosten voor warmtenetten. De impact van deze veranderingen zijn te zien in de 'overige modelwijzigingen' post van S2 en S3 strategievarianten.

### 3.3.8 *Verschuiving peiljaren*

In de afpelling 'Verschuiving peiljaren' worden de kostenverschillen omtrent de gehanteerde peiljaren van het referentiebeeld in de SA-2020 vergeleken met het referentiebeeld van SA-2019. De Startanalyse gebruikt het referentiebeeld om te bepalen wat de 'extra nationale kosten' zijn van het implementeren van een strategievariant, ten opzichte van een situatie waarin "niets wordt ondernomen" (de referentie). De Startanalyse hanteert deze aanpak met een referentiebeeld:

- We willen weten wat de extra kosten in de toekomst zijn vergeleken met de toekomstige situatie waarbij geen veranderingen in maatregelen plaatsvinden. Tevens kunnen hiermee de meerkosten van aardgasvrije strategievarianten onderling worden vergeleken.
- Aangezien we niet precies weten wat de kapitaalslasten van bestaande investeringen -die tot en met 2019 zijn gedaan-, worden de investeringskosten van het huidige verwarmingssysteem verondersteld door te lopen in de toekomst in zowel het referentiebeeld als de strategievariant. Hierop zijn wel enkele uitzonderingen zoals de vervanging van aardgasketels door alternatieven en het vervallen van het onderhoud van het gasnet in een gasloze strategievariant. De kosten van vervanging van het gasnet is namelijk onderdeel van het onderhoud, zie hiervoor het Achtergronddocument van de SA-2020.

In Box V wordt het effect van referentiekosten nader toegelicht.

Tussen de SA-2020 en de SA-2019 zitten verschillen als het gaat om het peiljaar van de referentiebeelden. In de SA-2020 worden de nationale kosten van het realiseren van een strategievariant in 2030 vergeleken met de kosten van het referentiebeeld in het peiljaar 2030. In de SA-2019 werd er echter een andere peiljaar gehanteerd voor het referentiebeeld. In de SA-2019 werden de nationale kosten van het realiseren van een strategievariant in 2030 vergeleken met de kosten van het referentiebeeld in het peiljaar 2018, waarbij bovendien groothandelsprijzen voor elektriciteit van het peiljaar 2010 werden gehanteerd. Er treedt dus een verschuiving op in de peiljaren van de referentieberekening. Verschuivingen in peiljaren hebben effect op de gehanteerde energieprijzen (wat zich vertaalt in een verschil in energiekosten) en klimaateffecten. Dat de referentie in de SA-2019 gebruikt maakt van de groothandelsprijzen voor elektriciteit in 2010 was een fout, het was eigenlijk de bedoeling om de groothandelsprijzen van elektriciteit van 2018 te hanteren.

Om het effect van het verschuiven van de peiljaren te kwantificeren wordt gebruik gemaakt van twee stappen in deze afpelling: peiljaarstap-A en peiljaarstap-B<sup>2</sup>.

- In peiljaarstap-A wordt het effect berekend van een verschuiving van het peiljaar conform SA-2020 (referentiejaar 2030 met groothandelsprijzen elektriciteit uit 2030), naar het peiljaar 2018 (met groothandelsprijzen elektriciteit uit 2018). Met stap A krijgen we inzicht hoe de extra nationale kosten veranderen, wanneer een strategievariant wordt vergeleken met een referentiedoorrekening in het jaar 2018 ten opzicht van in het jaar 2030.
- In peiljaarstap-B wordt het effect berekend van een verschuiving van het peiljaar 2018 (met groothandelsprijzen elektriciteit uit 2018) naar een peiljaar conform de SA-2019 (met groothandelsprijzen elektriciteit uit 2010). Met peiljaarstap-B krijgen we inzicht in het effect van de fout die in de referentieberekening van de SA-2019 zat.

De verschillen die verklaard worden met deze afpelling zijn terug te zien in alle strategievarianten. De verandering in groothandelsprijzen voor elektriciteit zijn te vinden in tabel 4. Gemiddeld gezien zorgt peiljaarstap-A voor een stijging van de extra nationale kosten. Dit komt omdat de kosten voor elektriciteit in 2018 lager zijn dan in 2030. Dit werkt als volgt, doordat de kosten voor elektriciteit lager worden bij een verschuiving van peiljaarstap-A, worden de nationale kosten van het referentiebeeld lager. Lagere referentiekosten bij gelijkblijvende kosten voor de strategievariant vertalen zich in een stijging van de extra nationale kosten van een strategievariant.

<sup>2</sup> Hierbij dient benadrukt te worden dat een vergelijking tussen peiljaren niet overeen komt met een vergelijking tussen de referentiebeelden in de SA-2020 en SA-2019. Er zijn namelijk ook andere veranderingen die ten grondslag liggen in de verschillen tussen de referentiebeelden uit beide versie, bijvoorbeeld HR-ketel efficiency en de CBS-buurtindeling. Deze veranderingen zijn ondergebracht in andere afpellingen. Dit betekent dat de som van alle afpellingen het verschil in de referentiebeelden verklaren.



De verschuiving van peiljaarstap-B resulteert in een verlaging van de extra nationale kosten. Dit komt omdat de kosten voor elektriciteit in 2010 hoger zijn dan in 2018. Doordat de energiekosten hoger worden bij een verschuiving van peiljaarstap-B, worden de referentiekosten hoger, wat zich vertaalt in een daling van de extra nationale kosten van een strategievariant. Netto gezien zorgen deze twee verschuivingen bij elkaar (effect verschuiven peiljaarstappen-A + B) in een daling van de extra nationale kosten.

**Tabel 4** Overzicht peiljaren groothandelsprijzen energie in SA-2019

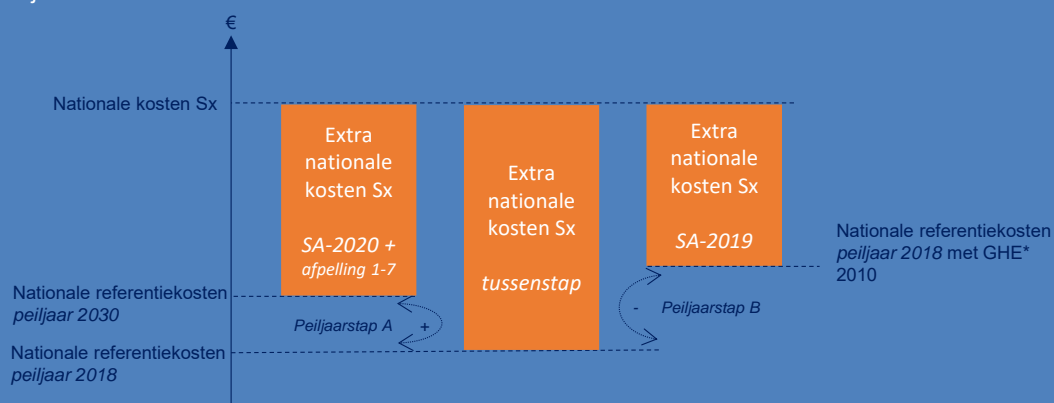
Peiljaar	Groothandelsprijzen elektriciteit [euro/kWh]	Groothandelsprijzen aardgas [euro/GJ]
2010	0,071	n.v.t.
2018	0,043	0,819
2030	0,065	0,996

**Box V: Wat zijn de extra nationale kosten en hoe heeft een verschuiving van de referentie hier impact op?**

De extra nationale kosten van een strategievariant omvatten het deel van de nationale kosten van een strategievariant die hoger zijn dan de nationale kosten van het referentiebeeld. Dit betekent eigenlijk dat de kosten om een buurt te laten investeren in een strategievariant worden afgezet tegen de kosten als de buurt “niets zou ondernemen”, ofwel het referentiebeeld. De extra nationale kosten van een strategie worden als volgt berekend:

$$Extra\ nationale\ kosten\ S_{xy} = nationale\ kosten\ S_{xy} - nationale\ kosten\ referentiebeeld$$

Hierbij staat  $S_{xy}$  voor de specifieke strategievariant waar naar wordt gekeken. In de SA-2020 wordt een peiljaar van 2030 gehanteerd voor de berekening van het referentiebeeld. In de SA-2019 was het peiljaar 2018 (met groothandelsprijzen energie van 2010). Deze verandering in het peiljaar zorgt ervoor dat de extra nationale kosten veranderen, als gevolg van een verandering in de nationale kosten voor het referentiebeeld. *De verschuiving in referentie heeft geen invloed op de absolute nationale kosten van een strategievariant, wel op de extra nationale kosten.* De verschuiving in peiljaren (peiljaarstap A en B) is visueel weergegeven in het figuur hieronder. De som van de veranderingen in peiljaarstap A en B geven het netto effect weer van de afpelling ‘verschuiving peiljaren’.



\* GHE in het figuur staat voor groothandelsprijzen elektriciteit.

## 4 Model technische achtergrond

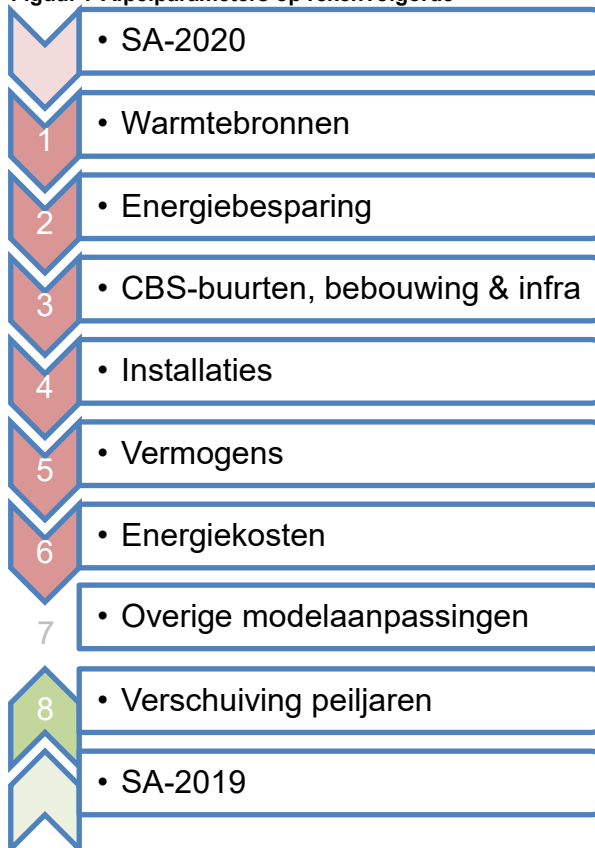
### 4.1 Introductie

Hoofdstuk 4 beschrijft welke modelmatige aanpassingen per afpelparameter nodig waren om de afpelsystematiek uit te kunnen voeren. Allereerst wordt in paragraaf 4.2 toegelicht hoe de rekensystematiek van de afpelfactoren eruit ziet. In paragraaf 4.3 wordt een globaal overzicht gegeven van de modelvariabelen aanpassingen per afpelparameter. Voor een gedetailleerd overzicht van de alle aangepaste modelvariabelen verwijzen we je naar het separaat beschikbare bestand: 'Overzicht\_methodiek\_afpelparameters'. In dat bestand laten we op het niveau van de modelvariabelen zien met welke numerieke waarde een aanpassing is doorgevoerd.

### 4.2 Doorrekenen van afpelparameters

Figuur 7 presenteert hoe de afpellingen worden doorgerekend met zowel het SA-2020 model als SA-2019 model. Het model wordt afgebouwd van de SA-2020 naar de SA-2019 middels afpellingen 1 t/m 6. Het SA-2019 model wordt opgebouwd naar het SA-2020 model middels afpelling 8. De doorrekening van de afpelfactoren volgt dus geen lineair afbouwpad. Als het ware worden de modellen van twee routes naar elkaar toe gebouwd. De plaats waar de twee routes elkaar tegenkomen vormt de restpost, oftewel de post 'overige modelaanpassingen' (nummer 7). Deze rekenvolgorde was noodzakelijk omdat bepaalde afpellingen enkel uitgevoerd konden worden met het SA-2020 model of het SA-2019 model.

Figuur 7 Afpelparameters op rekenvolgorde



### 4.3 Modelvariabelen aanpassingen

Per doorgerekende afpelparameter dienen modelvariabelen aanpassingen gemaakt te worden. Tabel 5 presenteert een globaal overzicht van de modelmatige aanpassingen die zijn doorgevoerd om de SA-2020 stap voor stap om te bouwen tot de SA-2019. Per afpelparameter wordt aangegeven welk onderdeel (sub-parameter) van de afpelparameter wordt aangepast. Vervolgens laten we zien welk bestand de SA-2020 en SA-2019 inleest om dat onderdeel te modelleren. In deze bestanden zijn (numerieke) waarden opgenomen voor verschillende modelvariabelen. Om het SA-2020 model om te bouwen tot het SA-2019 model, zie figuur 7) voeren we voor afpelling 1 t/m 6 de volgende handeling uit: *We herstellen de (numerieke) waarden van de modelvariabelen die opgenomen zijn in het bestand van het SA-2020 model (zie tabel 5), naar de (numerieke) waarden van de modelvariabelen die zijn opgenomen in het bestand van het SA-2019 model.* Voor afpelling 8 wordt precies de tegenovergestelde handeling uitgevoerd. Het bestand 'Overzicht\_methodiek\_afpelparameters' beschrijft specifiek om welke numerieke waarde het gaat voor de modelvariabelen. Door dit stapsgewijs te doen bouwen we steeds dichterbij het SA-2020 model naar het SA-2019 model.

Voor enkele sub-parameters konden de SA-2019 modelbestanden (met onderliggende modelvariabelen) niet direct worden ingevoerd in het SA-2020 model. Zo waren sommige afpelparameters in de SA-2020 op een andere manier in het model berekend of in een ander format ingeladen in het model ten opzicht van de SA-2019, waardoor een incompatibiliteit voor de invoerwaarden van de parameters tussen de modellen ontstond. Dit was het geval voor de afpellingen 'Energiebesparing' en 'Verschuiving peiljaren':

- Voor de afpelling 'Energiebesparing' hebben we daarom een transformatie uitgevoerd van de modelvariabele waarden van het 2019-model naar het nieuwe rekenmodel van het 2020-model. Zo is er een verschil tussen het 2020-model en het 2019-model in het aantal gedefinieerde bebouwingstypen en de schillabelsprongen. De modelvariabele waarden die opgenomen zijn voor de bebouwingstypen en schillabelsprongen van het 2019-model zijn getransformeerd naar de nieuwe woningtypen en schillabelsprongen in het 2020-model.
- Voor de afpelling 'Verschuiving peiljaren' hebben we de doorrekening van het referentiebeeld moeten isoleren. Het model berekent normaliter de extra nationale kosten, wat bestaat uit de nationale kosten van een strategievariant minus de nationale kosten van het referentiebeeld. Een verandering doorvoeren in het model, zou betekenen dat de verandering wordt doorgevoerd in zowel de doorrekening van de nationale kosten van een strategievariant als de doorrekening van de nationale kosten van de referentie. Dit moet voorkomen worden, omdat aanpassingen in de afpelparameter 'Verschuiving peiljaren' specifiek van toepassing zijn op de doorrekening van de nationale kosten van het referentiebeeld, en dus niet op de nationale kosten van de strategie. Door steeds per strategie de nationale kosten van het referentiebeeld te isoleren uit de berekening van de extra nationale kosten, kunnen we handmatig veranderingen doorvoeren conform de afpelling 'Verschuiving peiljaren'. Een verandering in de berekening van het referentiebeeld is doorgevoerd via het SA-2019 model. Hiervoor is gekozen omdat anders onbekende veranderingen onder de 'overige modelaanpassingen' afpelling interfereert met een verandering in het peiljaar van de referentieberekening. Met andere woorden, het veranderen van bijvoorbeeld het peiljaar 2030 naar 2018 kan gevolgen hebben in de berekening van de componenten die verschillen tussen de SA-2020 en SA-2019 en niet zijn opgenomen in andere afpelfactoren. Het gevolg hiervan is dat de afpelling 'verschuiving peiljaren' deze onbekende restposteffecten presenteert. Om deze redenen heeft de afpelling 'Verschuiving peiljaren' een afwijkende positie en rekenrichting in de rekenvolgorde (zie figuur 7). Met deze positie en rekenrichting van de afpelling 'verschuiving peiljaren' kan gegarandeerd

worden dat het opgetreden effect ook daadwerkelijk het gevolg is van enkel een verandering in het peiljaar van de referentieberekening.

**Tabel 5 Overzicht modelaanpassingen afpelparameters**

Afpelparameter	Sub-parameter	Bestand SA-2020	Bestand SA-2019
Warmtebronnen	MT-warmte	20200311_Puntbronnen_MT.csv	20190802_puntbronnen_MT.csv
	LT-warmte	20200311_Puntbronnen_LT.csv	20190805_puntbronnen_LT.csv
	TEO	20200211_TEO_potentiecontour.shp	20190618_TEO_potentiecontour.shp
Energiebesparing	Schillabelsprongen	20200217_Utiliteiten_BAG.csv	20190918_Utiliteiten_BAG.csv
		20200217_Woningen_BAG.csv	20190918_Woningen_BAG.csv
CBS buurten, bebouwing & infra	CBS-indeling	20200129_kwb-2019.csv	20190118_kwb-2018.csv
	Data gas- en elektriciteitsnet	20200123_E_G_infra.csv	20191008_E_G_infra.csv
	Data warmteleidingen	20200220_buislengte.csv	20190702_buislengte.csv
	Kosten zijleidingen warmtenet	KostenBatenSchema.dms	KostenBatenSchema.dms
	Vervangen LD gasnet	Kengetallen.dms	Kengetallen.dms
	BAG	BAG/20200101 (folder)	BAG/20190101 (folder)
	Energielabels	20200101_inputlabels_rvo.csv	20190101_inputlabels_rvo.csv
Installaties	Elektrische warmtepompen kosten & SPF	Installatie.csv & Performance.csv	BCKengetallen.dms & Kengetallen.dms
	Hybride warmtepompen kosten, SPF en dekkingsgraad	Installatie.csv & Performance.csv	BCKengetallen.dms & Kengetallen.dms
	Rendement HR/VR ketel	Performance.csv	Kengetallen.dms
	Geothermie kosten en leercurve	TypeInfo.csv & Leercurves.dms	TypeInfo.csv & Leercurves.dms
Vermogens	MT ruimteverwarming & tapwater	Vermogens.dms	Kengetallen.dms
	LT ruimteverwarming & tapwater	Vermogens.dms	Kengetallen.dms
	Vermogensverlies	Kengetallen.dms	Kengetallen.dms
Energiekosten	Aardgas	20200812_Energieprijzen_KEV2019_Aardgas.csv	20190909_Energieprijzen_KEV2019_Gas.csv
	Elektriciteit	20200812_Energieprijzen_KEV2019_Elek.csv	20190909_Energieprijzen_KEV2019_Elek.csv
	Groengas	20200812_Energieprijzen_KEV2019_GroenGas.csv & 20200812_Energieprijzen_KEV2019_GroenElek.csv	20190909_Energieprijzen_KEV2019_GG_Gas.csv & 20190909_Energieprijzen_KEV2019_GG_Elek.csv
	Opslag elek. warmtepomp	PlanregioResults.dms	Nvt.
Verschuiving peiljaar-A (Ref 2030)	Klimaatkaart	Nvt.	GH_2030.tiff <sup>1</sup>
	Energiekosten	Nvt.	20190909_energieprijzen_KEV2019.csv <sup>1</sup>
Verschuiving peiljaar-B (Ref 2018)	Energiekosten	Nvt.	20190909_Energieprijzen_KEV2019.csv <sup>2</sup>

*Noot 1: Om het peiljaar van de referentie te verschuiven van jaar 2018 met groothandel energieprijzen 2018 naar jaar 2030 met groothandel energieprijzen 2030, worden de waarde van de modelvariabelen klimaatkaarten en energieprijzen van 2030 geplaatst in de 2018 modelvariabelen van het SA-2019 model).*

*Noot 2: Om het peiljaar van de referentie te verschuiven van jaar 2018 met groothandelsprijzen elektriciteit 2010 naar jaar 2018 met groothandelsprijzen elektriciteit 2018, worden de waarde van de modelvariabelen elektriciteitsprijzen van 2018 geplaatst in de 2010 modelvariabelen van het SA-2019 model.*

## Over Ecorys

Ecorys is een toonaangevend internationaal onderzoeks- en adviesbureau dat zich richt op de belangrijkste maatschappelijke uitdagingen. Door middel van uitmuntend, op onderzoek gebaseerd advies, helpen wij publieke en private klanten bij het maken en uitvoeren van gefundeerde beslissingen die leiden tot een betere samenleving. Wij helpen opdrachtgevers met grondige analyses, inspirerende ideeën en praktische oplossingen voor complexe markt-, beleids- en managementvraagstukken.

Onze bedrijfsgeschiedenis begon in 1929, toen een aantal Nederlandse zakenlieden van wat nu beter bekend is als de Erasmus Universiteit, het Nederlands Economisch Instituut (NEI) oprichtten. Het doel van dit gerenommeerde instituut was om een brug te slaan tussen het bedrijfsleven en de wereld van economisch onderzoek. Het NEI is in 2000 uitgegroeid tot Ecorys.

Door de jaren heen heeft Ecorys zich verspreid over de wereld met kantoren in Europa, Afrika, het Midden-Oosten en Azië. Wij werven personeel met verschillende culturele achtergronden en expertises, omdat wij ervan overtuigd zijn dat mensen met uiteenlopende eigenschappen een meerwaarde kunnen bieden voor ons bedrijf en onze klanten.

Ecorys excelleert in zeven werkgebieden:

- Economic growth;
- Social policy;
- Natural resources;
- Regions & Cities;
- Transport & Infrastructure;
- Public sector reform;
- Security & Justice.

Ecorys biedt een duidelijk aanbod aan producten en diensten:

- voorbereiding en formulering van beleid;
- programmamanagement;
- communicatie;
- capaciteitsopbouw (overheden);
- monitoring en evaluatie.

Wij hechten waarde aan onze onafhankelijkheid, onze integriteit en onze partners. Ecorys geeft om het milieu en heeft een actief maatschappelijk verantwoord ondernemingsbeleid, gericht op meerwaarde voor de samenleving en de markt. Ecorys is in het bezit van een ISO14001-certificaat dat wordt ondersteund door al onze medewerkers.





Postbus 4175  
3006 AD Rotterdam  
Nederland

Watermanweg 44  
3067 GG Rotterdam  
Nederland

T 010 453 88 00  
F 010 453 07 68  
E [netherlands@ecorys.com](mailto:netherlands@ecorys.com)  
K.v.K. nr. 24316726

**W** [www.ecorys.nl](http://www.ecorys.nl)

***Sound analysis, inspiring ideas***