

**GT-080071**  
16 juni 2008

# De correctheid van de gasmeting bij kleinverbruikers

Eindrapport

**GT-080071**  
16 juni 2008

# De correctheid van de gasmeting bij kleinverbruikers

Eindrapport

© 2008 Kiwa N.V.  
Alle rechten voorbehouden.  
Niets uit deze uitgave mag  
worden verveelvoudigd,  
opgeslagen in een  
geautomatiseerd  
gegevensbestand, of  
openbaar gemaakt, in enige  
vorm of op enige wijze, hetzij  
elektronisch, mechanisch,  
door fotokopieën, opnamen,  
of enig andere manier, zonder  
voorafgaande schriftelijke  
toestemming van de uitgever.

**Kiwa Gas Technology B.V.**

Wilmersdorf 50  
Postbus 137  
7300 AC Apeldoorn

Tel. 055 539 32 52  
Fax 055 539 32 23  
[www.1kiwa.com](http://www.1kiwa.com)

# Colofon

**Titel**

De correctheid van de gasmeting bij kleinverbruikers

**Projectnummer**

GT-071573

**Projectmanager**

ing. W.P. Brouwer

**Opdrachtgever**

Directie Toezicht Energie

**Kwaliteitsborger(s)**

Prof. dr. ir. M. Wolters

**Auteur(s)**

Ing. W.P. Brouwer, Dr. ir. C.J.A. Pulles, Ir. W.H.H. van Heugten,  
Ing. G. van Schagen, W. Bonestroo

**Verzonden aan**

Directie Toezicht Energie

Dit rapport is niet openbaar en slechts verstrekt aan de opdrachtgever.  
Eventuele verspreiding vindt alleen plaats door de opdrachtgever zelf.

# Voorwoord

Vrijwel alle gasmeters toegepast bij kleinverbruikers van gas zijn van het type balgengasmeter. In de Meetvoorwaarden Gas-RNB is de voor deze verbruikerscategorie toegepaste volumeherleidingsmethode beschreven. Deze methode wordt de 7-gradenmethode genoemd. Bij deze volumeherleidingsmethode wordt verondersteld dat de over het jaarverbruikspatroon gewogen gemiddelde gastemperatuur (in de gasmeter) 7 °C bedraagt en de over het jaarverbruikspatroon gewogen gemiddelde gasdruk overeenkomt met de nominale leveringsdruk van 28 mbar, vermeerderd met 1013,25 mbar.

Naar aanleiding van een publicatie van Prof. dr. ir. A.F.P. van Putten van AnMar Research Laboratories zijn er in 2007 persberichten verschenen over de toepassing van de 7-gradenmethode bij de gasmeting van kleinverbruik. Meer in het bijzonder wordt de hierbij gehanteerde veronderstelling omtrent de gastemperatuur ter discussie gesteld. Naar aanleiding hiervan is Directie Toezicht Energie (DTe) een onderzoek gestart naar de kwaliteit van deze volumeherleidingsmethode.

Kiwa Gas Technology heeft in opdracht van de DTe onderzoek uitgevoerd naar de correctheid van de meting door balgengasmeters en de toegepaste volumeherleidingsmethode bij kleinverbruikers van gas (7-gradenmethode). Het onderzoek is opgebouwd uit twee fasen. In het voorliggende rapport worden de resultaten van de tweede fase, te weten de resultaten van de veldproef gepresenteerd. Volledigheidshalve zijn in dit rapport ook de resultaten van fase 1 kort samengevat.

Op basis van de resultaten van de veldproef is vastgesteld dat de temperatuur in de opstellingsruimte van de gasmeter (doorgaans een meterkast) de belangrijkste invloedsfactor is voor de gastemperatuur in de gasmeter en daarmee de belangrijkste invloedsfactor voor de grootte van de afwijking van de hoeveelheidsmeting van de 7-gradenmethode. Het behoeft geen betoog dat de temperatuur in de opstellingsruimte van de gasmeter wordt bepaald door de plaats van deze ruimte in de woning en de mate van verwarming van de omringende ruimte(n). De veldproef geeft antwoord op de vraag wat de grootte van de afwijking van de hoeveelheidsmeting van de 7-gradenmethode is voor de te onderscheiden woningtypen/opstellingsruimten gasmeter. Detailgegevens over de verdeling hiervan over het Nederlandse woningbestand zijn echter niet bekend. Dit betekent dat de in dit rapport vermelde totale meetafwijking van alle huishoudelijke kleinverbruikers in Nederland is gebaseerd op een schatting van de verdeling van de Nederlandse woningvoorraad over de verschillende woningtypen.

# Samenvatting

In artikel 5.2.1 van de Meetvoorwaarden Gas-RNB is vermeld dat de regionale netbeheerder de uitgewisselde hoeveelheid gas dient uit te drukken in kubieke meter Groningen gas [ $m^3(n;35,17)$ ]. Het betreft hierbij dus de hoeveelheid gas in kubieke meters uitgedrukt onder normaalcondities. Een vergelijkbare bepaling is opgenomen in artikel 2.3.7 van de Tarieven Code Gas, waarin is vermeld dat de facturering van het verbruik dient plaats te vinden op basis van normaal kubieke meters.

Bij kleinverbruikers wordt het onder bedrijfscondities gemeten gas (gashoeveelheid bij de heersende gasdruk en gastemperatuur) herleid naar normaalcondities (gashoeveelheid bij 1,01325 bar en 0 °C) door middel van de zogeheten en in de Meetvoorwaarden Gas-RNB vermelde 7-gradenmethode.

Bij de 7-gradenmethode wordt het volgende verondersteld:

- Gastemperatuur in de gasmeter is 7 °C
- Nominale leveringsdruk (overdruk) is 28 mbar
- Atmosferische druk is 1,01325 bar

Indien de werkelijke gastemperatuur, gemiddeld over een jaar beschouwd en gewogen naar afname, systematisch verschilt ten opzicht van 7 °C wordt er een systematische fout in de gasmeting (volumeherleiding) geïntroduceerd. Dit geldt ook indien de gemiddelde atmosferische druk afwijkt van 1,01325 bar en de gemiddelde leveringsdruk (overdruk) afwijkt van 28 mbar.

Kiwa Gas Technology heeft in opdracht van de DTe onderzoek uitgevoerd naar de kwaliteit (nauwkeurigheid) van balgengasmeters en de volumeherleiding bij huishoudelijke toepassing. Bij dit onderzoek zijn de volgende drie aspecten belicht:

- a. De bevindingen van Prof.dr. ir. Van Putten, gepresenteerd in het onderzoeksrapport van maart 2007<sup>1</sup>.  
Kiwa Gas Technology heeft de in dit rapport vermelde gastechnische aspecten beoordeeld.
- b. Het metrologisch functioneren van de gasmeters.  
Kiwa Gas Technology heeft beoordeeld of er structurele afwijkingen in de volumemeting (nauwkeurige werking van de gasmeter) optreden.
- c. De opwarming van het gas. Hierbij is door middel van een theoretische analyse en veldmetingen de opwarming van het gas bepaald.

Het onderzoek is in twee fasen uitgevoerd. De twee eerstgenoemde aspecten zijn in fase 1 van het onderzoek belicht. De resultaten hiervan zijn vermeld in

---

<sup>1</sup> Residential Gas Metering: How Good is it?, AnMar Research Laboratories B.V., maart 2007.

het rapport "De correctheid van de gasmeting bij kleinverbruikers, fase 1". Kort samengevat concludeert Kiwa Gas Technology dat de door AnMar getrokken conclusies en aanbevelingen gebaseerd zijn op proefnemingen die qua uitvoering en omvang niet representatief zijn voor de (gemiddelde) gasmeting bij kleinverbruikers in Nederland en dat de balgengasmeters metrologisch goed en nauwkeurig functioneren. De miswijzingen van de individuele balgengasmeters liggen ruim binnen de IJkwettelijke nauwkeurigheidsgrenzen. Ook is in fase 1 een theoretische analyse uitgevoerd naar de opwarming van het gas en is de opwarmsnelheid door middel van laboratoriumproeven vastgesteld.

Het voorliggende rapport beschrijft de resultaten van de tweede fase van het onderzoek. Het betreft hierbij de resultaten van het veldonderzoek. Volledigheidshalve zijn in dit eindrapport ook de belangrijkste resultaten van fase 1 van het onderzoek samengevat.

In fase 1 van het onderzoek is op basis van een theoretische analyse vastgesteld dat de gemiddelde gastemperatuur in de gasmeter hoger is dan 7 °C. Vanwege de snelle warmteuitwisseling van het gas met de omgevingslucht warmt het gas op in het leidingtracé vanaf de geveldoorvoer in de woning tot aan de gasmeter. Door middel van die theoretische analyse is vastgesteld dat dit effect gemiddeld gezien leidt tot een fout in de volumeherleiding in het nadeel van de afnemer.

In fase 1 van het onderzoek is ook vastgesteld dat balgenmeters, welke bij kleinverbruikers worden toegepast, metrologisch gezien nauwkeurig functioneren. Op basis van de resultaten van de steekproefsgewijze controle van deze meters is vastgesteld dat de gemiddelde miswijzing van deze meters tussen -0,17% (hoge afname, in het voordeel van de afnemer) en 0,92% (lage afname, in het nadeel van de afnemer) ligt. De miswijzingen van de individuele balgengasmeters liggen ruimschoots binnen de IJkwettelijke nauwkeurigheidsgrenzen.

In fase 2 is door middel van metingen de grootte van de meetafwijkingen nader vastgesteld voor de verschillende kleinverbruikercategorieën. De metingen zijn uitgevoerd in de periode december 2007 – maart 2008 bij 26 kleinverbruikers. De locaties zijn zodanig gekozen dat een breed scala aan in de praktijk voorkomende situaties werd omvat.

Op basis van de meetresultaten van de veldproef wordt geconcludeerd dat de temperatuur van het gas in de gasmeter in overheersende mate wordt bepaald door de temperatuur in de opstellingsruimte van de gasmeter. Andere factoren, zoals de grondtemperatuur, de temperatuur van de dienstleiding/kruipruimte, bewonersgedrag en ketelregeling, blijken niet significant van invloed.

De gemeten afwijkingen in de veldproef, ten gevolge van de afwijking van de gastemperatuur van de bij de 7-gradenmethode veronderstelde temperatuur van 7 °C, gedurende de meetperiode variëren van 0,43% tot 4,60%, in het

nadeel van de afnemer. De schattingen voor deze afwijking gedurende een "normaaljaar" variëren van 1,37% tot 4,61%.

Op basis van een categorie-indeling van de totale Nederlandse woningvoorraad is een schatting gemaakt van de totale jaarlijkse meetafwijking bij alle huishoudelijke kleinverbruikers in Nederland. Daaruit volgt dat de 7-gradenmethode leidt tot een overschatting van de totale afgenomen hoeveelheid gas van 2,6% tot 3,9%, of uitgedrukt in gasafname 275 – 415 miljoen m<sup>3</sup> per jaar.

Deze meetafwijking kan beduidend worden verkleind, indien de bij de 7-gradenmethode veronderstelde gemiddelde gastemperatuur (7 °C) wordt gewijzigd in een temperatuur die dichterbij de werkelijke gemiddelde gastemperatuur ligt (15 °C). De gemiddelde gastemperatuur voor alle huishoudelijke kleinverbruikers gedurende een "normaaljaar" dient door middel van onderzoek vastgesteld te worden. De hiervoor genoemde overschatting van de totale afgenomen hoeveelheid gas betreft een schatting van de bandbreedte van de meetafwijking, gebaseerd op de resultaten van het veldonderzoek (metingen) en een schatting van de verdeling van de woningvoorraad over de verschillende woningtypen. Indien de werkelijke gemiddelde gastemperatuur wordt gehanteerd bij de 7-gradenmethode is de gemiddelde meetafwijking voor alle woningtypen relatief gering, maar blijven verschillen tussen huishoudens wél bestaan.

De gastemperatuur is een niet beïnvloedbare variabele, die sterk afhankelijk is van de lokale omstandigheden en daarmee tot verschillen in de verrekening tussen de kleinverbruikers leidt.

Gasmeters kunnen geleverd worden met temperatuurcorrectie. Deze meters worden TC-gasmeters genoemd. Door toepassing van TC-gasmeters wordt deze ongelijkheid weggenomen. Bij de uitrol van de slimme meters doet zich de vraag voor of temperatuurcorrectie op de gasmeting gewenst is.

De kwaliteit (nauwkeurigheid en betrouwbaarheid) van de conventionele TC-gasmeters (balgengasmeters met een bi-metaal) is vergelijkbaar met de "gewone" balgengasmeters. Over de toepassing van TC-gasmeters in een elektronische uitvoering zijn voor wat betreft nauwkeurigheid en betrouwbaarheid nog geen ervaringscijfers bekend. Deze meters worden sinds kort op de markt gebracht. De meerprijs voor de temperatuurcorrectie is beperkt en zal naar verwachting bij grootschalige plaatsing van TC-gasmeters niet meer dan € 5,- tot € 10,- per meter bedragen.

De toepassing van TC-gasmeters heeft consequenties voor het administratieve proces. Deze consequenties zijn afhankelijk van de uitvoering van de gekozen TC-gasmeters (temperatuur waarnaar wordt gecorrigeerd), of beide type gasmeters (TC- en geen TC-uitvoering) in gebruik zijn en de wijze waarop nog eventueel gecorrigeerd wordt voor de gasdruk (variërende atmosferische druk en hoogteligging). Bij toepassing van TC-gasmeters dienen er nadere afspraken gemaakt te worden over de temperatuur waarnaar de TC-gasmeters corrigeren. De keuze hiervan bepaalt in belangrijke mate de consequenties voor het administratieve proces. Indien

gekozen wordt voor een correctie naar 7 °C is een administratieve correctie voor de leveringsdruk niet nodig.



# Inhoud

	<b>Voorwoord</b>	<b>1</b>
	<b>Samenvatting</b>	<b>2</b>
	<b>Inhoud</b>	<b>6</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Uitvoering onderzoek</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Metrologisch functioneren van gasmeters</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>Toepassing 7-gradenmethode</b>	<b>13</b>
4.1	Regelgeving	13
4.2	Gastemperatuur	13
4.3	Gasdruk	14
4.3.1	Drukregeling	14
4.3.2	Atmosferische druk	14
4.3.3	Hoogteligging	15
<b>5</b>	<b>Veldproef</b>	<b>16</b>
5.1	Opzet van de veldproef	16
5.2	Resultaten veldproef (meetperiode)	16
5.2.1	Algemeen	16
5.2.2	De meetafwijking tijdens de meetperiode	17
5.3	De meetafwijking in het normaaljaar	18
5.4	De meetafwijking naar woningtype en kenmerken van de gasinstallatie	19
5.5	Classificatie van woningtypen en meetafwijking	22
5.6	Invloed van de afzonderlijke woningkenmerken	22
5.6.1	Algemeen	22
5.6.2	Hoogbouw / laagbouw	23
5.6.3	Stedelijk / landelijk gebied	24
5.6.4	Meterkast aan gevel / meterkast inpandig	25
5.6.5	Aansluitleiding (of stijgleiding) door verwarmde / onverwarmde ruimte	25
5.6.6	Ketelregeling aan/uit / modulerend	25
5.6.7	Bewoning permanent / discontinu	25
5.7	Afwijking van de 7-gradenmethode voor het totale woningenbestand in Nederland	25
5.7.1	Het woningenbestand in Nederland	25
5.8	Nauwkeurigheid van de resultaten	28
<b>6</b>	<b>Verrekeningsmethodiek</b>	<b>31</b>
6.1	Algemeen	31

6.2	Referentietemperatuur (TC-gasmeters)	32
6.3	Toepassing TC-gasmeters naast gasmeters zonder TC-correctie	32
<b>7</b>	<b>Conclusies</b>	<b>34</b>
<b>I</b>	<b>Begrippenlijst</b>	<b>37</b>
<b>II</b>	<b>Meetdata per locatie</b>	<b>38</b>
<b>III</b>	<b>De schattingen voor een normaaljaar</b>	<b>39</b>
<b>IV</b>	<b>Invloed van de buitentemperatuur op de gastemperatuur</b>	<b>43</b>
<b>V</b>	<b>Het woningenbestand in Nederland</b>	<b>45</b>

# 1 Inleiding

Vrijwel alle gasmeters toegepast bij kleinverbruikers van gas zijn van het type balgengasmeter. In de Meetvoorwaarden Gas-RNB is de voor deze verbruikerscategorie toegepaste volumeherleidingmethode beschreven. Deze methode wordt de 7-gradenmethode genoemd. Bij deze volumeherleidingmethode wordt verondersteld dat de over het jaarverbruikspatroon gewogen gemiddelde gastemperatuur (in de gasmeter) 7 °C bedraagt en de over het jaarverbruikspatroon gewogen gemiddelde gasdruk overeenkomt met de nominale leveringsdruk van 28 mbar, vermeerderd met 1013,25 mbar.

Indien deze aannames van de leveringsdruk en leveringstemperatuur van het gas in de gasmeter juist zijn kan volgens de wet van Boyle Gay Lussac berekend worden dat het door de gasmeter gemeten volume onder bedrijfsomstandigheden overeenkomt met hetzelfde volume, echter verkerend onder normaalcondities (1,01325 bar en 0 °C). Het volume onder normaalcondities is het volume waarop wordt verrekend en is in dat geval gelijk aan het volume aangewezen door de gasmeter. Administratieve correcties kunnen hierbij achterwege blijven.

De 7-gradenmethode wordt in een onderzoeksrapport<sup>2</sup> van AnMar Research Laboratories (afgekort AnMar) ter discussie gesteld. In dit onderzoeksrapport wordt zowel het functioneren van balgengasmeters als de correctheid van de 7-graden-methode, in twijfel getrokken. Naar aanleiding van dit rapport zijn vragen gesteld over de juistheid van de gasmeting bij kleinverbruikers van gas.

Kiwa Gas Technology heeft in opdracht van de DTe onderzoek uitgevoerd naar de correctheid van de meting door balgengasmeters en de bijbehorende volumeherleiding bij kleinverbruikers van gas. Het onderzoek is opgebouwd uit twee fasen.

In september 2007 heeft Kiwa Gas Technology de resultaten van fase 1 van het onderzoek gerapporteerd<sup>3</sup> aan de DTe. Het betreft hierbij de resultaten van een theoretische analyse van de opwarming van gas, het metrologisch functioneren van de gasmeters toegepast bij kleinverbruikers en een beoordeling van het onderzoeksrapport<sup>4</sup> van AnMar, over het functioneren van huishoudelijke gasmeters.

In fase twee zijn door middel van een veldonderzoek de feitelijke fouten in de gasmeting als gevolg van temperatuurverschillen vastgesteld, door middel van metingen bij een aantal huishoudelijke kleinverbruikers. Op basis van de resultaten van dit onderzoek kan de kwaliteit (nauwkeurigheid) van de balgengasmeters en de bijbehorende volumeherleiding bij kleinverbruikers

---

<sup>2</sup> Rapport: AnMar Research Laboratories: Gas Metering: How good is it?, maart 2007

<sup>3</sup> Rapport Kiwa Gas Technology: De correctheid van de gasmeting bij kleinverbruikers, fase 1; 26 september 2007

worden beoordeeld en kunnen eventuele aanbevelingen voor verbeteringen worden opgesteld. In het voorliggende rapport zijn de onderzoeksresultaten van de tweede en laatste fase van dit onderzoek samengevat.

In hoofdstuk 2 wordt de uitvoering van het onderzoek behandeld. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op het metrologisch functioneren van balgengasmeters en in hoofdstuk 4 op de toepassing van de 7-gradenmethode en het effect van de gastemperatuur en -druk. Hoofdstuk 5 omvat de beschrijving van de veldproef, de presentatie van de resultaten en een analyse daarvan. In hoofdstuk 6 worden de implicaties geschetst van een eventuele wijziging van de verrekeningsmethodiek.

Tenslotte worden in hoofdstuk 7 de conclusies getrokken op basis van de resultaten van het onderzoek.

## 2 Uitvoering onderzoek

Het onderzoek is opgebouwd uit twee fasen.

In fase 1 is een theoretische analyse uitgevoerd naar de opwarmingsnelheid van het gedistribueerde aardgas, de situering van de gasmeter ten opzichte van de plek waar de aanvoergasleiding de ondergrond verlaat, gedifferentieerd naar laag- en hoogbouwoningen, de invloed van de gasdruk en de invloed van de luchtdruk. De snelheid van de opwarming/afkoeling van het gas vanaf de plek waar de aanvoergasleiding de ondergrond verlaat tot aan de gasmeter, is met laboratoriumproeven vastgesteld.

Tevens is het metrologisch functioneren (nauwkeurigheid) van de balgengasmeters beoordeeld op grond van de resultaten van een groot aantal controlemetingen van deze meters.

Tenslotte is in fase 1 van dit onderzoek het onderzoeksrapport van AnMar, over het functioneren van huishoudelijke gasmeters, beoordeeld.

Over fase 1 van het onderzoek is afzonderlijk gerapporteerd<sup>5</sup>.

In fase 2 is een veldonderzoek uitgevoerd, waarbij door middel van metingen de feitelijke afwijking in de gasmeting als gevolg van opwarming van het gas is vastgesteld.

Er zijn 26 locaties gekozen voor de uitvoering van het veldonderzoek. Daarbij is rekening gehouden met het scala aan uitvoeringsvormen van de gasinstallaties in Nederland. Voor de logistieke uitvoerbaarheid zijn de locaties gekozen in de regio Apeldoorn en in het voorzieningsgebied van één netbeheerder/meetbedrijf (Continuon/Nuon Monitoring). Op elke locatie is een meetset geïnstalleerd, zodat automatisch de gasstroom en verschillende temperaturen (waaronder de temperatuur van het gas in de gasmeter) konden worden geregistreerd gedurende een periode van ruim drie maanden (december 2007 – maart 2008).

Er is een inventarisatie gemaakt van de woningvoorraad in Nederland op basis van kenmerken waarvan te verwachten is dat ze een invloed hebben op de gastemperatuur.

De resultaten van de 26 meetlocaties zijn 'vertaald' naar de totale woningvoorraad in Nederland en op basis daarvan zijn conclusies getrokken die geldig zijn voor heel Nederland.

---

<sup>5</sup> Rapport Kiwa Gas Technology: De correctheid van de gasmeting bij kleinverbruikers, fase 1; 26 september 2007



*Figuur 1: Voorbeeld van een geïnstalleerde meetset in een meterkast*



*Figuur 2: Voorbeeld van een geïnstalleerde meetset in een kelder*

### 3 Metrologisch functioneren van gasmeters

De nauwkeurigheid (kwaliteit) van de gasmeting wordt bepaald door de nauwkeurigheid van de volumemeting (gasmeter) en de nauwkeurigheid van de volumehandleiding (7-gradenmethode). In fase 1 van dit onderzoek is de kwaliteit van de volumemeting onderzocht. Volledigheidshalve belichten we hier dan ook kort samengevat de resultaten. Elke gasmeter (volumemeting) heeft een bepaalde afwijking. Deze kan zowel positief als negatief zijn. Uit controles is bekend dat de gemiddelde miswijzing van de in gebruik zijnde balgengasmeters ruim binnen de wettelijke grenswaarden van +/- 4% ligt.

De kwaliteit (nauwkeurigheid) van de in gebruik zijnde balgengasmeters wordt steekproefsgewijs gecontroleerd (de "Gasmeterpool"). Op basis van de controleresultaten van de meters, die deel uitmaken van een steekproef, wordt een complete populatie meters goedgekeurd of afgekeurd. Uit een evaluatie van de controleresultaten van de Gasmeterpool over een periode van 5 jaar blijkt, dat de gemiddelde miswijzing van balgengasmeters tussen +0,92% (bij het maximale volumedebiet) en -0,17% (bij 1/5 van het maximale volumedebiet) ligt. De gemiddelde miswijzing van de volumemeting varieert in de tijd, verschilt per afnemer en is afhankelijk van het type meter, de grootte van de geïnstalleerde gasmeter, het type (gasverbruik) installatie en het stookgedrag van de betreffende afnemer. Een administratieve correctie voor deze (geringe) miswijzing is om die reden niet mogelijk.

## 4 Toepassing 7-gradenmethode

### 4.1 Regelgeving

Het door een gasmeter gemeten volume onder bedrijfsomstandigheden (bij heersende gasdruk en gastemperatuur) wordt bij kleinverbruikers voor de verrekening herleid naar normaalcondities (1,01325 bar en 0 °C) volgens de zogenaamde 7-gradenmethode. Vrijwel alle gasmeters toegepast bij kleinverbruikers zijn van het type balgengasmeter.

In de Meetvoorwaarden Gas-RNB is de voor deze verbruikerscategorie toegepaste volumeherleidingsmethode beschreven, te weten de 7-gradenmethode. Bij deze methode wordt verondersteld dat de gemiddelde gastemperatuur in de gasmeter 7 °C bedraagt, de gemiddelde atmosferische druk 1,01325 bar en de gemiddelde leveringsdruk 28 mbar (overdruk). In dat geval is volgens de wet van Boyle Gay Lussac het gemeten volume onder bedrijfsomstandigheden (aannee 28 mbar overdruk en 7 °C) gelijk aan het volume uitgedrukt onder normaalcondities.

Een vergelijkbare bepaling is opgenomen in artikel 2.3.7 van de Tarieven Code Gas, waarin is vermeld dat de facturering van het verbruik dient plaats te vinden op basis van normaal kubieke meters.

Indien de werkelijke gastemperatuur, gemiddeld over een langere periode (bijvoorbeeld een jaar) beschouwd en gewogen naar afname, verschilt ten opzichte van 7 °C wordt er een systematische fout in de volumeherleiding geïntroduceerd. Dit geldt ook indien de gemiddelde atmosferische druk afwijkt van 1,01325 bar en de gemiddelde leveringsdruk (overdruk) afwijkt van 28 mbar. Onderstaand worden deze variabelen afzonderlijk belicht.

### 4.2 Gastemperatuur

Uit eerder onderzoek<sup>6</sup> en geraadpleegde literatuur kan opgemaakt worden dat de gastemperatuur in de gasmeter beduidend hoger kan zijn dan de veronderstelde 7 °C. Een balgengasmeter is vanwege de grote metalen behuizing een goede warmtewisselaar.

Vooruitlopend op de resultaten vermeld in hoofdstuk 5 wordt hier het opwarmeffect van het gas voor twee typische situaties beschreven.

Een "gunstige" situatie voor de kleinverbruiker treedt op als de gasmeter direct bij de geveldoorvoer is geplaatst met een meterkast die tegen een ongeïsoleerde buitenmuur is gelegen. De leidinglengte tot de gasmeter bedraagt dan ca. 1 tot 2 meter. Op basis van een theoretische analyse wordt de positieve fout in de gasmeting (temperatuurherleiding) berekend op tenminste 1% (nadeel afnemer).

---

<sup>6</sup> Rapport: "De correctheid van de gasmeting bij kleinverbruikers", d.d. 26 september 2007 (Kiwa)



Een "ongunstige" situatie voor de kleinverbruiker treedt op in gestapelde bouw, waarbij de meterkast in de appartementen is gesitueerd en waar de gasaanvoerleiding mogelijk over een grote afstand in verwarmde ruimtes loopt. Hier kunnen typische maximum (gas)temperaturen van ca. 24 °C voorkomen. Voor deze meer bijzondere situaties levert dit een positieve fout in de gasmeting (temperatuurherleiding) op van ca. 6% (nadeel afnemer).

Tussen de afnemers onderling kan dit opwarmeffect sterk verschillen, afhankelijk van het soort woning, het stookgedrag, het type verwarmingsketel en in het bijzonder de situering van de aansluitleiding en gasmeteropstelling in de woning.

In hoofdstuk 5 worden, op basis van een analyse van de resultaten van de veldproef, genoemde invloedsfactoren op de temperatuur van het gas in de gasmeter nader beschouwd.

### **4.3 Gasdruk**

Ten aanzien van de bij de 7-gradenmethode veronderstelde gasdruk dienen drie onderwerpen nader belicht te worden, te weten:

- Drukregeling
- Atmosferische druk
- Hoogteligging

#### *4.3.1 Drukregeling*

Hierbij moet onderscheid worden gemaakt tussen een 100 mbar deelnet-aansluiting en een 30 mbar deelnet-aansluiting. Bij een 100 mbar deelnet-aansluiting is een huisdrukregelaar in de woning geïnstalleerd en wordt de gasdruk ter plaatse van de gasmeter nauwkeurig geregeld. Bij een 30 mbar deelnet-aansluiting (drukregeling vanuit het districtstation) kan de overdruk in de gasmeter dalen naar 25 mbar. De uiteindelijke drukdaling is afhankelijk van de vraag (weersomstandigheden), de dimensionering van het distributienet en de afstand van het afnamepunt ten opzichte van het districtstation. De onnauwkeurigheid in de drukherleiding als gevolg van de veronderstelling over de leveringsdruk (28 mbar) is klein en wordt berekend op 1 à 2 millibar. Dit komt overeen met een meetafwijking in de geleverde hoeveelheid gas van 0,1% à 0,2% per afnemer. Deze afwijking kan zowel positief als negatief zijn.

#### *4.3.2 Atmosferische druk*

Bij de 7-gradenmethode wordt er vanuit gegaan dat de gemiddelde luchtdruk 1013,25 mbar bedraagt. Indien de werkelijke luchtdruk op langere termijn (bijvoorbeeld op jaarbasis) en gewogen naar gasverbruik verschilt ten opzichte van de veronderstelde gemiddelde luchtdruk van 1013,25 mbar, wordt er een systematische fout in de gasmeting geïntroduceerd. Deze fout is evenredig met het verschil tussen de werkelijke luchtdruk en de veronderstelde luchtdruk (1013,25 mbar) en moet op jaarbasis gewogen worden naar het gasverbruik. Dit gasverbruik is onder meer afhankelijk van de temperatuur en de windsnelheid. Deze twee parameters vertonen

overigens een samenhang met de luchtdruk. De luchtdruk varieert van dag tot dag.

Uit de klimaatatlas van het KNMI kan echter wel opgemaakt worden dat de gemiddelde luchtdruk in Nederland (herleid NAP) hoger is dan 1013,25 mbar. Over een periode van 30 jaar (1971 – 2000) wordt deze berekend op gemiddeld 1015,5 mbar. Dit is 2,4 millibar hoger dan de gehanteerde atmosferische druk van 1013,25 mbar, en dit levert een fout in de gasmeting (volumetherleiding) op in het voordeel van de afnemer van ca. 0,2%.

#### 4.3.3 Hoogteligging

De met de hoogte variërende atmosferische druk heeft een vergelijkbare invloed op de nauwkeurigheid van de drukherleiding. Ten opzichte van zeeniveau wordt de afname van de atmosferische druk op 50 meter hoogte berekend op ca. 6 mbar. Indien in dit geval niet gecorrigeerd wordt voor hoogteligging bedraagt de fout in de drukherleiding +0,6% (nadeel afnemer). De hoogteverschillen zijn in Nederland echter gering. In onderstaande tabel zijn deze gepresenteerd met daarbij (tussen haakjes vermeld) de fout in de drukherleiding.

Tabel 1: Gemiddelde hoogte in N.A.P. van enkele gemeenten in Nederland

Regio	Gemeente	Hoogte (N.A.P.) [meter]	Fout gasmeting door hoogte	
			Laagbouw Begane grond (maaiveld)	Hoogbouw 10 <sup>e</sup> verdieping (ca. 30 m boven maaiveld)
Noord-Nederland	Leeuwarden	+ 3,0 m	< +0,1%	+0,4%
	Groningen	+ 6,5 m	< +0,1%	+0,4%
	Assen	+ 11,0 m	+0,1%	+0,5%
West-Nederland	Amsterdam	+ 2,0 m	< +0,1%	+0,4%
	Den-Haag	+ 0,8 m	< +0,1%	+0,4%
	Middelburg	+ 1,2 m	< +0,1%	+0,4%
Zuid-Nederland	Maastricht	+ 49,1 m	+0,6%	+0,9%
	Eindhoven	+ 16,0 m	+0,2%	+0,5%
	's-Hertogenbosch	+ 5,7 m	+0,2%	+0,4%
Oost-Nederland	Arnhem	+ 13,9 m	< +0,1%	+0,5%
	Nijmegen	+ 31,6 m	+0,4%	+0,7%
	Almelo	+ 11,0 m	+0,1%	+0,5%
Midden-Nederland	Utrecht	+ 6,2 m	< +0,1%	+0,4%
	Zwolle	+ 0,9 m	< +0,1%	+0,4%
	Emmeloord	- 4,2 m	< -0,1%	+0,3%

Uit het bovenstaande kan opgemaakt worden dat de fout in de temperatuurherleiding bij de 7-gradenmethode beduidend groter kan zijn dan de fout in de drukherleiding. De kosten voor een (elektronische) drukmeting (en -herleiding) in de gasmeter zijn beduidend hoger dan een temperatuurmeting (correctie). Drukcompensatie lijkt daarom in termen van kosten/baten niet interessant. De betreffende afwijkingen kunnen echter wel administratief worden verrekend (zie hoofdstuk 6).

# 5 Veldproef

## 5.1 Opzet van de veldproef

Voor de uitvoering van de veldproef zijn 26 locaties gekozen. Uitgangspunten bij de keuze zijn representativiteit voor de woningen in Nederland (verdeeld over de woningtypen) en voor de woon- en omgevingssituaties (koop/huur, stedelijk/landelijk). Uit een oogpunt van uitvoerbaarheid zijn de meetlocaties gekozen binnen de gemeente Apeldoorn, of directe omgeving. De locaties voor de veldproef bestaan uit huurwoningen (7x), (koop-)woningen van medewerkers van Kiwa (11x) en overigen (8x).

Op elke locatie is de gasmeter voorzien van een pulsgever, waarmee het gasverbruik kan worden geregistreerd. In principe zijn vier temperatuuropnemers geïnstalleerd, voor de registratie van: de gastemperatuur, de temperatuur in de meteropstellingsruimte, de temperatuur in de kruipruimte (indien aanwezig), de temperatuur van de gasleiding bij woningbinnenkomst (indien mogelijk). Alle opnemers zijn verbonden met een lokaal data-logging systeem met GPRS-communicatie. In eerste opzet was het de bedoeling dat volledig automatische data collectie op afstand zou worden gerealiseerd, met een registratiefrequentie van 1/ minuut. Vanwege serieuze en grootschalige problemen met de GPRS-communicatie moest tijdens de meetperiode worden overgestapt op een (handmatige) leging van de buffers van de lokale data-loggingssystemen en moest de registratiefrequentie verlaagd worden naar 1/kwartier (met uitzondering van twee locaties). Daarbij zijn steeds de gemiddelde waarden over het afgelopen kwartier vastgelegd, op basis van metingen per minuut. Aangezien steeds wordt uitgegaan van gemiddelden over een langere tijdsduur heeft deze aanpassing geen wezenlijke invloed op de meetresultaten. De volledige sets meetdata per locatie zijn grafisch weergegeven in Bijlage II.

## 5.2 Resultaten veldproef (meetperiode)

### 5.2.1 Algemeen

Uit een eerste globale beschouwing van de meetdata in Bijlage II volgt dat de temperatuur van het gas in de gasmeter in hoge mate correleert met de temperatuur in de opstellingsruimte van de gasmeter. Zoals verderop in dit rapport zal blijken is dit een uitermate belangrijke constatering voor de conclusies van het onderzoek.

Ter verduidelijking worden twee situaties nader beschouwd: locatie 23, waarbij de temperatuur in de meterkast in belangrijke mate wordt bepaald door de buitentemperatuur en locatie 25, waarbij de invloed van de buitentemperatuur op de temperatuur in de meterkast vrijwel afwezig is<sup>7</sup>. Deze locaties kunnen binnen de populatie aan meetlocaties als uitersten

---

<sup>7</sup> In Bijlage IV wordt de afhankelijkheid van de temperatuur in de opstellingsruimte van de buitentemperatuur voor de locaties 23 en 25 nader beschouwd.

worden beschouwd. Voor locatie 23 is de correlatie tussen de temperatuur in de meterkast en de buitentemperatuur vrijwel 1, waarbij de (etmaalgemiddelde) temperatuur in de opstellingsruimte 9-10 °C hoger is dan de (etmaalgemiddelde) buitentemperatuur. Bij locatie 25 is er vrijwel geen correlatie en is de (etmaalgemiddelde) temperatuur in de opstellingsruimte 18 – 22 °C.

#### 5.2.2 De meetafwijking<sup>8</sup> tijdens de meetperiode

Op basis van de meetdata per locatie kan de meetafwijking per locatie tijdens de meetperiode worden bepaald. Elke meting omvat immers het doorgestroomde volume gas en de (gemiddelde) gastemperatuur sinds de vorige meting. Daarmee kan het gemeten volume worden gecorrigeerd voor een van 7 °C afwijkende temperatuur ( $Q_{\text{normaal}}$ ).

Tabel 2: Samenvatting van de meetresultaten en berekende afwijking over de meetperiode

Locatie	$Q_{\text{gemeten}}$ (m <sup>3</sup> )	$Q_{\text{normaal}}$ (m <sup>3</sup> )	Afwijking	$T_{\text{gas,gem}}$ (K)
1	561.8	555.3	-1.16%	283.4
2	359.4	351.5	-2.21%	286.3
3	850.8	827.9	-2.69%	287.7
4	284.2	271.4	-4.53%	292.8
5	805.2	785.8	-2.41%	286.9
6	113.6	111.5	-1.89%	285.5
7	673.8	667.8	-0.90%	282.7
8	1202.1	1177.7	-2.03%	285.8
9	425.3	406.3	-4.45%	292.6
10	1575.9	1547.8	-1.78%	285.1
11	972.7	952.9	-2.03%	285.8
12	646.8	618.6	-4.36%	292.4
13	178.0	170.2	-4.38%	292.4
14	704.5	686.2	-2.60%	287.4
15	760.5	731.2	-3.84%	290.9
16	331.1	316.3	-4.48%	292.7
17	581.6	574.1	-1.28%	283.7
18	482.9	469.2	-2.83%	288.1
19	765.8	741.5	-3.18%	289.0
20	52.6	51.3	-2.40%	286.9
21	1060.9	1056.3	-0.43%	281.3
22	902.6	882.9	-2.18%	286.3
23	193.7	190.7	-1.55%	284.5
24	131.8	126.5	-4.01%	291.4
25	659.1	628.8	-4.60%	293.0
26	387.5	380.2	-1.87%	285.4
Overall	15664.1	15279.9	-2.45%	287.0

<sup>8</sup> Het verschil tussen het gemeten volume en het werkelijke volume onder normaalcondities (0 °C, 1013,25 mbar). Een negatieve afwijking is een afwijking ten opzichte van de 7-gradenmethode in het nadeel van de afnemer.

Het totale doorgestroomde volume gas over de meetperiode volgt uit de eenvoudige sommatie van alle gemeten volumina per meting ( $Q_{\text{gemeten}}$ ). De gewogen gemiddelde gastemperatuur over de meetperiode ( $T_{\text{gas,gem}}$ ) volgt uit het verschil van de gecorrigeerde en de niet-gecorrigeerde volumina gas. De resultaten zijn samengevat in tabel 2.

De afwijking varieert van -0,43% (locatie 21 met een gewogen gemiddelde gastemperatuur van 8,1 °C) tot -4,60% (locatie 25 met een gewogen gemiddelde gastemperatuur van 19,8 °C). De (over het verbruik gemiddelde) afwijking van alle meetlocaties gezamenlijk bedraagt -2,45% (gewogen gemiddelde gastemperatuur 13,8 °C).

### 5.3 De meetafwijking in het normaaljaar

De resultaten in paragraaf 5.2.2 zijn geldig voor de meetperiode gedurende de winter 2007 – 2008. Voor de onderbouwing van meer algemene conclusies omtrent de meetafwijking in Nederland is het nodig de resultaten te 'vertalen' naar het normaaljaar. Voor het normaaljaar gelden de gemiddelde etmaaltemperaturen van de afgelopen 3 decennia (1971 t/m 2000).

Gedurende de relatief koude periode december – februari wordt ca. 40% van het jaarverbruik gas afgenomen. De overige 60% wordt afgenomen tijdens de relatief warme periode maart – november. Afhankelijk van de mate van invloed van de buitentemperatuur op de gastemperatuur in de gasmeter zal de meetafwijking in het normaaljaar verschillen van die in de meetperiode.

In Bijlage III is een uitwerking gegeven van de omrekening van de resultaten in paragraaf 5.2.2 naar het normaaljaar. In tabel 3 worden de resultaten weergegeven.

In de tabel is duidelijk zichtbaar dat, waar de invloed van de buitentemperatuur het grootst is de correctie naar het normaaljaar het grootst is.

Opgemerkt kan nog worden dat bij de meetlocaties met een grote invloed van de buitentemperatuur de gastemperatuur in de winterperiode dicht bij de veronderstelde temperatuur van 7 °C ligt en de afwijking t.o.v. de 7-gradenmethode dus klein is. In de zomer is de buitentemperatuur (en dus ook de gastemperatuur) hoger en treedt dus wél een afwijking op, die invloed heeft op de totale afwijking in een normaaljaar.

De afwijking voor het normaaljaar varieert van -1,37% (locatie 21 met een gewogen gemiddelde gastemperatuur van 10,8 °C) tot -4,61% (locatie 25 met een gewogen gemiddelde gastemperatuur van 19,9 °C). De (over het gebruik gemiddelde) afwijking van alle meetlocaties gezamenlijk bedraagt -2,90% (gewogen gemiddelde gastemperatuur 15,1 °C).

Tabel 3: Schatting van de afwijking per locatie voor het normaaljaar

Locatie	Afwijking meetperiode	Afwijking normaaljaar
1	-1.16%	-1.56%
2	-2.21%	-2.73%
3	-2.69%	-3.11%
4	-4.53%	-4.55%
5	-2.41%	-2.88%
6	-1.89%	-2.49%
7	-0.90%	-1.72%
8	-2.03%	-2.59%
9	-4.45%	-4.49%
10	-1.78%	-2.40%
11	-2.03%	-2.59%
12	-4.36%	-4.42%
13	-4.38%	-4.43%
14	-2.60%	-3.03%
15	-3.84%	-4.01%
16	-4.48%	-4.52%
17	-1.28%	-2.02%
18	-2.83%	-3.21%
19	-3.18%	-3.48%
20	-2.40%	-2.88%
21	-0.43%	-1.37%
22	-2.18%	-2.71%
23	-1.55%	-2.23%
24	-4.01%	-4.14%
25	-4.60%	-4.61%
26	-1.87%	-2.47%

#### 5.4 De meetafwijking naar woningtype en kenmerken van de gasinstallatie

Voor de interpretatie van de resultaten is een rubricering gemaakt van de meetlocaties op basis van de kenmerken van de locatie die naar verwachting een sterke invloed hebben op de temperatuur van het gas in de gasmeter. De kenmerken waarnaar verbijzonderd is zijn:

- Hoogbouw/laagbouw
- Benedenwoning/bovenwoning (bij hoogbouw)
- Meterkast aan gevelzijde/inpandig
- Stedelijk/landelijk gebied (bij laagbouw)
- Aanvoerleiding door verwarmde/onverwarmde ruimtes

Opmerking: het laatste kenmerk komt in dit onderzoek niet tot uitdrukking, omdat in alle 26 meetlocaties de aanvoerleiding door onverwarmde ruimtes loopt. Er is daarbij nog wel verschil tussen leidingen in (relatief) koude

kruipruimtes/kelders of uitpandige leidingschachten en leidingen in weliswaar onverwarmde ruimten, maar die (relatief) warm zijn door aangrenzende verwarmde verblijfsruimten.

Bij de keuze van de meetlocaties is onderscheid gemaakt tussen locaties in landelijk en in stedelijk gebied, vanwege een veronderstelde invloed van de lagere grondtemperatuur in landelijk gebied. Zowel de grondtemperatuur als de temperatuur in de opstellingsruimte van de gasmeter zijn afhankelijk van de buitentemperatuur. Vanwege de overheersende invloed van de temperatuur in de opstellingsruimte van de gasmeter op de temperatuur van het gas in de gasmeter, is een onderscheid tussen stedelijk en landelijk gebied niet zichtbaar. Om een eventuele afhankelijkheid van de overige kenmerken zichtbaar te maken zijn de meetafwijkingen per locatie afgezet tegen de kenmerken per locatie, zie tabel 4.

In deze tabel is bij de locatie van de meterkast vermeld of de meterkast grenst aan de buitengevel (zo ja, met hoeveel wanden) en of de meterkast grenst aan een verwarmde ruimte (met de letter v).

Tabel 4: Meetafwijking afhankelijk van woningtype

locatie	beschrijving	woningtype	afwijking normaaljaar				aansluitleiding en lengte in woning					Ketelregeling		
				locatie meterkast		buitengevel?	tracé	lengte	binnen woningschil?		Aan/uit		kW	
				xv= verwarmde hal cq gang	Ja	Nee			Ja	Nee	Ja	Nee		
17	app.beg.gr.	Hoogbouw	-2.02%	meterkast buitenzijde galerij	x		stijgleiding 1,5" toevoer via schacht	1.5		x	x			
23	app.1e verdieping	Hoogbouw	-2.23%	meterkast buitenzijde galerij	x		stijgleiding 1,5" toevoer via schacht	1.5		x	x			
6	app. 2e verdieping	Hoogbouw	-2.49%	meterkast inpandig		x	stijgleiding 1 1/4" toevoer via schacht	1		x		x		
24	app. 4e verdieping	Hoogbouw	-4.14%	meterkast inpandig		xv	stijgleiding 1" toevoer via schacht	1	x			x	24	
13	app.sen.3ev	Hoogbouw	-4.43%	meterkast op galerij		xv	stijgleiding 1" toevoer via schacht	1.5		x		x	24	
9	app. 3e verdieping	Hoogbouw	-4.49%	meterkast inpandig		xv	stijgleiding 1" toevoer via schacht	1	x			x		
16	app. 3e verdieping	Hoogbouw	-4.52%	meterkast inpandig		xv	stijgleiding 1" toevoer via schacht	1.5	x			x	23	
4	app. 3e verdieping	Hoogbouw	-4.55%	meterkast inpandig		xv	stijgleiding 1" toevoer via schacht	1	x		x		22	
1	hoekwoning rij	Laagbouw (hoekwoning/helft dubbel)	-1.56%	meterkast inpandig	2x		mantelpijp kruipruimte	2		x	x		22	
22	helft dubbel	Laagbouw (hoekwoning/helft dubbel)	-2.71%	meterkast inpandig	1x		aanvoer in meterkast rechtstreeks	2		x	x		30	
3	helft dubbel	Laagbouw (hoekwoning/helft dubbel)	-3.11%	meterkast inpandig	1xv		mantelpijp kruipruimte	1		x		x	28	
18	helft dubbel	Laagbouw (hoekwoning/helft dubbel)	-3.21%	meterkast inpandig		x	mantelpijp kruipruimte	3		x	x		?	
19	helft dubbel	Laagbouw (hoekwoning/helft dubbel)	-3.48%	meterkast inpandig		xv	via aanvoer kr.ruimte geen mantelpijp	4		x		x	?	
12	helft dubbel	Laagbouw (hoekwoning/helft dubbel)	-4.42%	meterkast inpandig		xv	mantelpijp kruipruimte	3		x		x		
25	Hoekwoning rij	Laagbouw (hoekwoning/helft dubbel)	-4.61%	meterkast inpandig		xv	via doorvoer in vloer vanuit parkeergarage	1	x			x		
2	tussenwoning	Laagbouw (tussenwoning)	-2.73%	meterkast inpandig	1x		mantelpijp kruipruimte	2		x		x	20	
14	tussenwoning	Laagbouw (tussenwoning)	-3.03%	meterkast inpandig		x	mantelpijp kruipruimte	5		x		x	28	
15	tussenwoning	Laagbouw (tussenwoning)	-4.01%	meterkast inpandig		xv	mantelpijp kruipruimte	5		x		x	24	
21	vrijstaand oud	Laagbouw (vrijstaand)	-1.37%	meterkast inpandig	1x		in kelder naar doorvoer buiten	1		x		x	35	
7	vrijstaand	Laagbouw (vrijstaand)	-1.72%	in kelder begane grond			in kelder naar doorvoer buiten	2		x		x	33	
10	vrijstaand herenhuis	Laagbouw (vrijstaand)	-2.40%	in kelder begane grond			in kelder naar doorvoer buiten	2		x		x	45	
26	vrijstaand	Laagbouw (vrijstaand)	-2.47%	meterkast inpandig	2x		mantelpijp kruipruimte	2		x		x		
8	vrijstaand	Laagbouw (vrijstaand)	-2.59%	in kelder begane grond			in kelder naar doorvoer buiten	4		x		x	32	
11	vrijstaand	Laagbouw (vrijstaand)	-2.59%	meterkast inpandig	1x		via meterput naar buiten	1		x		x	27	
20	vrijstaand oud	Laagbouw (vrijstaand)	-2.88%	meterkast inpandig	1x		mantelpijp rechtstreeks	1		x		x	28	
5	woonboerderij	Laagbouw (vrijstaand)	-2.88%	meterkast inpandig	1x		mantelpijp rechtstreeks	1		x		x	65	



Uit de gegevens in tabel 4 komt een aantal zaken naar voren:

1. Zowel voor hoogbouw als voor laagbouw is er een duidelijk onderscheid tussen woningen met een onverwarmde meterkast en woningen met een inpandige (min of meer) verwarmde meterkast.
2. Bij laagbouw wordt de meetafwijking niet of nauwelijks bepaald door het woningtype, maar door de plaats van de meterkast en in hoeverre deze meterkast wordt verwarmd.
3. Bij de vrijstaande woningen bevindt de meterkast zich steeds op een zodanige plaats dat deze slechts weinig wordt verwarmd. De meetafwijking is daardoor voor dit woningtype bij de veldproef relatief laag.

### 5.5 Classificatie van woningtypen en meetafwijking

Op basis van de resultaten in paragraaf 5.4 kan een classificatie gemaakt worden van verschillende woningtypen. Bij elk woningtype kan een typische meetafwijking voor een normaaljaar worden gegeven, zie tabel 5.

*Tabel 5: Typische meetafwijking in het normaaljaar t.o.v. de 7-gradenmethode per woningtype*

Woningtype	Typische meetafwijking normaaljaar t.o.v. 7-gradenmethode (%)
Hoogbouw, met uitpandige meterkast	2 - 2,5
Hoogbouw, met inpandige meterkast	4 - 4,5
Laagbouw, met onverwarmde meterkast	1,5 - 3
Laagbouw, met verwarmde meterkast	3 - 4,5
Vrijstaande laagbouw	1,5 - 3

### 5.6 Invloed van de afzonderlijke woningkenmerken

#### 5.6.1 Algemeen

Uit het voorgaande volgt dat de temperatuur van het gas in de gasmeter vrijwel uitsluitend wordt bepaald door de temperatuur in de meteropstellingsruimte.

Om te onderzoeken of er factoren overblijven die op basis van het veldonderzoek een zichtbare invloed hebben op de gastemperatuur, is voor elke locatie een vergelijking gemaakt tussen de (rekenkundig) gemiddelde gastemperatuur en de (naar verbruik gewogen) gemiddelde gastemperatuur, zie tabel 6. Naarmate de aanvoertemperatuur lager is, is het verschil tussen beide temperaturen groter. Een groter verschil duidt dus op een lagere aanvoertemperatuur. Door het temperatuurverschil per locatie te relateren aan de kenmerken van die locatie kunnen eventueel kenmerken met een aantoonbare invloed worden achterhaald.

Tabel 6: Verschil tussen de gewogen gemiddelde en rekenkundig gemiddelde gastemperatuur (in °C) per locatie (over de meetperiode)

locatie	afw.normaaljaar	Tgas <sub>gew.gem.</sub>	Tgas <sub>rek.gem.</sub>	delta T	type
6	2.49%	12.30	12.45	0.15	app. 2e verd
16	4.52%	19.56	19.74	0.17	app. 3e verd
20	2.88%	13.72	13.94	0.23	vrijstaand oud
1	1.92%	10.24	10.54	0.30	hoekwoning rijtje
15	4.01%	17.76	18.15	0.38	tussenwoning
8	2.59%	12.68	13.08	0.40	vrijstaand
7	1.72%	9.51	9.94	0.43	vrijstaand
21	1.37%	8.20	8.79	0.59	vrijstaand oud
18	3.21%	14.93	15.53	0.60	helft dubbel
24	4.14%	18.25	18.85	0.61	app. 4e verd
11	2.59%	12.70	13.32	0.63	vrijstaand
3	3.11%	14.55	15.19	0.64	helft dubbel
17	2.02%	10.59	11.29	0.69	app.beg.gr.
9	4.49%	19.47	20.20	0.73	app. 3e verd
22	2.71%	13.12	13.86	0.74	helft dubbel
2	2.73%	13.20	13.95	0.76	tussenwoning
4	4.55%	19.68	20.46	0.78	app. 3e verd
10	2.40%	12.00	12.79	0.80	vrijstaand herenhuis
14	3.03%	14.27	15.10	0.82	tussenwoning
25	4.61%	19.88	20.71	0.83	hoekwoning rijtje
5	2.88%	13.75	14.76	1.01	woonboerderij
26	2.47%	12.23	13.30	1.06	vrijstaand
19	3.48%	15.90	16.97	1.07	helft dubbel
13	4.43%	19.26	20.57	1.31	app.sen.3ev
12	4.42%	19.21	20.59	1.38	helft dubbel
23	2.23%	11.35	13.38	2.03	app.1e verd.

Uit de gegevens in de tabel volgt dat (zoals te verwachten) de gewogen gemiddelde gastemperatuur in alle gevallen lager is dan de rekenkundig gemiddelde gastemperatuur. Zonder gasafname zal het gas in de meter de temperatuur van de gasmeter en dus de temperatuur in de meteropstellingsruimte aannemen. De aanvoertemperatuur is in alle gevallen lager. Of de grootte van dat verschil wordt bepaald door typische woningkenmerken kan globaal worden vastgesteld door vergelijking van gegevens in de tabel 6 (delta T in kolom 5) en de kenmerken van de meetlocaties in tabel 4 (paragraaf 5.4). Uit deze vergelijking volgen geen kenmerken met een aantoonbare invloed.

#### 5.6.2 Hoogbouw / laagbouw

Bij de veldproef zijn 8 van de 26 locaties gesitueerd in hoogbouw. Bij twee daarvan is de meterkast gesitueerd op de galerij, een op de begane grond (locatie 17) en een op de 1<sup>e</sup> verdieping (locatie 23). Daarbij opent de deur van de meterkast op de galerij en zijn de overige drie wanden inpandig.

De stijgleiding bevindt zich in de boven elkaar gesitueerde meterkasten (zie figuur 3).

De overige woningen zijn portiekwoningen op de 3<sup>e</sup> of 4<sup>e</sup> verdieping, met een inpandige meterkast.



*Figuur 3: Meterkast op de galerij*

De veronderstelling dat bij hoogbouw voor de hogere woonlagen een significant hogere (gewogen gemiddelde) gastemperatuur wordt veroorzaakt door opwarming van het gas in de stijgleiding kan niet worden onderbouwd door de resultaten van de veldproef. In het algemeen bevindt de stijgleiding zich in een schacht die wordt gevormd door de boven elkaar gesitueerde meterkasten per woonlaag. De temperatuur van de wand van de stijgleiding zal dus min of meer gelijk zijn aan die van de meterkast en van de gasmeter. Vanwege de efficiënte warmteuitwisseling in de gasmeter is de temperatuur van het gas in de gasmeter vrijwel gelijk aan de ruimtetemperatuur in de meterkast.

#### 5.6.3 Stedelijk / landelijk gebied

Het onderscheid tussen stedelijk en landelijk gebied is gemaakt op basis van de gedachtengang dat de grondtemperatuur in stedelijk gebied hoger kan zijn dan in landelijk gebied. Bij binnenkomst in de woning zal het gas vrijwel de grondtemperatuur hebben aangenomen. In de veldproef zijn drie locaties in landelijk gebied opgenomen (7, 8 en 19). Bij alledrie de locaties is de wandtemperatuur van de aansluitleiding bij binnenkomst in de woning (kruipruimte of kelder) geregistreerd. Uit de resultaten volgt dat de temperatuur van het gas in de gasmeter nagenoeg de temperatuur in de opstellingsruimte volgt. De correlatie van de gastemperatuur met de

grondtemperatuur is afwezig, afgezien van de relatie tussen de buitentemperatuur en de temperatuur in de kelder/kruipruimte. Bijvoorbeeld bij locatie 11 is de wandtemperatuur van de aansluitleiding lager dan de temperatuur in de meterput/kruipruimte. Het effect daarvan op de gastemperatuur in de gasmeter is in de meetresultaten niet duidelijk zichtbaar.

#### 5.6.4 *Meterkast aan gevel / meterkast inpandig*

Uit de metingen in de veldproef wordt een overheersende invloed zichtbaar van de temperatuur in de opstellingsruimte van de gasmeter op de temperatuur van het gas in de gasmeter.

Positionering van de meterkast in de woning met één of meer buitenwanden zal in het algemeen leiden tot een lagere temperatuur in de meterkast en dus een lagere temperatuur van het gas.

#### 5.6.5 *Aansluitleiding (of stijgleiding) door verwarmde / onverwarmde ruimte*

Zoals in paragraaf 5.6.1 is beargumenteerd is de aanvoertemperatuur van het gas tot aan de gasmeter nauwelijks van invloed op de temperatuur van het gas in de gasmeter. De warmteoverdracht via de aansluitingleiding in de meteropstellingsruimte en via de gasmeter is zodanig dat de gastemperatuur binnen twee graden gelijk is aan de temperatuur in de meteropstellingsruimte, onafhankelijk van de aanvoertemperatuur.

#### 5.6.6 *Ketelregeling aan/uit / modulerend*

Er zou verwacht kunnen worden dat een aan/uit ketelregeling leidt tot een verlagend effect op de gastemperatuur in de gasmeter, vanwege de grotere gasflow bij gasafname. Er is echter geen effect in de resultaten zichtbaar van de ketelregeling.

#### 5.6.7 *Bewoning permanent / discontinu*

Bij permanente bewoning (opwarming na nachtverlaging) mag een vlakker stookpatroon verwacht worden dan bij discontinue bewoning (tweemaal opwarming per dag). Een vlakker stookpatroon zou een invloed kunnen hebben op de gastemperatuur. Er is echter geen effect in de resultaten zichtbaar van de bewoning.

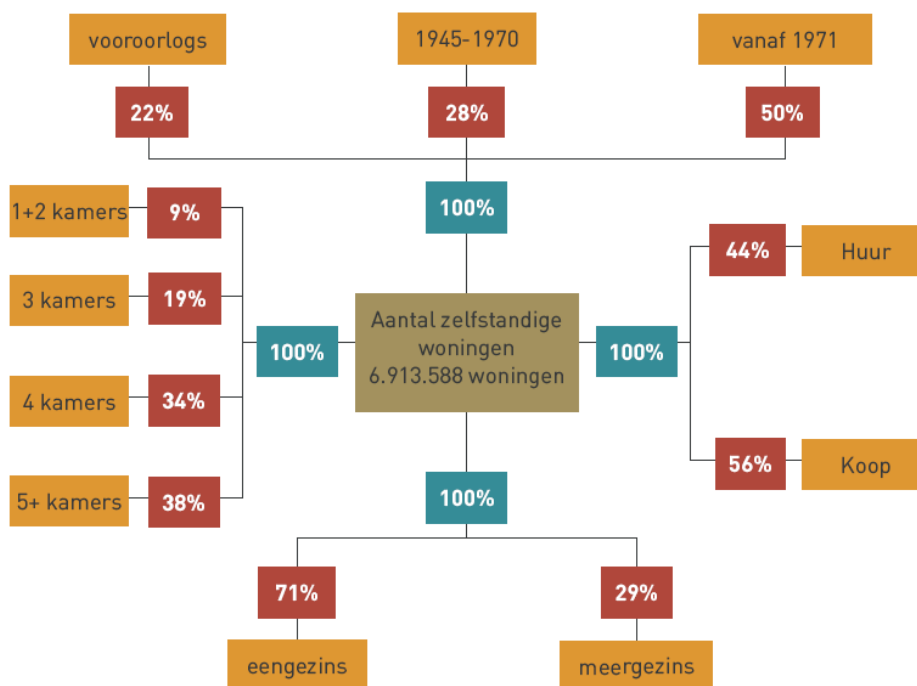
### 5.7 *Afwijking van de 7-gradenmethode voor het totale woningenbestand in Nederland*

#### 5.7.1 *Het woningenbestand in Nederland*

De totale woningvoorraad in Nederland omvat ca. 7 miljoen eenheden. De kenmerken van de woningvoorraad zijn weergegeven in figuur 4<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Gegevens VROM



Figuur 4: Kenmerken woningvoorraad in Nederland

De helft van de woningen is van vóór 1971 en 22% is vooroorlogs. Het betreft hier het oorspronkelijke bouwjaar. Een groot deel van het oudere woningenbestand zal in de loop der jaren zijn gemoderniseerd.

Kenmerken van het woningbestand die relevant zijn voor het onderhavige onderzoek zijn opgenomen in bijlage VI.

Door verschillen in bouwwijze en bouwkwaliteit is het gasverbruik per woning afhankelijk van het bouwjaar. Door woningverbetering (isolatie) en toepassing van zuiniger gastoestellen neemt het gasverbruik per woning enigszins af, zie tabel 7.

Tabel 7: Gemiddeld gasverbruik per woningtype

woningtype	2000	2004
vrijstaande woning	2.752	2.624
twee onder een kap	2.080	1.920
hoekwoning	2.005	1.836
rijwoning	1.704	1.560
etage-/flatwoning	1.250	1.173
geschakeld	1.949	1.790
gemiddeld	1.875	1.736

Door betere isolatie en toename van het aantal hoogrendements verwarmings-toestellen is het gasverbruik voor verwarming (gemiddeld) gedaald met 7% in de periode 2000 - 2004<sup>10</sup>.

Naast de omvang van het gasverbruik is voor het onderzoek van belang hoe de aansluitleiding gesitueerd is en wat de omgevingscondities zijn van de gasmeter. Afhankelijk daarvan wordt het gas min of meer opgewarmd/afgekoeld tussen het intredepunt in de woning en de gasmeter (waar de feitelijke volumemeting plaatsvindt).

Ten aanzien van de aansluitleiding kunnen verschillende typische situaties worden onderscheiden:

De aansluitleiding loopt vanaf het intredepunt door de kruipruimte naar de opstelling van de gasmeter. Deze situatie komt meestal voor bij eengezinswoningen.

Bij eengezinswoningen die niet zijn voorzien van een kruipruimte loopt de aansluitleiding ondergronds (onder de woning) tot vlakbij de gasmeter.

Bij meergezinswoningen (gestapelde bouw), waar de gasmeter is geïnstalleerd in of nabij de woning bestaat de aansluitleiding uit een stijgleiding, al dan niet in een verticale leidingenschacht.

Eerder is in dit hoofdstuk op basis van de resultaten van de veldproef vastgesteld dat de temperatuur in de opstellingsruimte van de gasmeter de overheersende invloedsfactor is voor de gastemperatuur in de gasmeter (en dus voor de grootte van de afwijking van de hoeveelheidsmeting van de 7-gradenmethode). De temperatuur in de opstellingsruimte wordt bepaald door de plaats in de woning en de mate van verwarming van de omringende ruimte(-n). Dit soort detailgegevens is voor het Nederlandse woningenbestand niet bekend.

In tabel 6 (paragraaf 5.5) is een globale afschatting gegeven per woningtype. In bijlage V is een onderverdeling naar woningtypen afgeleid. Gegevens omtrent de factoren die bepalend zijn voor de meetafwijking t.o.v. de 7-gradenmethode (zie hierboven, in het bijzonder de temperatuur in de meteropstellingsruimte) ontbreken. Op basis van fragmentarische gegevens<sup>11</sup> is een verdeling geschat van de Nederlandse woningvoorraad naar hoogbouw/laagbouw (29%/71%) en aangebouwd/vrijstaand (54%/17% procentpunten van 71%).

Het totale aantal woningen in Nederland met een gasaansluiting en waar gas voor woningverwarming wordt gebruikt bedraagt 6,15 miljoen (1,78 miljoen hoogbouw, 3,32 miljoen aangebouwd en 1,05 miljoen vrijstaand).

Voor de verdeling uitpandige/inpandige meterkast bij hoogbouw ontbreken gegevens. Verwacht wordt dat een uitpandige meterkast niet deregel is (naar schatting in hooguit 15% van de gevallen). Deze 15% is gebaseerd op de redenering dat uitpandige meterkasten alleen voorkomen bij galerijflats, gebouwd tot de 70-er jaren. Overigens heeft de keuze voor 15% weinig invloed op het resultaat in tabel 8: bij de aanname van 5% uitpandige

---

<sup>10</sup> Gegevens SenterNovem

<sup>11</sup> VROM, CBS

meterkasten blijft de range van de totale meetafwijking in Nederland 2,6-3,9%; bij 25% uitpandige meterkasten wordt de range 2,5-3,8%. Ook voor de verdeling van verwarmde/onverwarmde<sup>12</sup> meteropstelling bij laagbouw ontbreken de gegevens. Hier wordt uitgegaan van de aanname dat in 25% van de laagbouwwoningen de meterkast onverwarmd is. Ook hier is het resultaat niet gevoelig voor de keuze van het percentage onverwarmde meteropstellingen.

Rekening houdend met het over de jaren enigszins dalende gasverbruik per jaar en een hergroepering van de gegevens in tabel 7 resulteert in de volgende geschatte verbruiken gedurende een normaaljaar:

hoogbouw:	1.200 m <sup>3</sup> /jaar;
laagbouw, aangebouwd:	1.800 m <sup>3</sup> /jaar;
laagbouw, vrijstaand:	2.500 m <sup>3</sup> /jaar.

Uit een combinatie van bovenstaande gegevens kan een schatting worden gemaakt van de totale (systematische) meetafwijking voor alle Nederlandse huishoudelijke kleinverbruikers, zie tabel 8.

De toepassing van de 7-gradenmethode leidt tot een overschatting van 2,6 – 3,9% van de totale afgenomen hoeveelheid gas van alle huishoudelijke kleinverbruikers in Nederland. Dit komt overeen met een hoeveelheid van 275 – 415 miljoen m<sup>3</sup> per jaar.

## 5.8 Nauwkeurigheid van de resultaten

In dit hoofdstuk zijn een aantal veronderstellingen gedaan en schattingen gemaakt om te komen tot de resultaten, zoals:

keuze van de locaties;

“vertaling” van de resultaten naar een normaaljaar;

verdeling van de afwijking per woningtype.

De verwachting is dat de range van afwijkingen over de locaties representatief is voor Nederlandse woningen, al zullen er ook woningen zijn met een afwijking buiten de gemeten range.

De schattingen van de afwijking per locatie voor een normaaljaar zijn reëel en naar verwachting binnen 0,5 %-punt.

De schatting van de typische meetafwijking per woningtype (tabel 5) zal redelijk nauwkeurig zijn, omdat uitgegaan wordt van de range van resultaten uit de veldproef. De spreiding van de meetafwijking van een willekeurige woning binnen een categorie kan groter zijn dan de bandbreedte voor de typische afwijking, zoals gegeven in tabel 5, omdat niet met zekerheid gesteld kan worden dat er bij de gekozen meetlocaties ook extreme situaties zitten.

De schatting van de totale meetafwijking in Nederland is gebaseerd op de geschatte verdeling van de Nederlandse woningvoorraad over de verschillende woningtypen en het jaarverbruik per woning. Op basis van deze schatting is berekend dat de werkelijke totale meetafwijking in

---

<sup>12</sup> “Onverwarmd” betekent in dit verband dat de meteropstellingsruimte niet met opzet wordt verwarmd, danwel verwarmd wordt via verwarmde aansluitende ruimten.

Nederland voor een normaaljaar zich bevindt binnen de bandbreedte van 275 – 415 miljoen m<sup>3</sup> per jaar.



Tabel 8: Berekening van de totale meetafwijking in Nederland van de 7-gradenmethode (temperatuureffect)

woningtype	meetafwijking (%)		jaarverbruik (m <sup>3</sup> /jaar)		meetafwijking (m <sup>3</sup> /jaar)		aantal woningen	meetafwijking totaal (m <sup>3</sup> /jaar)	
	laag	hoog	per woning	totaal	laag	hoog		laag	hoog
Hoogbouw, met uitpandige meterkast	2	2,5	1.200	320.400.000	24	30	267.000	6.408.000	8.010.000
Hoogbouw, met inpandige meterkast	4	4,5	1.200	1.815.600.000	48	54	1.513.000	72.624.000	81.702.000
Laagbouw, met onverwarmde meterkast	1,5	3	1.800	1.494.000.000	27	54	830.000	22.410.000	44.820.000
Laagbouw, met verwarmde meterkast	3	4,5	1.800	4.482.000.000	54	81	2.490.000	134.460.000	201.690.000
Vrijstaande laagbouw	1,5	3	2.500	2.625.000.000	37,5	75	1.050.000	39.375.000	78.750.000
			Totaal Nederland:	10.737.000.000			6.150.000	275.277.000	414.972.000
								2,6%	3,9%

# 6 Verrekeningsmethodiek

## 6.1 Algemeen

Bij de 7-gradenmethode wordt het volgende verondersteld:

- Gastemperatuur in de gasmeter is 7 °C;
- Nominale leveringsdruk (overdruk) is 28 mbar;
- Atmosferische druk is 1,01325 bar.

Het onderzoek heeft aangetoond dat de werkelijke gastemperatuur in de gasmeter beduidend van 7 °C kan afwijken. De bij de 7-gradenmethode veronderstelde gastemperatuur kan in extreme situaties (afhankelijk van ondermeer de situering van de gasmeter in de woning) op jaarbasis meer dan 5% (op basis van absolute temperaturen) afwijken van 7 °C. Dit effect is hoofdonderwerp van het onderhavige onderzoek en is uitgebreid behandeld in hoofdstuk 5.

Ook door de constant veronderstelde gasdruk (28 mbar) en atmosferische druk (1,01325 bar) wordt een fout in de volumeherleiding geïntroduceerd, welke echter beduidend kleiner is dan de "temperatuurfout".

Een belangrijk voordeel van de toepassing van de 7-gradenmethode bij de kleinverbruikers is dat het door de gasmeter gemeten volume overeenkomt met het naar normaalcondities herleide volume. Het administratieve proces is hiermee eenvoudig, omdat een eventuele administratieve correctie niet noodzakelijk is.

De in hoofdstuk 5 vermelde meetafwijkingen kunnen beduidend worden verkleind, indien de bij de 7-gradenmethode veronderstelde gemiddelde gastemperatuur (7 °C) wordt gewijzigd in een temperatuur die dichter bij de werkelijke gemiddelde gastemperatuur ligt (bijvoorbeeld 15 °C). In dat geval is de gemiddelde meetafwijking voor alle woningtypen/huishoudens relatief gering, maar blijven verschillen tussen huishoudens wel bestaan.

Een administratieve correctie voor de omrekening naar normaal m<sup>3</sup> is in dit geval wel noodzakelijk. Deze correctie is nodig voor de leveringsdruk (van 28 mbar overdruk naar atmosferische druk) en eventueel voor de hoogteligging (0,6 % per 50 m). De correctie voor de hoogteligging kan alleen op basis van de hoogteligging van de gasmeter (hoogte grondpeil plus eventueel de bouwhoogte). Deze hoogteligging is op dit moment nog een onbekend gegeven per meter.

Zoals hiervoor vermeld is de gastemperatuur een niet beïnvloedbare variabele, die sterk lokaal afhankelijk is en daarmee tot verschillen in de verrekening tussen de afnemers leidt. Door toepassing van TC-gasmeters wordt deze ongelijkheid voor wat betreft de temperatuurafwijking (temperatuurherleiding) weggenomen.

De meerprijs voor de temperatuurcorrectie is beperkt. Navraag bij fabrikanten/leveranciers leidt tot de inschatting dat bij grootschalige inkoop de meerprijs niet meer dan € 5,- tot € 10,- per meter zal bedragen.

De toepassing van TC-gasmeters heeft echter wel consequenties voor het administratieve proces. Deze consequenties zijn afhankelijk van de uitvoering van de gekozen TC-gasmeters (temperatuur waarnaar gecorrigeerd wordt), of beide type gasmeters (TC- en geen TC-uitvoering) in gebruik zijn en de wijze waarop nog eventueel gecorrigeerd wordt voor de gasdruk (variërende atmosferische druk en hoogteligging). Deze aspecten worden onderstaand nader toegelicht.

## 6.2 Referentietemperatuur (TC-gasmeters)

### *Referentietemperatuur 15 °C*

De temperatuur waarnaar gecorrigeerd wordt bij de momenteel in gebruik zijnde TC-gasmeters is veelal 15 °C. Omdat de overgedragen gashoeveelheid uitgedrukt moet worden in normaal m<sup>3</sup> (1,01325 bar en 0 °C) is in dat geval een administratieve correctie noodzakelijk. In hoeverre deze eventuele correctiefactor al verwerkt is in het tarief valt buiten de scope van deze inventarisatie.

### *Referentietemperatuur 7 °C*

Indien de herleiding van TC-gasmeters zo wordt ingesteld dat de temperatuur herleiding naar 7 °C plaatsvindt dan behoeft er geen administratieve correctie uitgevoerd te worden. Het door de TC-gasmeter aangewezen bedrijfspvolume komt in dat geval overeen met het naar normaal condities herleide volume. In feite wordt in dat geval de 7-gradenmethode toegepast, waarbij voor afwijkingen ten opzichte van 7 °C meettechnisch (en dus individueel) wordt gecorrigeerd. Een administratieve correctie is in dit geval niet nodig. Dit geldt wel indien men er voor kiest om een (administratieve) correctie voor de (afwijkende) atmosferische druk (barometerstand en/of hoogteligging) toe te gaan passen.

### *Referentietemperatuur 0 °C*

Zoals hiervoor vermeld dient de overgedragen hoeveelheid gas uitgedrukt te worden in normaal m<sup>3</sup>. Een TC gasmeter kan zo ingeregeld worden dat de temperatuurcorrectie naar 0 °C plaatsvindt. In dat geval dient er een administratieve correctie voor de leveringdruk uitgevoerd te worden (ca. 2,8%) en eventueel (als men hier voor kiest) aanvullend een (administratieve) correctie voor de afwijkende atmosferische druk.

## 6.3 Toepassing TC-gasmeters naast gasmeters zonder TC-correctie

Indien gekozen wordt voor de plaatsing van TC-gasmeters tijdens de uitrol van de slimme gasmeters (al of niet voor specifieke afnemers) doet zich ten minste over een periode van 6 jaar de situatie voor dat beide methodes in gebruik zijn. De administratieve processen dienen hierop ingericht te worden. Daarnaast kan er ook nog een restcategorie overblijven waar de vervanging

door een slimme meter (en dus een TC-gasmeter) om welke reden dan ook niet gerealiseerd kan worden.

De eventueel gewenste optie om de functie van de temperatuurcorrectie van alle geplaatste TC gasmeters op een nader te kiezen moment (op afstand) in te schakelen is technisch niet uitvoerbaar. Dit geldt in het bijzonder voor de mechanische werkende TC-gasmeters, waarbij de temperatuurcorrectie wordt uitgevoerd door een in de meter aangebrachte hardwarematige voorziening (bi-metaal).

## 7 Conclusies

Op basis van de resultaten van het door Kiwa Gas Technology uitgevoerde onderzoek worden de volgende conclusies getrokken:

- 1.) De grootte van het verschil tussen de gemeten gashoeveelheid (met toepassing van de 7-gradenmethode) en de werkelijk geleverde gashoeveelheid wordt voornamelijk bepaald door de plaats van de gasmeter in de woning en de situering van de gasleiding (temperatuureffect).
- 2.) Op basis van een veldonderzoek in 26 woningen in het stookseizoen 2007/2008 is een schatting gemaakt van de meetafwijking veroorzaakt door het temperatuureffect in de toepassing van de 7-gradenmethode voor het normaaljaar. De meetafwijkingen in de onderzochte woningen zijn in alle gevallen in het nadeel van de afnemer en bedragen 1,6 – 4,6% op jaarbasis.
- 3.) De meetafwijking door het temperatuureffect is afhankelijk van het woningtype. Op grond van de resultaten van het veldonderzoek zijn de volgende typische meetafwijkingen afgeleid:

Hoogbouw, met uitpandige meterkast	2 - 2,5%
Hoogbouw, met inpandige meterkast	4 – 4,5%
Laagbouw, met onverwarmde meterkast	1,5 – 3%
Laagbouw, met verwarmde meterkast	3 – 4,5%
Vrijstaande laagbouw	1,5 – 3%

- 4.) Op basis van de resultaten van het veldonderzoek en een schatting van de verdeling van woningtypen in de woningvoorraad in Nederland is afgeleid dat de totale meetafwijking voor alle huishoudelijke gasafnemers in Nederland 275 – 415 miljoen m<sup>3</sup>/normaaljaar bedraagt (2,6 – 3,9%), in het nadeel van de afnemer.
- 5.) Hoewel in het veldonderzoek veelal uitgegaan moest worden van schattingen is de verwachting dat de betrouwbaarheid van de resultaten in de conclusies 2 t/m 4 een vrij hoge mate van betrouwbaarheid hebben. In individuele gevallen kunnen de meetafwijkingen echter groter maar ook kleiner zijn, door bijzondere omstandigheden.
- 6.) De nauwkeurigheid van de gasmeting wordt ook bepaald door de (veronderstelde) gasdruk. Het verschil tussen de gemiddelde leveringsdruk en atmosferische druk ten opzichte van de bij de 7-gradenmethode veronderstelde leveringsdruk (28 mbar) en

atmosferische druk (1,01325 bar) is echter relatief klein. Voor de leveringsdruk wordt deze meetafwijking geschat op minder dan +/- 0,2% in het voor- of nadeel van de afnemer. Voor de atmosferische druk is deze eveneens klein (< 0,2%), echter wel systematisch in het voordeel van de afnemer. Het effect van de hoogteligging op de atmosferische druk is eveneens klein, maar kan voor bepaalde hoog gelegen gebieden in Nederland oplopen tot 0,6% in het nadeel van de afnemer (systematisch). Deze geringe, maar deels systematische verschillen, kunnen eventueel administratief gecorrigeerd worden. In het buitenland (met grotere hoogteverschillen) vinden dergelijke administratieve correcties plaats.

- 7.) De toepassing van gasmeters met een temperatuurcompensatie (TC-gasmeters; balgengasmeters met een bi-metaal) vindt in Nederland op zeer beperkte schaal al een groot aantal jaren plaats. De kwaliteit (nauwkeurigheid en betrouwbaarheid) is vergelijkbaar met die van de "gewone" balgengasmeters. Over de toepassing van TC-gasmeters in een elektronische uitvoering zijn voor wat betreft nauwkeurigheid en betrouwbaarheid nog geen ervaringscijfers bekend. Deze meters worden sinds kort op de markt gebracht.
- 8.) De meerprijs voor de temperatuurcorrectie is beperkt en zal naar verwachting bij grootschalige plaatsing van TC-gasmeters niet meer dan € 5,- tot € 10,- per meter bedragen.
- 9.) In het buitenland worden TC-gasmeters toegepast. Het aantal hiervan is echter beperkt. Een administratieve correctie van de gemeten gashoeveelheid voor de gasdruk, atmosferische druk (hoogteligging) en gastemperatuur wordt in het buitenland toegepast.
- 10.) Indien gekozen wordt voor grootschalige plaatsing van TC-gasmeters dienen er nadere afspraken gemaakt te worden over de temperatuur waarnaar de TC-gasmeters corrigeren. De keuze hiervan bepaalt in belangrijke mate de consequenties voor het administratieve proces. Indien gekozen wordt voor een correctie naar 7 °C is een administratieve correctie voor de leveringsdruk niet nodig.
- 11.) Het op afstand in- of uitschakelen van de temperatuurcorrectie van TC-gasmeters, uitgevoerd met een mechanisch werkend meetelement (bi-metaal), is technisch niet uitvoerbaar. Het concept van het in of uitschakelen van de TC-correctie is bij een elektronische TC-gasmeter eenvoudiger. Echter, dit dient ter plaatse van de gasmeter uitgevoerd te worden en het op afstand in- of uitschakelen zal (afhankelijk van de technische ontwikkelingen) hierbij niet mogelijk zijn.

Op basis van bovenstaande conclusies wordt aanbevolen om in overweging te nemen om tegelijk met de uitrol van slimme meters in Nederland over te gaan op gasmeters met compensatie van het temperatuureffect op de volumemeting. Om de invloed op het administratieve proces te minimaliseren verdient de herleiding naar een temperatuur van 7 °C de voorkeur. De invloed van afwijkingen van de leveringsdruk en/of de omgevingsdruk is zodanig klein dat een correctie geen prioriteit heeft in vergelijking met de temperatuurcorrectie.

Wel dient hierbij in beschouwing genomen te worden dat het gebruik van (electronisch) uitgevoerde TC-meters consequenties kan hebben op de betrouwbaarheid van deze meters. De temperatuurcompensatie in deze meters is een extra meetfunctionaliteit, waarbij niet uitgesloten kan worden dat dit kan leiden tot extra storingen en/of grootschalige uitval van deze meters. Ervaringscijfers zijn niet beschikbaar.

Dit risico wordt weggenomen indien in plaats van het gebruik van TC-meters ervoor wordt gekozen om de bij de 7-gradenmethode veronderstelde temperatuur te wijzigen in een temperatuur die dicht bij de werkelijke gemiddelde gastemperatuur ligt (bijvoorbeeld 15 °C). In dat geval is de gemiddelde meetafwijking voor alle woningtypen/huishoudens relatief gering, maar blijven verschillen tussen huishoudens wel bestaan. Een administratieve correctie voor de omrekening naar normaal m<sup>3</sup> is in dit geval wel noodzakelijk.

# I Begrippenlijst

Bedrijfscondities	de condities bepaald door de heersende temperatuur en druk
Bedrijfsvolume	het door een gasmeter gemeten volume onder de heersende gastemperatuur en gasdruk
(Gewogen) graaddagen	het verschil tussen 18 °C en de gemiddelde etmaalt temperatuur (voor zover die kleiner is dan 18 °C). Gewogen graaddagen komen tot stand door weging van de graaddagen met de volgende factoren: voor de maanden november t/m februari 1.1; voor maart en oktober 1.0 en voor april t/m september 0,8
Normaalcondities	de condities die gelden bij een temperatuur van 273,15 K (0 °C) en een absolute druk van 101,325 kPa (1,01325 bar)
Normaaljaar	referentiejaar voor de verdeling van de etmaalgemiddelde buitentemperatuur c.q. (gewogen) graaddagen. Voor het normaaljaar gelden de gemiddelde etmaalwaarden van de afgelopen drie decennia jaar (1971 t/m 2000)
Referentietemperatuur	de temperatuur waarnaar een TC-gasmeter de temperatuurherleiding uitvoert
Temperatuurcompensatie	voorziening in een gasmeter die de gemeten volumestroom door de gasmeter bij bedrijfscondities corrigeert naar de volumestroom bij een ingestelde referentietemperatuur
Volumehherleiding	methode volgens welke het volume onder bedrijfscondities wordt omgerekend naar normaalcondities
7-gradenmethode	volumehherleidingsmethode toegepast bij kleinverbruik, waarbij wordt verondersteld dat de leveringstemperatuur van het gas 7 °C bedraagt, de nominale leveringsdruk 28 mbar en de atmosferische druk 1013,25 mbar.



## II Meetdata per locatie

De meetdata per locatie zijn opgenomen in een afzonderlijk document bij dit rapport.

### III De schattingen voor een normaaljaar

De resultaten, zoals deze verkregen zijn tijdens de meetperiode december 2007 t/m februari 2008 zijn slechts toepasbaar voor de klimatologische omstandigheden gedurende de meetperiode. Voor een algemene interpretatie is het nodig een inschatting te maken van het effect van de werkelijk opgetreden buitentemperaturen in vergelijking met de temperaturen in een normaaljaar.

Onder een normaaljaar wordt een jaar verstaan met een temperatuurverloop gelijk aan het gemiddelde verloop over een periode van 30 jaar (1971 – 2000). Een kwantitatieve vergelijking is mogelijk door vergelijking van het aantal graaddagen per maand voor de meetperiode met die in het normaal jaar en de daaruit volgende afwijking van de gemiddelde maandtemperatuur, zie tabel III.1.

Tabel III.1: Graaddagenverdeling over de meetperiode.

Meetstation De Bilt							
	Werkelijk			Normaal			Afwijking
	Graaddagen		Gem. maand-temp. °C	Graaddagen		Gem. maand-temp. °C	
	gewogen	gewoon		gewogen	gewoon		
December 2007	485,3	441,2	3,8	479,3	435,7	3,9	-0,1
Januari 2008	392	356,4	6,5	519,8	472,5	2,8	3,7
Februari 2008	410,5	373,2	5,1	466,2	423,8	2,9	2,2
Periode	1.287,8	1.170,7	5,1	1.465,3	1.332,1	3,2	1,9

Was de maand december nog redelijk normaal, januari en februari waren warmer dan normaal. De afwijking over de totale periode van drie maanden bedraagt 1,9 °C.

Afhankelijk van de specifieke situering van de aansluitleiding en de gasmeter is de gastemperatuur in meer of mindere mate afhankelijk van de (gemiddelde) buitentemperatuur. Vanwege de relaties tussen de grondtemperatuur en de buitentemperatuur wordt ook de aanvoertemperatuur (daar waar het gas de woning binnenkomt) medebepaald door de buitentemperatuur.

Indien de gastemperatuur volledig wordt bepaald door de buitentemperatuur (de temperatuur van alle systeemonderdelen wordt bepaald door de buitentemperatuur) dan is de afwijking in de geregistreerde temperaturen ten opzichte van het normaaljaar gelijk aan de afwijking in bovenstaande tabel.

Hoe meer de geregistreeerde gastemperaturen afwijken van (gemiddelde) buitentemperaturen, hoe minder het effect is van de afwijking van de meetperiode t.o.v. het normaaljaar, of in formulevorm:

$$T_{\text{gas, gemiddeld, normaal}} = T_{\text{gas, gemiddeld}} - \{(293,15 \text{ K} - T_{\text{gas, gemiddeld}}) / (13 \text{ K})\} * 1.9 \text{ K}$$

$$\text{Afwijking}_{\text{normaal}} = (280.15 - T_{\text{gas, gemiddeld, normaal}}) / T_{\text{gas, gemiddeld, normaal}}$$

De formule geeft geen exacte waarde voor de invloed, omdat wordt uitgegaan van gemiddelde waarden over de meetperiode. De resultaten zijn weergegeven in tabel III.2.

*Tabel III.2: Meetafwijking gecorrigeerd naar normale buitentemperatuur tijdens meetperiode.*

locatie	afwijking	T <sub>gas, gem</sub> (K)	T <sub>gas, gem, normaal</sub> (K)	afwijking <sub>normaal</sub>
1	-1.16%	283.4	282.0	-0.65%
2	-2.21%	286.3	285.4	-1.86%
3	-2.69%	287.7	286.9	-2.41%
4	-4.53%	292.8	292.8	-4.51%
5	-2.41%	286.9	286.0	-2.08%
6	-1.89%	285.5	284.3	-1.49%
7	-0.90%	282.7	281.1	-0.35%
8	-2.03%	285.8	284.8	-1.64%
9	-4.45%	292.6	292.5	-4.42%
10	-1.78%	285.1	284.0	-1.37%
11	-2.03%	285.8	284.8	-1.65%
12	-4.36%	292.4	292.2	-4.32%
13	-4.38%	292.4	292.3	-4.34%
14	-2.60%	287.4	286.6	-2.30%
15	-3.84%	290.9	290.6	-3.73%
16	-4.48%	292.7	292.7	-4.46%
17	-1.28%	283.7	282.4	-0.79%
18	-2.83%	288.1	287.3	-2.56%
19	-3.18%	289.0	288.4	-2.96%
20	-2.40%	286.9	285.9	-2.07%
21	-0.43%	281.3	279.6	0.19%
22	-2.18%	286.3	285.3	-1.83%
23	-1.55%	284.5	283.2	-1.10%
24	-4.01%	291.4	291.1	-3.92%
25	-4.60%	293.0	293.0	-4.59%
26	-1.87%	285.4	284.2	-1.46%
Gemiddeld:	-2.70%	287.7	286.9	-2.41%
Overall	-2.45%	287.0	286.1	-2.13%

Op vergelijkbare wijze kunnen de resultaten voor de meetperiode omgerekend worden naar een normaaljaar. Ook hier geldt weer dat naarmate

de afwijking van de gemeten gashoeveelheid tijdens de meetperiode groter is, het effect van de omrekening naar een volledig normaaljaar kleiner is<sup>13</sup>.

In tabel III.3 zijn de gegevens (gemiddelde maandtemperatuur en percentage van het jaarverbruik gas) voor het normaaljaar weergegeven. De maandtemperaturen zijn berekend op basis van de gewone graaddagen, het percentage jaarverbruik gas is berekend op basis van de gewogen graaddagen en met de aanname dat 25% van het jaarverbruik seizoensafhankelijk is (warmwater).

Tabel III.3: Gegevens normaaljaar

maand	gem. buitentemp. °C	jaarverbruik %
Dec	3.2	39.4%
Jan		
Feb		
Mrt	5.8	7.7%
Apr	8.3	5.4%
Mei	12.5	4.0%
Jun	14.7	3.0%
Jul	16.4	3.0%
Aug	16.4	4.4%
Sep	14.1	7.9%
Okt	10.3	11.5%
Nov	6.2	13.7%

Met behulp van de volgende berekening is voor elke maand en elke locatie de gemiddelde gastemperatuur bepaald:

$$T_{\text{gas, maand } x} = \{1 - (293.15 - T_{\text{gas, meetperiode}}) / T_{\text{gas, meetperiode}}\} * \{ (T_{\text{gem., maand } x} - T_{\text{gem., meetperiode}}) / 291.15 \} * T_{\text{gas, meetperiode}}$$

Door weging van de gemiddelde gastemperatuur per maand met het gasverbruik per maand wordt de correctie op jaarbasis berekend uit de afwijking gedurende de meetperiode. De resultaten zijn per locatie weergegeven in tabel III.4.

<sup>13</sup> Een eenvoudig voorbeeld kan dit verduidelijken: als de gastemperatuur tijdens de meetperiode steeds 20 °C was, is er geen invloed van de buitentemperatuur op de gastemperatuur. Dan zal er ook in een normaaljaar geen invloed zijn van de buitentemperatuur.

Tabel III.4: Samenvatting berekening afwijking normaaljaar

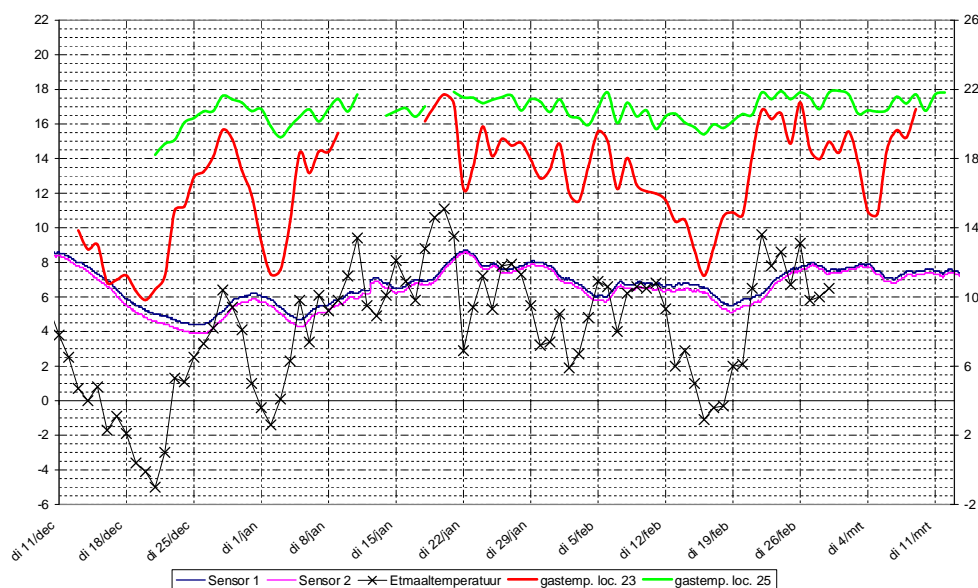
locatie	afwijking meetperiode	afwijking normaalperiode	afwijking normaaljaar
1	-1.16%	-0.65%	-1.56%
2	-2.21%	-1.86%	-2.73%
3	-2.69%	-2.41%	-3.11%
4	-4.53%	-4.51%	-4.55%
5	-2.41%	-2.08%	-2.88%
6	-1.89%	-1.49%	-2.49%
7	-0.90%	-0.35%	-1.72%
8	-2.03%	-1.64%	-2.59%
9	-4.45%	-4.42%	-4.49%
10	-1.78%	-1.37%	-2.40%
11	-2.03%	-1.65%	-2.59%
12	-4.36%	-4.32%	-4.42%
13	-4.38%	-4.34%	-4.43%
14	-2.60%	-2.30%	-3.03%
15	-3.84%	-3.73%	-4.01%
16	-4.48%	-4.46%	-4.52%
17	-1.28%	-0.79%	-2.02%
18	-2.83%	-2.56%	-3.21%
19	-3.18%	-2.96%	-3.48%
20	-2.40%	-2.07%	-2.88%
21	-0.43%	0.19%	-1.37%
22	-2.18%	-1.83%	-2.71%
23	-1.55%	-1.10%	-2.23%
24	-4.01%	-3.92%	-4.14%
25	-4.60%	-4.59%	-4.61%
26	-1.87%	-1.46%	-2.47%

## IV Invloed van de buitentemperatuur op de gastemperatuur

De temperatuur in de opstellingsruimte blijkt de overheersende factor voor de gastemperatuur in de gasmeter. Daaruit volgt dat de gastemperatuur meer wordt beïnvloed door de buitentemperatuur in gevallen waar de temperatuur in de opstellingsruimte voor een groter deel wordt bepaald door de buitentemperatuur. In deze bijlage wordt het effect met behulp van de resultaten van twee locaties verduidelijkt.

Bij locatie 23 volgt de gastemperatuur grotendeels de buitentemperatuur en bij locatie 25 is dit nauwelijks het geval<sup>14</sup>, zie figuur V.1.

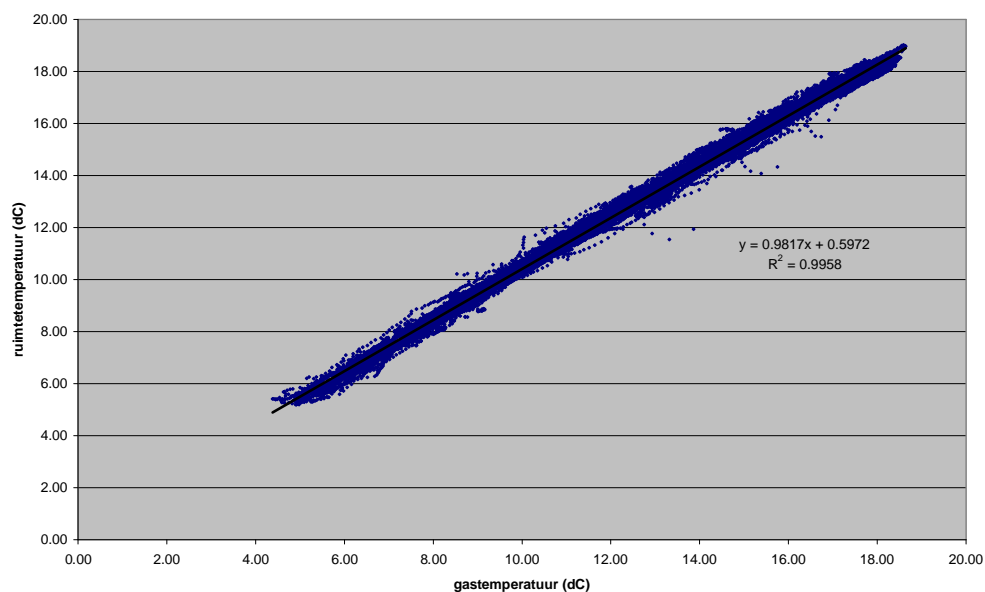
Figuur V.1: Gastemperatuur in vergelijking met de buitentemperatuur, locaties 23 en 25



Dat de gastemperatuur vrijwel volledig wordt bepaald door de temperatuur in de meteropstellingsruimte wordt duidelijk aan de hand van figuur V.2. Afgezien van een verschuiving van 0,6 °C is de gastemperatuur vrijwel gelijk aan de ruimtetemperatuur.

<sup>14</sup> Voor locatie 23 geldt de linker Y-as, voor locatie 25 de rechter. Met sensor 1 en 2 is op twee plaatsen in Apeldoorn de grondtemperatuur op 0,9 m diepte gemeten. De etmaaltemperatuur is de de gemiddelde etmaaltemperatuur in De Bilt.

Figuur V.2: Verband tussen de gastemperatuur en de ruimtetemperatuur (locatie 23)



Vanwege de sterke correlatie tussen de ruimtetemperatuur en de gastemperatuur kan geconcludeerd worden dat, in gevallen waar de temperatuur in de opstellingsruimte sterker wordt bepaald door de buitentemperatuur, de invloed van de buitentemperatuur op de gastemperatuur groter is.

# V Het woningenbestand in Nederland

## Inleiding

Voor het onderzoek is een 26-tal woningen geselecteerd met als doel een zo volledig mogelijke dekking van het hele woningenscala in Nederland te verkrijgen, voor wat betreft de factoren die van invloed (kunnen) zijn op de temperatuur van het gas in de gasmeter. De onderscheiden factoren zijn:

1. De woning is gelegen in stedelijk vs. landelijk gebied;
2. Het betreft een laagbouw- vs. hoogbouwwoning;
3. De meterkast (voorzover aanwezig):
  - a. grenst wel/niet aan een buitenmuur,
  - b. bevindt zich in de kelder,
  - c. bevindt zich op de galerij / in de woning (bij hoogbouw);
4. Het tracé van de aansluitleiding omvat:
  - a. een korte leiding direct vanuit de gevel,
  - b. een aansluitleiding via de kruipruimte/kelder onder de woning,
  - c. een aansluitleiding bovengronds,
  - d. een aansluitleiding in een leidingschacht,
5. De verwarmingsketel regelt de warmtebehoefte van de woning via een aan-uit vs. een modulerende regeling;
6. Er zijn (in het algemeen) altijd bewoners in de woning aanwezig vs. overdag is niemand aanwezig.

De onderscheiden factoren zijn gekozen op basis van de verwachting dat deze een substantiële invloed hebben op de temperatuur van het gas in de gasmeter. Voor een schatting van de (kwantitatieve) meetafwijking door temperatuurinvloeden is het van belang inzicht te hebben in de aantallen woningen in Nederland in de diverse categorieën.

Zeer recent is in Nederland de 7-miljoenste woning in gebruik genomen<sup>15</sup>. Tweederde van alle huishoudens woont in een eengezinswoning, bijna eenderde in een flat, appartement of etage<sup>16</sup>. Er zijn dus bijna vijf miljoen eengezinswoningen (laagbouw) en ruim twee miljoen gestapelde woningen (hoogbouw).

De verdeling laagbouw- vs. hoogbouwwoningen in stedelijk vs. landelijk gebied

De verdeling stedelijk vs. landelijk gebied hangt af van de definitie<sup>17</sup>:

Een gebied met minder dan 100 adressen per km<sup>2</sup> en met minder dan 10% van het oppervlak bebouwd is gedefinieerd als 'landelijk'; een gebied met meer dan 1.000 adressen per km<sup>2</sup> of meer dan 75% bebouwd oppervlak als 'stedelijk'. Om aan te geven dat de stad niet abrupt overgaat in platteland zijn

---

<sup>15</sup> 5 november 2007

<sup>16</sup> De Nederlandse samenleving 2004, CBS, 2004

<sup>17</sup> Landbouw-Economisch Bericht 2006, LEI, 2006



twee tussencategorieën gekozen: 'semilandelijk' met 100 tot 500 adressen per km<sup>2</sup> en 10-33,3% bebouwd gebied, en 'peri-urbaan' met 500 tot 1.000 adressen per km<sup>2</sup> en 33,3-75% bebouwd oppervlak.

Het aldus gedefinieerde landelijk en semi-landelijk gebied beslaat 89% van het landoppervlak en telt 39% van de totale Nederlandse bevolking. In totaal woont 61% van de Nederlandse bevolking in het stedelijk dan wel peri-urbaan gebied, dat 11% van het landoppervlak inneemt.

Voor een schatting van de verdeling van het aantal gasaansluitingen over landelijk resp. stedelijk gebied is het nog nodig om het (gemiddeld) aantal gezinsleden per woning in stedelijk vs. landelijk gebied te kennen. De verwachting is dat dat aantal in landelijk gebied hoger is dan in stedelijk gebied. Het gemiddelde in Nederland bedraagt 2,3. Uitgaande van 2,1 resp 2,6 bedraagt het aantal woningen in stedelijk gebied 4,2 miljoen en in landelijk gebied 2,8 miljoen.

Als nog verondersteld wordt dat de hoogbouw in landelijk gebied verwaarloosbaar is (ten opzichte van die in stedelijk gebied) dan resulteert de volgende verdeling:

Stedelijke laagbouw:	2,2 <sup>18</sup>
Stedelijke hoogbouw:	2
Landelijke laagbouw:	2,8
Landelijke hoogbouw:	0

De leeftijdsopbouw van het woningenbestand

50% Van de woningen in Nederland is gebouwd ná 1970. Het percentage vooroorlogse woningen is 22 en 28% is gebouwd tussen 1945 en 1970.

De opstelling van de gasmeter

Tot in de zestiger jaren werden in woningen geen meterkasten geplaatst.

Sinds eind jaren zestig is de meterkast opgenomen in de

modelbouwverordening. Rond 1980 zijn de normbladen "Meterkasten in woningen" (NEN 3679) en "Leidinginvoerputten met bijbehorende

mantelbuizen" (NEN 3678) uitgebracht. Deze normen waren echter niet bindend, maar werden gebruikt om te komen tot uniforme afspraken. Pas

met de komst van het Bouwbesluit (1991) werden genoemde normen

samen gevoegd en aangepast tot de norm "Meterkasten in woningen" (NEN 2768). Op basis van die norm zijn door de zes provincies in Noord-Oost

Nederland vouwbladen gemaakt voor de uitvoering van meterkasten (en dienstleidingdoorvoeren). Die min of meer algemeen toepasbaar zijn (en

toegepast worden). Hierbij wordt gebruik gemaakt van een

gestandaardiseerde prefab-bodemplaat voor de meterkast.

Aangenomen mag worden dat in meer dan 50% van de woningen de

gasmeter is geïnstalleerd in een meterkast. Dit zijn in ieder geval de vanaf 1970 gebouwde woningen, plus de woningen van vóór 1970 waar later bij woningverbetering een meterkast is gerealiseerd.

Omtrent de plaats van de meterkast in de woning zijn weinig gegevens

bekend. In NEN 2768 wordt alleen (niet bindend) voorgeschreven dat de

---

<sup>18</sup> in miljoenen woningen

meterkast zich op niet meer dan drie meter vanaf de voordeur bevindt. Bovendien moet de meterkast (en bij hoogbouw eventueel de leidingenschacht) vorstvrij zijn.

Meterkasten (en ook leidingschachten) worden geventileerd. Die ventilatie mag slechts plaatsvinden naar niet-verblijfsruimten. In het stookseizoen zullen deze ruimten in het algemeen niet warmer zijn dan 15 °C (ontwerptemperatuur van niet-verblijfsruimten).

#### Gasaansluitingen

Van de zeven miljoen woningen in Nederland zijn er ca. 6,8 miljoen aangesloten op het gasnet. In 9,3% (2004) van de woningen is sprake van een collectief verwarmingssysteem (blok- of stadsverwarming). In een deel daarvan is een gasmeter aanwezig voor het gasverbruik voor koken (en soms warm water. Het is gebruikelijk om in nieuwe stadsverwarmingsgebieden geen gasnet meer aan te leggen. Blokverwarming (5,6%) komt vrijwel uitsluitend voor in hoogbouw, stadsverwarming (3,7%) zowel in laag- als in hoogbouw.

Aangezien in absolute zin een temperatureffect het zwaarst weegt in situaties waarbij gas verbruikt wordt voor woningverwarming, wordt ter vereenvoudiging uitgegaan van die gasaansluitingen die (ook) gas leveren voor woningverwarming (6,15 miljoen). Als er bovendien van wordt uitgegaan dat bij stadsverwarming géén gasaansluiting aanwezig is, resulteert de volgende verdeling van gasaansluitingen:

Stedelijke laagbouw met gasaansluiting voor woningverwarming: 2,07 (zie noot 17)

Stedelijke hoogbouw met gasaansluiting voor woningverwarming: 1,48

Landelijke laagbouw met gasaansluiting voor woningverwarming: 2,8

#### Kruipruimten

Voor het overgrote deel zijn Nederlandse laagbouwwoningen voorzien van een kruipruimte. Uitzonderingen zijn (oude) woningen, waarbij de begane grond vloeren direct zijn gelegd op een zandbed. Recentelijk zijn er ook woningbouwontwerpen gemaakt zonder kruipruimte, waarbij de begane grond vloer natuurlijk wel voldoet aan recente isolatie-eisen.

#### Aansluitleidingen

Volgens NEN 2768-2005 moeten aansluitleidingen via kruipruimten voorzien zijn van een mantelbuis<sup>19</sup>. Alleen ingeval een leiding door een voor mensen toegankelijke ruimte voert, wordt geen mantelbuis aangebracht, om inspectie mogelijk te maken.

#### Stijgleidingen

Een stijgleiding in hoogbouw, waarbij de meterkasten boven elkaar zijn gesitueerd, loopt in het algemeen door de meterkasten (volgens NEN 2768:2005). Indien de meterkasten niet boven elkaar zijn gesitueerd, kan de stijgleiding ook in een leidingenschacht zijn gemonteerd.

---

<sup>19</sup> De kruipruimte wordt gezien als een niet voor mensen toegankelijke ruimte.