



HERZIENING WEERSCORRECTIE VOOR RUIMTEVERWARMING

Nieuwe methodiek om energieverbruik voor ruimteverwarming te corrigeren voor weer en klimaat in de Klimaat- en Energieverkenning

Cees Volkers, Paul Vethman en Michiel van Bruggen
Oktober 2022



Colofon

Herziening weerscorrectie voor ruimteverwarming

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving
Den Haag, 2022
PBL-publicatienummer: 4902

Contact

paul.vethman@pbl.nl

Auteurs

Cees Volkers, Paul Vethman, Michiel van Bruggen (De Energiemanager)

Met dank aan

Het PBL is dank verschuldigd aan Jurriën Vroom (CBS), Robin Niessink (TNO), Janette Bessembinder (KNMI), Hans Visser (PBL) en Jarry Porsius (PBL).

Redactie figuren

Beeldredactie PBL

Eindredactie en productie

Uitgeverij PBL

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Volkers C., P. Vethman, M. van Bruggen (2022), Herziening klimaatcorrectie voor ruimteverwarming, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

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

Inhoud

Voorwoord	4
Samenvatting	5
1 Inleiding	6
2 Beschrijving ‘methodiek 2005’	8
2.1 Gemeten graaddagen en klimaatgraaddagen	8
2.2 Weerscorrectie historisch energiegebruik	11
2.3 Klimaatcorrectie in de ramingen	13
2.4 Waarom op zoek naar een nieuwe methodiek?	14
3 Zoektocht naar een verbeterde methode voor weers- en klimaatcorrectie	16
3.1 Verbetering bepaling klimaatgraaddagen	16
3.2 Profielenmethodiek aardgas	18
3.3 KEV-SJV methodiek	22
3.3.1 Gebruikte gegevens	22
3.3.2 Onderzoek naar het optimale rekenmodel	23
3.3.3 Resultaat	25
3.3.4 Samenvatting ‘KEV-SJV methodiek’	27
3.3.5 Toepasbaarheid van de ‘KEV-SJV methodiek’ in de KEV	28
3.4 Conclusies	30
3.5 Kanttekeningen bij de ‘KEV-SJV methodiek’	33
4 Beschrijving toepassing ‘KEV-SJV methodiek’ binnen de KEV	35
4.1 Sectoren en type energieverbruik	35
4.2 Weerscorrectie historisch energiegebruik	40
4.3 Klimaatcorrectie in de ramingen	41
5 Effecten ‘KEV-SJV methodiek’ op resultaten van de KEV2021	43
Referenties	49
Bijlagen	50
Bijlage 1 Correctiewaarden gasverbruik	50
Bijlage 2 Varianten op de ‘methodiek 2005’	53
Bijlage 3 Kenmerken doorgerekende varianten en methodieken	57
Bijlage 4 Regressieanalyses ten behoeve van de ‘KEV-SJV methodiek’	59
Bijlage 5 Overzicht graaddagen	61
Bijlage 6 Kenmerken KNMI-weerstations	64
Bijlage 7 Beschrijving KNMI’14-scenario’s	65

Voorwoord

Dit rapport is tot stand gekomen in samenwerking met De Energiemanager. De Energiemanager is een bedrijf dat een methode heeft ontwikkeld en onderhoudt, waarmee partijen op de Nederlandse gasmarkt onderling de financiële boekhouding in orde maken. Het is bekend welke partijen op een bepaald moment gas leveren, maar onbekend waar dat gas precies naar toe gaat. Met de methode van De Energiemanager kan per uur bepaald worden waar het gas naar toe is gegaan en welke gasleverancier daar dan verantwoordelijk voor is. In deze methode is het corrigeren voor weer en klimaat een belangrijk onderdeel.

Bij het onderzoek dat vooraf ging aan dit rapport waren naast de auteurs ook Jurriën Vroom (CBS) en Robin Niessink (TNO) betrokken. Gezamenlijk is vanuit deze groep richting gegeven aan het onderzoek.

Verder stond Janette Bessembinder van het KNMI ons bij met advies over het juiste gebruik van de KNMI'14-scenario's en over de beschikbaarheid van de gewenste gegevens. Vanuit PBL waren Hans Visser en Jarry Porsius betrokken voor advies bij de statistische analyses.

Samenvatting

Om het energiebeleid goed te kunnen monitoren is het noodzakelijk dat het jaarlijkse energieverbruik wordt aangepast voor het effect van het weer. Het weer kan van jaar op jaar zeer verschillend zijn en daardoor het energieverbruik flink laten fluctueren. Vooral in de sectoren waar relatief veel vraag is naar ruimteverwarming speelt dit een grote rol. Deze sectoren zijn de huishoudens, diensten en de landbouw.

Tot nu toe werd daarvoor de standaard graaddagenmethodiek gebruikt: op dagen dat de gemiddelde temperatuur onder de 18 °C is, wordt het verschil tussen die 18 °C en de gemiddelde dagtemperatuur meegenomen als het aantal graaddagen voor de betreffende dag. Dit gesommeerd over het hele jaar geeft een indicatie hoe koud het betreffende jaar was. Dit wordt vergeleken met een referentie, de 'normale' graaddagen, om te bepalen hoeveel de werkelijke graaddagen afwijken van de graaddagen die je gemiddeld verwacht. Het normaal aantal graaddagen is het gemiddeld aantal graaddagen over een periode van 30 jaar. De verhouding tussen de werkelijke en normale graaddagen geeft een factor waarmee het energieverbruik gecorrigeerd kan worden.

Deze methode corrigeert het energieverbruik echter niet volledig voor het weerseffect. Met name in relatief koude en warme jaren bleef het energieverbruik onverklaarbare pieken en dalen vertonen. Dit roept meerdere vragen op. Is die grens van 18 °C nog wel de juiste grens? Zijn de gegevens die gebruikt worden voldoende gedetailleerd, zoals die over het gasverbruik en verandering van het klimaat? En wat als ook andere gegevens worden meegenomen, zoals de invloed van zon en wind?

Deze onderzoeksvragen leidden tot verschillende analyses, waarmee uiteindelijk een nieuwe methodiek is ontwikkeld: de 'KEV-SJV methodiek'. Waarbij 'KEV' staat voor Klimaat- en Energieverkenning en 'SVJ' voor het standaard jaarverbruik. Na een vergelijking met de huidige en andere mogelijke methodieken komt deze als beste alternatief naar voren. De nieuwe methodiek heeft verschillende nieuwe aspecten. Er wordt naast de temperatuur ook rekening gehouden met de windsnelheid. Er wordt een variabele stookgrens gebruikt. En op basis van meer gedetailleerde gegevens op uurbasis over de gasafzet is het mogelijk om een nauwkeuriger indicatie te hebben wanneer er verbruik voor ruimteverwarming is. Ook worden meer gedetailleerde gegevens over klimaatverandering gebruikt uit de klimaatscenario's van het KNMI, al is de berekende trend daarmee niet veranderd (wellicht wel bij het uitkomen van nieuwe klimaatscenario's van het KNMI in 2023).

Deze nieuwe methodiek leidt wel tot een kleine wijziging van de berekende hoeveelheid broeikasgasemissies in de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2021. Ten opzichte van de daar gepresenteerde variant met vastgesteld en voorgenomen beleid gaan de totale broeikasgasemissies in 2030 met 0,2 megaton CO₂ equivalenten omhoog na toepassing van de nieuwe methodiek voor weers- en klimaatcorrectie. Bij de gebouwde omgeving gaan de emissies met 0,3 megaton CO₂-equivalenten omhoog en bij de landbouw juist met 0,2 megaton CO₂-equivalenten omlaag.

Vanaf de KEV 2022 van dit jaar zal met de nieuwe methodiek worden gewerkt. We zijn ons ervan bewust dat verdere verbeteringen mogelijk zijn. Daarvoor ontbreken op dit moment echter de juiste weersgegevens. Om de methodiek verder te verbeteren, zouden vanuit de klimaatscenario's van het KNMI ook gegevens beschikbaar moeten komen over de zoninstraling en is het nodig dat alle weergegevens per uur beschikbaar zijn.

1 Inleiding

Bij het energiegebruik voor ruimteverwarming speelt het weer een belangrijke rol in de omvang van het energiegebruik. In de wintermaanden is het energiegebruik voor ruimteverwarming hoger dan in de lente- en herfstmaanden, terwijl het in de zomermaanden zo goed als nul is. Afhankelijk van het weer kan het energiegebruik het ene jaar dus (veel) hoger uitvallen dan het andere jaar. Het energiegebruik laat dan relatief grote pieken en dalen zien. Daardoor is moeilijk af te leiden wat andere oorzaken zijn van de ontwikkeling van het energiegebruik, zoals energiebeleid of het gedrag van energieverbruikers.

Een oplossing om deze ontwikkeling van het energiegebruik beter te kunnen analyseren is om het energiegebruik te corrigeren voor de jaarlijkse fluctuaties van het weer. Een gangbare methode in Nederland is om voor alle dagen dat de gemiddelde dagtemperatuur onder de 18 °C is, het verschil tussen die 18 °C en de gemiddelde dagtemperatuur te berekenen. En dat voor een heel jaar bij elkaar op te tellen. Dit getal wordt dan gezien als het aantal graaddagen van dat jaar. Deze graaddagen worden vergeleken met het gemiddelde van de graaddagen over een periode van 30 jaar, wat aangeeft wat 'normaal' voor dat jaar zou moeten zijn. Dit geeft een verhoudingsgetal (het normaal aantal graaddagen in jaar X gedeeld door het gemeten aantal graaddagen in het betreffende jaar) waarmee het gemeten energiegebruik gecorrigeerd kan worden. De dagen waarbij de gemiddelde dagtemperatuur boven de 18 °C uitkomt worden niet meegenomen in de bepaling van het aantal graaddagen.

De dagen waarbij de gemiddelde dagtemperatuur boven de 18 °C is, spelen wel een rol bij ruimtekoeling. Het energieverbruik voor ruimtekoeling zal naar verwachting de komende tijd steeds groter worden. Voor de sector diensten houden we in de KEV al rekening ermee dat er in de toekomst meer energieverbruik voor ruimtekoeling nodig is. Voor een nauwkeuriger berekening van dit effect en welke indicatoren daar invloed op hebben is een aparte studie nodig.

In dit rapport wordt gesproken over het weer en het klimaat. Het weer is het geheel van meteorologische omstandigheden op een bepaalde plaats en tijd. Het is een momentopname van factoren als temperatuur, wind en zonneschijn. Het klimaat is de gemiddelde toestand van het weer over een periode van 30 jaar. De modellen die binnen de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) worden gebruikt voor het maken van projecties gaan alleen uit van het klimaat. De modellen worden onder andere op basis van historische energiegegevens gekalibreerd. Deze energiegegevens zijn gecorrigeerd voor het weer.

Sinds de Referentieramingen energie en emissies 2005-2020 (ECN 2005) wordt in de ramingen rekening gehouden met de toekomstige klimaatverandering. In eerste instantie werden hiervoor de resultaten uit een rapport van Visser (Visser 2005) genomen. In de Nationale Energieverkenning 2016 (ECN 2016) is overgestapt op de KNMI'14 klimaatscenario's (KNMI 2015). De methodiek voor weerscorrectie van het energiegebruik is echter sinds 2005 niet meer gewijzigd. In dit rapport wordt deze methode dan ook de 'methodiek 2005' genoemd, die in hoofdstuk 2 wordt beschreven.

Deze 'methodiek 2005' corrigeert het aardgasverbruik niet volledig voor het weerseffect. In relatief koude jaren blijven pieken in het aardgasverbruik zichtbaar. In deze studie wordt gezocht naar een verbeterde methodiek.

De analyses in dit rapport vonden in 2021 plaats. Het weer van 2021 is zodoende niet meegenomen in de analyses. De analyse is gedaan op basis van de effecten op ruimteverwarming bij de sector huishoudens. In hoofdstuk 4 en 5 wordt de nieuwe methode ook uitgewerkt voor de overige sectoren.

Omdat door deze nieuwe methode van weerscorrectie ook de resultaten van de Klimaat- en Energieverkenning 2021 (PBL2021) (verder in het rapport KEV2021 genoemd) iets wijzigen, bevat dit rapport een tabel met de verschillen in de broeikasgasemissies ten opzichte van de KEV2021. Om effecten van andere verschillen in de analyse buiten beschouwing te laten is de energiestatistiek gebruikt zoals die tijdens de publicatie van de KEV2021 beschikbaar was.

2 Beschrijving ‘methodiek 2005’

2.1 Gemeten graaddagen en klimaatgraaddagen

Al lange tijd is het gebruikelijk (ECN 1998) om het aantal graaddagen in een jaar te gebruiken om de invloed van het weer op het energiegebruik voor ruimteverwarming te corrigeren naar een normaal jaar wat betreft het weer. In de ‘methodiek 2005’ worden de graaddagen berekend voor de historische jaren aan de hand van de gemeten gemiddelde dagtemperatuur van het weerstation De Bilt. De standaard dagtemperatuur die als afkapgrens geldt is 18 °C. De berekende graaddagen worden niet gecorrigeerd voor seizoensinvloeden (dus graaddagen in de winter tellen even zwaar mee als graaddagen in de zomer).

$$(1) \quad GD_{T_j} = \sum_{d=1}^{\text{dagen in jaar}} \max(0, T_d - 18)$$

GD_{T_j} Aantal graaddagen in een jaar berekend op basis van de gemiddelde temperatuur per dag.

T_d Gemiddelde temperatuur in °C op een dag.

Voor historische en toekomstige jaren worden klimaatgraaddagen¹ bepaald als indicator voor het klimaat. Dit ligt ingewikkelder. Het klimaat over een periode wordt berekend door het gemiddelde te berekenen van weergegevens van alle jaren uit de periode. De keuze van de periode is daarbij van belang. Tot 2005 werd gerekend met een 30-jarig lopend gemiddelde. Hierbij werden weergegevens gemiddeld van alle jaren voorafgaand aan het jaar waarvoor het klimaat werd berekend. Er waren gegevens bekend over het weer en het bijbehorend klimaat voor de historische jaren, dus niet over de toekomstige jaren. In de ramingen kon dus geen rekening gehouden met het veranderende klimaat. In de ramingen werd dan ook het klimaat gebruikt van het laatst beschikbare historische jaar. Omdat het gemiddelde van de afgelopen 30 jaar werd gebruikt was dit klimaat dus ook het klimaat van ongeveer 15 jaar terug (het middelste moment uit de periode).

$$(2) \quad GD_{T_{\text{klimaat}_j}} = \sum_{j-30}^{j-1} GD_{T_j} / 30$$

$GD_{T_{\text{klimaat}_j}}$ Aantal graaddagen in een jaar berekend op basis van de gemiddelde temperatuur per dag volgens de het gemiddelde over een periode van 30 jaar.

GD_{T_j} Aantal graaddagen in een jaar berekend op basis van de gemiddelde temperatuur per dag.

Sinds 2005 wordt gekeken naar het klimaat rondom een betreffend jaar, door te kijken naar de periode van 14 jaar ervoor en 15 jaar erna. Hiervoor zijn behalve de gemeten weersgegevens van het

¹ Klimaatgraaddagen zijn het aantal graaddagen die kenmerkend zijn voor het klimaat in het betreffende jaar.

KNMI ook gegevens over het weer nodig voor toekomstige jaren. Voor de verschillende studies tussen 2005 en 2015 (met name referentieramingen en de Nationale Energieverkenning) werd gebruikt gemaakt van de studie van Visser (Visser 2005). Vanaf de Nationale Energieverkenning 2016 (ECN 2016) is gebruik gemaakt van de KNMI'14 klimaatscenario's. Dit betekende ook meteen dat in de ramingen rekening kon worden gehouden met het veranderende klimaat.

In de KNMI'14 klimaatscenario's zijn vier hoofdsenario's² (GL, GH, WL en WH; zie Bijlage 7 voor een korte beschrijving van de scenario's) beschikbaar met daarnaast nog een zogenaamd '2030-scenario'. Vanuit deze KNMI'14 klimaatscenario's is vervolgens gekozen om dit zogenaamde '2030-scenario' te gaan hanteren. Dit is een variant op de vier hoofdsenario's waar voor 2030 het gemiddelde van de vier hoofdsenario's is berekend. In de KNMI'14-klimaatscenario's is 1995 het basisjaar waaruit alle scenario's hun startpunt hebben. Voor elke 5 jaar heeft het KNMI vervolgens per scenario (de vier hoofdsenario's en het 2030-scenario) een modelberekening gemaakt met voor elk scenario specifieke aannames over het klimaat. Dus in 2000 wijkt het klimaat in de scenario's al van elkaar af en is ook afwijkend van het daadwerkelijk waargenomen klimaat.

In het 2030-scenario heeft het KNMI dus in de periode 2000 t/m 2030 voor elke vijf jaar het weer voor een 30-jarige periode rondom dat jaar berekend. Het basisjaar 1995 bevat de daadwerkelijke gemeten weersgegevens. Dus voor bijvoorbeeld 2020 heeft het KNMI het weer berekend voor de periode 1 januari 2006 tot en met 31 december 2035, oftewel t-14 tot en met t+15. Op basis van die weersgegevens kan dan vervolgens het verwachte klimaat in 2020 worden berekend.

Tijdens het verwerken van de KNMI'14-scenario's was niet bekend dat deze dagelijkse weersgegevens beschikbaar waren. Er is toen besloten om de formule die in het rapport van Visser was gebruikt ook te gebruiken om het gemiddelde aantal graaddagen in een jaar te berekenen voor de resultaten van de KNMI'14-scenario's. Die formule was de uitkomst van een regressieanalyse uit die studie en gebruikt de gemiddelde jaartemperatuur (T_j) om het aantal graaddagen te berekenen. De kentallen uit de formule zijn geschatte coëfficiënten die de relatie tussen jaartemperatuur en graaddagen beschrijven.

² De gegevens van de scenario's zijn beschikbaar via de site van de KNMI Klimaatscenario's (http://climexp.knmi.nl/scenarios_knmi14_form.cgi) of via Github (<https://github.com/bessembi/knmitransformerReeksen/tree/master/tg>).

$$(3) \quad GD_{T_{\text{klimaat}_j}} = 6369 - 337 \times T_{\text{klimaat}_j}$$

De jaargemiddelde temperatuur is het gemiddelde van alle jaargemiddelde maandtemperaturen in de 30 jaar rondom het zichtjaar.

$$(4) \quad T_{\text{klimaat}_j} = \left(\sum_{j=-14}^{j+15} \left(\sum_{m=1}^{m=12} T_{\text{gem}_{j_m}} \right) \right) / (12 \times 30)$$

$GD_{T_{\text{klimaat}_j}}$ Aantal graaddagen in een jaar berekend op basis van de gemiddelde temperatuur per dag volgens het gemiddelde over een periode van 30 jaar.

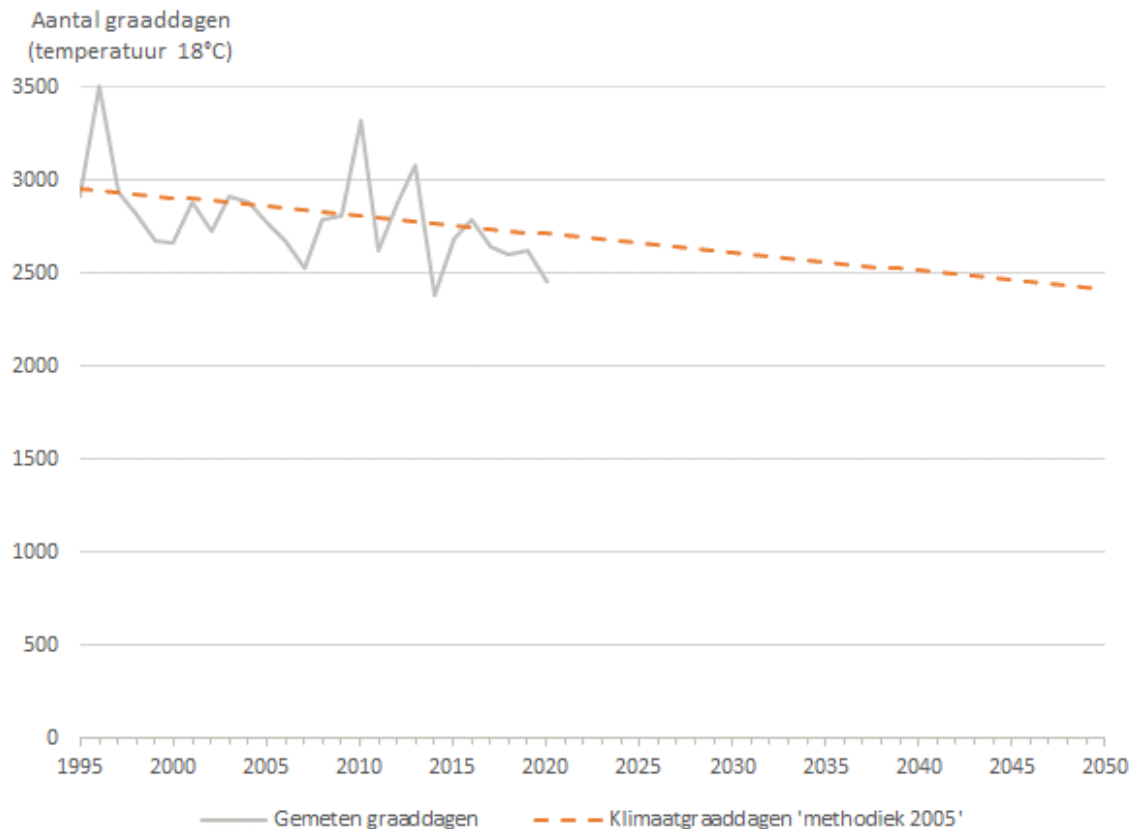
T_{klimaat_j} Gemiddelde temperatuur in °C over een periode van 30 jaar.

$T_{\text{gem}_{j_m}}$ Gemiddelde temperatuur in °C in een maand van het betreffende jaar.

In figuur 2.1 staan de berekende graaddagen op basis van waarnemingen door het KNMI en de klimaatgraaddagen waarmee sinds 2016 is gerekend.

Figuur 2.1

Gemeten en berekende klimaatgraaddagen volgens 'methodiek 2005'.



2.2 Weerscorrectie historisch energiegebruik

In de energiebalans wordt voor de historische jaren het totaal verbruik van gas van de sectoren huishoudens, diensten³, landbouw en een aantal sectoren van de nijverheid gecorrigeerd voor het weer. Dit wordt gedaan met de verhouding tussen het 30-jarig gemiddelde van het aantal klimaatgraaddagen ($GD_{T_{klimaat_j}}$ uit vergelijking (3) van de vorige paragraaf) en het gemeten aantal graaddagen (GD_{T_j} uit vergelijking (1) van de vorige paragraaf).

Vanuit het rapport van Visser zijn ook gegevens beschikbaar over het aantal graaddagen berekend op basis van de gemeten weersgegevens van het KNMI. Deze graaddagen waren gemiddeld 32 graaddagen hoger dan de graaddagen die op basis van vergelijking (1) berekend konden worden. Zeer waarschijnlijk had dit er mee te maken dat Visser gehomogeniseerde⁴ weersgegevens gebruikte en het KNMI via zijn normale dataplatformen alleen niet-gehomogeniseerde weersgegevens beschikbaar stelde. Er is toen besloten om bij de jaarlijkse berekende graaddagen op basis van de KNMI-weersgegevens 32 graaddagen op te tellen.

Niet al het gasverbruik is gevoelig voor het weer, zoals het verbruik voor warm tapwater en koken. Daarom wordt per sector een correctiewaarde, een aftrekpost, gebruikt om tot het weersgevoelige gasverbruik te komen. In Tabel B1 staat een overzicht van de aangenomen correctiewaarden.

Gasverbruik huishoudens (zie na vergelijking (11) op bladzijde 12 voor een verklaring van de gebruikte termen)

$$(5) \quad vS_{gas_{cor_j}} = (vS_{gas_{stat_j}} - cf_j) \times \frac{GD_{T_{klimaat_j}}}{GD_{T_j} + 32} + cf_j$$

Gasverbruik diensten

$$(6) \quad vS_{gas_{cor_j}} = \left(vS_{gas_{stat_j}} \times (1 - cf_j) \right) \times \frac{GD_{T_{klimaat_j}}}{GD_{T_j} + 32} + \left(vS_{gas_{stat_j}} \times cf_j \right)$$

Gasverbruik landbouw en sectoren nijverheid

$$(7) \quad vS_{gas_{cor_j}} = cf_j \times \frac{GD_{T_{klimaat_j}}}{GD_{T_j} + 32} + \left(vS_{gas_{stat_j}} - cf_j \right)$$

Ook wordt de warmtelevering naar de sectoren huishoudens, diensten en landbouw gecorrigeerd. Dit wordt aan de hand van de verhouding in het gewijzigd gasverbruik gecorrigeerd.

Warmtelevering huishoudens, diensten en landbouw

$$(8) \quad lev_{warmte_{cor_j}} = lev_{warmte_{stat_j}} \times \frac{vS_{gas_{cor_j}}}{vS_{gas_{stat_j}}}$$

³ Vanuit de energiebalans van het CBS bestaat de hiergenoemde sector diensten zowel uit de sector 'G-S, U Dienstverlening' als uit de sector 'Overige afnemers onbekend'.

⁴ Bij het homogeniseren worden de gemeten weersgegevens gecorrigeerd vanwege veranderingen in het meetinstrument, verplaatsing van het meetinstrument of veranderingen in de omgeving van het meetinstrument.

Omdat in de energiebalans vraag en aanbod gelijk moeten zijn, moet naast de vraagkant ook aan de aanbodzijde iets wijzigen. De wijzigingen bij het gasverbruik worden verwerkt in de invoer van aardgas en de wijzigingen in de warmtelevering worden gecorrigeerd bij de energiebedrijven. De wijziging in de geproduceerde warmte uit de WKK bij de energiebedrijven is gelijk aan de totale wijziging van de warmtelevering aan de sectoren. Vanwege de gewijzigde warmteproductie moet ook de aardgasinzet in de WKK worden aangepast. Dit wordt gedaan met een factor 0,5 (zie voetnoot ⁵) van de gewijzigde warmteproductie.

Warmteproductie energiebedrijven

$$(9) \quad prod_{warmte_{cor_j}} = prod_{warmte_{stat_j}} + lev_{warmte_{cor_j}} - lev_{warmte_{stat_j}}$$

Gasverbruik energiebedrijven

$$(10) \quad inzetwkk_{gas_{cor_j}} = inzetwkk_{gas_{stat_j}} + 0,5 \times (prod_{warmte_{cor_j}} - prod_{warmte_{stat_j}})$$

Import gas

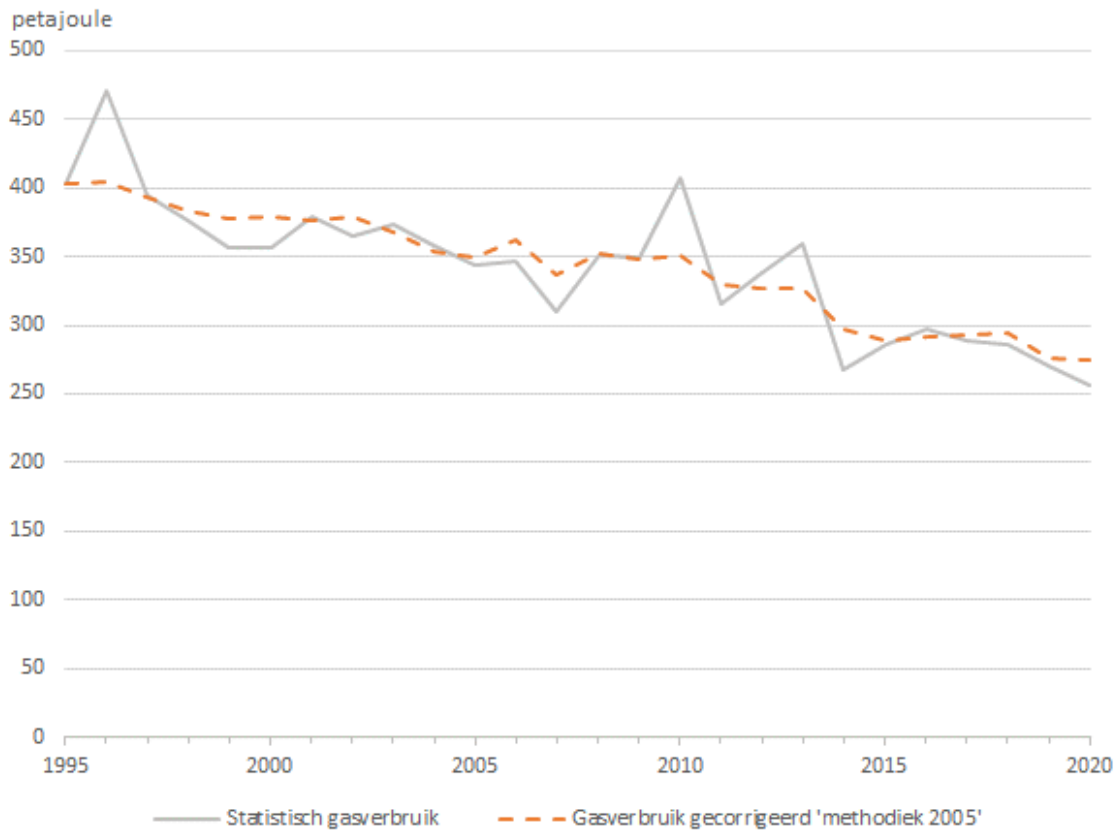
$$(11) \quad imp_{gas_{cor_j}} = imp_{gas_{stat_j}} + (vs_{gas_{cor_j}} + inzetwkk_{gas_{cor_j}}) - (vs_{gas_{stat_j}} + inzetwkk_{gas_{stat_j}})$$

$vs_{gas_{cor_j}}$	Totaal verbruik aardgas in de betreffende sector in een jaar gecorrigeerd voor weersinvloeden.
$vs_{gas_{stat_j}}$	Totaal verbruik aardgas in de betreffende sector in een jaar volgens de statistiek.
$GD_{T_{klimaat_j}}$	Aantal graaddagen in een jaar berekend op basis van de gemiddelde temperatuur per dag volgens het gemiddelde over een periode van 30 jaar.
GD_{T_j}	Aantal graaddagen in een jaar berekend op basis van de gemiddelde temperatuur per dag.
cf_j	Correctiewaarde voor het deel van het verbruik van aardgas dat niet voor ruimteverwarming bestemd is.
$lev_{warmte_{cor_j}}$	Levering van warmte naar de betreffende sector in een jaar gecorrigeerd voor weersinvloeden.
$lev_{warmte_{stat_j}}$	Levering van warmte naar de betreffende sector in een jaar volgens de statistiek.
$prod_{warmte_{cor_j}}$	Productie van warmte bij de energiebedrijven in een jaar gecorrigeerd voor de gewijzigde warmtelevering.
$prod_{warmte_{stat_j}}$	Productie van warmte bij de energiebedrijven in een jaar volgens de statistiek.
$inzetwkk_{gas_{cor_j}}$	Inzet van aardgas bij de energiebedrijven in een jaar gecorrigeerd voor de gewijzigde warmteproductie.
$inzetwkk_{gas_{stat_j}}$	Inzet van aardgas bij de energiebedrijven in een jaar volgens de statistiek.
$imp_{gas_{cor_j}}$	Import van aardgas in een jaar gecorrigeerd voor het gewijzigde aardgasverbruik.
$imp_{gas_{stat_j}}$	Import van aardgas in een jaar volgens de statistiek.

⁵ Met de factor 0,5 wordt ervan uitgegaan dat om met een WKK-installatie 1 petajoule extra warmte te produceren slechts 0,5 petajoule aan extra gasverbruik nodig is (ECN 2001).

Voor de huishoudens is dan het resultaat zichtbaar in figuur 2.2.

Figuur 2.2
Statistisch en voor weer gecorrigeerd gasverbruik huishoudens.



2.3 Klimaatcorrectie in de ramingen

In de rekenmodellen die voor de ramingen worden gebruikt worden berekeningen gemaakt voor de energievraag voor toekomstige jaren gecorrigeerd voor de ontwikkeling van het klimaat. Deze rekenmodellen gaan uit van een nuttige energievraag voor ruimteverwarming, warmwater, koken, koeling en allerlei verschillende elektrische apparaten. Algemeen wordt in de projecties alleen de nuttige vraag voor ruimteverwarming gecorrigeerd voor het veranderende klimaat⁶. De nuttige vraag voor ruimteverwarming kan vervolgens ingevuld worden met technieken op gas (CV-ketels), elektriciteit (warmtepompen), een combinatie daarvan (hybride warmtepompen) en door warmtelevering. Uiteindelijk heeft in de projecties de klimaatverandering dus invloed op zowel het gasverbruik, elektriciteitsverbruik als de levering van warmte. Voor de statistiek heeft voorlopig nog alleen het gasverbruik voor de warmtelevering een weerscorrectie. Het elektriciteitsverbruik voor ruimteverwarming is nog te klein om daar een goede analyse voor uit te kunnen voeren.

⁶ Bij diensten wordt er ook rekening mee gehouden dat er in de zomer meer ruimtekoeling plaats zal gaan vinden. Dit wordt niet in dit rapport besproken.

De nuttige vraag naar ruimteverwarming wordt berekend aan de hand van de verandering van het klimaat ten opzichte van het klimaat in het basisjaar.

$$(12) \quad nv_j = nv_{bj} \times \frac{GD_{T_{klimaat_j}}}{GD_{T_{klimaat_{bj}}}}$$

nv_j	Nuttige vraag naar ruimteverwarming in het betreffende jaar.
nv_{bj}	Nuttige vraag naar ruimteverwarming in het basisjaar.
$GD_{T_{klimaat_j}}$	Aantal graaddagen in een jaar berekend op basis van de gemiddelde temperatuur per dag volgens het gemiddelde over een periode van 30 jaar.
$GD_{T_{klimaat_{bj}}}$	Aantal graaddagen in het basisjaar berekend op basis van de gemiddelde temperatuur per dag volgens het gemiddelde over een periode van 30 jaar.

2.4 Waarom op zoek naar een nieuwe methodiek?

Er is een aantal redenen om de ‘methodiek 2005’ te verbeteren en meteen op zoek te gaan mogelijke andere verbeteringen. In voorgaande tekst is al een aantal verbeterpunten genoemd:

1. Zoals uit de vergelijkingen (3) en (4) is op te maken wordt het toekomstige klimaat berekend aan de hand van formules. Bij het ontwikkelen van de ‘methodiek 2005’ waren nog geen uitgebreide gegevens uit klimaatscenario’s beschikbaar. Vanuit de KNMI’14-scenario’s zijn die uitgebreide gegevens wel beschikbaar, maar in 2016 is besloten om de methode achter de ‘methodiek 2005’ te blijven gebruiken. Hier kan dus nu een verbetering in worden gemaakt.
2. In 2005 waren de openbaar beschikbare weersgegevens van het KNMI nog niet gehomogeniseerd. Er was al wel bekend dat er door wijzigingen in de meet situatie inconsistenties in de meetwaardes zaten. Gemiddeld moesten voor het weerstation De Bilt de jaarlijkse graaddagen met 32 graaddagen opgehoogd worden. Sinds 2016 zijn de gegevens van de vijf belangrijkste weerstations (waaronder De Bilt) nu gehomogeniseerd (Brandsma 2016), waardoor die correctie van 32 graaddagen niet meer nodig is.
3. In vergelijkingen (5), (6) en (7) worden jaarlijkse correctiewaardes gebruikt om van het totale gasverbruik van een sector tot een gasverbruik te komen dat gevoelig is voor het weer (alleen het gasverbruik voor ruimteverwarming is gevoelig voor het weer). Voor deze jaarlijkse correctiewaardes, zoals vermeld in Tabel B1, zijn geen zekere statistische gegevens bekend. Er wordt dan ook gebruik gemaakt van modelresultaten. De vraag is dan: is er een nieuwe methodiek te ontwikkelen waarbij deze correctie niet meer nodig is? Daarnaast worden voor een aantal sectoren gegevens gebruikt die jaarlijks moeten worden aangepast. Zoals uit Tabel B1 blijkt is dit niet elk jaar zorgvuldig bijgehouden.

In bijlage 2 is een berekening gemaakt waarbij zichtbaar is wat de verschillen zijn als bovenstaande punten al eerder waren aangepast.

Als dan toch wordt gekeken naar bovenstaande punten zijn nog enkele andere verbeteringen denkbaar:

4. Als naar figuur 2.2 wordt gekeken zijn in de klimaatgecorrigeerde lijn nog lokale pieken en dalen te zien die niet door andere oorzaken (zoals een plotseling effect dat iedereen een jaar gaat thuiswerken) verklaard kunnen worden. Is er een methodiek te bedenken die hier beter mee omgaat?
5. Een ander punt is hoe om moet worden gegaan met het gegeven dat de KNMI'14-scenario's 1995 als basisjaar hebben. Op basis van waarnemingen kan het klimaat al berekend worden tot en met 2006^{7,8}. Het KNMI werkt aan nieuwe scenario's (KNMI 2021) maar daarvan worden de resultaten pas in 2023 verwacht.
6. Is er een methode te bedenken die breder gebruikt kan worden dan alleen voor de Klimaat- en Energieverkenning?

Naast de correctie van de sector huishoudens zijn ook andere sectoren in het energiegebruik gevoelig voor de jaarlijkse weersfluctuaties. Voor die sectoren moet worden bezien of de aanpak uit de 'methodiek 2005' wel geschikt is.

7. In de 'methodiek 2005' wordt het totaal verbruik van aardgas gecorrigeerd. Met name bij de landbouw bevat dit ook een deel voor de inzet van de WKK, waarvan het de vraag is of dit afhankelijk is van de warmtevraag of juist van de elektriciteitsproductie. Door de correctiewaarde wordt het energiegebruik wel gecorrigeerd, maar het is maar de vraag in hoeverre deze correctie juist is. Bij de diensten wordt ook het verbruik van de sector 'Overige afnemers onbekend' meegenomen. In deze laatste sector is voor een aantal jaar een grote hoeveelheid verbruik van gas meegenomen (2007 t/m 2014 tot maximaal 37 petajoule per jaar) om de velden voor gasopslag op druk te brengen (het zogenaamde kussengas). Dit verbruikte gas moet helemaal niet gecorrigeerd worden voor de jaarlijkse weersinvloeden.
8. In de 'methodiek 2005' worden de sectoren huishoudens, diensten, landbouw en een aantal sectoren van de nijverheid gecorrigeerd voor de jaarlijkse weersinvloeden. Voor de huishoudens en diensten ligt dit zeer voor de hand. Bij de landbouw kan worden gevraagd in hoeverre het verbruik afhankelijk is van het klimaat. Een deel van het gasverbruik wordt ook ingezet voor de productie van elektriciteit (voor eigen belichting of voor leveringen aan het net) en omdat de glastuinbouw behoefte heeft aan CO₂. Bij de industrie is het grootste deel van het gasverbruik bestemd voor het productieproces, wat zo goed als niet gevoelig is voor het veranderende klimaat. Wat is de meerwaarde van een deel van het gasverbruik voor de industrie corrigeren voor het veranderende klimaat en de jaarlijkse weersinvloeden?

⁷ Voor het klimaat van 2006 zijn de waarnemingen van 2021 nodig. Het klimaat van 2006 wordt namelijk gebaseerd op de waarnemingen uit de jaren 1992 t/m 2021 (t-14 tot en met t+15).

⁸ De analyses voor dit rapport zijn allemaal in 2021 uitgevoerd, daarom wordt er in dit rapport nog vanuit gegaan dat het klimaat slechts tot en met 2005 te berekenen is.

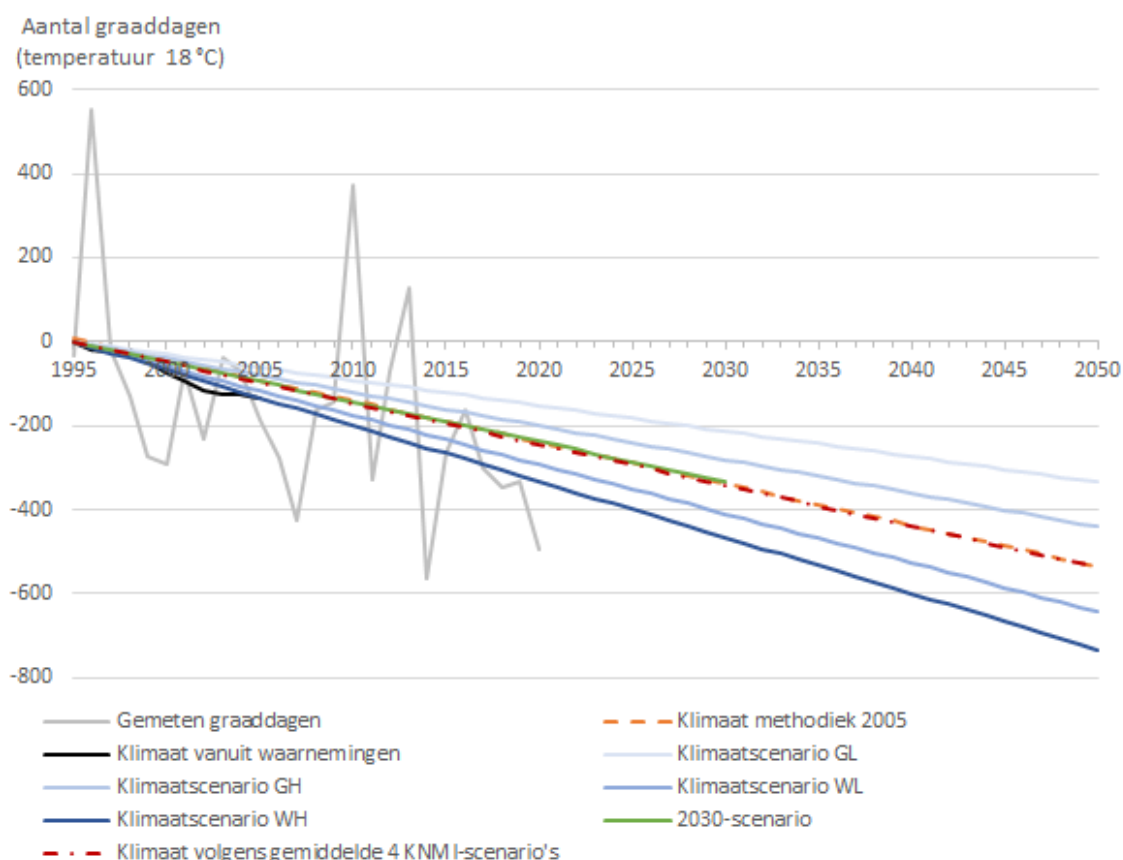
3 Zoektocht naar een verbeterde methode voor weers- en klimaatcorrectie

3.1 Verbetering bepaling klimaatgraaddagen

De eerste stap voor het verbeteren van de methode is de bepaling van de klimaatgraaddagen (verbeterpunten 1, 4 en 5 uit paragraaf 2.4). De basis blijft de KNMI'14-scenario's. Tot nu toe is het '2030-scenario' gebruikt voor de klimaatcorrectie van de historische energiebalans en in de Nationale Energieverkenningen en Klimaat- en Energieverkenningen sinds 2014. Hiervoor werden niet de dagelijkse scenariogegevens gebruikt maar zijn via de formule uit het rapport van Visser de klimaatgraaddagen geschat. Dit is gedaan voor de gehele periode 1995 t/m 2030 en vervolgens lineair doorgetrokken naar 2050.

Figuur 3.1

Verschil in gemeten graaddagen en in klimaatgraaddagen volgens verschillende scenario's, ten opzichte van de klimaatgraaddagen in 1995.



In figuur 3.1 staan de graaddagen zoals die berekend zijn voor de huidige 'methodiek 2005'. Te zien zijn de vier hoofdscenario's (GL, GH, WL en WH) uit de KNMI'14 klimaatscenario's met daarbij ook het '2030-scenario'. De vier hoofdscenario's onderscheiden zich door enerzijds de wereldwijd

gemiddelde temperatuurstijging (in de W-scenario's hoger dan in de G-scenario's) en anderzijds de verandering in het luchtstromingspatroon (in de L-scenario's weinig verandering en in de H-scenario's een grote verandering).

Er valt een aantal dingen op. Zoals te zien wijkt het klimaat volgens de 'methodiek 2005' nauwelijks af van het 2030-scenario. Het blijkt dus dat met de formule van Visser de graaddagen zeer nauwkeurig geschat konden worden. Wat ook opvalt in figuur 3.1 is dat het berekende klimaat vanuit de historische waarnemingen het WH-scenario met de grootste klimaatopwarming lijkt te volgen.

Uit de figuur zou geconcludeerd kunnen worden dat het WH-scenario de beste schatting geeft van het te volgen klimaatscenario. In de KEV wordt niet uitgegaan van uiterste scenario's, maar van een te verwachten gemiddelde ontwikkeling op basis van het beleid in een bepaalde mondiale omgeving.

Het blijkt moeilijk om een keuze voor één van de klimaatscenario's te onderbouwen. Het KNMI stelt dat elk scenario een even grote kans heeft. Uit de vorige alinea blijkt ook dat geen van de klimaatscenario's voldoende past bij de uitgangspunten van de KEV. Na overleg met onder andere het KNMI is daarom besloten om het gemiddelde van de uitkomsten van deze vier hoofdsenario's te nemen. De berekende graaddagen vanuit de vier hoofdsenario's liggen gelijkmatig verspreid. Het verschil in graaddagen tussen iedere opeenvolgende lijn in de figuur is ongeveer gelijk. Dit versterkt de aanname dat als er een gemiddeld scenario was geweest (qua opwarming en verandering van luchtstroming), deze ongeveer de lijn volgens het gemiddelde van de vier hoofdsenario's zou volgen.

Dan rest nog de vraag wat gedaan moet worden met de klimaatgraaddagen voor historische jaren. Tot en met 2006 kunnen die op basis van waarnemingen bepaald worden⁷ en idealiter gebruik je deze metingen als historie. Maar hoe ontwikkelt het klimaat zich dan vanaf 2006? Wordt dezelfde trend aangehouden als die van het gemiddelde van de vier KNMI-scenario's uit figuur 3.1 (ontwikkeling evenwijdig aan gemiddelde), of beweegt het klimaat zich in de richting daarvan (ontwikkeling naar het gemiddelde toe)? En in het laatste geval, in welk jaar zal het klimaat dan gelijk worden aan het gemiddelde?

Allerlei vragen waar niet eenvoudig een antwoord op te geven is. Na uitgebreide discussie is besloten om geen waarnemingen te gebruiken maar om voor de jaren 1995 tot en met 2006 ook de resultaten van het gemiddelde van de klimaatscenario's te gebruiken. Totdat het KNMI met nieuwe scenario's komt, wordt geheel het gemiddelde van de vier KNMI¹⁴ klimaatscenario's gevolgd. Dit zal ook niet tot wijzigingen in het energiegebruik van diverse sectoren leiden, want zoals in figuur 3.1 te zien wijkt het klimaat volgens het gemiddelde van de vier KNMI-scenario's nauwelijks af van het klimaat dat in de 'methodiek 2005' wordt gebruikt.

Uiteindelijk zal dus met punt 5 uit de verbeterlijst uit paragraaf 2.4 op dit moment niets gedaan worden. In 2023 worden de resultaten van de nieuwe klimaatscenario's van het KNMI verwacht. In deze nieuwe scenario's is dan rekening gehouden met de nieuwste ontwikkelingen in het historisch klimaat. Zodra deze gegevens beschikbaar zijn, zullen ze de huidige aannames vervangen.

De vorige stap ter verbetering van de 'methodiek 2005', het wijzigen van de trendlijn van het klimaat, lost niet het probleem op van de pieken en dalen in historische relatief warme en koude jaren. Er zullen dus ook nog andere parameters moeten worden aangepast om het probleem van die

pieken en dalen te verminderen. In bijlage 2 staat een aparte analyse waarbij een aantal varianten met elk specifiek gewijzigde parameters is doorgerekend. Ook deze analyse leidt niet tot een beter resultaat.

3.2 Profielenmethodiek aardgas

Die verbetering lijkt gevonden te kunnen worden in de profielenmethodiek aardgas. Dit is een weerscorrectie-methode die energieleveranciers al jaren gebruiken om een zogenaamd standaard jaarverbruik te berekenen. Het standaard jaarverbruik (SJV) is het verwachte jaarverbruik van gas op een aansluiting (bijvoorbeeld een woning) in een jaar met gemiddelde klimaatomstandigheden. Dit standaard jaarverbruik vertoont veel minder pieken en dalen. Deze methode is ook door de Autoriteit Consument en Markt vastgelegd in een informatiecode⁹, waarin de verantwoordelijkheid van marktpartijen bij het gebruik van weers- en verbruiksgegevens is vastgelegd. Alle gegevens worden opgeslagen in een centrale database, waar het CBS vervolgens de benodigde gegevens uit krijgt. Dit gasverbruik is al gecorrigeerd voor de weersfluctuaties. Het CBS krijgt ook één factor aangeleverd, namelijk de factor waarmee de energiebedrijven het daadwerkelijk gemeten verbruik kunnen omrekenen naar het standaard jaarverbruik. Voor zijn energiestatistieken gebruikt het CBS deze factor om dit standaard jaarverbruik weer terug te rekenen naar het gemeten verbruik. De volgende paragraaf beschrijft de profielenmethodiek verder.

De profielenmethodiek aardgas is een methodiek waarmee op basis van het standaard jaarverbruik aardgas een schatting wordt gemaakt van de levering van aardgas aan specifieke aansluitingen per uur. Deze methodiek is ontwikkeld omdat de handel van aardgas is gebaseerd op de afname per uur, maar het werkelijke verbruik alleen bekend is door meteropnames per jaar. Het is namelijk niet verplicht om de zogenaamde slimme meters meer dan één keer per jaar te laten uitlezen.

De levering voor een uur wordt bepaald door een profielfractie te vermenigvuldigen met het standaard jaarverbruik. De profielfractie bestaat uit een aantal onderdelen, of parameters, die eerst bepaald moeten worden.

⁹ <https://wetten.overheid.nl/BWBR0037934/2021-07-01>

Voor elk uur van het jaar wordt eerst een actuele temperatuurfactor (TAC) berekend. Hiervoor worden de volgende weergegevens gebruikt:

- Gemiddelde temperatuur van het betreffende uur in °C (T_u)
- Gemiddelde windsnelheid in m/s over de laatste 10 minuten van het uur (W_u)
- Globale instraling in J/cm² van betreffende uur (Q_u).
- Gemiddelde temperatuur van de vorige dag en de dag ervoor (T_{d-1}, T_{d-2})
- Gemiddelde windsnelheid van de vorige dag en de dag daarvoor (W_{d-1}, W_{d-2})
- Zes weerstations met weegfactoren.

$$(13) \quad T_{f_u} = \frac{6 \times (T_u - \sqrt{W_u}/0,35) + 3 \times (T_{d-1} - \sqrt{W_{d-1}}/0,35) + (T_{d-2} - \sqrt{W_{d-2}}/0,35)}{10} + Q_u/40$$

$$(14) \quad TAC_u = 0,28 \times T_{f_{u_{De\ Bilt}}} + 0,14 \times T_{f_{u_{Eelde}}} + 0,15 \times T_{f_{u_{Maastricht}}} + 0,15 \times T_{f_{u_{De\ Kooy}}} \\ + 0,12 \times T_{f_{u_{Vlissingen}}} + 0,16 \times T_{f_{u_{Twenche}}}$$

T_{f_u}	Gecombineerde weersfactor met temperatuur, wind en zon in een uur.
T_u	Gemiddelde temperatuur in °C in een uur.
T_{d-1}	Gemiddelde temperatuur in °C van de vorige dag.
T_{d-2}	Gemiddelde temperatuur in °C twee dagen terug.
W_u	Gemiddelde windsnelheid in m/s in de laatste 10 minuten van het uur.
W_{d-1}	Gemiddelde windsnelheid in m/s van de vorige dag.
W_{d-2}	Gemiddelde windsnelheid in m/s twee dagen terug.
Q_u	Totale globale zoninstraling in J/cm ² in een uur.
TAC_u	De gemeten weersfactor in het betreffende uur.

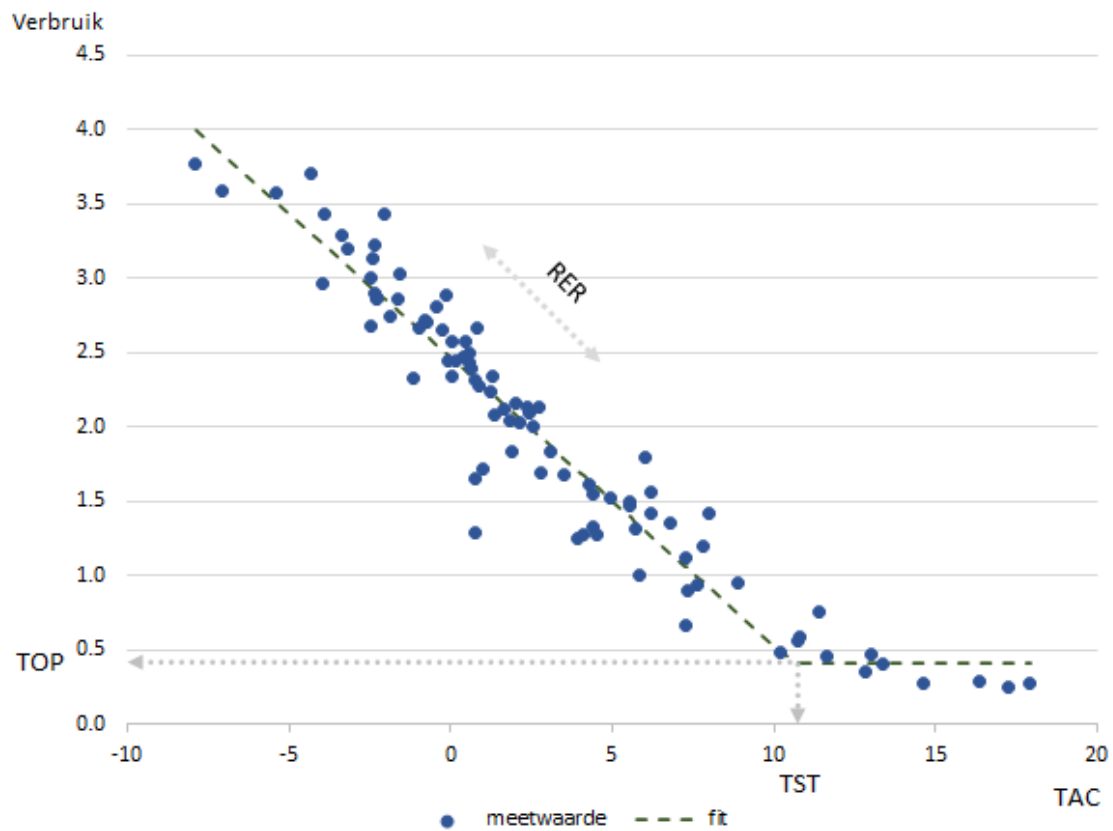
Voor elk uur van het jaar worden ook voor vier zogenaamde standaarddagen (stook of niet-stookseizoen en werkdag of weekenddag) de parameters hieronder bepaald. Dit gebeurt met een regressieanalyse.

- RER, de regressiecoëfficiënt, de hellingshoek, oftewel verbruik per graaduur.
- TST, de stooktemperatuur. De temperatuur waarbij er aardgasverbruik voor verwarmen plaats gaat vinden.
- TOP, het temperatuuronafhankelijke verbruik.

In figuur 3.2 staat dit weergegeven voor één bepaald uur op een standaarddag. Een standaarddag wordt dan onderscheiden tussen het stookseizoen en niet-stookseizoen en tussen een werkdag en weekenddag. Om dan voldoende meetwaardes te hebben voor de regressieanalyse worden de meetwaardes over een periode van drie jaar gebruikt. Voor een werkdag in het stookseizoen bestaat dit uit ruim 450 meetwaardes (verbruiken van gas). Als deze meetwaarde vervolgens gerelateerd wordt aan de TAC is duidelijk een knippunt in de puntenwolk zichtbaar. Het vlakke gedeelte van de puntenwolk betreft dan het verbruik niet bestemd voor ruimteverwarming in het betreffende uur en de helling aan de linkerkant de relatie tussen de TAC en het verbruik van gas.

Figuur 3.2

Regressieanalyse ten behoeve van het bepalen van TST, RER en TOP¹⁰.



De profielfractie (Pf_u) wordt vervolgens berekend met de volgende formule.

$$(15) \quad Pf_u = \max(TOP_u, (TST_u - TAC_u) \times RER_u + TOP_u)$$

Het daadwerkelijke verbruik in het betreffende uur wordt dan berekend aan de hand van:

$$(16) \quad Verbruik_u = SJV_j \times Pf_u$$

Pf_u	Profielfractie in het betreffende uur.
TOP_u	Weersonafhankelijk deel van de gemeten weersfactor in het betreffende uur.
TST_u	Weersfactor in het betreffende uur waarboven aardgasverbruik voor ruimteverwarming gaat plaatsvinden.
TAC_u	De gemeten weersfactor in het betreffende uur.
RER_u	De hellingshoek van de regressielijn in het betreffende uur.
$Verbruik_u$	Daadwerkelijk verbruik van aardgas in het betreffende uur.
SJV_j	Standaard jaarverbruik van aardgas in het betreffende jaar.

¹⁰ Deze figuur dient als voorbeeld. De exacte grootte en eenheden doen er in dit voorbeeld niet toe.

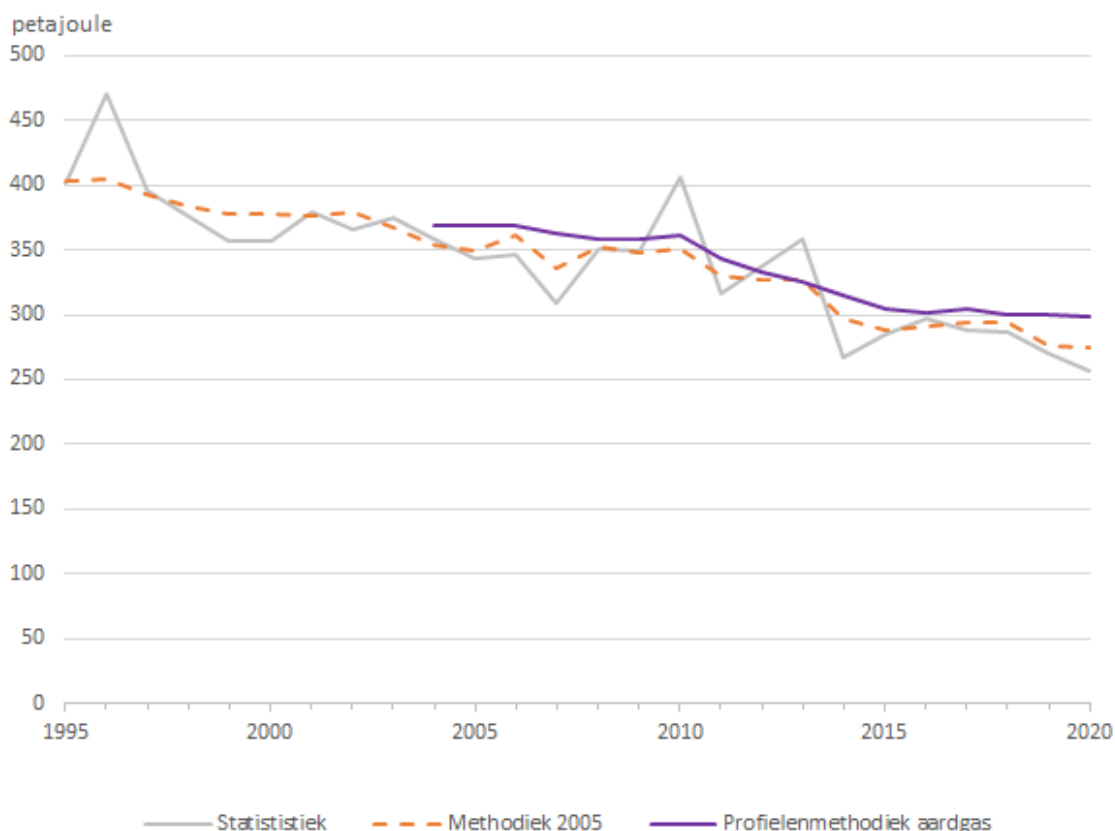
Door de profielfracties van alle uren in een jaar op te tellen, wordt een indicator verkregen waarmee het weer in het betreffende jaar kan worden gekenschetst. Vanuit het gemiddelde van alle profielfactoren voor 30 jaar (t-30 tot en met t-1) wordt vervolgens een gemiddeld klimaat berekend.

Vanuit een centrale database, waarin alle gasleveranciers het standaard jaarverbruik bijhouden, krijgt het CBS per gebruiker de SJV's aangeleverd. Daarbij krijgen ze ook de gesommeerde profielfractie. Hiermee kan het CBS dan vanuit het klimaatgecorrigeerde verbruik (SJV) het daadwerkelijk verbruik berekenen.

Nadat de daadwerkelijke meterstand van een verbruiker is opgenomen, kan aan de hand van die daadwerkelijke meterstand en de gemeten profielfactor in het betreffende jaar en de profielfactor van het klimaat een nieuw standaardjaarverbruik (SJV) worden berekend. Er zit dus altijd enige vertraging in het verloop van het gasverbruik over de jaren.

Als de hierboven beschreven methodiek wordt toegepast op het gasverbruik van de huishoudens leidt dit tot figuur 3.3.

Figuur 3.3
Gasverbruik huishoudens volgens statistiek, 'methodiek 2005' en de profielenmethodiek aardgas.



De resultaten vanuit de profielenmethodiek aardgas zijn slechts vanaf 2004 beschikbaar. Als naar bovenstaande figuur wordt gekeken vallen twee zaken op. Allereerst vertoont de lijn vanuit de profielenmethodiek een minder grillig verloop dan de 'methodiek 2005', al is wel zichtbaar dat ook de profielenmethodiek een probleem heeft met een relatief koud jaar als 2010. Een andere opvallende zaak is dat de lijn vanuit de profielenmethodiek aardgas zo goed als altijd hoger is dan de lijn uit de

‘methodiek 2005’. Dit wordt veroorzaakt doordat in de ‘methodiek 2005’ het klimaat wordt berekend rondom het zichtjaar (t-14 tot en met t+15) en in de profielenmethodiek aardgas op basis van het klimaat van ongeveer 15 jaar terug (t-30 tot en met t-1). De profielenmethodiek aardgas gaat dus uit van een kouder klimaat dan de ‘methodiek 2005’.

Met name de laatste aanname maakt de profielenmethodiek aardgas ongeschikt om voor de KEV te gaan gebruiken. In de KEV is het standpunt om uit te gaan van het huidige klimaat. Dat betekent dat voor een bepaald jaar het klimaat moet worden berekend met het weer rondom dat jaar (t-14 tot en met t+15).

Als de profielenmethodiek aardgas ook het huidige klimaat mee kan nemen, kan het een geschiktere methode voor weerscorrectie zijn dan de ‘methodiek 2005’. De uitschieters in het energieverbruik door afwisselend relatief koude en warme winters worden beter gecorrigeerd.

3.3 KEV-SJV methodiek

Uit analyse van de profielenmethodiek aardgas blijkt dat deze om praktische redenen niet in bestaande vorm toepasbaar is in de KEV. Er is daarom een variant op de profielenmethodiek aardgas onderzocht en ontwikkeld, die als naam de KEV-SJV methodiek heeft gekregen.

Om de profielenmethodiek aardgas voor de KEV te gebruiken is het noodzakelijk die te combineren met de gegevens uit de klimaatscenario’s van het KNMI. Dat is nodig om het klimaat te kunnen bepalen. De gegevens uit die scenario’s zijn echter slechts op dagniveau beschikbaar, terwijl de profielenmethodiek aardgas met urengegevens werkt. Het is wel mogelijk daggegevens uit de klimaatscenario’s om te zetten naar urengegevens, maar dit maakt de methodiek zodanig minder transparant dat besloten is om dat niet te doen. De KEV-SJV methodiek maakt daarom gebruik van daggegevens uit de vier klimaatscenario’s.

3.3.1 Gebruikte gegevens

De regressieanalyse is helemaal uitgevoerd met de gemeten gegevens van het KNMI. Hiervoor zijn ook net iets andere gegevens gebruikt dan bij de profielenmethodiek aardgas:

- Historische weergegevens (temperatuur, wind, zon) per dag van de zes in tabel 3.1 genoemde weerstations over de periode 1/1/1981 t/m 31/12/2020.
- Gerealiseerde levering van aardgas met de zogenaamde profielcategorie G1A per uur over de periode 1/1/2015 t/m 31/12/2020. In de profielcategorie G1A zitten alle kleinverbruikers met een verbruik kleiner dan 5000 m³ en gasmeter van G6 of kleiner. Dit zijn voor het grootste deel de huishoudens, maar de huishoudens hebben ook verbruik in andere profielcategorieën (bijvoorbeeld de blokverwarming bij flats). Daarnaast zijn er ook kleinverbruikers binnen de dienstensectoren. De urengegevens van alle verbruikers in de profielcategorie G1A zijn vervolgens gesommeerd tot daggegevens.

De gerealiseerde levering van aardgas aan kleinverbruikers (profielcategorie G1A) is een gegeven dat door Gastransportservices (GTS) ter beschikking wordt gesteld aan De Energiemanager voor het opstellen van de verbruiksprofielen aardgas. Door GTS is goedkeuring gegeven om deze data ook te gebruiken voor dit onderzoek.

3.3.2 Onderzoek naar het optimale rekenmodel

Binnen de 'KEV-SJV methodiek' kunnen ook weer verschillende varianten of rekenmodellen opgesteld worden. Net als bij de profielenmethodiek aardgas wordt ook gebruik gemaakt van de parameters RER (de temperatuurafhankelijkheid), TST (stooktemperatuur) en TOP (het temperatuurafhankelijke deel). Echter afhankelijk van wat er precies wordt meegenomen, zijn hier verschillende aannames mogelijk.

Eerst wordt de temperatuurafhankelijkheid RER bepaald. Dit gebeurt middels een regressieanalyse met het aardgasverbruik per dag en gemiddelde daggegevens van het weer. De kwaliteit van de regressie wordt uitgedrukt met de Pearson correlatiecoëfficiënt (R^2). Voor deze regressieanalyse worden alleen de maanden januari en december gebruikt, omdat in deze maanden echt altijd sprake is van een temperatuurafhankelijk verbruik, zodat bij de regressieanalyse het temperatuurafhankelijke deel de analyse niet verstoort. In verdere analyses zal worden gekeken in hoeverre het gebruik van andere gegevens (andere maanden, andere historische weersgegevens) het resultaat beïnvloeden.

De varianten met betrekking tot het bepalen van de RER kenmerken zich door:

- Aantal en weging weerstations.
- Al dan niet meenemen van voorgaande dagen in de temperatuurfactor.
- Het effect van het betrekken van de windsnelheid in de temperatuurfactor.
- Het effect van het betrekken van de globale straling in de temperatuurfactor.

In Bijlage 4 zijn de resultaten gegeven van de regressieanalyses. Op basis van deze analyses zijn de volgende parameters vastgesteld voor de RER:

Tabel 3.1

Weging van de weerstations¹¹.

	Weging
De Kooy	0,25
De Bilt	0,05
Eelde	0,03
Twenthe	0,15
Vlissingen	0,25
Maastricht	0,27

De temperatuur in °C en de wind in m/s, als wortel van de windsnelheid, wordt zowel meegenomen voor de huidige dag als de dag ervoor, waarbij de huidige dag met een factor 0,65 wordt gewogen en de dag ervoor met een factor 0,35. Daarbij wordt ook nog $1/480^{\text{ste}}$ van de zoninstraling van de huidige dag in J/cm² meegenomen (zie ook de vergelijkingen (17) en (18)).

¹¹ Dat het weerstation De Bilt een kleine weging krijgt, terwijl de meeste mensen toch in de relatieve nabijheid van De Bilt (Randstad) wonen, heeft te maken dat met de weging van de uiterste punten in het land redelijk het gemiddelde weer in De Bilt kenmerkt. De Bilt als weerstation voegt dus weinig toe aan het gemiddelde voor Nederland.

Op basis van de resultaten van de regressieanalyse kan een model opgesteld worden voor het hele jaar. Dit model bestaat uit de parameters TST, RER en TOP die per dag van het jaar gebruikt kunnen worden. Daarbij worden de volgende uitgangspunten gebruikt:

- RER is bepaald door middel van een lineaire regressieanalyse waarbij steeds een aantal maanden samengevoegd is (december tot en met februari, maart en november, april en oktober en mei tot en met september).
- TOP, het temperatuurafhankelijke deel is bepaald door het gemiddelde van het dagvolume te nemen van de dagen met een weersfactor (Tf_d) hoger dan een grenswaarde (een factor 14 voor het model waarbij wind is meegenomen en een factor 17 voor het model waarbij wind niet is meegenomen). Op die dagen speelt ruimteverwarming hoogstwaarschijnlijk geen rol en is het verbruik niet bepaald door het weer (maar bijvoorbeeld door koken of warm tapwater). TOP is vervolgens voor alle dagen gelijkgesteld.
- TST wordt bepaald uit de resultaten van de regressie (RER) en TOP:
 $TST = (\text{Intercept} - TOP) / RER$
- De waarden van TST en RER voor de maanden juni, juli en augustus worden gelijkgesteld aan deze waarden van mei en september.
- TOP en RER hebben na bovenstaande analyse de eenheid m^3 . Deze worden gedeeld door de RER van de maanden december tot en met februari. Hiermee krijgen TOP en RER waarden die vergeleken kunnen worden met de 'methodiek 2005'.

$$(17) \quad Tf_d = 0,65 \times (T_d - \sqrt{W_d}) + 0,35 \times (T_{d-1} - \sqrt{W_{d-1}}) + Q_d/480$$

$$(18) \quad TAC_d = 0,25 \times Tf_{d_{DeKooy}} + 0,05 \times Tf_{d_{DeBilt}} + 0,03 \times Tf_{d_{Eelde}} + 0,15 \times Tf_{d_{Twenthe}} \\ + 0,25 \times Tf_{d_{Vlissingen}} + 0,27 \times Tf_{d_{Maastricht}}$$

Na deze bewerkingen zijn per maand van het jaar de TST, RER en TOP bekend. Deze kunnen toegepast worden voor de dagen in de betreffende maand, voor alle dagen van het jaar. De toepassing is hetzelfde als bij de profielenmethodiek.

$$(19) \quad GD_{T,W,S_d} = \max(TOP_d, (TST_d - TAC_d) \times RER_d + TOP_d)$$

Tf_d	Gecombineerde weersfactor met temperatuur, wind en zon op een dag.
T_d	Gemiddelde temperatuur in °C op een dag.
T_{d-1}	Gemiddelde temperatuur in °C van de vorige dag.
W_d	Gemiddelde windsnelheid in m/s op een dag.
W_{d-1}	Gemiddelde windsnelheid in m/s van de vorige dag.
Q_d	Totale globale zoninstraling in J/cm ² op een dag.
GD_{T,W,S_d}	Aantal graaddagen op een dag berekend op basis van de gemiddelde temperatuur, gemiddelde windsnelheid en zoninstraling op een dag en de dag ervoor.
TOP_d	Weersonafhankelijke deel van de gemeten weersfactor op de betreffende dag.
TST_d	Weersfactor op de betreffende dag waarboven aardgasverbruik voor ruimteverwarming gaat plaatsvinden.
TAC_d	De gemeten weersfactor op de betreffende dag.
RER_d	De hellingshoek van de regressielijn op de betreffende dag.

De som van het resultaat uit vergelijking (19) voor alle dagen in het jaar kan gezien worden als het aantal graaddagen in het betreffende jaar.

3.3.3 Resultaat

Op basis van de uitgangspunten uit de vorige paragraaf zijn verschillende rekenmodellen opgesteld. Alle rekenmodellen zijn daarna onderling vergeleken op basis van hun fit met het historisch aardgasverbruik. Als kwaliteitstoets voor de rekenmodellen wordt de Root Mean Square Error (RMSE) gebruikt.

In tabel 3.2 is van de verschillende rekenmodellen de kwaliteit van de regressieanalyse en van het totale rekenmodel gegeven. De tabel is gesorteerd naar oplopende RMSE, want hoe lager de RMSE hoe beter de voorspelkracht van een rekenmodel is.

Tabel 3.2
Regressiekwaliteit en modelkwaliteit van verschillende modellen.

Model	R ² RER	RMSE model
Meerdere weerstations ¹² temperatuur + wind + zon met historie van één dag ¹³	0,877	21741
Meerdere weerstations ¹² temperatuur + wind met historie van één dag ¹³	0,870	22093
De Bilt temperatuur + wind met historie van één dag ¹³	0,850	22801
De Bilt temperatuur + wind + zon met historie van één dag ¹³	0,856	22902
Meerdere weerstations ¹² alleen temperatuur met historie van één dag ¹³	0,852	24242
De Bilt alleen temperatuur met historie van één dag ¹³	0,833	24737
De Bilt alleen temperatuur en geen historie ¹⁴	0,785	26657
Methodiek 2005	n.v.t.	36939

Te zien is dat alle aanpassingen aan de reguliere graaddagenmethodiek leiden tot een aanzienlijk beter model dan de huidige graaddagenmethode. Onderling zijn de verschillen echter niet zo groot. Opvallend is dat de toevoeging van zon weinig meerwaarde heeft.

Als gekozen wordt voor het meest optimale model (op basis van de laagste RMSE) dan is dat de variant met alle variabelen. Als gekozen wordt voor een praktische variant dan is dat alleen op basis van de Bilt, met historie en effect van wind. Afhankelijk naar welke kwaliteitstoets wordt gekeken is het praktische model 3% tot 5% slechter. Daarbij zijn voor een aantal weerstations nog onvolgende historische gegevens over de zoninstraling bekend om voor langere tijd het klimaat te kunnen bepalen. In tabel 3.3 en tabel 3.4 zijn de parameters bij deze twee varianten gegeven.

¹² De Kooy, De Bilt, Eelde, Twenthe, Vlissingen en Maastricht.

¹³ Zowel de gegevens van de huidige dag (d) als de dag ervoor (d-1) worden meegewogen.

¹⁴ Alleen de gegevens van de huidige dag (d) worden meegewogen.

Tabel 3.3

Parameters van het optimale rekenmodel.

Maand	TST	RER	TOP
Januari	14,91	1,00	1,32
Februari	14,91	1,00	1,32
Maart	15,09	0,96	1,32
April	15,52	0,82	1,32
Mei	15,15	0,73	1,32
Juni	15,15	0,73	1,32
Juli	15,15	0,73	1,32
Augustus	15,15	0,73	1,32
September	15,15	0,73	1,32
Oktober	15,52	0,82	1,32
November	15,09	0,96	1,32
December	14,91	1,00	1,32

Tabel 3.4

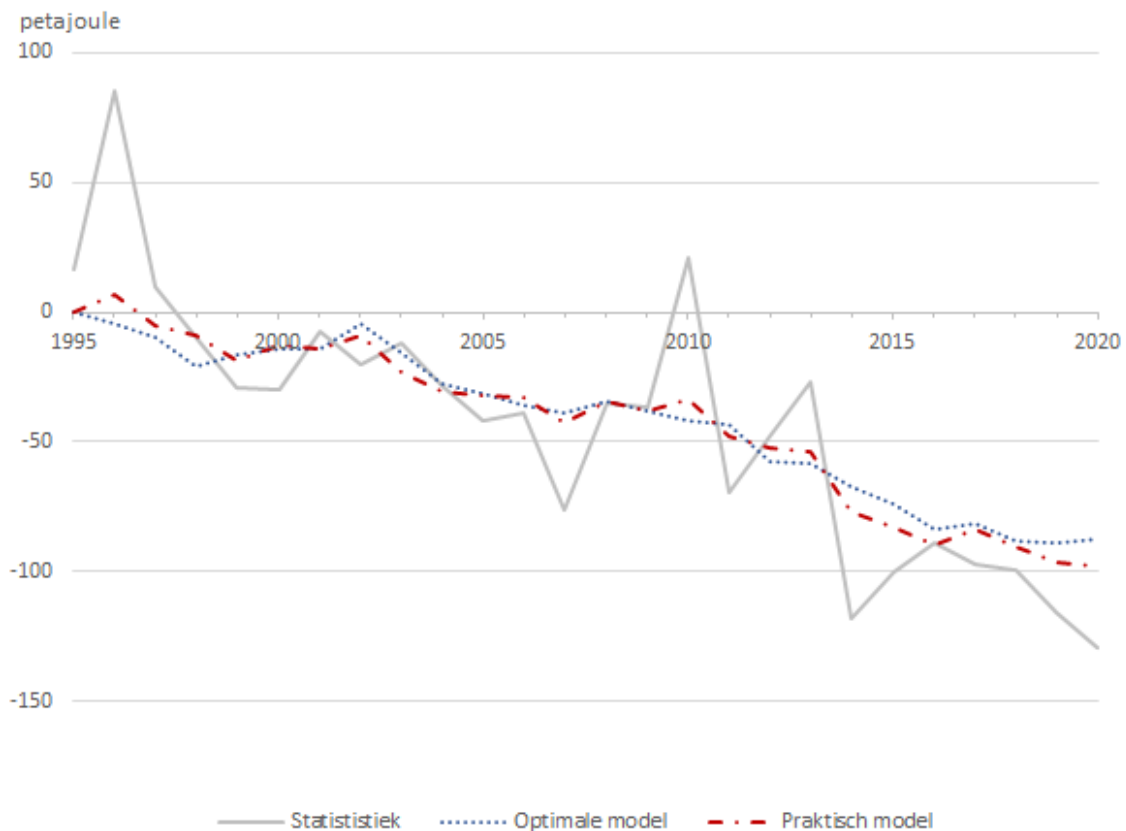
Parameters van het praktische rekenmodel.

Maand	TST	RER	TOP
Januari	17,01	1,00	1,30
Februari	17,01	1,00	1,30
Maart	15,26	1,02	1,30
April	15,10	0,79	1,30
Mei	13,92	0,61	1,30
Juni	13,92	0,61	1,30
Juli	13,92	0,61	1,30
Augustus	13,92	0,61	1,30
September	13,92	0,61	1,30
Oktober	15,10	0,79	1,30
November	15,26	1,02	1,30
December	17,01	1,00	1,30

Voor huishoudens voor de periode 1995-2020 zijn in figuur 3.4 het werkelijke en het voor weer gecorrigeerde gasverbruik voor de twee rekenmodellen gegeven. Dit geeft een indruk van de stabiliteit van het voor weer gecorrigeerde gasverbruik voor beide modellen.

Figuur 3.4

Verskil in het gasverbruik van de huishoudens volgens het optimale en praktische model, ten opzichte van het gasverbruik volgens het praktische model in 1995.



Vanuit figuur 3.4 is op te maken dat er weinig verschil zit tussen de resultaten uit het optimale model en het praktische model. In relatief koude jaren lijkt het optimale model iets beter het gasverbruik te corrigeren. In het optimale model zijn echter meer gegevens nodig, en voor de weerstations anders dan De Bilt ontbreken die soms. Gegeven dat ook de kwaliteit van de regressieanalyse weinig verschilt tussen beide modellen, leidt dit tot een uiteindelijke keuze voor het praktische model. Voor dit model zijn alleen de gegevens van het weerstation De Bilt nodig en het beperkt zich tot alleen de temperatuur- en windgegevens.

3.3.4 Samenvatting ‘KEV-SJV methodiek’

Op basis van het gekozen praktische model wordt dus op de volgende manier de temperatuurfactor en de gemeten weersfactor op de betreffende dag (TAC) berekend:

$$(20) \quad Tf_d = 0,65 \times (T_d - \sqrt{W_d}) + 0,35 \times (T_{d-1} - \sqrt{W_{d-1}})$$

$$(21) \quad TAC_d = 1,00 \times Tf_{d_{De\ Bilt}}$$

De graaddagen per dag worden bepaald op basis van de temperatuurfactor in combinatie met een stooktemperatuur, een weegfactor voor de temperatuurafhankelijkheid en een temperatuurafhankelijk deel. Deze zijn per maand verschillend, zie tabel 3.4. Deze tabel moet jaarlijks opnieuw worden bepaald op basis van de actuele gegevens van het aardgasverbruik.

$$(22) \quad GD_{T,W_d} = \max(TOP_d, (TST_d - TAC_d) \times RER_d + TOP_d)$$

Tf_d	Gecombineerde weersfactor met temperatuur en wind op een dag.
T_d	Gemiddelde temperatuur in °C op een dag.
T_{d-1}	Gemiddelde temperatuur in °C van de vorige dag.
W_d	Gemiddelde windsnelheid in m/s op een dag.
W_{d-1}	Gemiddelde windsnelheid in m/s van de vorige dag.
GD_{T,W_d}	Aantal graaddagen op een dag berekend op basis van de gemiddelde temperatuur en gemiddelde windsnelheid op een dag en de dag ervoor.
TOP_d	Weersonafhankelijke deel van de gemeten weersfactor op de betreffende dag.
TST_d	Weersfactor op de betreffende dag waarboven aardgasverbruik voor ruimteverwarming gaat plaatsvinden.
TAC_d	De gemeten weersfactor op de betreffende dag.
RER_d	De hellingshoek van de regressielijn op de betreffende dag.

De graaddagen per dag (uit vergelijking (22)) worden gesommeerd over het hele jaar om de graaddagen voor het betreffende jaar te krijgen.

3.3.5 Toepasbaarheid van de 'KEV-SJV methodiek' in de KEV

Voor bovenstaande analyses zijn de gerealiseerde aardgasleveringen in de profielcategorie G1A gebruikt. In deze profielcategorie zijn de kleinverbruikers opgenomen. Dit zijn met name de huishoudens. Echter er zijn ook kleinverbruikers in andere sectoren, zoals de dienstverlening. Zij hebben in principe een ander verbruiksprofiel dan de huishoudens.

In de modellen voor de KEV wordt ervan uitgegaan dat ongeveer 20% van het gasverbruik bij de huishoudens niet voor ruimteverwarming is, maar gebruikt wordt voor het verwarmen van tapwater en koken. Bij de dienstverlening wordt er in de modellen van uitgegaan dat ongeveer 3% van het gasverbruik niet voor ruimteverwarming is. De vraag is dus in hoeverre de analyse voor de 'KEV-SJV methodiek' bruikbaar is voor de verschillende sectoren.

Uit de analyse van de 'KEV-SJV methodiek' komen waarden voor vier parameters: TOP, TST, RER en TAC. Hiervan is de TOP de indicator voor het deel dat niet voor het weer gevoelig is. Deze is dus te vergelijken met het deel van het gasverbruik dat niet voor ruimteverwarming bestemd is.

De gemiddelde TOP over de periode 1995 tot en met 2020 voor profielcategorie G1A komt uit op 17% van de totaal berekende graaddagen. Dit is iets lager dan de 20% die gebruikt wordt in de modellen voor de sector huishoudens. In de profielcategorie G1A zit ook het aardgasverbruik van andere sectoren dan de huishoudens. Als ook rekening wordt gehouden met de 3% van het gasverbruik niet voor ruimteverwarming bij de dienstverlening, komt het totaal aandeel voor niet-ruimteverwarming voor huishoudens en diensten samen uit op 15%. Gegeven dat het grootste deel van het verbruik in de profielcategorie G1A bestemd is voor de huishoudens (de 20% van de huishoudens moet dus zwaarder gewogen worden dan de 3% van de dienstverlening) liggen de modelaannames en de berekening van de TOP uit de regressieanalyse redelijk in lijn met elkaar.

Voor de specifieke sectoren zijn de gegevens over de TOP niet te gebruiken. Bij de huishoudens zou dan het weersgevoelige gasverbruik overschat worden en bij andere sectoren flink onderschat. Daarom is gekozen om in de verdere analyses de TOP niet meer te gebruiken. Vergelijking (22) uit paragraaf 3.3.4 wordt dan:

$$(23) \quad GD_{T,W_d} = \max(0, (TST_d - TAC_d) \times RER_d + 0)$$

GD_{T,W_d}	Aantal graaddagen op een dag berekend op basis van de gemiddelde temperatuur en gemiddelde windsnelheid op een dag en de dag ervoor.
TST_d	Weersfactor op de betreffende dag waarboven aardgasverbruik voor ruimteverwarming gaat plaatsvinden.
TAC_d	De gemeten weersfactor op de betreffende dag.
RER_d	De hellingshoek van de regressielijn op de betreffende dag.

Dit houdt dan wel in dat het statistisch verbruik voor aardgas gecorrigeerd moet worden voor het deel dat niet voor ruimteverwarming is bestemd, net als in de 'methodiek 2005' gebeurt.

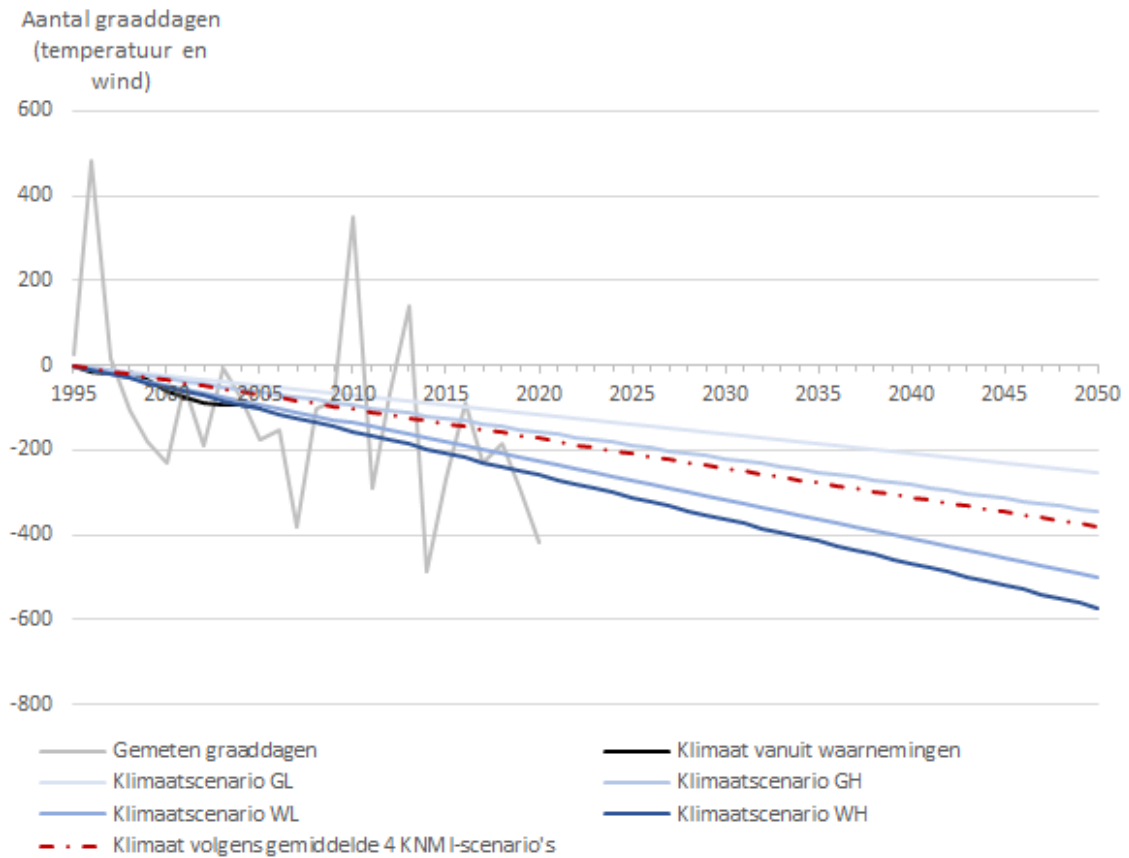
Uit de klimaatscenario's van het KNMI zijn geen gegevens over de daggemiddelde windsnelheid beschikbaar, terwijl die wel nodig zijn voor de 'KEV-SJV Methodiek'. Na overleg met het KNMI mag worden aangenomen dat de daggemiddelde windsnelheid in de scenario's niet veel zal afwijken van de historische weersgegevens uit de periode 1981 tot en met 2010. Die gegevens worden daarom gebruikt om de scenariogegevens bruikbaar voor de 'KEV-SJV methodiek' te maken.

Zoals al bleek uit paragraaf 3.1 zijn de resultaten uit de KNMI'14-scenario's zo goed als lineair. Het is dus alleen nodig om begin- en eindpunt van de trendlijn van het klimaat te berekenen. Dit zijn de jaren 1995 en 2050. Omdat 1995 de basis is van alle vier de scenario's is het beginpunt voor alle vier de scenario's hetzelfde.

Zoals ook beschreven in paragraaf 3.1 wordt voor de 'KEV-SJV methodiek' gewerkt met een trendlijn van het klimaat gebaseerd op de gemiddelde resultaten van de vier KNMI-scenario's. In figuur 3.5 staan de graaddagen die berekend zijn volgens het praktische model en waarbij dan het weers-onafhankelijke deel (TOP) niet is meegenomen.

Figuur 3.5

Verskil in het gemeten graaddagen en in klimaatgraaddagen volgens de verschillende scenario's (praktische model: temperatuur en wind), ten opzichte van het aantal graaddagen uit de klimaatscenario's in 1995.

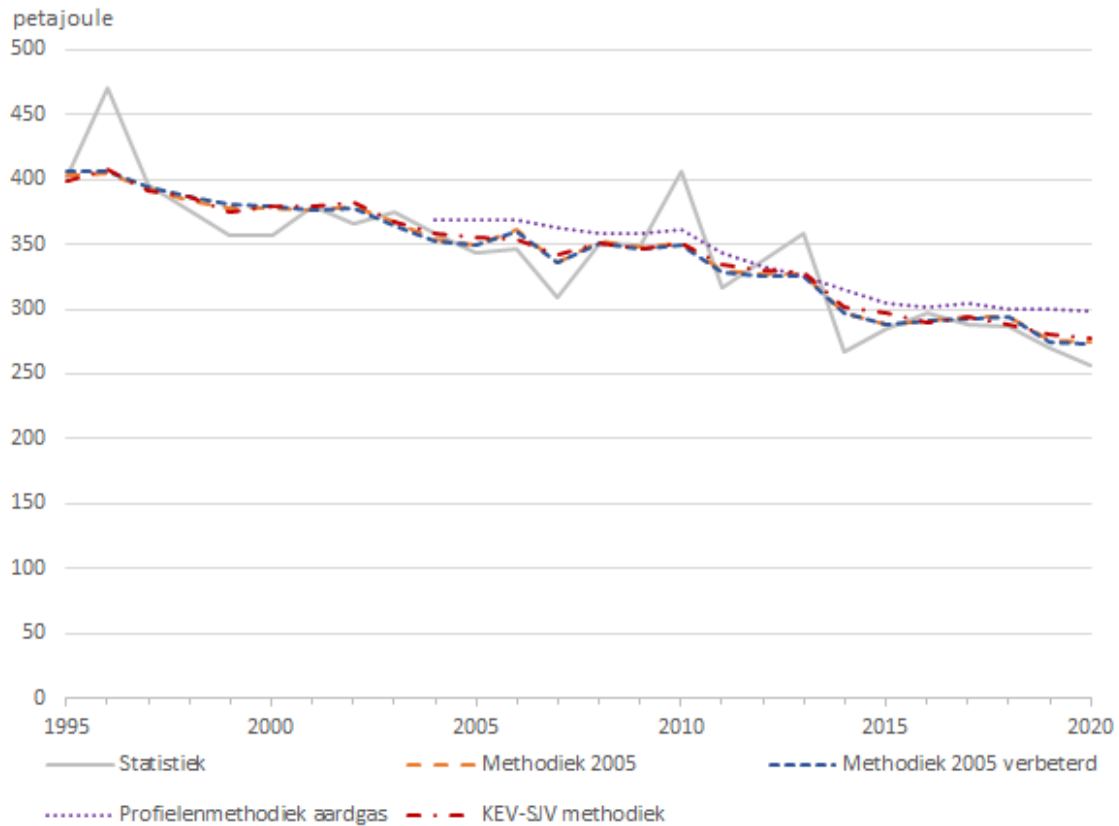


3.4 Conclusies

In de voorgaande paragrafen is een groot aantal modellen ter sprake gekomen. In deze paragraaf worden ze vergeleken en wordt een keuze gemaakt welke variant als nieuwe methodiek voor de KEV gebruikt kan worden.

Figuur 3.6

Gasverbruik bij de huishoudens volgens de verschillende methodieken voor weerscorrectie.



Als in figuur 3.6 naar de verschillende trendlijnen voor de correctie van de jaarlijkse weersfluctuaties gekeken wordt, bevat de lijn volgens de profielenmethodiek aardgas de minste pieken en dalen. Het grootste nadeel van deze methodiek is dat deze een gemiddeld klimaat volgt van 15 jaar terug (t-30 tot en met t-1) en daarom vrijwel altijd hoger is dan alle andere trendlijnen.

De lijnen van de 'methodiek 2005' en de 'methodiek 2005 verbeterd' (variant 1 uit bijlage 2) ontlopen elkaar nauwelijks. Ook de lijn van de 'KEV-SJV methodiek' lijkt heel veel op de lijn van de 'methodiek 2005'. Echter, in een aantal jaren (bijvoorbeeld 2006, 2007, 2014 en 2018) volgt die lijn een net iets stabielere trend. In alle modellen blijft het echter lastig om in relatief koude (bijvoorbeeld 2010) en warme jaren (bijvoorbeeld 2007) het effect van het weer volledig weg te corrigeren.

Tabel 3.5

Keuzematrix van de verschillende weerscorrectiemethodieken.

	Methodiek 2005	Methodiek 2005 verbeterd	Profielenmethodiek aardgas	KEV-SJV methodiek
Bepaling klimaat	t-14 t/m t+15	t-14 t/m t+15	t-30 t/m t-1	t-14 t/m t+15
Berekening klimaat	Formule	Gegevens klimaatscenario's KNMI	Gegevens KNMI	Gegevens klimaatscenario's KNMI
Correctiewaarde	Gebruikt	Niet meer van toepassing	Niet van toepassing	Niet meer van toepassing
Verloop klimaatgecorrigeerd verbruik	Vertoont pieken en dalen	Vertoont pieken en dalen	Vertoont zo goed als geen pieken en dalen	Vertoont enigszins pieken en dalen
Parameters weer	Temperatuur	Temperatuur	Temperatuur, wind en zon	Temperatuur en wind
Bepaling weersgevoelig verbruik	Alles onder de 18° C telt mee	Alles onder de 18° C telt mee	Waarden op uur-basis op basis van regressie-analyse	Maandelijkse waarden op basis van regressieanalyse

Het blijkt lastig om een duidelijke keuze te maken voor één van de methodieken: de verschillen zijn klein en elke methodiek heeft zijn eigen voor- en nadelen.

Het resultaat van de profielenmethodiek aardgas levert de beste fit op. Toch valt het gebruik van deze methodiek voor de KEV als optie af. In de analyses voor de KEV is het noodzakelijk om het klimaat te bepalen rondom het huidige jaar en niet op basis van 15 jaar geleden. Vanwege het ontbreken van voldoende gegevens is deze methodiek niet te gebruiken in combinatie met gegevens uit de klimaatscenario's van het KNMI.

In de 'methodiek 2005 verbeterd' worden weliswaar de goede correctiefactoren meegenomen, maar dit leidt niet tot enige verbetering van de trendlijn. Omdat uit deze methodiek een aantal grote tekortkomingen zijn gehaald, is deze methodiek wel te prefereren boven de 'methodiek 2005'.

De kwaliteit van de 'KEV-SJV methodiek' lijkt over het geheel genomen beter dan de 'methodiek 2005' of 'methodiek 2005 verbeterd' (zie hiervoor ook tabel 3.2). De belangrijkste reden om voor de 'KEV-SJV methodiek' te kiezen is dat deze de relatie tussen het gasverbruik en het weer nauwkeuriger berekent:

- Die relatie wordt bepaald met een regressieanalyse van de werkelijke dagelijkse verbruiken van gas en de bijbehorende weersomstandigheden.
- In tegenstelling tot de andere twee methodieken wordt ook de invloed van windsnelheid meegenomen.
- Er wordt gerekend met een variabele drempelwaarde, in plaats van een constante waarde van 18 C, wat realistischer is.

Verder bevat de KEV-SJV minder willekeurige en dus beter onderbouwde aannames dan de methodieken 2005. Daarnaast is de 'KEV-SJV methodiek' gebaseerd op de profielenmethodiek aardgas. Deze profielenmethodiek wordt gebruikt door alle partijen op de gasmarkt voor de onderlinge financiële afwikkeling en is ook in de informatiecode elektriciteit en gas vastgelegd. Daarmee is het

toekomstperspectief voor de methode een stuk zekerder, wat betreft onderhoud van de methode, beschikbaarheid van data, etc.

Ook de 'KEV-SJV methodiek' schiet in sommige jaren tekort als het gaat om het verbeteren van de trendlijn voor het klimaat. Er blijven in een aantal jaren nog onverklaarbare pieken en dalen bestaan. De fit lijkt wel iets beter dan de 'methodiek 2005' en 'methodiek 2005 verbeterd'. De zoektocht naar een verbeterde methode leidt dus tot de keuze voor de 'KEV-SJV methodiek'.

3.5 Kanttekeningen bij de 'KEV-SJV methodiek'

De analyses voor de 'KEV-SJV methodiek' zijn nu gedaan op één set van gegevens (levering aardgas binnen het profiel G1A in de periode 2015 tot en met 2020). Wat is het effect als ook het profiel G2 en andere jaren in de analyses worden meegenomen? Is er dan bijvoorbeeld een effect van de toenemende isolatie zichtbaar? Algemeen mag ervan uit worden gegaan dat hoe beter een gebouw geïsoleerd is, hoe lager de buitentemperatuur mag zijn voordat er vraag naar gas voor ruimteverwarming gaat komen.

Daarnaast is het beleid erop gericht om steeds meer gebouwen van het gasnet te halen en over te laten stappen op een warmtenet of verwarming met elektriciteit. Hoe lang kan deze methode nog gebruikt worden? Vooralsnog zal het gasverbruik (waaronder waarschijnlijk ook wel groen gas) voor ruimteverwarming belangrijk blijven. Al is het zeer waarschijnlijk dat de parameters (RER, TOP en TST) zullen gaan wijzigen. Daarom is het dus belangrijk op regelmatige basis de gasafzet te blijven monitoren.

In de komende jaren zal nog verder onderzoek moeten worden gedaan of de KEV-SJV stabiel is. Het is ook mogelijk dat met de nieuwe KNMI-klimaatscenario's¹⁵, die rond 2023 verschijnen, de profielenmethodiek aardgas alsnog bruikbaar zal zijn. Maar ook voor die methodiek geldt dat regelmatig onderzocht moet blijven worden in hoeverre die methodiek nog steeds bruikbaar is.

Om in de toekomst eventueel te kunnen overstappen naar de profielenmethodiek aardgas, moeten naast de dagelijkse gegevens over neerslag en temperatuur ook gegevens over de windsnelheid en zoninstraling in de nieuwe KNMI-klimaatscenario's worden opgenomen. Als deze gegevens dan ook nog op een meteorologische verantwoordbare wijze worden omgezet naar gegevens op uur-basis kan de profielenmethodiek aardgas zonder meer geïmplementeerd worden. Dan is het ook mogelijk om tot één methodiek te komen om het gasverbruik te corrigeren voor de weersinvloeden.

Verder heeft de nu gekozen methodiek rekenkundig gezien een paar kanttekeningen. De berekening is niet erg overzichtelijk en aannames en begrippen vragen redelijk wat toelichting. Daarmee is de methodiek niet transparanter dan de 'methodiek 2005' en 'methodiek 2005 verbeterd'. De 'KEV-SJV methodiek' vraagt mogelijk ook meer werk voor modelonderhoud, bijvoorbeeld vanwege de databehoeftes.

¹⁵ Die een heel ander beeld kunnen laten zien dat de huidige scenario's en misschien ook meer gegevens beschikbaar hebben.

Tenslotte betekent de keuze dat de KEV-berekeningen meer afhankelijk worden van een externe partij, omdat voor de 'KEV-SJV methodiek' gegevens uit de profielenmethodiek nodig zijn.

4 Beschrijving toepassing ‘KEV-SJV methodiek’ binnen de KEV

4.1 Sectoren en type energieverbruik

Met de ‘methodiek 2005’ wordt een correctie voor de jaarlijkse weersfluctuaties toegepast op het aardgasverbruik van de sectoren huishoudens, diensten, landbouw en een aantal subsectoren van de sector nijverheid. Ook wordt de correctie toegepast op de warmtelevering aan de sectoren huishoudens, diensten en landbouw.

In deze paragraaf wordt beschreven wat de nieuwe aanpak voor de ‘KEV-SJV methodiek’ wordt in de praktijk.

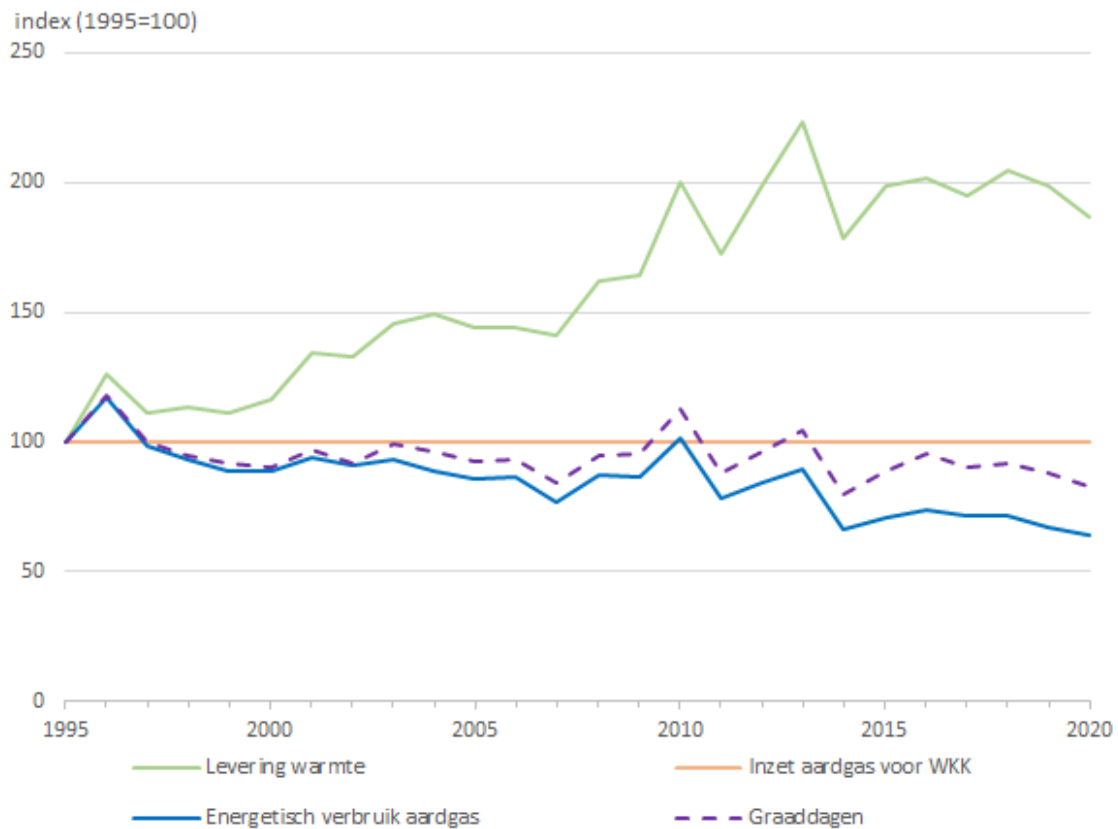
Huishoudens

In figuur 4.1 staan het gasverbruik en de warmtelevering van de sector huishoudens in relatie tot de graaddagen. Hierin is goed te zien dat zowel het energetisch gasverbruik als de warmtelevering een verband heeft met de graaddagen. Ook is te zien dat de totale warmtelevering naar de huishoudens in de loop van de tijd groter wordt en het verbruik van aardgas juist afneemt. Uiteindelijk is de conclusie bij de huishoudens dat dus zowel de warmtelevering als het energetisch aardgasverbruik gecorrigeerd blijven worden.

Wel is een deel van het gasverbruik bestemd voor het verwarmen van tapwater en voor koken. Van het totale statistische verbruik van aardgas gaat daarom een correctiewaarde af voor het gasverbruik voor warmtapwater en koken. Deze correctiewaarde komt uit de modellen gebruikt voor de KEV. Zie Tabel B2 voor een overzicht van deze correctiewaarden. Aan de hand van de correctie in het gasverbruik wordt ook de warmtelevering gecorrigeerd.

Figuur 4.1

Verloop graaddagen in vergelijking met het energieverbruik van aardgas en levering warmte voor de huishoudens.



Diensten

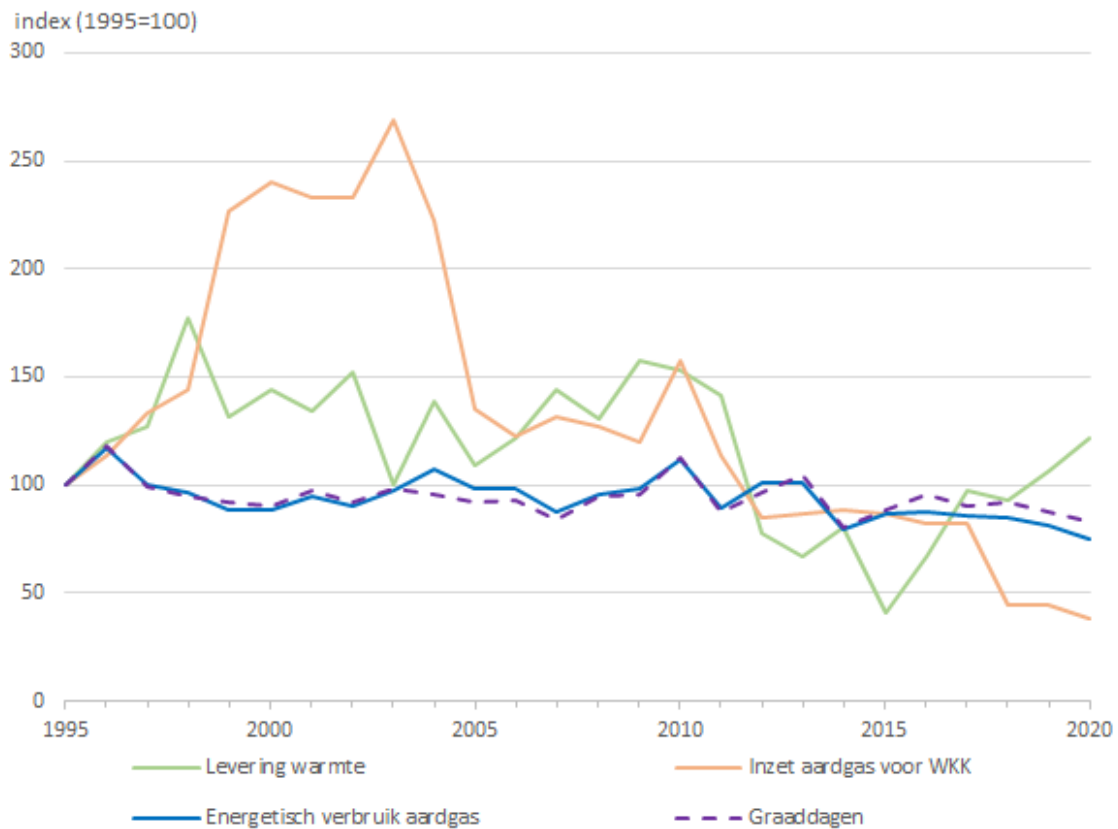
Het verbruik van aardgas bij de diensten is met name bedoeld voor ruimteverwarming. Ongeveer 3% van dit verbruik is voor het verwarmen van tapwater en voor koken. Daarnaast staat bij de diensten nog een aantal WKK-installaties die ook aardgas verbruiken. Van het totale aardgasverbruik bij de diensten is dit slechts 2%.

Uit figuur 4.2 kan worden opgemaakt dat het energetisch verbruik van aardgas redelijk de lijn van de graaddagen volgt. Daar is dus wel een verband te veronderstellen. Er is echter een relatie te zien tussen de lijn van de aardgasinzet voor de WKK met de graaddagen (op 2010 na, maar dat was relatief ook wel een koud jaar). De verwachting zou zijn dat de lijn met de warmtelevering redelijk de lijn van de graaddagen volgt, toch blijkt dit in onderstaande grafiek helemaal niet het geval te zijn. Dit wordt met name veroorzaakt doordat over de warmtelevering aan de diensten geen betrouwbare bronnen beschikbaar zijn om de statistische gegevens op te baseren. Als de gegevens over de warmtelevering verbeterd worden, zal de afweging over het wel of niet voor het weer corrigeren opnieuw gemaakt worden.

Al met al is het dus alleen nuttig om het energetisch aardgasverbruik voor de jaarlijkse weersfluctuaties te gaan corrigeren. Op basis van een analyse van de gegevens in het model SAVE-Services (model dat wordt gebruikt voor de berekening van het energieverbruik voor de sector diensten), blijkt dat 3% van het gasverbruik niet bestemd is voor ruimteverwarming. Derhalve wordt ook 3% van het energetisch aardgasverbruik niet gecorrigeerd voor de weersfluctuaties.

Figuur 4.2

Verloop graaddagen in vergelijking met het energieverbruik van aardgas en levering warmte voor de diensten.



Landbouw

Bij de landbouw wordt voor verschillende doeleinden gas verbruikt. Allereerst is er gasverbruik voor het warm houden van de verschillende gebouwen. Dit verbruik is gevoelig voor de weersomstandigheden. Daarnaast wordt er ook gas verbruikt voor de productie van CO₂ om behulpzaam te zijn bij de groei van de gewassen. Als laatste produceert de sector landbouw ook nog elektriciteit vanuit aardgas. Deze elektriciteit wordt geleverd aan het elektriciteitsnet of zelf verbruikt voor bijvoorbeeld de verlichting van kassen. Deze elektriciteitsproductie gebeurt met behulp van WKK-installaties. De warmte die door de WKK-installaties geproduceerd wordt kan weer gebruikt worden voor de verwarming van de gebouwen en de geproduceerde CO₂ voor de groei van de gewassen.

Alleen in de periode dat het buiten te koud is, is er behoefte aan verwarming van de gebouwen. De elektriciteitsproductie wordt het hele jaar rond gedaan. Als de elektriciteitsprijzen gunstig zijn, kan de landbouwer beslissen om zijn WKK-installatie aan te zetten om zodoende geld te verdienen. Voor de productie van CO₂ geldt een beetje hetzelfde. In principe is er het hele jaar door behoefte aan CO₂. In de winter is het dan een bijproduct bij de warmteproductie. In de zomer is de CO₂-productie juist het hoofdproduct met daarbij ook nog een beetje gasverbruik om de kassen in de vroege ochtend niet te nat te laten worden.

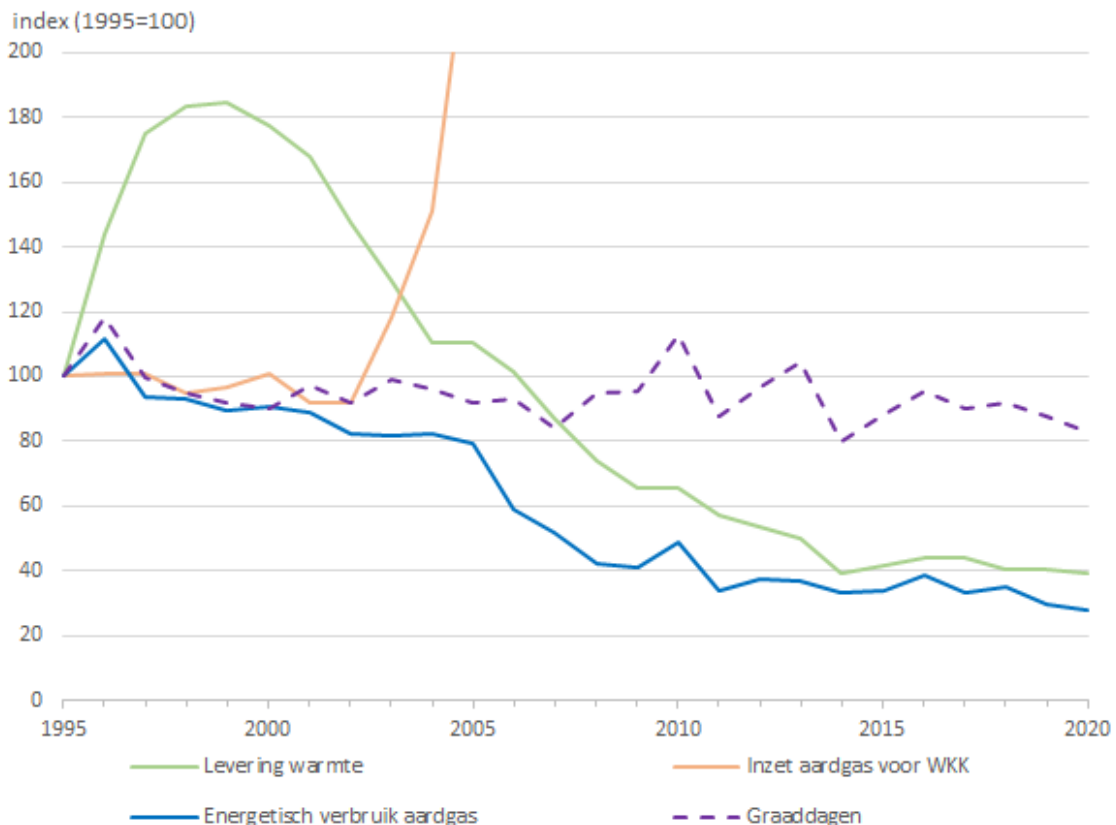
Figuur 4.3 laat de relatie zien tussen het verloop van de graaddagen en het energetisch verbruik van aardgas, de inzet van aardgas in de WKK-installaties en de levering van warmte. Voor de relatief

koude jaren 1996 en 2010 is te zien dat het energetisch verbruik van aardgas ook relatief hoger is dan in de jaren daaromheen. Bij de levering van warmte en de inzet van aardgas bij de WKK-installaties is deze trend niet te zien.

Omdat de invloed van het weer alleen bij het energetisch verbruik van aardgas duidelijk genoeg is, leidt dit ertoe om alleen dit energetische verbruik te corrigeren voor de jaarlijkse weersfluctuaties. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat 10% van dit verbruik bestemd is voor de productie van CO₂ in de tijd dat er geen vraag naar verwarming is. Uit nader onderzoek moet blijken of deze 10% een juiste keuze is. Een deel van het energetisch verbruik van aardgas is er ook op momenten dat er geen vraag is naar verwarming, maar dat de planten behoefte hebben aan CO₂. De inzet van aardgas voor de WKK-installatie wordt niet gecorrigeerd voor de jaarlijkse weersfluctuaties. Van dit verbruik wordt aangenomen dat dit grotendeels gestuurd wordt door de vraag naar elektriciteit en CO₂ en niet zozeer door de vraag naar warmte.

Figuur 4.3

Verloop graaddagen in vergelijking met het energieverbruik van aardgas en levering warmte voor de landbouw¹⁶.



¹⁶ De inzet van aardgas voor de WKK groeit dermate snel dat de grafiek helemaal in elkaar zou worden gedrukt en dat de relatie tussen het energetisch aardgasverbruik en de graaddagen niet meer zichtbaar zouden zijn.

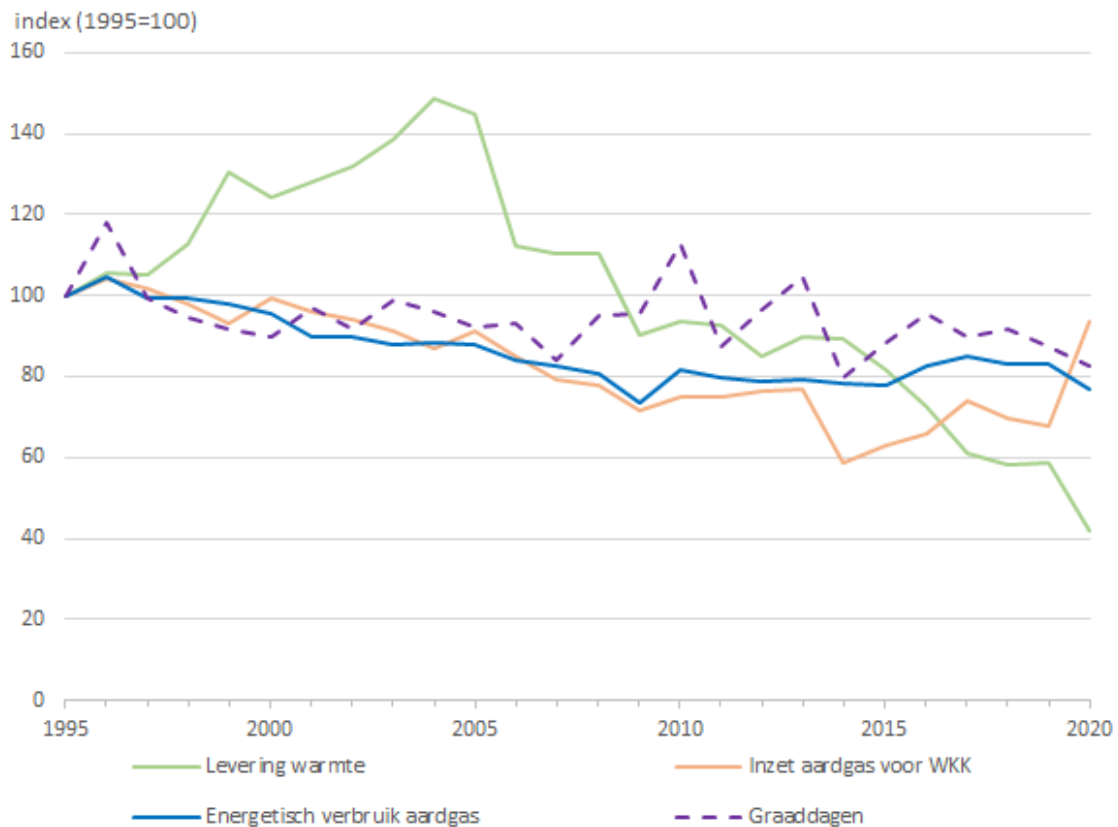
Nijverheid

Bij de nijverheid is het grootste deel van het gasverbruik bestemd voor allerlei industriële processen, die zo goed als ongevoelig zijn voor de verschillende weersomstandigheden. In figuur 4.4 is duidelijk te zien dat er nauwelijks een relatie is tussen het verloop van de graaddagen en het energieverbruik van aardgas en de levering van warmte. Alleen in 1996 lijkt er nog enigszins sprake te zijn van een relatie. Daarnaast is het grootste deel van het aardgasverbruik bestemd voor allerlei industriële processen en niet voor de verwarming van gebouwen.

Dit is de reden om het aardgasverbruik bij de sector nijverheid niet meer voor de jaarlijkse weersfluctuaties en het veranderende klimaat te corrigeren. Ook voor de warmtelevering kan hetzelfde gezegd worden. Dit is meestal processtoom die van het ene bedrijf aan het andere bedrijf wordt geleverd en die redelijk ongevoelig is voor de verschillende weersomstandigheden.

Figuur 4.4

Verloop graaddagen in vergelijking met het energieverbruik van aardgas en levering warmte voor de nijverheid.



Overige energiedragers en energiefuncties

Naast het verbruik van aardgas en de levering van warmte wordt steeds meer elektriciteit gebruikt voor de ruimteverwarming. Vaak is dit dan in combinatie met een warmtepomp, waarbij ook omgevingswarmte wordt benut. Voor zowel elektriciteit als omgevingswarmte is voorlopig gekozen om dit niet voor de jaarlijkse weersfluctuaties te corrigeren. Er zijn statistieken over het verbruik aan omgevingswarmte en de daarvoor benodigde elektriciteit. Deze statistieken worden echter met vaste kenmerken vanuit het protocol hernieuwbare energie (RVO 2015) berekend en het weer

in het betreffende jaar speelt daar geen rol in. Deze gegevens zijn dus al gebaseerd op een normaal klimaatjaar.

Naast het energieverbruik voor ruimteverwarming is er ook nog energieverbruik voor ruimtekoeling. Ook dat is sterk afhankelijk van het weer in het betreffende jaar. Voor ruimtekoeling is met name de temperatuur in de zomer van belang. In dit rapport doen we niets met de correctie van het energieverbruik voor ruimtekoeling. De belangrijkste reden hiervoor is dat er nauwelijks gegevens beschikbaar zijn op basis waarvan geanalyseerd kan worden in hoeverre hier een relatie ligt. Ruimtekoeling wordt met name verzorgd door elektrische opties als airco's. Echter binnen het totale elektriciteitsverbruik is dit verbruik door airco's nog steeds gering. Verschillen in het jaarlijkse elektriciteitsverbruik kunnen ook door andere toevalligheden veroorzaakt worden. Hier is dus veel meer onderzoek voor nodig. In de modellen voor de KEV wordt er echter wel vanuit gegaan dat het elektriciteitsverbruik voor ruimtekoeling stijgt, enerzijds door meer apparaten en anderzijds door het gewijzigde klimaat.

4.2 Weerscorrectie historisch energiegebruik

In paragraaf 2.2 is beschreven hoe in de 'methodiek 2005' de gegevens in de energiebalans worden gecorrigeerd voor de jaarlijkse weersfluctuaties. In de nieuwe 'KEV-SJV methodiek' is het principe van corrigeren niet echt anders. Hieronder staan de verschillende formules voor de correctie van de statistiek.

Gasverbruik huishoudens

$$(24) \quad ev_{gas_{cor_j}} = (ev_{gas_{stat_j}} - cf_j) \times \frac{GD_{T,W_{klimaat_j}}}{GD_{T,W_j}} + cf_j$$

Gasverbruik diensten en landbouw

$$(25) \quad ev_{gas_{cor_j}} = (ev_{gas_{stat_j}} \times (1 - cf_j)) \times \frac{GD_{T,W_{klimaat_j}}}{GD_{T,W_j}} + (ev_{gas_{stat_j}} \times cf_j)$$

Ook wordt de warmtelevering naar de sectoren huishoudens gecorrigeerd. Dit wordt aan de hand van de verhouding in het gewijzigd gasverbruik gecorrigeerd.

Warmtelevering huishoudens

$$(26) \quad lev_{warmte_{cor_j}} = lev_{warmte_{stat_j}} \times \frac{ev_{gas_{cor_j}}}{ev_{gas_{stat_j}}}$$

Omdat vraag en aanbod in de energiebalans gelijk moeten zijn, moet naast de vraagkant ook aan de aanbodzijde iets wijzigen. De wijzigingen bij het gasverbruik worden verwerkt in de invoer van aardgas en de wijzigingen in de warmtelevering worden gecorrigeerd bij de energiebedrijven. De geproduceerde warmte uit de WKK bij de energiebedrijven wordt aangepast gelijk aan de totale aanpassing van de warmtelevering aan alle sectoren. Om deze gewijzigde warmteproductie te kunnen produceren wordt de aardgasinzet in de WKK met de helft⁵ van de gewijzigde productie aangepast.

Warmteproductie energiebedrijven

$$(27) \quad prod_{warmte_{cor_j}} = prod_{warmte_{stat_j}} + lev_{warmte_{cor_j}} - lev_{warmte_{stat_j}}$$

Gasverbruik energiebedrijven

$$(28) \quad inzetwkk_{gas_{cor_j}} = inzetwkk_{gas_{stat_j}} + 0,5 \times (prod_{warmte_{cor_j}} - prod_{warmte_{stat_j}})$$

Import gas

$$(29) \quad imp_{gas_{cor_j}} = imp_{gas_{stat_j}} + (ev_{gas_{cor_j}} + inzetwkk_{gas_{cor_j}}) - (ev_{gas_{stat_j}} + inzetwkk_{gas_{stat_j}})$$

$ev_{gas_{cor_j}}$	Energetisch verbruik aardgas in de betreffende sector in een jaar gecorrigeerd voor weersinvloeden.
$ev_{gas_{stat_j}}$	Energetisch verbruik aardgas in de betreffende sector in een jaar volgens de statistiek.
$GD_{T,W_{klimaat_j}}$	Aantal graaddagen in een jaar berekend op basis van de gemiddelde temperatuur en gemiddelde windsnelheid op een dag en de dag ervoor volgens het gemiddelde over een periode van 30 jaar.
GD_{T,W_j}	Aantal graaddagen in een jaar berekend op basis van de gemiddelde temperatuur en gemiddelde windsnelheid op een dag en de dag ervoor.
cf_j	Correctiewaarde voor het deel van het verbruik van aardgas dat niet voor ruimteverwarming bestemd is.
$lev_{warmte_{cor_j}}$	Levering van warmte naar de betreffende sector in een jaar gecorrigeerd voor weersinvloeden.
$lev_{warmte_{stat_j}}$	Levering van warmte naar de betreffende sector in een jaar volgens de statistiek.
$prod_{warmte_{cor_j}}$	Productie van warmte bij de energiebedrijven in een jaar gecorrigeerd voor de gewijzigde warmtelevering.
$prod_{warmte_{stat_j}}$	Productie van warmte bij de energiebedrijven in een jaar volgens de statistiek.
$inzetwkk_{gas_{cor_j}}$	Inzet van aardgas bij de energiebedrijven in een jaar gecorrigeerd voor de gewijzigde warmteproductie.
$inzetwkk_{gas_{stat_j}}$	Inzet van aardgas bij de energiebedrijven in een jaar volgens de statistiek.
$imp_{gas_{cor_j}}$	Import van aardgas in een jaar gecorrigeerd voor het gewijzigde aardgasverbruik.
$imp_{gas_{stat_j}}$	Import van aardgas in een jaar volgens de statistiek.

4.3 Klimaatcorrectie in de ramingen

In de modellen die in de KEV worden gebruikt voor de ramingen veranderen alleen de graaddagen. In de 'methodiek 2005' waren die gebaseerd op een stooktemperatuur 18 °C. In de 'KEV-SJV methodiek' worden deze gebaseerd op de temperatuur en de wind met in elke maand afwijkende waarden (zie tabel 3.4). In Tabel B12 staan de te nieuwe graaddagen.

De formule voor het bepalen van de nuttige vraag naar ruimteverwarming is:

$$(30) \quad nv_j = nv_{bj} \times \frac{GD_{T,W_{klimaat_j}}}{GD_{T,W_{klimaat_{bj}}}}$$

nv_j

Nuttige vraag naar ruimteverwarming in het betreffende jaar.

nv_{bj}

Nuttige vraag naar ruimteverwarming in het basisjaar.

$GD_{T,W_{klimaat_j}}$

Aantal graaddagen in een jaar berekend op basis van de gemiddelde temperatuur en gemiddelde windsnelheid op een dag en de dag ervoor volgens het gemiddelde over een periode van 30 jaar.

$GD_{T,W_{klimaat_{bj}}}$

Aantal graaddagen in het basisjaar berekend op basis van de gemiddelde temperatuur en gemiddelde windsnelheid op een dag en de dag ervoor volgens het gemiddelde over een periode van 30 jaar.

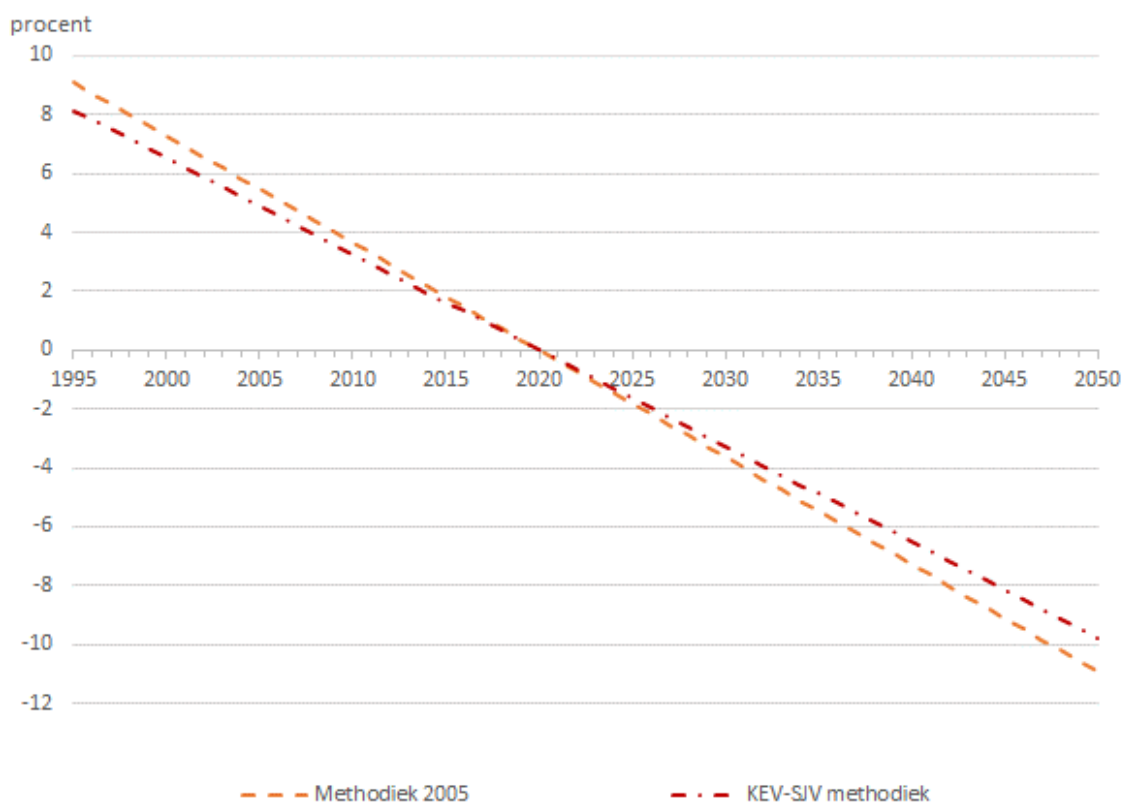
5 Effecten ‘KEV-SJV methodiek’ op resultaten van de KEV2021

Ten opzichte van de ‘methodiek 2005’ is een aantal aspecten gewijzigd in deze nieuwe ‘KEV-SJV methodiek’.

Zoals op te maken uit een vergelijking tussen figuur 2.1 en figuur 3.5 ligt het aantal graaddagen met de ‘KEV-SJV methodiek’ substantieel lager dan met de ‘methodiek 2005’. In 2020 was het aantal graaddagen volgens de ‘methodiek 2005’ 2.456 en in de ‘KEV-SJV methodiek’ 2.110. Op zich hoeft dit geen gevolgen te hebben, zolang de trendlijn van het klimaat precies hetzelfde verloop heeft. Zoals te zien is in figuur 5.1 is de trend in de ‘KEV-SJV methodiek’ minder steil naar beneden dan in de ‘methodiek 2005’.

Figuur 5.1

Trendlijn klimaat volgens ‘methodiek 2005’ en ‘KEV-SJV methodiek’.

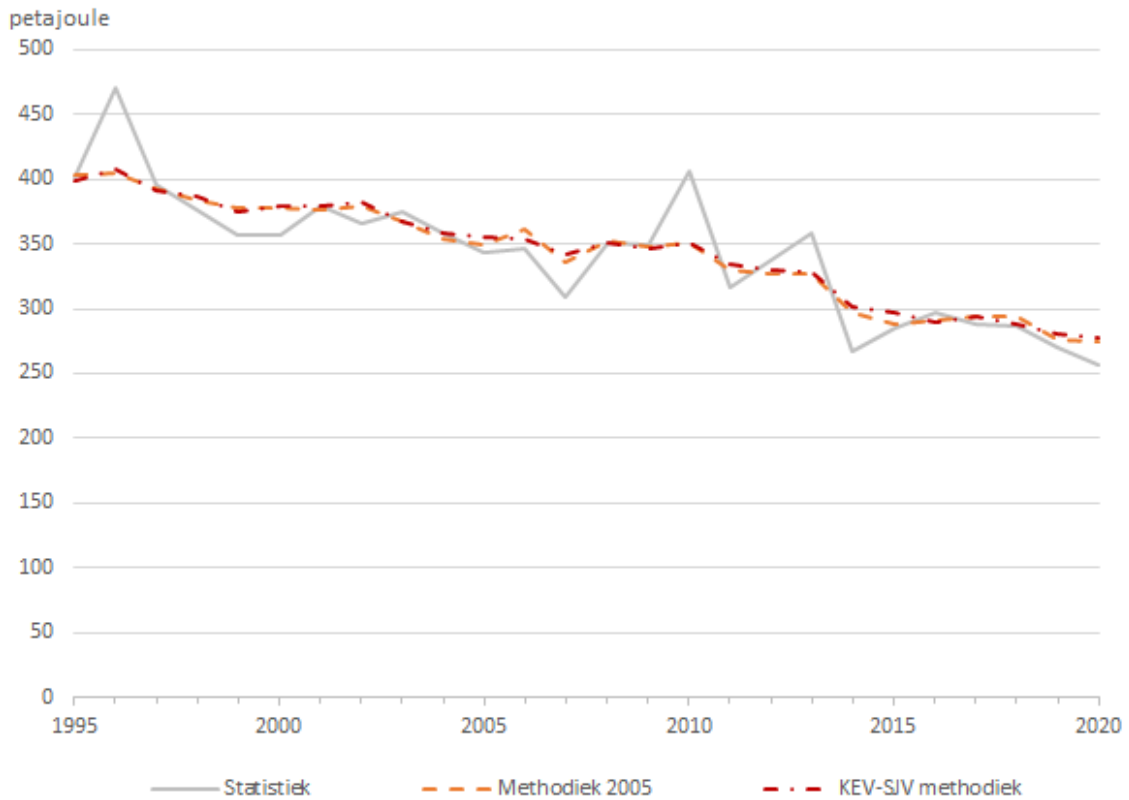


Dit heeft gevolgen voor zowel het klimaatgecorrigeerde verbruik in de historie als het verbruik in de ramingen. In de modellen is het klimaatgecorrigeerde verbruik in het laatst beschikbare basisjaar het startpunt voor het maken van de ramingen.

In figuur 5.2 tot en met figuur 5.5 zijn de verschillen in energieverbruik tussen de ‘methodiek 2005’ en de ‘KEV-SJV methodiek’ te zien voor de resultaten uit de KEV2021 voor de variant met vastgesteld en voorgenomen beleid. De verschillen tussen de twee methodieken worden nauwelijks

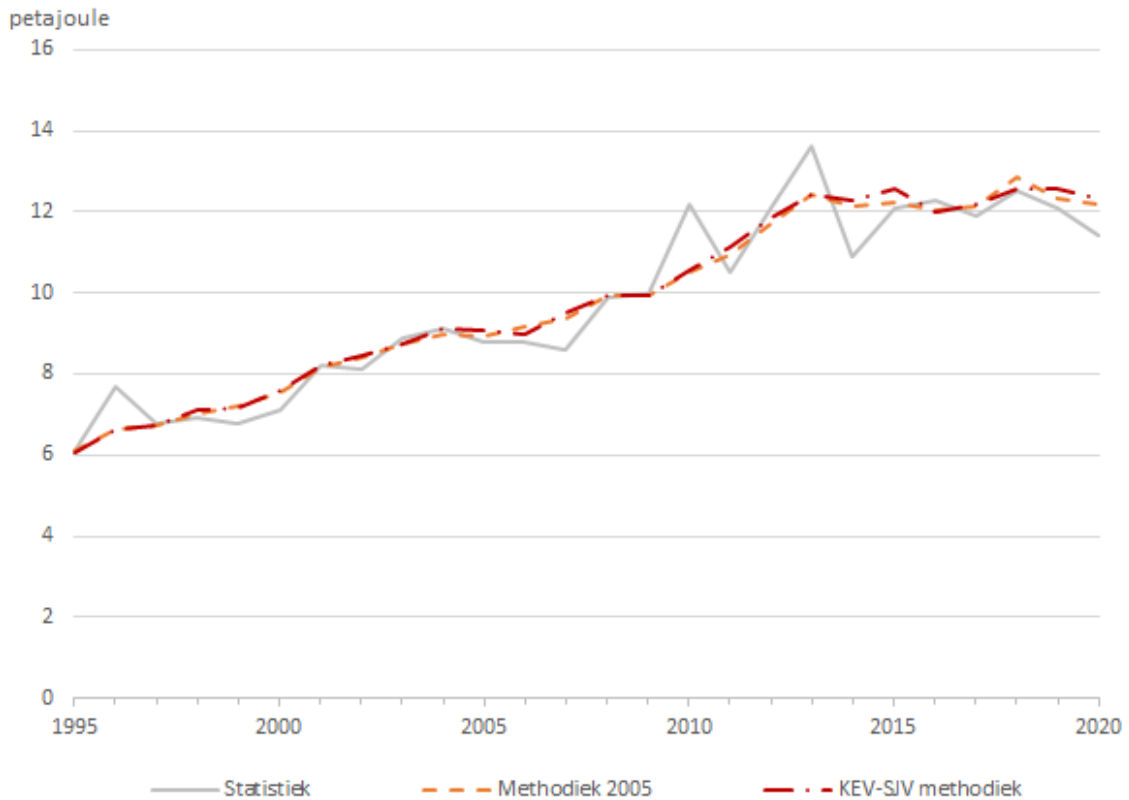
veroorzaakt door de verschillen in de trendlijn van het klimaat in figuur hierboven. De trendlijn van het klimaat is namelijk gewijzigd, maar ook de bijbehorende graaddagen is op dezelfde manier gewijzigd. De verschillen worden voor het grootste deel veroorzaakt door de gewijzigde aannames zoals het meenemen van de windsnelheid en het gebruik van variabele drempelwaardes.

Figuur 5.2
Energetisch verbruik aardgas huishoudens.



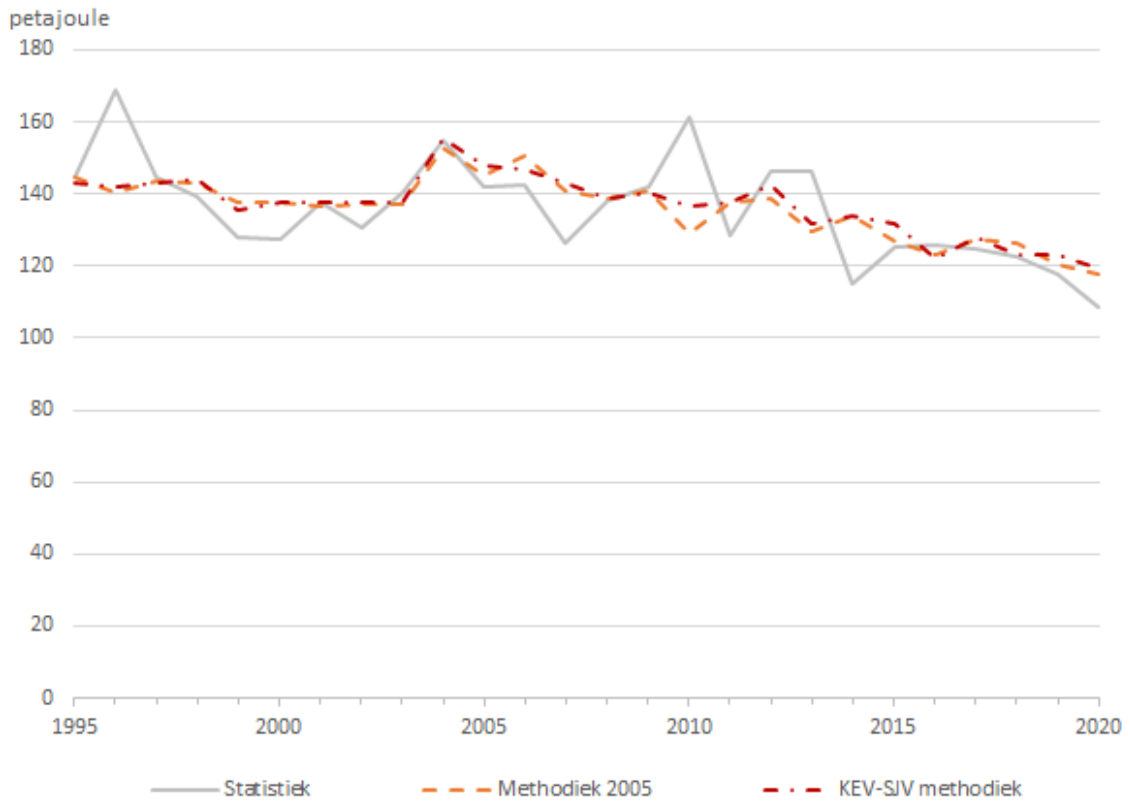
Bij de 'KEV-SJV methodiek' is het voor weer gecorrigeerde aardgasverbruik voor huishoudens in 2020 3,5 petajoule hoger dan volgens de 'methodiek 2005'. Doordat ook de trendlijn van het klimaat minder steil naar beneden gaat, loopt dit effect in 2030 voor de resultaten van de KEV2021 op tot 4,1 petajoule. Dit is een toename van 0,2 megaton van de CO₂-emissie in 2030.

Figuur 5.3
Levering warmte aan de huishoudens.



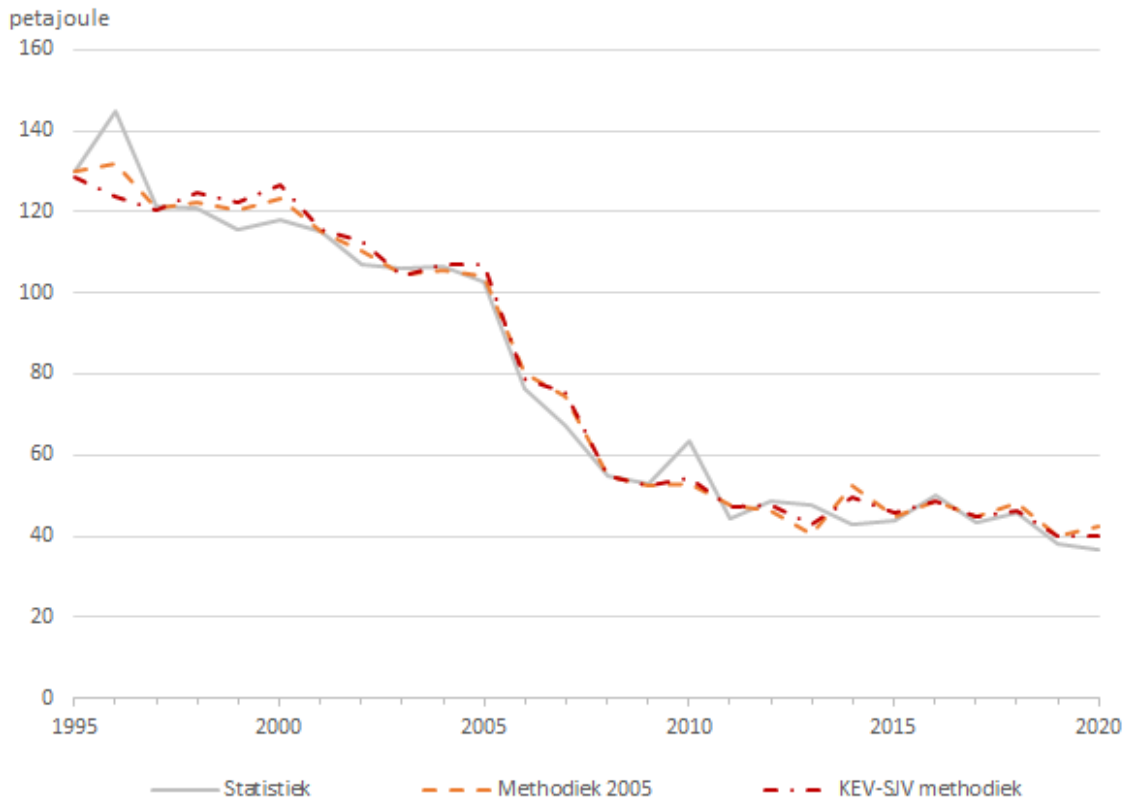
Bij de 'KEV-SJV methodiek' is de voor weer gecorrigeerde warmtelevering voor huishoudens in 2020 0,15 petajoule hoger dan volgens de 'methodiek 2005'. Richting 2030 loopt dit effect voor de resultaten uit de KEV2021 op tot 0,23 petajoule. Via vergelijking (28) op bladzijde 41 is dus 0,11 petajoule extra gasverbruik nodig bij de energiebedrijven om deze warmte te produceren. Op de CO₂-emissie heeft dit dan nauwelijks effect.

Figuur 5.4
Energetisch verbruik aardgas diensten.



Bij de 'KEV-SJV methodiek' is het voor weer gecorrigeerde aardgasverbruik voor diensten in 2020 1,7 petajoule hoger dan volgens de 'methodiek 2005'. In 2030 is dit effect dan 2,0 petajoule oftewel 0,1 megaton CO₂-emissie.

Figuur 5.5
Energetisch verbruik aardgas in de landbouw.



Bij de 'KEV-SJV methodiek' is het voor weer gecorrigeerde aardgasverbruik voor landbouw in 2020 2,3 petajoule lager dan volgens de 'methodiek 2005'. Dit negatieve effect wordt met name veroorzaakt doordat in de 'methodiek 2005' gecorrigeerd wordt op het totaal verbruik van aardgas (dus inclusief het verbruik van aardgas voor de WKK-installaties) en in de 'KEV-SJV methodiek' alleen op het energetisch verbruik van aardgas. Ook worden in de 'methodiek 2005' de ramingen van het energetisch verbruik van aardgas nog niet voor het veranderende klimaat gecorrigeerd. In de 'KEV-SJV methodiek' wel en daardoor gaat het gasverbruik dus nog extra naar beneden. In 2030 komt het energetisch aardgasverbruik dan in totaal 3,1 petajoule lager uit oftewel 0,2 megaton CO₂-emissie.

In tabel 5.1 staan de wijzigingen van de broeikasgasemissies als gevolg van de herziening van de weerscorrectie voor ruimteverwarming.

Tabel 5.1

Totaal broeikasgasemissies in 2030 volgens vastgesteld en voorgenomen beleid uit de KEV2021 in megaton CO₂-equivalenten volgens de GWP-waarden uit het Fifth Assessment Report (AR5) van het IPCC.

	KEV2021	Aanpassing	Nieuwe emissies
Totaal inclusief landgebruik	125,6 - 131,0	0,2	125,7 - 131,1
Elektriciteit	8,5 - 13,9	0,0	8,5 - 13,9
Industrie	40,3	0,0	40,3
Totaal gebouwde omgeving	18,9	0,3	19,2
Huishoudens	14,3	0,2	14,5
Diensten	4,6	0,1	4,7
Mobiliteit	28,7	0,0	28,7
Landbouw	25,6	-0,2	25,4
Landgebruik	3,5	0,0	3,5

Referenties

- Brandsma (2016), *Homogenization of daily temperature data of the five principal stations in the Netherlands (version 1.0)*, De Bilt: KNMI.
- CBS (2022), [Leveringen van elektriciteit en aardgas via het openbare net](#), Den Haag: CBS.
- ECN (1998), *Monitoring energieverbruik 1982-1996: methode, resultaten en perspectieven*, Petten: ECN.
- ECN (2001), *Protocol monitoring energiebesparing*, Petten: ECN.
- ECN (2005), *Referentieramingen energie en emissies 2005-2020*, Petten: ECN.
- ECN (2016), *Nationale Energieverkenning 2016*, Amsterdam/Petten: ECN.
- KNMI (2015), *KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie*, De Bilt: KNMI.
- KNMI (2021), [Op weg naar nieuwe KNMI-klimaatscenario's](#), De Bilt: KNMI.
- PBL (2021), *Klimaat en Energieverkenning 2021*, Den Haag: PBL.
- RVO (2015), *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie, herziening 2015*, Utrecht: RVO en CBS.
- Visser, H. (2005), *The significance of climate change in the Netherlands. An analysis of historical and future trends (1901-2020) in weather conditions, weather extremes and temperature-related impacts*, Bilthoven: RIVM-MNP / IMP.

Bijlagen

Bijlage 1 Correctiewaarden gasverbruik

Tabel B1

Overzicht correctiewaarden voor het gasverbruik dat niet voor ruimteverwarming wordt gebruikt in de 'methodiek 2005'.

Jaar	Huishoudens (petajoule)	Voeding (petajoule)	IJzer en staal (petajoule)	Kunstmest (petajoule)	Papier (petajoule)	Overige metaal (petajoule)	Bouwma- terialen (petajoule)	Textiel (petajoule)	Landbouw (petajoule)	Diensten (percen- tage)
1995	77,3	4,3	0,8	2,3	3,6	10,1	1,0	6,6	52,8	3
1996	75,2	4,1	0,8	2,3	3,5	10,1	1,0	6,4	79,4	3
1997	73,9	4,0	0,8	2,2	3,5	10,1	1,0	6,5	67,7	3
1998	73,2	4,0	0,8	2,2	3,5	10,2	1,0	6,5	66,3	3
1999	72,6	3,9	0,8	2,1	3,5	10,2	1,0	6,4	64,1	3
2000	72,0	3,9	0,7	2,1	3,4	10,2	0,9	6,4	67,7	3
2001	70,2	3,9	0,7	2,0	3,3	9,7	0,9	6,3	72,4	3
2002	70,0	3,7	0,7	2,0	3,1	9,3	0,9	6,1	66,7	3
2003	68,9	3,6	0,6	1,9	3,0	8,8	0,8	5,9	65,2	3
2004	68,1	3,3	0,6	1,8	2,8	8,3	0,8	5,7	65,2	3
2005	71,1	3,2	0,6	1,7	2,7	8,1	0,8	5,5	65,2	3
2006	67,4	3,2	0,6	1,7	2,7	8,1	0,8	5,5	65,2	3
2007	66,5	3,2	0,6	1,7	2,7	8,1	0,8	5,5	65,2	3
2008	64,3	3,2	0,6	1,7	2,7	8,1	0,8	5,5	65,2	3
2009	62,5	3,2	0,6	1,7	2,7	8,1	0,8	5,5	65,2	3
2010	62,7	3,2	0,6	1,7	2,7	8,1	0,8	5,5	65,2	3
2011	62,9	3,2	0,6	1,7	2,7	8,1	0,8	5,5	65,2	3
2012	67,4	3,2	0,6	1,7	2,7	8,1	0,8	5,5	65,2	3

Jaar	Huishoudens (petajoule)	Voeding (petajoule)	IJzer en staal (petajoule)	Kunstmest (petajoule)	Papier (petajoule)	Overige metaal (petajoule)	Bouwma- terialen (petajoule)	Textiel (petajoule)	Landbouw (petajoule)	Diensten (percen- tage)
2013	64,3	3,2	0,6	1,7	2,7	8,1	0,8	5,5	65,2	3
2014	61,3	3,2	0,6	1,7	2,7	8,1	0,8	5,5	65,2	3
2015	58,1	3,2	0,6	1,7	2,7	8,1	0,8	5,5	65,2	3
2016	58,1	3,2	0,6	1,7	2,7	8,1	0,8	5,5	65,2	3
2017	58,1	3,2	0,6	1,7	2,7	8,1	0,8	5,5	65,2	3
2018	58,1	3,2	0,6	1,7	2,7	8,1	0,8	5,5	65,2	3
2019	58,1	3,2	0,6	1,7	2,7	8,1	0,8	5,5	65,2	3
2020	58,1	3,2	0,6	1,7	2,7	8,1	0,8	5,5	65,2	3

Zoals al blijkt uit de gepresenteerde tabel zijn deze gegevens enorm foutgevoelig. Eigenlijk zou elk jaar opnieuw naar deze cijfers moeten worden gekeken en worden aangepast. Dit is dus niet het geval geweest. Dit is één van de redenen om eens goed naar de 'methodiek 2005' te kijken. In de tabel op de volgende bladzijde staan de juiste correctiewaarden voor de huishoudens, landbouw en diensten, die gebruikt gaan worden voor de 'KEV-SJV methodiek'.

Tabel Bz

Overzicht correctiewaarden voor het gasverbruik dat niet voor ruimteverwarming wordt gebruikt in de 'KEV-SJV methodiek'.

	Huishoudens (petajoule)	Landbouw (percentage)	Diensten (percentage)
1995	80,2	10	3
1996	78,5	10	3
1997	76,8	10	3
1998	75,1	10	3
1999	73,5	10	3
2000	71,8	10	3
2001	71,5	10	3
2002	71,2	10	3
2003	70,9	10	3
2004	70,5	10	3
2005	70,2	10	3
2006	68,8	10	3
2007	67,2	10	3
2008	65,1	10	3
2009	63,8	10	3
2010	62,4	10	3
2011	61,6	10	3
2012	61,2	10	3
2013	61,0	10	3
2014	60,7	10	3
2015	60,3	10	3
2016	59,9	10	3
2017	59,7	10	3
2018	59,2	10	3
2019	58,8	10	3
2020	58,7	10	3

Bijlage 2 Varianten op de ‘methodiek 2005’

Om te kijken of met het wijzigen van een aantal parameters het probleem van de pieken en dalen wel opgelost kan worden, is een aantal varianten doorgerekend met de volgende gewijzigde aannames:

1. Basisaannames:
 - Gegevens weerstation De Bilt.
 - Drempeltemperatuur voor de graaddagen van 18 °C.Overige aannames:
 - Geen correctie meer door het optellen van 32 graaddagen.
 - Het gebruik van de juiste correctiewaarden (zie Tabel B2) om van het totaal verbruik te komen op het verbruik dat gevoelig is voor het weer.
2. Gelijk aan 1 maar dan een drempeltemperatuur voor de graaddagen van 17 °C.
3. Gelijk aan 1 maar dan met gewogen graaddagen. Bij de methode met gewogen graaddagen tellen de graaddagen in de wintermaanden zwaarder mee dan de graaddagen in de zomermaanden (januari, februari, november en december met een factor 1,1; maart en oktober met een factor 1; de overige maanden met een factor 0,8). Met de gewogen graaddagen wordt gesimuleerd dat een graaddag in de zomer minder snel tot het aanzetten van de verwarming leidt dan een graaddag in de winter.
4. Gelijk aan 1 maar dan met het gebruik van meerdere weerstations (De Kooy, Eelde, De Bilt, Maastricht, Vlissingen).

Naast deze vier varianten zijn er nog meer varianten doorgerekend. De resultaten van bovenstaande vier varianten en de overige doorgerekende varianten staan in Tabel B3. Als dan gekeken wordt naar het gasverbruik bij de sector huishoudens leidt dit tot Figuur B1.

Figuur B1

Verskil in het gasverbruik van de huishoudens volgens de diverse varianten, ten opzichte van het gasverbruik volgens de 'methodiek 2005' in 1995.



Wat opvalt in Figuur B1 is dat als het gasverbruik van de huishoudens gecorrigeerd wordt aan de hand van vijf weerstations (variant 4) in plaats van alleen weerstation De Bilt de pieken en dalen in het verbruik veel groter worden. Dit wordt veroorzaakt door de weging van de weerstations. In Figuur B1 telt elk weerstation even zwaar mee, terwijl het gasverbruik voor de huishoudens niet gelijk over het land verdeeld is. In de Randstad staan meer woningen dan in de rest van Nederland en ook het type woning wijkt af per regio. Voor het wegen met het gasverbruik per regio ontbreken echter voldoende betrouwbare gegevens. Het CBS beschikt wel over regionaal gasverbruik, maar in de methode die daarvoor wordt gebruikt zit al een correctie voor het klimaat. Zie hiervoor ook paragraaf 3.2.

In variant 1 zijn de verbeterpunten 1, 2 en 3 uit paragraaf 2.4 meegenomen en zoals te zien is in Figuur B1 is het verschil met de 'methodiek 2005' nauwelijks waarneembaar. Ook het wijzigen van de drempeltemperatuur naar 17 °C (variant 2) en de graaddagen in de winter- en zomermaanden meenemen (variant 3) geeft nauwelijks andere resultaten.

De pieken en dalen in het gecorrigeerde verbruik in relatief koude en warme jaren blijven echter onveranderd aanwezig (punt 4). Dit laatste punt is aanleiding om de zoektocht naar een betere correctie door te zetten.

Tabel B3

Gasverbruik huishoudens volgens de verschillende doorgerkende varianten in petajoule.

	Statis- tiek	Metho- diek 2005	Variante 0	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6	Variante 7	Variante 8	Variante 9	Variante 10	Variante 11
1995	402,4	403,3	402,5	406,0	404,8	405,6	380,8	404,6	403,3	403,4	401,6	402,0	375,2	378,4
1996	471,2	404,8	405,0	408,0	403,0	408,4	422,5	403,6	398,0	398,7	392,6	393,3	412,3	412,0
1997	395,3	392,5	391,9	395,3	394,1	395,2	401,9	394,3	392,7	393,1	391,4	392,0	403,5	404,2
1998	375,9	383,2	382,9	386,4	389,5	386,4	387,1	389,1	392,6	391,7	394,8	393,8	390,9	393,0
1999	356,6	378,2	377,6	381,2	383,3	378,9	379,4	380,8	385,2	382,5	387,5	384,7	384,9	387,8
2000	356,2	378,5	378,2	381,9	386,2	382,0	374,2	386,1	391,3	390,7	397,0	396,1	380,5	388,5
2001	378,6	376,6	376,1	379,5	379,5	380,0	392,5	380,0	379,8	380,3	379,7	380,1	396,0	403,0
2002	365,3	379,3	378,8	382,4	384,8	382,6	379,2	384,9	387,3	387,3	390,0	389,9	379,4	387,9
2003	374,1	367,1	366,2	369,5	366,8	367,4	377,6	365,1	363,4	362,1	359,9	359,0	375,3	383,4
2004	357,7	353,3	352,4	355,6	356,2	355,3	359,3	355,8	357,7	356,9	359,4	358,2	361,0	371,7
2005	343,9	349,8	348,9	352,2	353,2	352,3	350,0	353,2	354,6	354,6	356,6	356,2	348,8	362,8
2006	346,6	361,6	360,6	364,1	363,1	361,9	381,2	361,2	362,0	360,5	360,8	359,7	388,5	398,4
2007	309,5	336,2	335,2	338,6	343,4	337,2	331,1	341,3	348,6	345,9	353,8	350,6	338,3	348,2
2008	350,7	351,8	350,9	354,2	354,6	354,1	351,4	354,5	353,8	354,0	352,9	353,5	350,4	362,7
2009	349,2	347,4	346,4	349,7	349,8	346,4	336,9	346,1	349,8	345,7	349,6	345,1	334,1	345,4
2010	406,7	350,8	349,8	352,6	347,3	351,3	366,2	346,2	341,0	340,1	333,9	333,2	358,1	367,0
2011	316,0	329,8	328,9	332,1	336,3	330,9	323,2	334,2	340,4	337,5	344,1	340,5	327,4	339,0
2012	337,9	326,5	325,3	328,3	327,5	329,2	315,7	328,5	327,1	328,1	326,5	327,6	311,4	325,3
2013	358,9	327,5	326,2	329,0	326,1	330,7	355,9	328,0	322,9	325,1	319,3	321,8	355,4	366,7
2014	267,7	297,8	297,0	300,2	305,2	299,7	285,2	304,3	311,6	310,1	318,9	316,7	291,8	303,0
2015	285,3	288,7	287,9	290,6	291,8	294,3	299,1	295,9	294,4	298,7	298,9	303,1	303,1	317,7
2016	297,2	291,5	290,7	293,3	292,2	292,1	297,8	291,1	290,0	289,2	287,3	286,9	295,6	304,2

	Statis- tiek	Metho- diek 2005	Variant 0	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4	Variant 5	Variant 6	Variant 7	Variant 8	Variant 9	Variant 10	Variant 11
2017	288,3	293,5	292,6	295,4	296,0	294,9	295,8	295,5	296,3	295,9	295,9	295,6	295,1	305,7
2018	286,4	294,5	293,6	296,4	293,9	293,0	300,3	290,8	291,1	288,5	288,6	286,2	298,8	306,4
2019	270,2	275,8	275,0	277,6	278,8	277,9	284,1	279,0	280,1	280,2	281,2	281,3	287,6	296,6
2020	256,7	274,4	273,6	276,4	279,3	277,3	268,2	280,2	283,2	284,0	288,0	288,7	271,1	283,3

Bijlage 3 Kenmerken doorgerekende varianten en methodieken

Tabel B4

Beschrijving doorgerekende varianten in Bijlage 2.

	Klimaat	Drempelwaarde graaddagen	Weging graaddagen	Weerstations	Correctie 32 graaddagen	Correctie gasverbruik
Methodiek 2005	Methodiek 2005 ¹⁷	18 °C	Ongewogen	De Bilt	Ja	Fout
Variant 0	Gemiddeld ¹⁸	18 °C	Ongewogen	De Bilt	Ja	Goed
Variant 1	Gemiddeld ¹⁸	18 °C	Ongewogen	De Bilt	Nee	Goed
Variant 2	Gemiddeld ¹⁸	17 °C	Ongewogen	De Bilt	Nee	Goed
Variant 3	Gemiddeld ¹⁸	18 °C	Gewogen ¹⁹	De Bilt	Nee	Goed
Variant 4	Gemiddeld ¹⁸	18 °C	Ongewogen	5 stations ²⁰	Nee	Goed
Variant 5	Gemiddeld ¹⁸	17 °C	Gewogen ¹⁹	De Bilt	Nee	Goed
Variant 6	Gemiddeld ¹⁸	16 °C	Ongewogen	De Bilt	Nee	Goed
Variant 7	Gemiddeld ¹⁸	16 °C	Gewogen ¹⁹	De Bilt	Nee	Goed
Variant 8	Gemiddeld ¹⁸	15 °C	Ongewogen	De Bilt	Nee	Goed
Variant 9	Gemiddeld ¹⁸	15 °C	Gewogen ¹⁹	De Bilt	Nee	Goed
Variant 10	Gemiddeld ¹⁸	16 °C	Ongewogen	5 stations ²⁰	Nee	Goed

¹⁷ Vanuit de KNMI'14 klimaatscenario's de '2030'-variant

¹⁸ Gemiddelde van de 4 KNMI'14 klimaatscenario's alleen op basis van de gemiddelde dagtemperatuur

¹⁹ De graaddagen in de maanden januari, februari, november en december worden gewogen met een factor 1,1; de maanden maart en oktober met een factor 1 en de overige maanden met een factor 0,8

²⁰ De weerstations De Kooy, Eelde, De Bilt, Vlissingen en Maastricht.

	Klimaat	Drempelwaarde graaddagen	Weging graaddagen	Weerstations	Correctie 32 graaddagen	Correctie gasverbruik
Variant 11	Gemiddeld ¹⁸	16 °C	Gewogen ¹⁹	5 stations ²⁰	Nee	Goed

Naast de doorgerekende varianten in bijlage 2 worden in het rapport nog een aantal methodieken beschreven voor de weerscorrectie. In onderstaande tabel staan deze beschreven.

Tabel B5
Beschrijving gebruikte methodieken.

	Klimaat	Drempelwaarde graaddagen	Weging graaddagen	Weerstations	Correctie 32 graaddagen	Correctie gasverbruik
Methodiek 2005	Methodiek 2005 ¹⁷	18 °C	Ongewogen	De Bilt	Ja	Fout
Methodiek 2005 verbeterd	Gemiddeld ¹⁸	18 °C	Ongewogen	De Bilt	Nee	Goed
Profielenmethodiek aardgas	Historisch ²¹	Variabel temperatuur, wind en zon	Ongewogen	6 stations ²²	Nee	n.v.t.
KEV-SJV methodiek	Gemiddeld ²³	Variabel temperatuur en wind	Ongewogen	De Bilt	Nee	Goed

²¹ Op basis van het weer van t-30 tot en met t-1.

²² De weerstations De Kooy, Eelde, Twente, De Bilt, Vlissingen en Maastricht.

²³ Gemiddelde van de vier KNMI'14 klimaatscenario's op basis van gemiddelde temperatuur en gemiddelde windsnelheid.

Bijlage 4 Regressieanalyses ten behoeve van de ‘KEV-SJV methodiek’

In deze bijlage worden de resultaten gegeven van de regressieanalyses die uitgevoerd zijn met als doel de meest optimale afhankelijkheden te vinden tussen aardgasverbruik en weersomstandigheden. De regressieanalyses zijn uitgevoerd met gegevens van de maanden december en januari. De kwaliteit van de regressie wordt uitgedrukt met de Pearson correlatiecoëfficiënt (R^2).

Weging van weerstations

Bij de profielenmethodiek worden de weersgegevens van zes weerstations gebruikt. Elk weerstation heeft een weegfactor. Bij het vaststellen van de profielenmethodiek zijn deze weegfactoren bepaald op basis van de gaslevering vanuit de gasontvangststations (GOS) in de buurt van deze weerstations. In dit onderzoek wordt niet dat als uitgangpunt gebruikt, maar wordt gekeken naar de weegfactoren die zorgen voor een best passende fit tussen weersgegevens en gasverbruik. Dit is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel B6
Weegfactoren voor weerstations.

Weerstation	De Bilt	Profielen	Optimaal	Eenvoudig
De Kooy	0	0,15	0,25	0,34
De Bilt	1	0,28	0,05	0,00
Eelde	0	0,14	0,03	0,00
Twenthe	0	0,16	0,15	0,00
Vlissingen	0	0,12	0,25	0,33
Maastricht	0	0,15	0,27	0,33
R^2	0,785	0,807	0,814	0,811

In bovenstaande tabel is te zien dat het wegen van de weerstations een fors effect heeft op de kwaliteit van de regressie. Daarbij valt het op dat bij de optimale weegfactoren de Bilt en Eelde juist een lichte weging krijgen. Blijkbaar zijn de temperaturen van met name de extremen in het land een goede indicator voor het gasverbruik. Overwogen kan worden het aantal weerstations in de weging te beperken tot 3. Het kwaliteitsverlies daardoor is gering.

Weging van recente historie

Bij de profielenmethodiek aardgas worden bij het bepalen van de temperatuurfactor ook de gegevens van de dag voor de betreffende dag en de dag daarvoor gebruikt. Dit gebeurt door middel van weegfactoren. In dit onderzoek wordt gekeken naar de optimale weging van de betreffende dag, dag-1 en dag-2.

Tabel B7

Weegfactoren voor het gebruik van de historie.

	Referentie	Profielen	Optimaal	Eenvoudig
d	1	0,6	0,64	0,65
d-1	0	0,3	0,34	0,35
d-2	0	0,1	0,02	0
R²	0,814	0,850	0,852	0,852

Te zien is dat de weging van de recente dagen een relevant effect heeft, maar dat de verschillende onderzochte scenario's elkaar in kwaliteit niet veel ontlopen. Voor de analyses van de windsnelheid en de globale straling wordt de eenvoudige weging gebruikt.

Windsnelheid

Bij het bepalen van de temperatuurfactor in de profielenmethodiek wordt ook de gemiddelde windsnelheid betrokken. Bij deze resultaten is als uitgangspunt de gekozen situaties uit de voorgaande scenario's gebruikt.

Tabel B8

Scenario's voor het betrekken van de wind in de temperatuurfactor.

	Referentie	Profielen	Optimaal	Eenvoudig
T	T	T- $\sqrt{W}/0,35$	Als $W > 1$: T- $\sqrt{W-1}$ Anders: T	T- \sqrt{W}
R²	0,852	0,808	0,871	0,870

Te zien is dat de bepalingswijze die bij de profielenmethodiek gebruikt wordt niet geschikt is voor de gemiddelde daggegevens. Voor de analyse van de globale straling wordt de eenvoudige weging gebruikt.

Globale straling

In Tabel B9 zijn bepalingswijzen gegeven voor het betrekken van globale straling in de temperatuurfactor.

Tabel B9

Scenario's voor het betrekken van de globale straling in de temperatuurfactor.

	Referentie	Profielen	Optimaal
T	T_w	$T_w + q/40$	$T_w + Q/480$
R²	0,871	0,874	0,877

Bijlage 5 Overzicht graaddagen

Tabel B10

Gemeten graaddagen weerstation De Bilt en bijbehorend klimaat volgens 'methodiek 2005'.

	Gemeten graaddagen	Klimaat volgens 'methodiek 2005'	Klimaat volgens 'metho- diek 2005 verbeterd'
1995	2917	2956	2950
1996	3504	2947	2940
1997	2929	2937	2930
1998	2821	2927	2920
1999	2676	2917	2910
2000	2659	2907	2901
2001	2880	2897	2891
2002	2720	2887	2881
2003	2913	2877	2871
2004	2880	2868	2862
2005	2765	2858	2852
2006	2671	2848	2842
2007	2525	2838	2832
2008	2785	2828	2822
2009	2804	2818	2813
2010	3321	2809	2803
2011	2622	2799	2793
2012	2879	2789	2783
2013	3078	2779	2774
2014	2385	2769	2764
2015	2686	2759	2754
2016	2785	2749	2744
2017	2647	2740	2735
2018	2604	2730	2725
2019	2618	2720	2715
2020	2456	2710	2705
2021	2804	2700	2695
2025		2661	2656
2030		2612	2607
2035		2562	2559
2040		2512	2510
2045		2463	2461
2050		2414	2412

Tabel B11

Gemeten graaddagen weerstation De Bilt en bijbehorend klimaat volgens 'KEV-SJV methodiek' waarbij de TOP is meegenomen.

	Gemeten graaddagen	Klimaat
1995	3025	2999
1996	3484	2992
1997	3014	2984
1998	2891	2976
1999	2818	2969
2000	2772	2961
2001	2953	2954
2002	2811	2946
2003	2994	2938
2004	2923	2931
2005	2823	2923
2006	2847	2916
2007	2617	2908
2008	2896	2900
2009	2915	2893
2010	3347	2885
2011	2710	2878
2012	2936	2870
2013	3139	2862
2014	2514	2855
2015	2730	2847
2016	2913	2840
2017	2768	2832
2018	2812	2824
2019	2708	2817
2020	2584	2809
2021	2888	2801
2025		2771
2030		2733
2035		2695
2040		2657
2045		2619
2050		2581

Tabel B12

Gemeten graaddagen weerstation De Bilt en bijbehorend klimaat volgens 'KEV-SJV methodiek' waarbij de TOP niet is meegenomen.

	Gemeten graaddagen	Klimaat
1995	2552	2526
1996	3010	2518
1997	2541	2511
1998	2419	2503
1999	2345	2496
2000	2297	2488
2001	2480	2480
2002	2338	2473
2003	2522	2465
2004	2449	2458
2005	2350	2450
2006	2374	2442
2007	2144	2435
2008	2422	2427
2009	2442	2419
2010	2874	2412
2011	2237	2404
2012	2462	2397
2013	2666	2389
2014	2041	2381
2015	2257	2374
2016	2439	2366
2017	2295	2359
2018	2339	2351
2019	2235	2343
2020	2110	2336
2021	2415	2328
2025		2298
2030		2260
2035		2222
2040		2184
2045		2146
2050		2108

Bijlage 6 Kenmerken KNMI-weerstations

Tabel B13

Beschrijving KNMI-weerstations.

Weerstation	Stations- nummer	Longitude	Latitude	Hoogte (meter)
De Kooy	235	E 4,781°	N 52,928°	1,2
De Bilt	260	E 5,180°	N 52,100°	1,9
Eelde	280	E 6,585°	N 53,125°	5,2
Twenthe	290	E 6,891°	N 52,274°	34,8
Vlissingen	310	E 3,596°	N 51,442°	8,0
Maastricht	380	E 5,762°	N 50,906°	114,3

Bijlage 7 Beschrijving KNMI'14-scenario's

De KNMI'14-scenario's WH, WL GH en GL onderscheiden zich in 2 opzichten. Enerzijds betreft het de wereldwijde temperatuurstijging (G versus W) en anderzijds de verandering in het luchtstromingspatroon (L versus H).

In de G-scenario's is de wereldwijde temperatuurstijging 1 °C in 2050 en 1,5 °C in 2085 ten opzichte van het gemiddelde uit de periode 1981 tot en met 2010. In de W-scenario's is de stijging 2 °C in 2050 en 3,5 °C in 2085 ten opzichte van het gemiddelde uit de periode 1981 tot en met 2010.

Naast de wereldwijde temperatuurstijging is ook de verandering van het luchtstromingspatroon van invloed op de klimaatverandering in Nederland. Verandering van het luchtstromingspatroon is daarom gekozen als het tweede kenmerk voor het onderscheiden van de scenario's. In de L-scenario's is de invloed van deze verandering klein, in de H-scenario's is de invloed groot. In de H-scenario's waait het in de winter vaker uit het westen. Ten opzichte van de L-scenario's betekent dit een zachter en natter weertype. In de H-scenario's hebben hogedrukgebieden in de zomer een grotere invloed op het weer. Vergeleken met de L-scenario's zorgen ze voor meer oostenwinden, die in Nederland warmer en droger weer met zich meebrengen.

Figuur B2

Karakterisering KNMI'14-scenario's

