



# MAATWERKADVIES NTA8800

Een omschrijving van de aangepaste parameters en  
de validatie procedure

*Auteurs: Paula van den Brom (TU Delft), Joris Berben (INNAX), Harm Valk (Nieman),  
Pieter Nuiten (W/E adviseurs)*



# Maatwerkadvies NTA8800

*Een omschrijving van de aangepaste parameters en de validatie procedure*

*Auteurs: Paula van den Brom (TU Delft), Joris Berben (INNAX), Harm Valk (Nieman), Pieter Nuiten (W/E adviseurs)*

Datum: 15-07-2022

Deze rapportage is samengesteld in opdracht van RVO

## Inhoudsopgave

1.	Inleiding	6
2.	NTA8800 methode	8
3.	Literatuurstudie – Energieprestatiekloof	11
3.1	Energieprestatiekloof Nederlandse context	11
3.2	Energieprestatiekloof internationale context	12
3.3	Mogelijke oorzaken voor de Energieprestatiekloof	16
3.3.1	Het rekenmodel is niet correct	17
3.3.2	De invoergegevens zijn niet in overeenstemming met de werkelijkheid	19
3.3.3	Meetgegevens energiegebruiken	21
3.4	Het reduceren van de energieprestatiekloof	22
4.	Opstellen maatwerkadvies – aanpassen parameters	23
4.1	Woningbouw	23
4.1.1	Overwegingen bij de aanpassingen	25
4.1.2	Wetenschappelijke literatuur	29
4.2	Utiliteitsbouw	30
5.	Validatie	32
5.1	Methode validatie	32
5.1.1	Valideren op basis van expertkennis	33
5.1.2	Valideren door middel van historische data	33
5.2	Validatie metingen	35
5.2.1	Warm tapwater	35
5.2.2	Verwarming	37
6.	Discussie en conclusie	39
6.1	Conclusie	39
6.2	Aanbevelingen	41
6.3	Besparingen	41
7.	Referenties	44
8.	Bijlage I overzicht projectgroep	46
9.	Bijlage II memo INNAX	47
10.	Bijlage III W/E adviseurs	52
11.	Bijlage IV Data	60
12.	Bijlage V Overzicht parameters	61
13.	Bijlage VI Memo INNAX aanvullende analyses	64



## 1. Inleiding

Sinds januari 2021 is de NTA8800 de aangewezen methode in de bouwregelgeving. De methode is ontwikkeld omdat de voorgaande methode (NEN7120) niet voldeed aan de Europese richtlijn Energieprestatie gebouwen (EPBD-II). De NTA8800 is een methode waarmee aangetoond kan worden of een gebouw voldoet aan de BENG eisen (Bijna Energie Neutraal Gebouw) en TO-juli-eis (Temperatuuroverschrijdingseis), en waarmee het energielabel van een gebouw bepaald kan worden. Op basis hiervan kan de energieprestatie van verschillende gebouwen met elkaar vergeleken worden en kan een potentiële koper of huurder van een gebouw op een eenvoudige manier inzicht krijgen van de energieprestatie van een gebouw. De methode is zowel bedoeld voor nieuwbouw als bestaande bouw.

Hoewel de NTA8800 geschikt lijkt voor het doel waar het voor is opgezet, het bepalen van de gestandaardiseerde energieprestatie van gebouwen, is er ook behoefte aan een rekenmethode die het energiegebruik bij individuele gebouwen en energiebesparende maatregelen meer realistisch voorspelt. Hiermee kunnen dan realistischere terugverdientijden berekend worden. Met een realistischere inschatting kan beter afgewogen worden welke maatregelen het meest relevant zijn voor een bepaalde specifieke situatie met als doel energiebesparing. Om deze reden is de maatwerkadviesmethode ontwikkeld. Deze methode is gebaseerd op de NTA8800, maar gebruikt een aantal andere onderbouwde aannames en biedt de mogelijkheid voor een meer gedetailleerde input waarmee het streven is dat het energiegebruik realistischer ingeschat wordt. Om inderdaad te kunnen waarborgen dat het ingeschatte energiegebruik dichterbij het werkelijke verbruik ligt, heeft RVO aangegeven dat het van belang is dat het maatwerkadvies gevalideerd wordt.

De directe aanleiding om de maatwerkadviesmethode NTA8800 te valideren komt voort uit het Landelijk Digitaal Platform, nu Verbeterjehuis genoemd. Dit platform dient particuliere woningeigenaren te informeren en ontzorgen bij het verduurzamen van de woning. Eenduidige en gevalideerde informatie is hierbij van belang en dit is ook expliciet benoemd in het Klimaatakkoord. Het gaat dan onder andere om informatie over energie(kosten)besparingen van maatregelen.

Het onderwerp valideren heeft momenteel veel de aandacht en is zowel wetenschappelijk als maatschappelijk relevant. Meer partijen dan Verbeterjehuis hebben belang bij gevalideerde informatie over energiebesparing. PBL dient beleid door te rekenen met realistische besparingen, het rijk dient beleid te ontwikkelen op basis van realistische besparingen, NIBUD dient gevalideerde informatie te verschaffen aan consumenten, en zo zijn er veel meer partijen die aan de energietransitie werken. Sinds de toenemende beschikbaarheid van data, en data analysetechnieken is het in toenemende mate mogelijk nieuwe rekenmethodes te valideren. De leerstoel Building Energy Epidemiology bij TU Delft maakt veel gebruik van werkelijk gemeten data. Deze leerstoel focust op werkelijke gebouwprestaties, analyses daarvan, diagnostiek en optimalisatie van energiesystemen in bestaande toestand. Het lag dan ook voor de hand de wetenschappelijke kennis en kunde van deze leerstoel in te zetten.

In deze rapportage wordt in het kort omschreven hoe de maatwerkadviesmethode tot stand gekomen is, welke uitgangspunten gehanteerd zijn en hoe de methode is gevalideerd. Omdat de maatwerkadviesmethode gebaseerd is op de NTA8800 methode wordt in hoofdstuk 2 van deze rapportage de NTA8800 methode kort toegelicht. Daarna wordt in hoofdstuk 3 het verschil tussen

werkelijk en berekend energiegebruik in de internationale context gezet waardoor duidelijk gemaakt wordt dat dit verschil tussen werkelijk en theoretisch energiegebruik (Energie Prestatie kloof/ Energy Performance Gap) niet enkel een Nederlands probleem is. Ook worden in het kort, aan de hand van wetenschappelijke literatuur, mogelijke oorzaken van de Energie Prestatiekloof toegelicht. In hoofdstuk 4 wordt de totstandkoming van de MWA-methode omschreven (voor meer informatie zie bijlagen). Ook wordt door middel van een beknopte literatuurstudie bekeken of de aannames, die voornamelijk gemaakt zijn op basis van expertkennis, ook wetenschappelijk onderbouwd kunnen worden. Daarop volgt hoofdstuk 5 met de validatie van de MWA-methode, hier wordt bekeken of de MWA-methode inderdaad realistischer voorspelt dan de NTA8800 methode. In hoofdstuk 6 worden conclusies getrokken op basis van de resultaten in hoofdstuk 4 en 5, daarnaast worden de onzekerheden beschreven en wordt geadviseerd voor aanvullend onderzoek.

Aan de ontwikkeling van het maatwerkadvies hebben verschillende partijen bijgedragen onder leiding van RVO en ISSO. INNAX is in de ontwikkeling voor het maatwerkadvies verantwoordelijk geweest voor het ontwikkelen van het maatwerkadvies voor woningen en W/E adviseurs droeg de verantwoordelijkheid voor de utiliteitsbouw. De TU Delft is later in het proces betrokken en heeft bijgedragen aan de validatie achteraf voor individuele woningen en de literatuurstudies. De overige betrokken partijen zijn terug te vinden in het overzicht in bijlage I. Ook moet opgemerkt worden dat voor de utiliteitsbouw minder data beschikbaar zijn en door de grote verscheidenheid in gebruik de procedure voor validatie hiervoor nog lastiger is dan voor de woningbouw. Voor de utiliteitsbouw is in deze rapportage dan ook geen validatie gemaakt. Wel is gedurende het ontwikkelen van het maatwerkadvies zoveel mogelijk gebruik gemaakt van beschikbare data, expertkennis en expert-ervaringen dit is terug te vinden in bijlage II.

## 2. NTA8800 methode

De NTA8800 methode is ontwikkeld in opdracht van het ministerie van BZK. Deze methode vervangt de normen NEN7210, NEN7125, NEN8088 en NEN1068. Het doel van de NTA-methode is om een transparante en eenduidige bepalingmethode te zijn voor het bepalen van de energieprestatie van gebouwen gebaseerd op de EPBD-II (Europese richtlijn Energieprestatie gebouwen) en hierin verwezen Europese CEN-EPB normen.

Het Ministerie van BZK gaf de ontwikkelaars van de NTA8800 methode een aantal randvoorwaarden<sup>1</sup> mee, waaronder:

- Voldoen aan EPBD-II;
- Gebaseerd op CEN-EPB normen;
- Energieprestatie moet betrekking hebben op normaal gebruik van een gebouw;
- Het instrument dient geschikt te zijn als handhavinginstrument; controleerbaar en toetsbaar;
- Beter aansluiten bij werkelijk gebruik dan de vorige norm NEN 7120;
- Administratieve lasten moeten acceptabel zijn in relatie tot beoogde doelen;
- Woningkenmerken met een invloed kleiner dan 2% niet meenemen in methode;
- Er is een landelijk uniform klimaat, gemeten in het vrije veld in De Bilt; lokale effecten, ook van omliggende gebouwen, water en groen, worden genegeerd
- Forfaitaire waarden zijn over het algemeen representatieve waarden, die een gemiddelde geven van wat op dat onderdeel in de praktijk gebruikelijk is.

De projectgroep NTA 8800 en BZK hebben ervoor gekozen om 'normaal gebruik' uit te werken in uitgangspunten die vaak conservatief zijn (isolatiewaarden en rendementen), soms gemiddeld (...) en soms wenselijk (ventilatie, thermisch comfort). Omdat het begrip 'normaal' niet te verwarren met het statistische normaal is verder gekozen voor het begrip 'gestandaardiseerd'.

De randvoorwaarden bij de ontwikkeling van NTA8800 waren onderling soms strijdig, en daarom is niet met alle randvoorwaarden in gelijke mate rekening gehouden. Omdat het instrument primair bedoeld is voor handhaving, is geaccepteerd dat dit ten koste gaat van een betere aansluiten bij werkelijk gebruik. Dit wordt hieronder toegelicht voor de vaste waarden voor normaal gebruikersgedrag en forfaitaire waarden van technische prestaties.

Bij de uitwerking van uitgangspunten voor gestandaardiseerd gebruik van het gebouw is bewust niet uitgegaan van het statistische normaal. Ventilatiehoeveelheden zijn gebaseerd op de Bouwbesluit-eisen, waarbij rekening gehouden wordt met lagere hoeveelheden tijdens afwezigheid. In de praktijk is bekend dat in de meeste gevallen (veel) minder geventileerd wordt. Dit leidt tot een hoger berekend energiegebruik.

Verder is in de uitwerking gekozen om bij forfaitaire waarden van technische prestaties van bouwproducten uit te gaan van goede uitvoeringskwaliteit en inregeling. Deze kwaliteit is wel haalbaar, maar het is niet representatief voor de gemiddelde uitvoerings- en onderhoudspraktijk. Zo

---

<sup>1</sup> Een volledig overzicht van de randvoorwaarden is te vinden in: <https://www.gebouwenergieprestatie.nl/app/uploads/sites/8/2020/09/Randvoorwaardendocument-NTA-8800-1.pdf>



is bekend dat installaties vaak niet optimaal ingeregeld zijn. Ook hier is het doel dat uitvoeringskwaliteit en onderhoud verbeteren, zodat de prestaties wel haalbaar zijn. Deze uitgangspunten leiden tot het omgekeerde effect; het berekende energiegebruik wordt lager.

Andere forfaitaire waarden zijn vanwege het uitgangspunt van handhaafbaarheid vaak niet representatief, maar conservatief gekozen. Dit geldt voor zowel nieuwbouw als bestaande bouw. Conservatief wil zeggen dat de rekenwaarde ongunstig is voor de energieprestatie; een voorzichtige keuze. Ook in de bestaande bouw heeft de randvoorwaarde van handhaafbaarheid geleid tot de keuze voor conservatieve in plaats van representatieve waarden. Bij de ontwikkeling van de methodiek is vooral gekeken naar de beschikbaarheid van gegevens bij nieuwbouw of ingrijpende renovatie, en minder naar de mogelijkheden tot verzamelen van gegevens bij bestaande bouw (waarvan bekend is dat dit hoge kosten met zich meebrengt en veel tijd kost om te verzamelen en deels niet te achterhalen zal zijn). Dit is opgelost door een onderscheid te maken in een 'basisopname' en een 'detailopname' in de opnameprotocollen. De methodiek in de opnameprotocollen schrijft voor dat, voor situaties waarbij gegevens niet beschikbaar zijn, er gekozen moet worden voor conservatieve waarden. Dat is op zich een goed standpunt. Het is onwenselijk dat een gebouw een betere score krijgt door te doen alsof de info niet beschikbaar is. Een gemiddelde waarde is ook lastig te bepalen, want bouwdelen zijn helemaal wel of helemaal niet nageïsoleerd. De aannames en uitgangspunten leiden er echter toe dat heel vaak conservatieve berekeningen gemaakt worden, omdat bij bestaande gebouwen in veel gevallen informatie niet beschikbaar is. Dit betekent dat het energiegebruik volgens de berekening vaak hoger is dan het werkelijke energiegebruik. Wanneer het energiegebruik voor een eventuele renovatie hoog is kan er ook veel energie bespaard worden. Aangezien het energiegebruik in realiteit lager is wordt er in werkelijkheid vaak ook minder energie bespaard dan gedacht.

Kortom, er is geen specifieke aandacht geweest om een betere aansluiting met het werkelijke energiegebruik te krijgen. Veel waarden en aannames zijn overgenomen van de NEN 7120 omdat nadere onderbouwing ontbrak. Vanuit verschillende eerdere onderzoeken is gebleken dat het energiegebruik volgens NEN7120 al veel afweek van de werkelijkheid. Uit eerste berekeningen met de NTA8800 blijkt dan ook dat het berekende energiegebruik sterk afwijkt van het werkelijk energiegebruik (zie grafiek). Op individueel gebouwniveau is dit logisch, omdat het gebruikersgedrag en het klimaat afwijkt van het 'standaard'-gedrag en -klimaat. Op voorraadniveau is het verschil tussen berekend en werkelijk energiegebruik niet kleiner geworden ten opzichte van de NEN7120. Vergelijk hiervoor onderstaande grafiek met de grafiek in figuur 2.1. Waar we bij de NEN7120 voor de energiezuinige labels (A, B) een onderschatting zagen en bij de energieonzuinige labels (C-G) een overschatting zien we bij de NTA8800 dat gemiddeld het energiegebruik in de woningen wordt overschat, met uitzondering van woningen met een energielabel A+. Hier moet wel bij opgemerkt worden dat de foutbalken doen vermoeden dat er wellicht een invloedrijke 'outlier' in de A+ categorie woningen aanwezig is of dat er te weinig woningen tot deze categorie behoren.

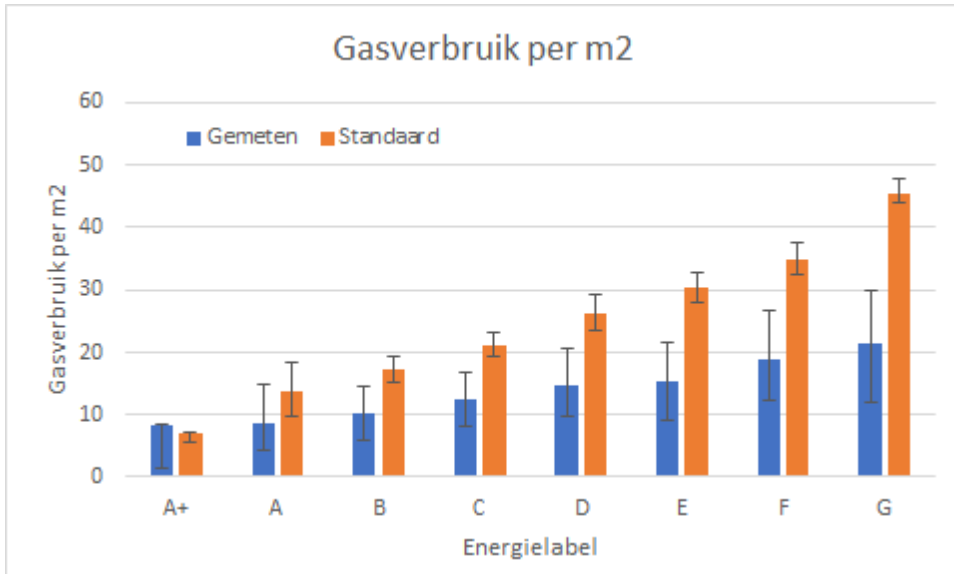


Figure 1 Gemeten en volgens NTA8800 berekend gasverbruik onder standaard condities per m2 voor woningen in WoON2018 - Memo Joris Berben INNAX

In de figuur geven de foutenbalken de spreiding aan rondom het gemiddelde (10e en 90e percentiel). Dit betekent dat 80% van de woningen een gasverbruik heeft dat binnen de marges ligt. De spreiding bij het gemeten verbruik is ongeveer 6 m<sup>3</sup> gas per m<sup>2</sup> naar boven en naar beneden. Dat is veel groter dan bij het berekende verbruik. Dat komt doordat het berekende gasverbruik een sterke relatie heeft met het energielabel (EP2) omdat het grootste deel van het gebouwgebonden verbruik uit gasverbruik bestaat en met een gestandaardiseerd gebruik wordt gerekend. De spreiding geeft de grootte van de labelklasse aan.

### 3. Literatuurstudie – Energieprestatiekloof

In dit hoofdstuk wordt een beknopte toelichting op de Energieprestatiekloof gegeven op basis van wetenschappelijke literatuur. Eerst zal kort de energieprestatiekloof voor de Nederlandse context omschreven worden, daarna ook de internationale context. Uiteindelijk wordt een samenvatting gegeven van mogelijke oorzaken van de Energieprestatiekloof.

#### 3.1 Energieprestatiekloof Nederlandse context

Gebouw energiesimulatiemodellen worden al jaren gebruikt om het energiegebruik van een gebouw in te schatten. In de EPBD worden ze ook gebruikt om een algemene indicatie te krijgen van de Energieprestatie van een gebouw. Het 'Energy Performance Certificate' - of in het Nederlands het Energielabel - is initieel bedacht om potentiële kopers en huurders van gebouwen op een eenvoudige wijze een indicatie te geven van de energieprestatie van het gebouw en om gebouwen met elkaar te kunnen vergelijken. De afgelopen jaren is het energielabel ook meer en meer gebruikt in beleid om energiebesparing te stimuleren. De woningcorporaties hadden bijvoorbeeld de ambitie om gemiddeld energielabel B te behalen en voor kantoren geldt vanaf 1 januari 2023 een eis voor minimaal energielabel C. Op dit moment wordt de NTA8800 gebruikt voor zowel het energielabel als voor toetsing aan de eisen die aan nieuwbouw gesteld worden. De NTA8800 is de opvolger van de NEN 7120. Verschillende onderzoeken hebben laten zien dat er een groot verschil is tussen het gemiddelde berekende energiegebruik volgens de NEN 7120 en het gemiddelde werkelijke energiegebruik. Indien het model gebruikt wordt waar zijn initiële doel (inzicht geven in de energieprestatie van een gebouw ten opzichte van andere gebouwen) is dit geen probleem. Echter wanneer het model gebruikt wordt voor besparingsberekeningen kan dit wel problemen opleveren. Dit kan er namelijk toe leiden dat de berekende besparing van een energierenovatie niet overeenkomt met de werkelijkheid (zowel op individueel als woningvoorraadniveau). Hierdoor kunnen energiebesparingsdoelen niet behaald worden, blijken terugverdientijden langer dan verwacht en kan het zo zijn dat de middelen die ingezet worden om doelen te bereiken (denk aan subsidie voor elke energielabel verbetering, renoveren tot minimaal energielabel C) niet leiden tot de gewenste energiebesparing.

Een van de eerste indicaties dat er een groot verschil zit tussen het werkelijk en berekende energiegebruik in woningen werd al in 2012 gepubliceerd [1] aan de hand van gemiddelde EPC-waarden. Later toen het energielabel voor woningen meer gebruikt werd, is ook een vergelijking gemaakt tussen het werkelijk energiegebruik en het berekende energiegebruik per energielabelklasse [2]. Deze vergelijking is de afgelopen jaren gedaan op meerdere databases die allen hetzelfde beeld schetsen [3, 4]. De woningen die relatief energie-efficiënt zijn (label A-B) gebruiken in werkelijkheid meer gebouw gerelateerde energie dan berekend en woningen die relatief energie-inefficiënt zijn (label E-G) gebruiken in werkelijkheid gemiddeld gezien minder gebouw gerelateerd energie dan berekend (zie Figure 2). Dit betekent dat de werkelijke energiebesparing gemiddeld ook lager uitpakt dan berekend. Dit wordt bevestigd door verschillende onderzoeken [5-7]. Dit betekent dat de gerealiseerde energiebesparing (en bijbehorende terugverdientijden) bij energierenovaties vaak tegenvalt ten opzichte van wat men zou verwachten

op basis van de berekeningen met de methodiek van de energieprestatieberekening<sup>2</sup>. Dit neemt niet weg dat ondanks lager dan berekende energiebesparingen renovaties ook relevant kunnen zijn voor comfortverbetering, modernisering, achterstallig onderhoud etc.. Modellen die het energiegebruik realistischer kunnen voorspellen kunnen ons helpen om een betere afweging te maken in de keuze van de meest energiebesparende renovatiemaatregel voor een specifieke woning met specifiek gebruik (omdat bijvoorbeeld terugverdientijden realistischer voorspelt kunnen worden). Dit is ook de reden dat er zowel nationaal als internationaal veel onderzoek gaande is gericht op het verklaren van het verschil tussen werkelijk en voorspeld energiegebruik (ook wel de energieprestatiekloof genoemd).

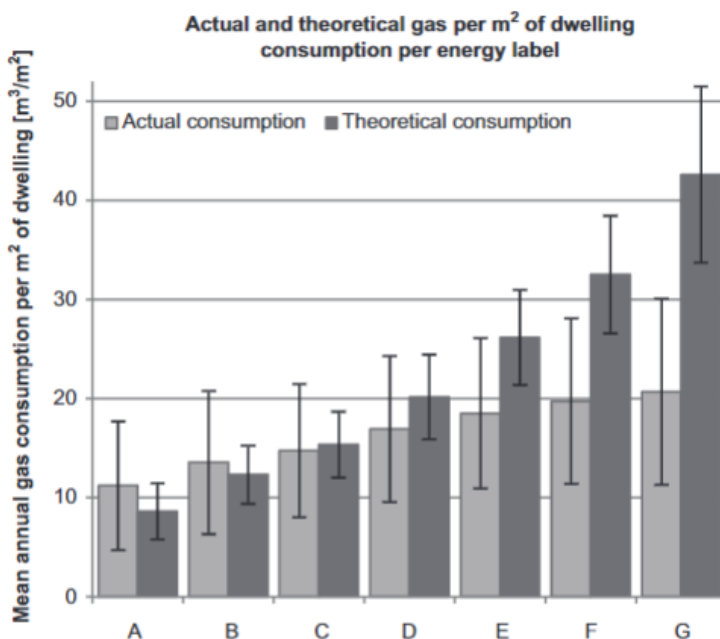


Figure 2 Werkelijk en theoretisch gas gebruik per m2 vloeroppervlak van een woning per label [2]

### 3.2 Energieprestatiekloof internationale context

De energieprestatiekloof is niet een fenomeen dat enkel veroorzaakt wordt door de Nederlandse rekenmethodes en hierbij aangehouden uitgangspunten. Ook in verschillende andere landen is onderzoek gedaan naar het verschil tussen werkelijk en voorspeld energiegebruik en ook daar wordt hetzelfde fenomeen waargenomen. Bijvoorbeeld in Portugal [8], Zwitserland [9, 10], Denemarken [11], Ierland [12], Verenigd Koninkrijk [13], Frankrijk [14], Duitsland [13]. Dit type onderzoek is in toenemende maten mogelijk omdat er steeds meer data beschikbaar is op grote schaal. De analyses vinden steeds vaker plaats op woningvoorraadniveau in plaats van op individueel woningniveau.

In Figuur 3 is de energieprestatiekloof van Portugal weergegeven [8]. Elke kleur in figuur 3 staat voor een specifieke klimaatzone. Duidelijk is dat de energieprestatiekloof verschilt per klimaatzone, maar dat in elke klimaatzone de energieprestatie kloof aanwezig is.

<sup>2</sup> Hierbij moet opgemerkt worden dat diverse adviseurs (maar ook aanbieders die gebruik maken van de energieprestatie-garantie) vaak alternatieve rekenmethoden gebruiken. Dergelijke modellen voldoen echter vaak niet aan beleidsmatig relevante uitgangspunten (landelijk uniform, robuust, herhaalbaar, openbaar etc.)

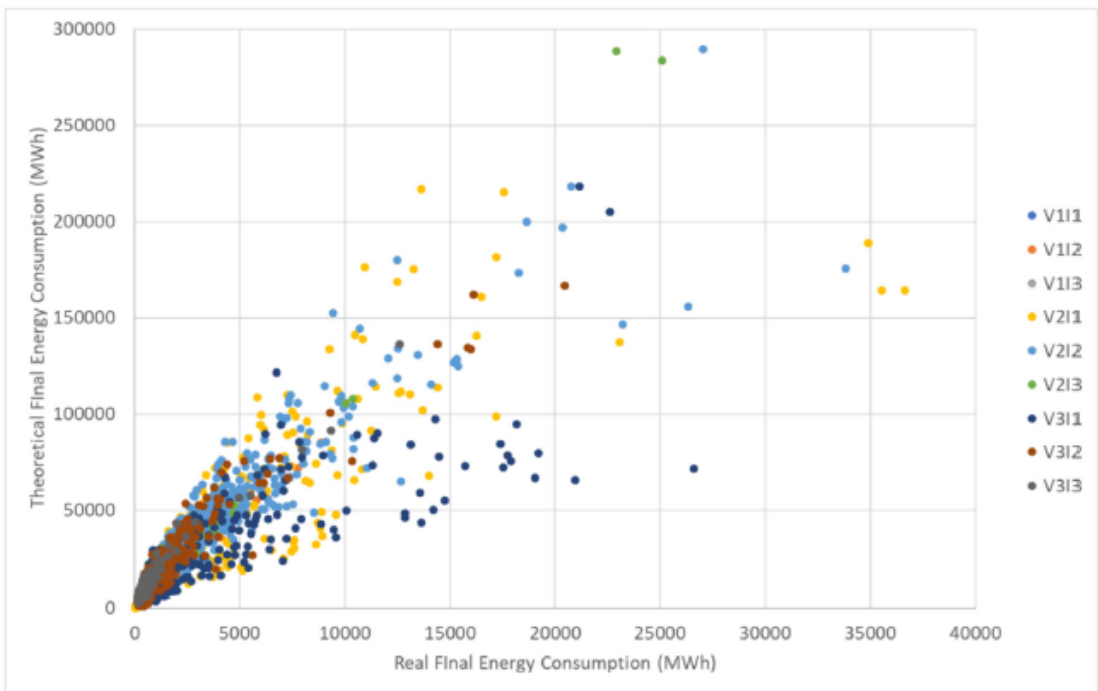
Figuur 4 visualiseert de energieprestatiekloof voor Zwitserland [9, 10]. Ook hier wordt duidelijk dat het theoretisch energiegebruik vaak hoger is dan het werkelijke energiegebruik en dat er dus sprake is van een structurele overschatting. Dit speelt, net zoals in Nederland, vaker bij de 'slechte' labels (D-G) dan bij de 'betere' labels (A-C).

Figuur 5 presenteert de energieprestatiekloof voor Denemarken [11]. In deze grafiek zien we vrijwel hetzelfde beeld als voor de Nederlands situatie. Het energiegebruik voor de energie-onzuinige gebouwen wordt vaak overschat en het energiegebruik voor de energiezuinige gebouwen wordt vaak overschat.

Figuur 6 laat de energieprestatiekloof van Ierland zien [12]. Zij presenteren niet het werkelijke en het theoretische gebruik, maar het verschil tussen werkelijk en theoretisch gebruik. In deze grafieken is te zien dat ook hier de energieprestatiekloof groot is. In absolute zin is de kloof het grootst in de energie onzuinige woningen met een label F of G.

Figuur 7 laat de energieprestatiekloof van het Verenigd Koninkrijk zien [13]. Zoals in de titel omschreven is deze gebaseerd op de SAP-methode. De SAP-methode is de methode die in het Verenigd Koninkrijk gebruikt wordt voor de Energieprestatie Certificaat berekening. In de figuur wordt links de energieprestatiekloof per bouwjaar gepresenteerd. Ook hier is te zien dat het theoretische energiegebruik structureel hoger is dan het werkelijke energiegebruik. Het verschil tussen energiezuinige en onzuinige woningen is niet heel duidelijk te zien omdat alle woningen gebouwd na 1980 in één categorie geplaatst zijn. Wel is duidelijk dat deze categorie een kleinere energieprestatiekloof laat zien dan de andere categorieën wat erop zou kunnen duiden dat ook hier de energieprestatiekloof vergelijkbaar is met de Nederlandse situatie.

Figuur 8 toont het werkelijke energiegebruik versus het berekende energiegebruik uit Frankrijk [14]. In deze scatterplot is ook een regressielijn aangegeven. De figuur laat duidelijk zien dat de helling van deze regressielijn lager is dan 1. Dit betekent dat gemiddeld het energiegebruik in werkelijkheid lager is dan het berekende energiegebruik.



Figuur 3 Energieprestatiekloof verwarming in Portugal [8]

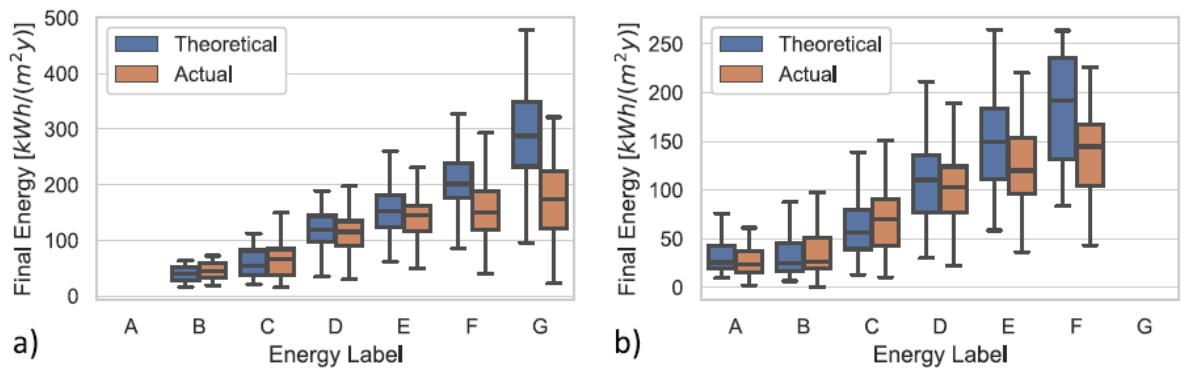


Figure 4 Energieprestatiekloof Zwitserland - theoretisch versus werkelijk energiegebruik per energielabel voor (a) en na renovatie (b) [9]

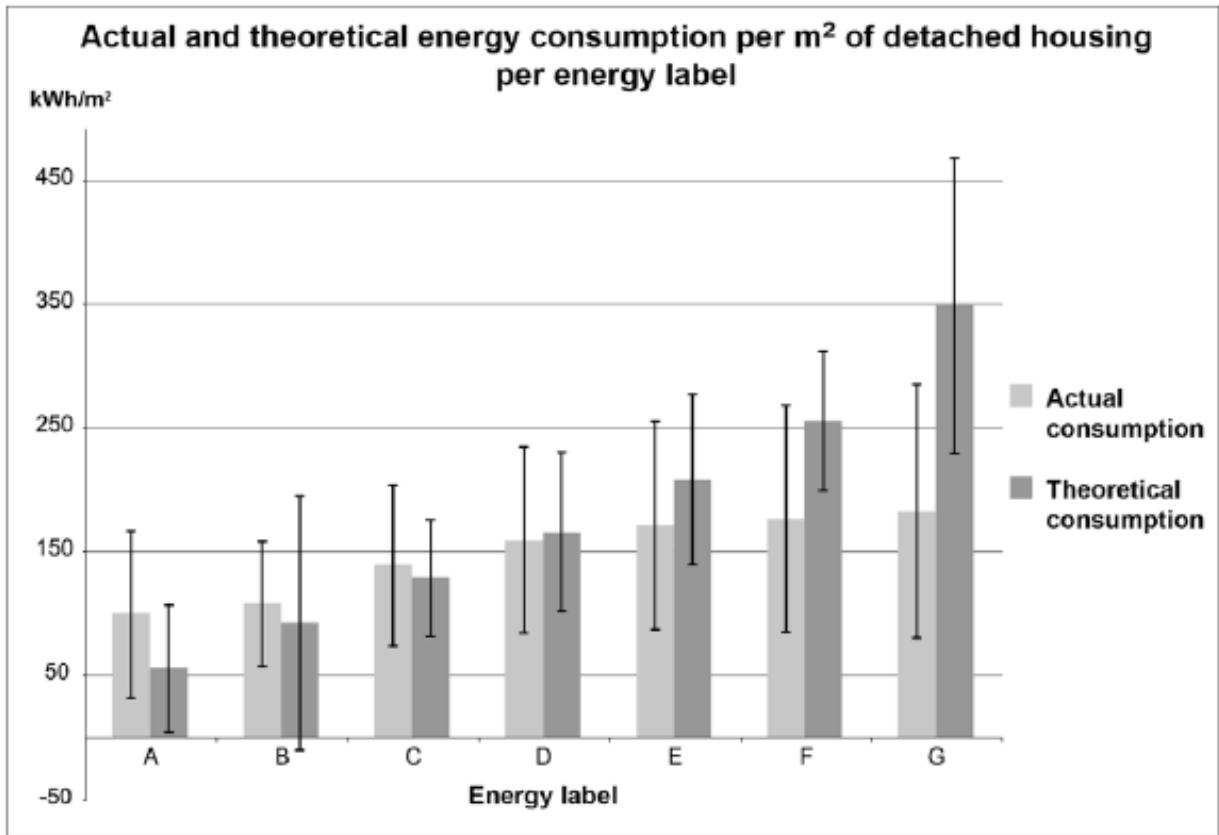


Figure 5 Energieprestatiekloof Denemarken - een vergelijking van het gemiddelde werkelijke energie gebruik en het gemiddelde berekende energiegebruik voor elk energielabel [11]

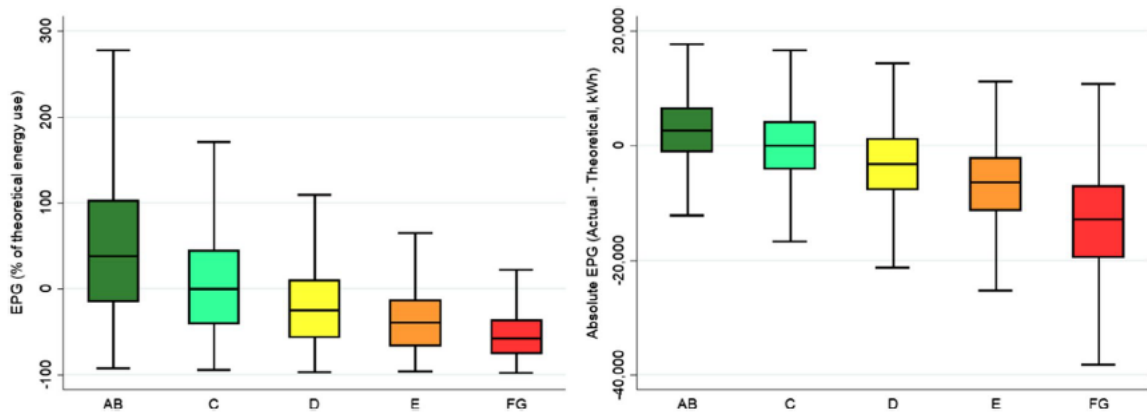
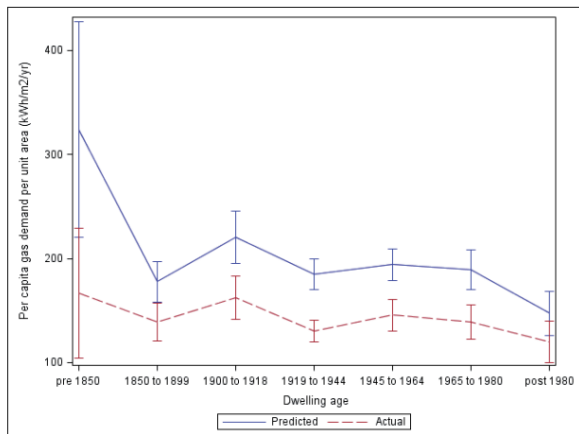
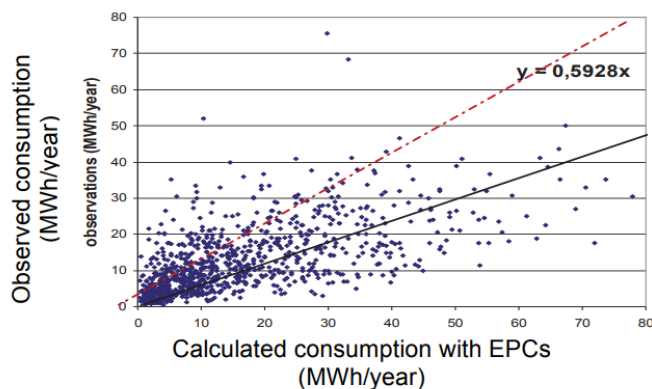


Figure 6 Energieprestatiekloof Ierland - vergelijking van de energieprestatiekloof. Links de energieprestatiekloof gepresenteerd als het verschil tussen werkelijk en theoretisch energiegebruik als een percentage van het theoretisch energiegebruik. Rechts het absolute verschil tussen het theoretische en het werkelijke energiegebruik [12]



**Figure 7 Energieprestatiekloof Verenigd Koninkrijk, gemeten energiegebruik versus SAP (standard assessment Procedure) berekeningen van met gas verwarmde woningen; geordend voor bouwjaar. Links de over voorspelling gas per m2 per energielabel [13]**



**Figure 8 Verwarmingsgebruik berekenend met de EPC versus energiegebruik volgens de energierekening Frankrijk [14]**

### 3.3 Mogelijke oorzaken voor de Energieprestatiekloof

Om het energiegebruik realistischer te voorspellen worden verschillende onderzoeken (zowel op nationaal als internationaal niveau) gedaan. Deze onderzoeken proberen de energieprestatiekloof te verklaren en de energiesimulatieberekeningen zo aan te passen dat ze het energiegebruik zo voorspellen dat het dichterbij de werkelijkheid ligt. In de paragrafen hieronder wordt een kort overzicht gegeven van de (mogelijke) verklaringen van de energieprestatiekloof en er zullen een aantal opties omschreven worden die kunnen helpen om de energieprestatiekloof te verkleinen.

Er zijn 3 mogelijke oorzaken:

- a) Het rekenmodel is niet correct;
- b) De invoergegevens zijn niet in overeenstemming met de werkelijkheid;
- c) De gemeten energiegebruiken zijn niet correct of niet correct verwerkt.



### 3.3.1 Het rekenmodel is niet correct

Ieder rekenmodel is een versimpelde weergave van de werkelijkheid. Een rekenmodel wordt opgesteld met een bepaald doel. Dit doel bepaalt mede het detailniveau van het model. Het doel kan bijvoorbeeld zijn het berekenen van het energielabel bij een standaard gebruikersgedrag. Bij een dergelijk model zal het gebruikersgedrag op een andere manier meegenomen worden dan bij een model dat als doel heeft het werkelijke energiegebruik te berekenen. Vaak worden modellen gebruikt voor een ander doel dan waar ze voor zijn bedoeld, en dat leidt tot verkeerde resultaten.

Een rekenmodel moet ook bruikbaar zijn in de praktijk, in relatie tot het doel. Het verzamelen van invoergegevens kost tijd en er is ook een bepaalde deskundigheid voor nodig. Om te voorkomen dat de kosten te hoog worden, wordt in het rekenmodel een balans gezocht tussen het detailniveau van de invoergegevens en de betrouwbaarheid van resultaat.

Soms worden aspecten te veel vereenvoudigd. Een aantal aspecten die bijvoorbeeld moeilijk door te rekenen zijn in veel versimpelde energieprestatieberekeningen zijn:

- Het verschil in binnentemperatuur gedurende de dag. Als modellen er rekening mee houden dat de binnentemperatuurinstellingen gedurende de dag veranderen, zou dat betekenen dat de tijdstap van de berekening kort moet zijn (bijvoorbeeld een uur). Dit zorgt voor een verzwaring van de berekening en voor een veel nauwkeurigere invoer van het gebruikersgedrag (die vaak niet te waarborgen is omdat gebruikersgedrag onvoorspelbaar is) waardoor er vaak toch voor gekozen wordt om met maandelijkse gemiddelden te rekenen. Voor o.a. de berekening van koelenergie kan dat onnauwkeurig zijn.
- Niet elke ruimte wordt op dezelfde manier verwarmd. Om hier zo realistisch mogelijk rekening mee te houden zouden er verschillende zones in acht genomen moeten worden in de berekening. Zo zien we in landen als Nederland en België vaak dat slaapkamers niet verwarmd worden (ook niet in de winter) [15]. In een simpel rekenmodel zou men daar een correctiefactor voor kunnen doorvoeren (bijv. lagere gemiddelde woningtemperatuur). De slaapkamers bevinden zich meestal op de verdieping. Dit betekent dat een gemiddelde verlaging van de binnentemperatuur wel leidt tot een betere overeenkomst met het werkelijke energiegebruik, maar het effect van bepaalde energiebesparingsmaatregelen zal juist minder realistisch voorspeld worden. Dakisolatie en het vervangen van glas/kozijnen op de eerste verdieping zal in praktijk tot minder besparing leiden dan verwacht op basis van de woninggemiddelde temperatuur. Om dit mee te nemen zal er met verschillende zones gerekend moeten worden. Onderzoek van Delghust [15] laat zien dat wanneer met een enkele zone gerekend wordt in het rekenmodel dit kan leiden tot een overschatting van de effectiviteit van dakisolatie. Dit zorgt echter wel voor een berekening die veel meer computerkracht kost en voor meerwerk bij degene die de berekening maakt (elke ruimte moet namelijk ingevoerd worden). Om deze reden en omdat het gebruik vaak lastig in te schatten is, wordt vaak gekozen om het gebouw als 1 zone te zien. Hetzelfde geldt voor de NTA8800. Voordeel van het gebruik van een 1 zone model als advies model in de praktijk is dat gebruikers gestimuleerd worden het gehele gebouw energiezuinig te maken, nadeel is dus dat individuele maatregelen (zoals vloerisolatie en dakisolatie) minder effectief lijken dan ze wellicht in werkelijkheid zijn.

- Daarnaast blijkt uit verschillende onderzoeken dat gebruikersgedrag (e.g. ventilatie, binnentemperaturen) samenhangen met de gebouwkenmerken van een gebouw. Op dit moment wordt daar maar minimaal rekening mee gehouden in rekenmodellen. Zo heeft onderzoek bijvoorbeeld aangetoond dat het type thermostaat invloed heeft op het verwarmingsgedrag [16]. Ook het rebound en prebound effect (het effect dat bewoners geneigd zijn een energiezuinige woning langer en tot hogere temperaturen te verwarmen dan een energie-onzuinige woning en andersom) kan ertoe leiden dat het voorspelde energiegebruik anders is dan verwacht [17, 18]. In het verleden zijn zowel door beleidsmakers als onderzoekers het rebound en prebound effect vaak gebruikt als verklaring voor de energieprestatiekloof. Onderzoek heeft echter aangetoond dat deze effecten maar deels de energieprestatiekloof verklaren [7]. In dit onderzoek is gekeken naar 90.000 gerenoveerde woningen. Voor al deze woningen is gekeken naar de energieprestatiekloof vóór de renovatie en na de renovatie. Indien het rebound en prebound effect de gehele energieprestatiekloof zouden verklaren dan zouden de energie onzuinige woningen (voor renovatie) in veruit de meeste gevallen minder energie gebruiken dan verwacht en de energiezuinige woningen na renovatie meer energie gebruiken dan verwacht. Uit de analyses in dit onderzoek blijkt dat in de meeste gevallen de woningen die in werkelijkheid vóór renovatie een lager energiegebruik hebben dan berekend dat na renovatie vaak ook hebben en andersom. Ook de interactie tussen gebruiker en installatie kan invloed hebben op het gebruikersgedrag en daarmee het energiegebruik. Zo kan bijvoorbeeld het type warmteafgifte systeem en de regeling invloed hebben op hoe een woning gebruikt wordt. Een vloerverwarmingssysteem is bijvoorbeeld een trager systeem dan de traditionele radiatoren. En wanneer de verwarming wordt bediend met een thermostaat in de woonkamer zal de woning anders verwarmd worden dan wanneer elke ruimte in de woning een aparte regeling heeft. Dit laat zien dat ook het type systeem invloed heeft op het gebruikersgedrag en daarmee op het energiegebruik.

Het rekenmodel kan ook fouten bevatten. Hierbij is onderscheid te maken tussen kengetallen en overige aannames.

### **Kengetallen**

Voor veel aspecten is de invoer voor het model een kwalitatief kenmerk waaraan het rekenmodel een kwantitatieve waarde koppelt. Dit geldt bijvoorbeeld voor het opwekkingsrendement van ketels (op basis van het type ketel), of de U-waarde van het raam (op basis van het type glas en type kozijn). Deze kengetallen kunnen te conservatief zijn of niet representatief voor de deelpopulatie.

### **Voorbeelden hiervan zijn:**

- Het bepalen van de **U/Rc waarden** (mate van isolatie) van de gevel, vloer, dak, ramen en deuren is niet altijd even eenvoudig. Wanneer er geen betrouwbare bouwgegevens zijn en destructief onderzoek niet mogelijk is, zal er gemeten moeten worden om isolatiewaarden van de verschillende gebouwonderdelen te bepalen. Deze metingen kosten echter veel tijd. De ISO-richtlijnen geven aan dat deze metingen minimaal 3 weken moeten duren. Daarnaast kan de meetapparatuur overlast veroorzaken voor de bewoners, waardoor het meten van de isolatiewaarden vaak een te dure, tijdsintensieve en ongewenste oplossing blijkt te zijn. Om

deze reden worden in de omschrijving van de gebouwsimulatie methoden en zo ook in de NTA8800 waarden geadviseerd die aangehouden kunnen worden als de isolatiewaarden onbekend zijn. Deze geadviseerde standaardisolatiewaarden zijn gebaseerd op het bouwjaar van de woning. Indien er een verschil is tussen de standaardisolatiewaarden en de werkelijke isolatiewaarden kan dit ook een reden zijn voor de energieprestatiekloof [19, 20].

- Ook de **luchtdichtheid** van het gebouw is lastig te bepalen. De aanwezigheid van bijvoorbeeld dubbele kierdichting bij de kozijnen geeft een indicatie hoeveel aandacht er besteed is aan de kierdichting van een woning, maar om de werkelijke luchtdichtheid van een gebouw te bepalen zijn ook metingen nodig zoals bijvoorbeeld de 'blower-door test'. Ook dit kost veel tijd en daarbij veroorzaakt deze meting veel overlast bij de bewoners. Daarnaast kan het infiltratiedebiet ook afhankelijk zijn van de wind (en oriëntatie) en dat wordt niet meegenomen in de methode. Daarom wordt de luchtdichtheid van een gebouw voor de berekening vaak bepaald aan de hand van verschillende gebouwkenmerken en het type ventilatiesysteem. Een verkeerde inschatting van de luchtdichtheid van een gebouw kan ook een verklaring zijn van de energieprestatiekloof.

### Overige aannames

Een aanname in NTA8800 is dat installaties goed ingeregeld zijn en dat er hiervoor geen correctie op het energiegebruik nodig is. Dat is in de werkelijkheid niet altijd het geval. Een ander voorbeeld is de buitentemperatuur. Hiervoor wordt de temperatuur gemeten bij een KNMI-weerstation aangehouden. Deze weerstations staan in een buitengebied en staan (onbeschut) in een open veld. De temperatuur is daar lager dan in een stedelijke omgeving.

Het **ventilatiedebiet** heeft veel invloed op het energiegebruik in een woning, vooral als er geventileerd wordt met buitenlucht zonder warmteterugwinning. Ook het ventilatiedebiet is niet eenvoudig te meten. In de berekeningen volgens de NTA8800 wordt rekening gehouden met het minimale ventilatiedebiet dat voorgeschreven wordt door het Bouwbesluit voor een gezonde binnenlucht. In werkelijkheid weten we echter dat er vaak minder geventileerd wordt dan aanbevolen. In de slaapkamers staan de ramen juist weer vaak open wat ervoor zorgt dat er in deze ruimten juist meer geventileerd wordt dan we in theorie aannemen. Ook dit kan een van de verklaringen zijn voor de energieprestatiekloof. Om het ventilatiedebiet exact in te schatten zullen ook hier metingen gedaan moeten worden. Metingen die niet eenvoudig zijn waardoor het vaak toch de voorkeur heeft om een aanname te doen en gewoon de normwaarden voor waar aan te nemen.

### **3.3.2 De invoergegevens zijn niet in overeenstemming met de werkelijkheid**

Er zijn verschillende oorzaken van foute invoergegevens:

- a) Onjuiste bepaling door adviseur
- b) Gebruik van verkeerde bron
  - a. Fout opgegeven door bewoner (sociaal wenselijk antwoord)
  - b. Foute tekening
  - c. Foute documentatie
- c) Invoerparameter is niet goed meetbaar
- d) Onjuiste meetinstructie
- e) Bouwfouten
- f) Mensenwerk

**Voorbeelden hiervan zijn:**

Door meer gedetailleerd in te vullen hoe een gebouw gebruikt wordt, kan het energiegebruik in een woning realistischer voorspeld worden. Daarbij moet opgemerkt worden dat het **bewonersgedrag** invoeren vaak lastiger is dan het lijkt. Gedrag verandert gedurende de tijd. Bijvoorbeeld door het veranderen van baan/werktijden, het veranderen van huishoudenssamenstelling, maar ook gebeurtenissen zoals bijvoorbeeld de COVID pandemie hebben veel invloed op het energiegebruik in de woning door bijvoorbeeld meer thuiswerken.

Het beantwoorden van een vragenlijst kan bijdragen aan een beter inzicht in het gebruikersgedrag van een woning, maar ook hier zal het gedrag vaak niet helemaal compleet zijn, omdat de bewoner vaak ook onbewust gedrag vertoont en omdat gedrag ook niet altijd voorspelbaar is. Daarnaast is er altijd het risico dat sociaal wenselijke antwoorden gegeven worden bij het invullen van een vragenlijst.

Het bewonersgedrag heeft een grote invloed heeft op het energiegebruik van de woning en het is een van de moeilijkste parameters om goed in kaart te brengen. Dit is de reden dat sommige onderzoekers de energieprestatiekloof volledig toerekenen aan een foute invoer van het bewonersgedrag. Echter, zoals in deze rapportage omschreven, zijn er ook andere oorzaken van de energieprestatiekloof. De onderstaande tabel (afkomstig uit het proefschrift van D. Majcen) laat wel zien dat het energie gebruik in gebouwen voor een groot deel door bewonersgedrag en bewoners karakteristieken beïnvloed wordt.

R <sub>2</sub> VALUES	DWELLING CHARACTERISTICS	HOUSEHOLD CHARACTERISTICS	OCCUPANT BEHAVIOUR	COMFORT	TOTAL
Actual gas use per m <sup>2</sup>	8,6	3,1	10,7	0	23,8
Theoretical gas use per m <sup>2</sup>	64,3	4,3	7,5	0	65,1
DBTA	39,3	4,3	9,1	2,5	40,9

TABLE 5 R<sup>2</sup> values in each group of predictors separately and in the total regression (all predictor groups)

De **binnentemperatuur** heeft een groot effect op het energiegebruik. Meestal wordt alleen de temperatuur in de woonkamer geregeld. De overige vertrekken worden niet direct, maar alleen indirect geregeld. In een goed geïsoleerde woning zal de resulterende temperatuur in de overige vertrekken relatief hoog zijn, omdat de warmte niet makkelijk naar buiten lekt. De gemiddelde temperatuur in de hele woning is daarom ook hoog. In een slecht geïsoleerde woning zal de temperatuur in de overige vertrekken veel lager zijn, met een ook een lagere gemiddelde woningtemperatuur. In 1-zone-rekenmodellen wordt 1 temperatuur gehanteerd voor de gehele woning. Hoe deze temperatuur bepaald wordt in het rekenmodel, heeft daarom een grote invloed op de uitkomst.

Gebouwenenergiesimulatiemodellen zijn ook gevoelig voor **klimaatdata**. In modellen zoals de NTA8800 wordt gebruik gemaakt van een standaard klimaatjaar. Reden hiervoor is dat berekeningsresultaten van verschillende gebouwen met elkaar vergeleken kunnen worden. Wanneer je de resultaten van de modellen wil vergelijken met het werkelijk energiegebruik kan het gebruik van een standaard klimaatjaar resulteren in een groot verschil. Sommige onderzoeken laten zien dat dit kan oplopen tot

een verschil van 40% [21]. Om het werkelijke en het berekende gemiddelde energiegebruik vergelijkbaar te maken zal dus het werkelijke klimaat gebruikt moeten worden in de berekening. Alternatief is dat er gebruik gemaakt wordt van een correctie van het klimaat. Een veelgebruikte methode daarvoor is de graaddagenmethode. Hoewel onderzoeken aantonen dat het corrigeren door middel van graaddagen inderdaad bijdraagt aan het verkleinen van de energieprestatiekloof tonen verschillende onderzoeken ook aan dat ook deze correctie niet perfect is en dat er bijna altijd toch nog een verschil tussen werkelijk en theoretisch energiegebruik overblijft waar het verschil in klimaatdata verantwoordelijk voor gehouden kan worden [22].

Net zoals bij de installaties gaan we er bij de simulaties ook vanuit dat er geen **bouwfouten** zijn gemaakt. Aangezien bouwen mensenwerk blijft, is het logisch dat dit niet altijd perfect gebeurt. Ook bouwfouten zoals onbedoelde koudebruggen, onzorgvuldige kierdichting etc. kunnen ervoor zorgen dat een gebouw op energetisch niveau minder goed presteert dan verwacht. Hetzelfde geldt voor het inregelen van de gebouwinstallaties. De simulaties nemen aan dat dit correct gebeurt, maar in werkelijkheid kan dit wel degelijk afwijken.

Soms worden er gedurende de bouw aanpassingen gemaakt. Niet altijd worden deze aanpassingen aangepast op de bouwtekening. Wanneer er dus een **verschil is tussen de uitvoering en de bouwtekeningen** en de simulatie gemaakt wordt op basis van de bouwtekeningen kan dit ervoor zorgen dat de energieprestatiekloof vergroot wordt.

### 3.3.3 Meetgegevens energiegebruiken

In de voorgaande paragrafen hebben we het gehad over mogelijke oorzaken van het werkelijk versus het berekende energiegebruik. We hebben ons daar voornamelijk op het model en de invoer gericht. Het is echter zo dat ook het werkelijke verbruik onzekerheden met zich meebrengt:

- Meetonnauwkeurigheid van apparatuur;
- Meting moet nog omgerekend worden

a) Wanneer we het gesimuleerde energiegebruik vergelijken met het werkelijke energiegebruik bedoelen we eigenlijk het gemeten energiegebruik. Elk meetinstrument heeft een bepaalde vorm van onnauwkeurigheid. De nauwkeurigheid van de meetapparatuur kan ertoe leiden dat er een afwijking is tussen het werkelijke en voorspelde energiegebruik. Dat geldt natuurlijk ook voor de metingen die eventueel uitgevoerd worden om de gebouwkenmerken te bepalen. Daarnaast kan in verschillende tijdsintervallen gemeten worden (bijvoorbeeld jaarlijks energiegebruik, of uurlijks energiegebruik), elk interval brengt andere voor- en nadelen met zich mee.

b) Als het gasverbruik in een woning gemeten wordt, dan is dit niet alleen het verbruik voor ruimteverwarming, maar vaak ook voor warmtapwater en koken. Ruimteverwarming en tapwater zijn onderdeel van het gebouwgebonden verbruik, maar koken niet. Om een goede vergelijking te maken voor het gebouwgebonden verbruik moet het gemeten gasverbruik nog gecorrigeerd worden voor koken. Vaak is de meetperiode ook niet precies een heel jaar waardoor ook hiervoor een correctie nodig is. Wanneer een woning verwarmd wordt met elektriciteit is het vaak nog ingewikkelder om het gebouwgebonden energiegebruik hieruit te destilleren omdat het elektriciteitsgebruiken in dat geval een combinatie is van het energiegebruik voor elektrische

apparaten, tapwater en verwarming. De gemeten data moet ook geïnterpreteerd worden. Deze interpretatiemethodes zijn niet waterdicht en kunnen leiden tot mogelijke fouten.

### **3.4 Het reduceren van de energieprestatiekloof**

Zoals hierboven te lezen, zijn er veel verschillende redenen die ervoor kunnen zorgen dat er een verschil is tussen het werkelijke gemiddelde energiegebruik en het berekende gemiddelde energiegebruik. Uit dit overzicht blijkt ook dat niet alle mogelijke oorzaken van de energieprestatiekloof even eenvoudig op te lossen zijn. Bewezen is wel dat het aanpassen van de uniforme uitgangspunten zoals bijvoorbeeld het bewonersgedrag en correctie voor het klimaat kan leiden tot voorspellingen die dichter in de buurt komen van het werkelijke energiegebruik. Er zijn ook onderzoeken bezig die zich richten op het verkleinen van de energieprestatiekloof. Veel van deze methodes maken gebruik van gemeten data. Soms om door middel van gemeten data de invoergegevens betrouwbaarder te maken, maar soms ook door het ontwikkelen van meer data gedreven modellen of modellen die gebruik maken van zowel fysische als data gedreven in combinatie met Machine learning technieken.

## 4. Opstellen maatwerkadvies – aanpassen parameters

Voor de maatwerkadvies methode is gekozen voort te borduren op de NTA8800 methode. In de voorgaande hoofdstukken is te lezen dat bijna alle methoden een verschil tussen werkelijk energiegebruik en voorspeld energiegebruik zullen laten zien. Dit is ook het geval voor de NTA8800. De voorgaande hoofdstukken laten zien dat de invoergegevens voor een groot deel verantwoordelijk zijn voor het verschil tussen werkelijk en berekend energiegebruik. Het gebruik van standaardwaarden (voor bijvoorbeeld gebruikersgedrag) en aannames voor bijvoorbeeld de isolatiewaarden kunnen ertoe leiden dat het verschil tussen werkelijk en berekend energiegebruik extra groot wordt. Daarom wordt in de MWA hier specifiek aandacht aan besteed. De MWA-methode neemt de NTA8800 methode over, maar past een aantal aannames, standaard parameters en invoerparameters aan zodat het berekend energiegebruik dichterbij de werkelijkheid komt. Om te bepalen welke parameters in de MWA-methode aangepast moeten kunnen worden zijn gevoeligheidsanalyses gemaakt. INNAX heeft de analyses voor woningen gemaakt en W/E adviseurs is verantwoordelijk voor de gevoeligheidsanalyse voor utiliteitsbouw. Deze gevoeligheidsanalyse laat zien welke parameters het meeste invloed hebben op het berekend energiegebruik en daarom belangrijk zijn om zo realistisch mogelijk in te voeren. Na het bepalen van de meest invloedrijke parameters is bepaald door middel van onderzoek en expert judgement welke alternatieve waarden gebruikt kunnen worden om het berekend energiegebruik dichterbij de werkelijkheid in de buurt te kunnen komen. De gehele onderzoeken naar de aangepaste parameters van INNAX en W/E adviseurs zijn terug te vinden in de bijlage. In de paragrafen hieronder wordt een korte samenvatting en een overzicht gegeven van de parameters die aangepast zijn ten opzichte van de NTA8800 en de bewoner specifieke informatie die ingevoerd kan worden op basis van metingen of enquêtes over het werkelijk gebruik van een gebouw. Daarnaast wordt middels wetenschappelijke literatuur bekeken of de aanpassingen in de parameters ook overeenkomen met andere wetenschappelijke onderzoeken.

### 4.1 Woningbouw

Voor woningbouw zijn er verschillende parameters aangepast ten opzichte van de NTA8800 om de resultaten van de berekening beter te laten aansluiten op de werkelijkheid. Een deel van de parameters krijgt een 'nieuwe' standaard/forfaitaire waarde en een deel wordt 'open gezet' zodat de adviseur die gebruik maakt van het maatwerkadvies een meer realistische invoer kan geven op basis van het werkelijk gebruik van het gebouw dan de standaard invoer die nu via de NTA8800 wordt aangenomen. Dit gaat met name om het gebruikersgedrag (e.g. temperatuur instellingen, verwarmingstijden, tapwatergebruik per persoon etc.). In de tabel hieronder worden de parameters omschreven. Per parameter wordt aangegeven wat de standaard is (=NTA8800 invoer) daarnaast wordt aangegeven wat de minimaal en maximale waarden zijn die in de praktijk voorkomen, de inspecteerbaarheid van de parameter, de impact op het gebruik. In de twee laatste kolommen geven aan of de parameter 'open' wordt gezet en dus door de adviseur ingevuld kan worden of dat er een nieuwe 'vaste waarde' wordt geadviseerd om te gebruiken in het maatwerkadvies. De gehele rapportage is terug te vinden in de bijlage van deze rapportage.

Parameter	Eenheid	Toelichting	Standaard NTA invoer	Min	Max	Inspecteerbaarheid	Impact op verbruik	Invoer	Vaste waarde
$\theta$ ;int;set;H;stc	°C	Setpointtemperatuur H	20	18	23	goed	groot	x	
$\theta$ ;int;set;H;low;day	°C	Gereduceerde setpointtemperatuur dag	16	10	23	goed	redelijk	x	
$\theta$ ;int;set;H;low;wknd	°C	Gereduceerde setpointtemperatuur weekend	16	10	23	goed	klein	x	
f;mod;sp	[-]	Aandeel onverwarmd	0,6	0,2	1	redelijk	groot	x	
f;mod;t	[-]	Tijdsduur dat onverwarmd deel onverwarmd is	0,8			slecht	groot		0,8
H;H;int;spec	W/m <sup>2</sup> K	Interne warmte-uitwisseling per m <sup>2</sup> gebruiksoppervlak	2			slecht	groot		1,5
t;H;red;day	h	Aantal uren gereduceerde temperatuur per dag	10	0	20	goed	klein	x	
t;H;red;wknd	h	Aantal uren gereduceerde temperatuur weekend	0	0	48	goed	klein	x	
Aantal personen		Aantal personen (invloed op tapwater en interne warmte).	3	1	10	goed	groot	x	
Q;W;nd;spec Woningen	kWh	Tapbehoefte per persoon	856	100	4000	goed	groot	x	
Interne warmte Woningen	W	Interne warmte per persoon	180	50	800	goed	groot	x	
Infiltratiecorrectie	[-]	Correctie over infiltratievoud	1	0,25	1	slecht	groot		0,5
Systeemventilatiecorrectie	[-]	Correctie over systeem gerelateerde ventilatie	1	0,1	1	slecht	groot		0,25-0,75
Spuiventilatiecorrectie	[-]	Correctie over spuiventilatie	1	0	1	slecht	klein		0,5
Toeslag buitentemperatuur	°C	Toeslag op T buiten	0	0	2	slecht	groot		1
Correctiefactor zonnestraling		Correctie zon	1	0,75	1,25	slecht	groot		1



Parameter	Eenheid	Toelichting	Standaard	Min	Max	Inspecteerbaarheid	Impact op verbruik	Invoer	Vaste waarde
Toeslag Rc waarde	m2K/W	Toeslag op Rc waarde	0	0	0,2	slecht	groot		0,15
Absorptiefactor dichte delen	[-]	Absorptiefactor	0,6	0,3	0,9	slecht	redelijk		0,6
Aandeel onverwarmde ruimten verwarming	[-]	Aandeel onverwarmde ruimten	0,15	0	0,2	slecht	klein		0,1
Maximaal afgifteverlies verwarming	[-]	Fractie van behoefte	0,15	0	0,2	slecht	redelijk		0,05
Fractie thermische bruggen	[-]	Fractie van forfaitaire toeslag	1	0	1	slecht	redelijk		0,5 egw, 1 mgw
Correctiefactor op toeslag doorvoeren door thermische schil	[W/K]	Factor waarmee toeslag wordt geschaald	1	0	1	slecht	klein		0,5
Correctiefactor Uraam en Udeur	[-]	Correctie op U-waarde	1	0,9	1,1	slecht	redelijk		0,9
Correctie benuttingsfactor H	[-]	Correctie op benuttingsfactor	1			slecht	redelijk		1
b-factor aangrenzende onverwarmde ruimte	[-]	Reductie op transmissieverliezen	1	0,5	1	slecht	klein		0,7
Locatie voor specifieke weerdata	[-]							x	
Koken op gas	[m3 gas]							x	63

#### 4.1.1 Overwegingen bij de aanpassingen

De aanpassingen in de parameters in de tabel hierboven zijn voornamelijk op basis van expert judgement bepaald. Het model bevat erg veel parameters en het is niet mogelijk om metingen te verrichten waarbij een parameter geïsoleerd kan worden onderzocht. Bij het aanpassen van de parameters is vooral gekeken naar de parameters die het initiële verschil tussen berekend en gemeten verschil kleiner maken. De overwegingen bij de parameters zijn hieronder per parameter aangegeven:

**$\theta_{int;set;H;stc}$ :** Dit is de setpointtemperatuur in de verwarmde zone (woonkamer). Deze parameter heeft een grote invloed op het berekende verbruik. Deze parameter is invoer bij de berekeningen. De defaultwaarde is gelijk aan de waarde uit NTA8800 (20°C).

**$\theta_{int;set;H;low;day}$  en  $\theta_{int;set;H;low;wknd}$ :** Dit is de verlaagde setpointtemperatuur. Deze parameter heeft minder invloed op de uitkomst. Het is invoer bij de berekeningen, omdat dit logisch is combinatie met de hoge setpointtemperatuur. De defaultwaarde is gelijk aan de waarde uit NTA8800 (16°C).

**$f;mod;sp$ :** Dit is het ruimtelijke aandeel van de matig verwarmde ruimten in de woning. Het gaat hierbij om de ruimten die niet de hoge setpointtemperatuur van de woonkamer opgelegd krijgen, maar indirect verwarmd worden. Deze heeft veel invloed op de uitkomst. Het is invoer bij de berekeningen. De defaultwaarde is gelijk aan de waarde uit NTA8800 (0,6 voor EGW en 0,5 voor MGW).

**$f;mod;t$ :** Dit is de fractie van de tijd dat de matig verwarmde ruimten matig verwarmd worden (ofwel 1-de fractie dat ze wel verwarmd worden). Deze parameter is moeilijk te bepalen. Daarom is de waarde uit NTA8800 als vaste waarde aangehouden.

**Interne warmteuitwisseling  $H;H;int;spec$  (1,5 ipv 2 W/m<sup>2</sup>K):** de interne warmteuitwisseling gaat over de mate waarin warmte zich intern in de woning kan verplaatsen van de verwarmde zone (woonkamer) naar de matig verwarmde zones (slaapkamers). Het is een abstracte parameter (uitgedrukt in warmtestroom per K per m<sup>2</sup> gebruiksoppervlakte). De waarde in NTA8800 is overgenomen uit een Europese norm (ISO 52016-1). Er is geen nadere onderbouwing beschikbaar. Door het verlagen van deze parameter wordt er een grotere warmteweerstand gecreëerd, waardoor het temperatuurverschil tussen de verwarmde en matig verwarmde ruimte groter wordt. Dit leidt tot een verlaging van het energiegebruik. De nieuwe waarde is een inschatting van de experts.

**$t;H;red;day$ :** Dit is het aantal uren per dag waarbij de setpointtemperatuur laag is (bv als gevolg van nachtverlaging). Deze factor is invoer. De defaultwaarde is de waarde uit NTA8800 (10 uur per dag).

**$t;H;red;wknd$ :** Dit is het aantal uren in het weekend waarbij de setpointtemperatuur laag is (bv als gevolg van afwezigheid). Deze factor is invoer. De defaultwaarde is de waarde uit NTA8800 (0 uur).

**Aantal personen:** Dit is het aantal aanwezige personen. Dit heeft invloed op de tapwaterbehoefte en de interne warmte. Het aantal personen is invoer.

**$Q;W;nd;spec$ :** Dit is de tapwaterbehoefte per persoon. De waarde uit NTA8800 is gebaseerd op het aantal getapte liter water per persoon (40,29 liter) met een delta T van 50 °C. Die 40 liter is erg hoog. Volgens Waternet<sup>3</sup> is het verbruik voor douche en bad samen ongeveer 45,8 liter/persoon.dag. Bij een douchetemperatuur van 38°C is dit 545 kWh/persoon. De tapwaterbehoefte is invoer voor de berekening.

**Interne warmte per persoon:** Dit is de totale hoeveelheid interne warmte voor personen en apparatuur. Dit is invoer voor de berekening. De default is de waarde uit de NTA (180 W). Er is ook een uitgebreidere methode waarbij ook naar het gemeten elektriciteitsverbruik gekeken wordt.

**Infiltratiecorrectie (0,5 ipv 1):** Met deze factor wordt het resulterende infiltratievoud uit NTA8800 vermenigvuldigd. In NTA8800 wordt de infiltratie bepaald op basis van het bouwjaar van de woning.

---

<sup>3</sup> <https://www.waternet.nl/service-en-contact/drinkwater/gemiddeld-waterverbruik/>

Deze methode is erg conservatief, vooral voor oudere woningen. Het vermoeden is dat het werkelijke infiltratiedebiet veel lager is. De nieuwe waarde is een inschatting van de experts.

**Systeemventilatiecorrectie (0,25-0,75 ipv 1):** Met deze factor wordt het resulterende ventilatievoud uit NTA8800 vermenigvuldigd. In NTA8800 wordt ervan uitgegaan dat er geventileerd wordt conform het Bouwbesluit. In de praktijk is het ventilatievoud veel lager, vooral bij (oude) woningen met systeem A (natuurlijke ventilatie). Bij deze woningen is het onderscheid tussen luchtverversing door ventilatie en infiltratie lastig te maken. Bij systeem D is het ventilatievoud hoger, maar nog steeds lager dan wat in het Bouwbesluit geëist wordt. Systeem C zit daar tussenin. De nieuwe waarde is een inschatting van de experts.

**Spuiventilatiecorrectie (0,5 ipv 1):** Met deze factor wordt het resulterende ventilatievoud voor spuien uit NTA8800 vermenigvuldigd. De spuiventilatie in NTA8800 is een vanuit de regelgeving opgelegd ventilatievoud. Daarom is deze post op dezelfde wijze aangepast als de systeemventilatie. De nieuwe waarde is een inschatting van de experts.

**Toeslag buitentemperatuur (1 °C of locatiespecifieke data):** Met deze toeslag wordt de rekenwaarde van de buitentemperatuur verhoogd, waardoor de verliezen kleiner worden. In NTA8800 wordt de temperatuur uit NEN5060 gebruikt. Deze is gebaseerd op de temperatuur die gemeten is bij het weerstation in De Bilt. Deze is gemeten in het open veld. In werkelijkheid liggen woningen vaak in een beschutte (stedelijke) omgeving. Als gevolg van het urban heat island <sup>4</sup>effect is de buitentemperatuur in de buurt van de woning hoger. Dit leidt tot een lager energiegebruik. Bij maatwerkadviesberekeningen kan specifieke locatieafhankelijke data gebruikt worden uit de Atlas weeromgeving<sup>5</sup>. In studieberekeningen kan een waarde van 1°C gehanteerd worden. Deze waarde is een inschatting van de experts.

**Correctiefactor zonnestraling:** Dit is de correctiefactor die op de zonnestraling van NEN5060 wordt gezet. Deze geeft aan hoe de zonnestraling op een specifieke plaats en tijd anders is dan in NEN5060. Voor de zonnestraling wordt weerdata van de specifieke locatie gebruikt.

**Toeslag Rc-waarde dichte constructies (0,15 m<sup>2</sup>K/W):** Met deze toeslag wordt de warmteweerstand van constructies (R-waarde) verhoogd waardoor er minder transmissieverlies is. In deze factor zitten alle aspecten verdisconteerd die de transmissie door dichte constructies beïnvloeden. Dit zijn de weerstand van de niet-isolatielagen in de constructie zelf: in NTA8800 wordt hiervoor een vaste waarde aangehouden. In werkelijkheid kunnen er meerdere constructielagen zijn die tot een hogere weerstand leiden. Daarnaast zijn de overgangsweerstanden gebaseerd op een onbelemmerd warmteverlies. Als woningen meer beschermd zijn, dan is de overgangsweerstand hoger. Dit leidt tot een lager energiegebruik. De nieuwe waarde is een inschatting van experts.

**Absorptiefactor dichte delen:** Deze factor geeft aan welk deel van de opvallende zonnestraling geabsorbeerd wordt. De waarde is een vaste waarde, conform NTA8800 (0,6).

---

<sup>4</sup> G.J. Steeneveld, Quantifying urban heat island effect and human comfort for cities of variable size and urban morphology in the Netherlands, Journal of geophysical research, vol 116, D220129, 29-10-2011

<sup>5</sup> <https://www.atlasleefomgeving.nl/thema/klimaatverandering/kaarten>

**Aandeel onverwarmde ruimten leidingverlies (0,1 ipv 0,15):** Deze factor geeft het aandeel van de leidingen aan dat door onverwarmde ruimten loopt. Als het precieze aandeel leidingen in onverwarmde ruimten onbekend is, dan wordt hiervoor in NTA8800 15% aangehouden. Dit is een zeer globale en conservatieve inschatting. De precieze loop van de leidingen is in bestaande woningen meestal moeilijk te achterhalen, en daarom wordt er vaak met de forfaitaire waarde gerekend. Door deze factor te verlagen, wordt het energiegebruik lager. De nieuwe waarde is een inschatting van experts.

**Maximaal afgifteverlies verwarming (0,05 ipv 0,15):** deze factor geeft aan hoe groot het maximale afgifteverlies is ten opzichte van de warmtebehoefte. Het afgifteverlies wordt in NTA8800 berekend met een ondoorzichtige theoretische methode waarbij verschillende temperatuurvariaties in rekening worden gebracht. Deze methode komt uit een Europese norm EN 15316. De NTA bevat geen definitie van het afgifteverlies. De methode met de temperatuurvariaties uit de NTA leidt vaak tot zeer grote afgifteverliezen. Daarom is het afgifteverlies in de NTA gemaximeerd tot 15% van de warmtebehoefte. In de meeste woningen wordt het verlies via deze afkapping bepaald (en dus niet door het theoretische model). Die 15% is een arbitraire waarde en hiervoor is geen onderbouwing. Door deze factor kleiner te kiezen wordt het energiegebruik lager. De nieuwe waarde is een inschatting van de experts.

**Fractie thermische bruggen (0,5 ipv 1 voor EGW):** in NTA8800 wordt in de meeste gevallen een forfaitaire toeslag voor thermische bruggen ingerekend. Deze is erg conservatief waardoor isolatie boven  $R_c=2,5$  m<sup>2</sup>K/W nauwelijks bijdraagt aan een lager warmteverlies. Door deze factor kleiner te kiezen wordt het energiegebruik lager. Bij meergezinswoningen sluit de forfaitaire toeslag beter aan bij de praktijk. Daar is er geen correctie. De nieuwe waarde is een inschatting van de experts.

**Correctiefactor op toeslagen doorvoeren door thermische schil (0,5 ipv 1):** in NTA8800 wordt een extra warmteverlies ingerekend voor doorvoeren door thermische schil (van bijvoorbeeld rioolontluchting). Dit verlies wordt meestal met de forfaitaire methode bepaald, omdat de invoer moeilijk te verkrijgen is. Deze methode is erg conservatief. Door een lagere factor wordt het energiegebruik lager. De nieuwe waarde is een inschatting van de experts.

**Correctiefactor Uraam en Udeur (0,9 ipv 1):** Deze factor wordt vermenigvuldigd met de reguliere U-waarde van raam of deur. De factor omvat alle aspecten die de transmissie door ramen en deuren beïnvloeden. Zowel het glas als het kozijn kan beter zijn dan de forfaitaire waarde uit NTA8800. Door een lagere factor wordt het energiegebruik lager. De nieuwe waarde is een inschatting van experts.

**b-factor aangrenzende onverwarmde ruimten (0,7 ipv 1):** in NTA8800 wordt een constructie grenzend aan een AOR doorgerekend alsof deze aan buiten grenst. Alleen in een uitgebreide methode kan een lager verlies berekend worden. In de praktijk wordt deze methode nauwelijks gebruikt omdat hiervoor ook alle thermische bruggen gedetailleerd bepaald moeten worden. Het werkelijke verlies naar een AOR is echter veel lager vanwege de bufferwerking van de onverwarmde ruimte. Door de lagere factor wordt het energiegebruik lager. In de oude maatwerkmethodiek uit ISSO 82.3 werd een correctiefactor  $1/(1+U/5)$  ingerekend voor constructies grenzend aan AOR's. Bij een constructie met  $R_c=0,3$  m<sup>2</sup>K/W leidde deze methode tot een factor van 0,7. Bij lagere  $R_c$ 's wordt de factor nog kleiner. De nieuwe waarde is een inschatting van experts.

**Gasverbruik voor koken:** in NTA8800 wordt dit verbruik niet in rekening gebracht. Om te kunnen vergelijken met het totale gasverbruik is dit wel nodig. Het kengetal is afkomstig van Milieu Centraal.

#### 4.1.2 Wetenschappelijke literatuur

In de paragrafen hieronder kijken we of deze aanpassingen ook aansluiten bij bevindingen uit wetenschappelijke literatuur. Dit is het geval voor een aantal parameters.

**Interne warmte:** Er wordt weinig rekening gehouden met de stijging van de interne warmtelast door hoog elektriciteitsgebruik. Het effect wordt in de NTA-berekening maar met beperkte mate meegenomen om te voorkomen dat er een te lage warmtebehoefte berekend wordt. Ook onderzoek laat zien dat over het algemeen in Europa de interne warmtelast onderschat wordt [23]

**Ventilatie per ventilatiesysteem:** Verschillende onderzoeken laten zien dat het ventilatiedebiet in een woning vaak lager is dan noodzakelijk voor een gezond binnenklimaat. In natuurlijk geventileerde woningen (natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer) zijn de ventilatiedebieten vaak het laagst doordat ventilatievoorzieningen onvoldoende worden benut, of ontbreken [24]. Ook verschillende onderzoeken op woningvoorraad vinden indicaties dat het ventilatiedebiet in werkelijkheid vaak lager is dan theoretisch wordt aangenomen [5, 6].

**Infiltratie:** Hoe beter de luchtdichtheid van een gebouw hoe minder infiltratie er optreedt. Infiltratie heeft een significante impact op het energiegebruik in een gebouw. De luchtdichtheid van een gebouw is niet eenvoudig te bepalen. Om toch inzicht te krijgen over de luchtdichtheid van een gebouw zijn er meetmethodes ontwikkeld zoals de Blower door test en de Pulse methode. Bij de luchtdichtheidsmeting wordt een gebouw in over- en/of onderdruk gebracht. Daardoor worden er luchtstromen gecreëerd welke worden gemeten bij een specifiek drukverschil. Op die manier kan het infiltratie debiet berekend worden. Dit meten is erg arbeidsintensief en daarom wordt er vaak voor gekozen om in plaats van het uitvoeren van metingen een versimpelde berekening maken van het infiltratie debiet op basis van aanwezig gebouwkenmerken (bijvoorbeeld of kierdichtingsmaatregelen getroffen zijn). Onderzoek toont aan dat dit vaak resulteert in een overschatting van het infiltratiedebiet [25, 26].

**Toeslag buitentemperatuur (Hitte-eiland effect):** Onderzoek toont aan dat de buitentemperaturen in de stad significant hoger liggen dan de buitentemperaturen op het platteland. Om deze reden lijkt de correctie voor buitentemperatuur logisch [27, 28]. Hierbij moet opgemerkt worden dat dit voor de energieprestatiekloof vooral een probleem is in de zomer. In de winter wordt het energiegebruik al vaak overschat waardoor een hogere buitentemperatuur de kloof gemiddeld gezien zal vergroten.

**Rc waarde:** Het in de praktijk meten van de Rc-waarden van gevels, daken en vloeren kost erg veel tijd en levert vaak overlast op aan de bewoner. Dit is een van de redenen waarom er voor de Rc-waarden van gebouwonderdelen vaak aannames worden gedaan op basis van bouwjaar. Verschillende onderzoeken, zowel op voorraad niveau als op individueel gebouw niveau, concluderen dat er een gegronde indicatie is dat de Rc-waarden van gevels, met name in de oudere gebouwen, vaak lager ingeschat worden dan ze werkelijk zijn [29-31]. Een toeslag op de Rc-waarde zou dus inderdaad bij kunnen dragen aan een realistischere berekening.

**Thermische bruggen:** Voor thermische bruggen is geen Nederlandse studie gevonden. Wel is er een studie uit Ierland die aangeeft dat standaardwaarden voor Thermische bruggen kunnen leiden tot een overschatting van het energiegebruik [32].

## 4.2 Utiliteitsbouw

Net zoals voor de woningbouw zijn voor de utiliteitsbouw aanpassingen op de NTA8800 methode gemaakt die ervoor zorgen dat het energiegebruik realistischer berekend kan worden. Ook voor utiliteitsbouw geldt dat elk gebouw anders gebruikt wordt. Een goed inzicht krijgen van hoe een gebouw gebruikt wordt is daarom bij utiliteitsbouw ook erg belangrijk want de forfaitaire waarden die in de NTA8800 gebruikt worden kunnen sterk afwijken van de werkelijkheid en daardoor (op individueel gebouw niveau) een grote afwijking tot het werkelijk gebruik veroorzaken.

In de eerste tabel hieronder staan de parameters die door de adviseur zelf te wijzigen zijn ten opzichte van de NTA8800. Logisch dat het grootste gedeelte van deze parameters verband hebben met het gebruikers gedrag. Naast de meer gedetailleerde invoer voor de adviseurs zijn er ook een aantal standaard invoer parameters uit de NTA8800 aangepast die ertoe bijdragen dat het verbruik door middel van het maatwerkadvies realistischer voorspelt wordt. Dit is te zien in de tweede tabel. In de bijlage van deze rapportage is de gevoeligheidsanalyse en de aanbevelingen memo van W/E adviseurs gevoegd waarin uitgebreid wordt toegelicht hoe deze aanbevelingen tot stand zijn gekomen. Er zijn grote overeenkomsten tussen de aan te passen parameters voor woningbouw en die voor utiliteitsbouw.

Parameter	Eenheid	Toelichting	Standaard*	Min	Ma x	Inspecteer- baarheid	Impact op verbruik	Invoer	Vaste waarde
$\theta_{int;set;H;stc}$	°C	Setpointtemperatuur thermisch geconditioneerde ruimtes	21	18	23	goed	groot	x	
$\theta_{int;set;H;low};day$	°C	Gereduceerde setpointtemperatuur warmtebehoefte berekening bij nachtverlaging	16	10	23	goed	redelijk	x	
$\theta_{int;set;H;low};wknd$	°C	Gereduceerde setpointtemperatuur warmtebehoefteberekening bij weekendverlaging	16	10	23	goed	redelijk	x	
$f_{mod;t}$	[-]	Tijdfractie dat matig verwarmd deel op matig l.p.v. volledig comfortniveau is				redelijk	goed	x	

Maatwerkadvies NTA8800

f;mod;sp	[-]	Ruimtelijke fractie matig verwarmd				redelijk	goed	x	
H;H;int;spec	W/m2K	Specifieke interne warmteoverdracht coëfficiënt per m2 gebruiksoppervlak				lastig	klein	x	
t;H;red;day	h	Aantal uren nachtverlaging	14			redelijk	redelijk	x	
T;H;red;wknd	h	Aantal uren weekendverlaging	48			redelijk	klein	x	
θ;int;set;C;stc	°C	Setpoint koelen	24			goed	groot	x	
Correctiefactor infiltratie	%	Factor schalen infiltratie	1			lastig	redelijk		
Correctiefactor systeemgerelateerde ventilatie	%	Factor schalen systeem gerelateerde ventilatie	1			redelijk	groot		
<b>Parameter</b>	<b>Eenheid</b>	<b>Toelichting</b>	<b>Standaard*</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Inspecteerbaarheid</b>	<b>Impact op verbruik</b>	<b>Invoer</b>	<b>Vaste waarde</b>
q0;c	W/m2	Interne warmte personen	5			goed	groot		
qA	W/m2	Warmteproductie apparatuur	2			goed	groot		
fr;usi	[-]	Correctie bezettingstijd	0,3			redelijk	redelijk		
Branduren verl. Per jaar overdag	h		2200			goed	groot		
Branduren verl. Per jaar 's nachts	h		300			goed	groot		
Te;avg;mi	°C	Maandgemiddelde buitentemperatuur				redelijk	groot		
I;sol;mi	W/m2	Maandgemiddelde opvallende zonnestraling				redelijk	groot		
Q;W;nd;spec Ubouw	kWh/m2	Specifieke warmtebehoefte tapwater	1,4			redelijk	groot		

$\Delta R_c$	m <sup>2</sup> K/W	Toeslag op isolatiewaarde				lastig	groot		x
$\Delta U$	W/m <sup>2</sup> K	Correctiefactor U-waarde raam en deur				goed	groot		x
$\alpha_{sol}$	[-]	Absorptie coëfficiënt voor zonnestraling							x
q;v;eff;arg l	m <sup>3</sup> /h	Toevoerluchtvolumestroom door spuiventilatie							x
Forfaitaire waarden $\psi$ en $L_{si}$ van distributieleidingen voor ruimteverwarming	W/mK, m	Maximaliseren forfaitaire waarden voor $\psi$ en $L_{si}$ van ongeïsoleerde distributieleidingen voor verwarming. Deze kunnen onrealistisch hoog worden							x

\* de waarden in deze tabel zijn voor kantoorfunctie. Voor overige functies (bijv. Kinderopvang, bijeenkomst, zorg etc.) zie bijlage III W/E adviseurs

## 5. Validatie

Vanuit RVO is de vraag gekomen om de maatwerkadviesmethode ook te valideren. In hoofdstuk 4 is beschreven welke parameters er aangepast (kunnen) worden om met de maatwerkadviesmethode een energiegebruik te kunnen voorspellen dat dichterbij de werkelijkheid ligt dan wanneer de NTA8800 methode in de invoer gebruikt zou worden. Doel van de validatie is dan ook om te kijken of de maatwerkadviesmethode inderdaad tot een realistischer energiegebruik komt dan de NTA8800 methode. In deze rapportage wordt de validatie op individueel gebouwniveau uitgevoerd omdat het uiteindelijke doel van het maatwerkadvies is dat op individueel niveau het energiegebruik in een gebouw realistischer berekend kan worden. Validatie op woningvoorraad niveau is ook mogelijk. In dat geval zou er gekeken worden of de MWA-methode gemiddeld gezien het energiegebruik realistischer berekend.

### 5.1 Methode validatie

Er zijn verschillende validatiemethoden mogelijk:

1. Er kan vergeleken worden met andere gevalideerde modellen.

Deze methode is in dit geval niet toepasbaar, omdat er geen methodes bestaan met deze specifieke invoer parameters die gevalideerd zijn en een realistische energievoorspelling garanderen. Er bestaan wel gedetailleerde energiesimulatie software, bijvoorbeeld EnergyPlus en TRNSYS, maar dit soort software zal enkel een reductie van de energieprestatiekloof met zich meebrengen als een veel gedetailleerdere invoer ingevoerd kan worden. Aangezien gedetailleerdere invoer niet beschikbaar is dit niet bruikbaar als vergelijkingstool voor deze berekeningen. Dit zou namelijk betekenen dat er



nog meer aannames gemaakt moeten worden wat weer een reden kunnen zijn voor het verschil tussen werkelijk en berekend energiegebruik.

2. Valideren op basis van Expert kennis.

Tijdens de ontwikkeling van het maatwerkadvies zijn op basis van expert kennis de parameters aangepast. Met als doel een methode te ontwikkelen die het energiegebruik realistischer inschat dan de NTA8800 met standaard invoer. Behalve de experts die deelnamen aan de werkgroep over het maatwerkadvies is er ook wetenschappelijke literatuur waar veel kennis uitgehaald kan worden. Daarom is in het voorgaande hoofdstuk (hoofdstuk 4) een literatuurstudie uitgevoerd waarin bekeken is of de aanpassingen in de parameters die gedaan zijn tijdens de ontwikkeling ook bevestigd worden in de literatuur.

3. Valideren op basis van historische data

Tijdens de ontwikkeling van het maatwerk advies is de WoON2018 energiemodule gebruikt om te controleren of de methode inderdaad leidt tot een realistischere voorspelling dan de NTA8800. Omdat de parameters zowel aangepast en getest zijn op deze database bestaat de kans op 'overfitting'. Dit betekent dat de parameters zo zijn aangepast dat de methode enkel werkt (in dit geval dus realistisch voorspelt) op deze data en niet op een andere random dataset. Dit is natuurlijk niet gewenst en om dit volledig uit te sluiten, gebruiken we in deze rapportage dan ook een onafhankelijke dataset. Het valideren op basis van historische data wordt over het algemeen gezien als de meest betrouwbare manier van validatie en is daarom ook de belangrijkste methode die we toepassen.

4. Valideren met gevoeligheidsanalyse

Een gevoeligheidsanalyse kan veel inzichten geven over de impact van verschillende parameters. In fase 1 is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd waaruit afgeleid kan worden wat de meest invloedrijke parameters zijn voor het beter bepalen van het energiegebruik met de NTA8800 methode. Eventueel zou een extra gevoeligheidsanalyse uitgebreid kunnen worden om te bepalen welke aannames het beste

5. Validatie door middel van voorspellende analyse

Omdat deze methode niet de meest betrouwbare methode is wordt deze meestal alleen toegepast is als er een gebrek aan beschikbare data is. Dat is niet het geval en daarom is er ook niet voor gekozen deze methode toe te passen.

### 5.1.1 Valideren op basis van expertkennis

Zoals hierboven omschreven is expert judgement onderdeel van de aanpak. Er is echter nog niet gecontroleerd of deze expertkennis ook bevestigd wordt in de wetenschappelijke literatuur. In het eerste deel van de validatie wordt middels een literatuurstudie onderzocht of de aangepaste parameters ook logisch te verklaren zijn aan de hand van wetenschappelijke onderzoeken.

### 5.1.2 Valideren door middel van historische data

Naast een literatuurstudie wordt er ook meer in detail gekeken naar de effectiviteit van de methode. Dit doen we door middel van historische data. Op individueel gebouwniveau wordt per woning

bekeken of het energiegebruik realistischer ingeschat wordt op basis van de maatwerkadvies methode dan met de NTA8800 methode. Indien dit niet het geval is, wordt geanalyseerd of er mogelijke oorzaken zijn die het verschil kunnen verklaren.

Voor de validatie op gebouwniveau wordt gebruik gemaakt van een bestaande dataset met bijna 100 woningen. Deze woningen zijn in 2017 geïnspecteerd op basis van de NEN7120 methode, daarnaast is het gasgebruik op uurlijkse basis gemonitord en het elektriciteitsgebruik op 10 minuten interval niveau.

De meetperiode van de woning verschilt per woning (zie grafiek bijlage IV). Sommige woningen zijn enkel in de zomer gemeten, andere woningen in alleen de winter en weer andere in zowel in de zomer- als in de winterperiode. De meetresultaten in de zomerperiode worden gebruikt voor het valideren van het warmtapwatergebruik. De woningen die zowel metingen in de zomer als in de winter hebben, worden daarnaast ook gebruikt voor de validatie van het energiegebruik voor verwarming. Voor de woningen die een gasfornuis hebben wordt een aanname gedaan dat er 37 m<sup>3</sup> per jaar gebruikt wordt voor koken. Er wordt een aanname gedaan dat het gasgebruik voor koken gelijk is per dag (37/365), dit zal in werkelijkheid niet geheel correct zijn, maar omdat het gasgebruik voor koken relatief klein is wordt deze aanname als acceptabel beschouwd. Het gasgebruik voor koken per dag wordt van het gemeten gasgebruik afgetrokken om zo het gasgebruik voor tapwater en verwarming te kunnen bepalen. Het gasgebruik voor warm tapwater in het stookseizoen wordt bepaald door het gemiddelde gasgebruik (minus het eventuele gasgebruik voor koken indien er een gasfornuis aanwezig is) van de woning per dag buiten het stookseizoen te vermenigvuldigen met het aantal gemeten dagen gedurende het stookseizoen. Dit wordt in mindering gebracht bij het gemeten energiegebruik gedurende het stookseizoen zodat we het energiegebruik voor verwarming gedurende de meetperiode weten. Daaropvolgend wordt het energiegebruik voor verwarming gedurende de meetperiode gecorrigeerd voor graaddagen zodat we ook het energiegebruik voor verwarming van een jaar weten. Dit kan dan weer vergeleken worden met het energiegebruik voor verwarming dat berekend wordt met de NTA8800 en met het maatwerkadvies. Het maatwerkadvies ambieert energiegebruiken te voorspellen die dichter bij het werkelijke energiegebruik liggen dan de gebruiken van de NTA8800. Als voor de meeste woningen het maatwerkadvies een resultaat geeft dat beter overeenkomt met het werkelijk energiegebruik dan de NTA8800 methode kunnen we stellen dat het maatwerkadvies inderdaad van toegevoegde waarde is en ervoor zorgt dat er beter energiebesparingsadvies gegeven kan worden. Mocht de NTA8800 methode beter voorspellen dan moet verder uitgezocht worden hoe we het maatwerk advies verder kunnen verbeteren. Voor de rekenmethode zie bijlage IV.

De validatie voor de individuele woningen zal als volgt verlopen:

Voor de woningen met voldoende meetdata wordt de inspectie data die verzameld is op basis van de NEN7120 methode omgezet in een NTA8800 berekening. Daarnaast wordt de berekening gemaakt op basis van de Maatwerk adviesmethode die ontwikkeld is in fase 1 van dit project. Voor het maatwerkadvies zullen de aanvullende resultaten uit de enquête gebruikt worden om meer gedetailleerde gegevens in te vullen met betrekking tot het bewonersgedrag. In de enquête hebben de bewoners bijvoorbeeld aangegeven hoe vaak en hoe lang ze gemiddeld douchen per dag, of ze een bad hebben en hoe vaak dat gebruikt wordt, hoeveel kamers er verwarmd worden en welke temperaturen er gedurende de dag, de avond en de nacht ingesteld worden op de thermostaat.

Berekeningen van de NTA8800 en het maatwerkadvies zullen vergeleken worden met het werkelijke energiegebruik. Naar aanleiding van de literatuurstudie over de energieprestatiekloof kunnen we niet verwachten dat de gehele energieprestatiekloof verdwijnt, maar de verwachting is wel dat door realistischere input de kloof bij de maatwerk adviesmethode een stuk kleiner wordt dan bij de NTA8800 methode.

In de validatie procedure zullen we de energieprestatiekloof van de NTA8800 en de kloof met het maatwerk advies met elkaar vergelijken. Eventuele grote afwijkingen tussen het werkelijk energiegebruik en de uitkomst van het maatwerkadvies zullen in detail geanalyseerd worden en de mogelijke oorzaken zullen bestudeerd worden.

Er zal gestart worden met een 'algemene' analyse. Hierin zal de energieprestatiekloof ten gevolge van de NTA8800 methode vergeleken worden met de energieprestatiekloof ten gevolge van de MWA-methode. In deze 'algemene' analyse zal gekeken worden of er overeenkomsten zijn tussen de woningen die een grotere energieprestatiekloof hebben bij de MWA-methode dan de NTA8800 methode. Als er duidelijke overeenkomsten zijn dan zou dat er namelijk op kunnen duiden dat er een structureel verkeerde aanname wordt gedaan in het maatwerkadvies. Indien geen duidelijke oorzaken gevonden worden zal gekeken worden of er per woning individueel verklaringen gevonden kunnen worden voor de 'slechte' voorspelling. Ook zullen de meetresultaten gebruikt worden om te verifiëren of de gebruikersinvoer die uit de enquête afgeleid is klopt (bijvoorbeeld temperatuurinstellingen, opgegeven warm watergebruik).

## 5.2 Validatie metingen

In totaal zijn er 55 woningen met genoeg meetresultaten gedurende de zomerperiode om het tapwater gebruik te analyseren

Daarnaast zijn er 28 woningen die zowel in de zomer als de winter genoeg meetgegevens hebben waardoor het energiegebruik voor verwarming geanalyseerd wordt.

In deze rapportage zullen eerst de resultaten van de vergelijking met het warm tapwater beschreven en geanalyseerd worden. Daarna zullen de resultaten van de vergelijking met het verwarmingsgebruik beschreven en geanalyseerd worden.

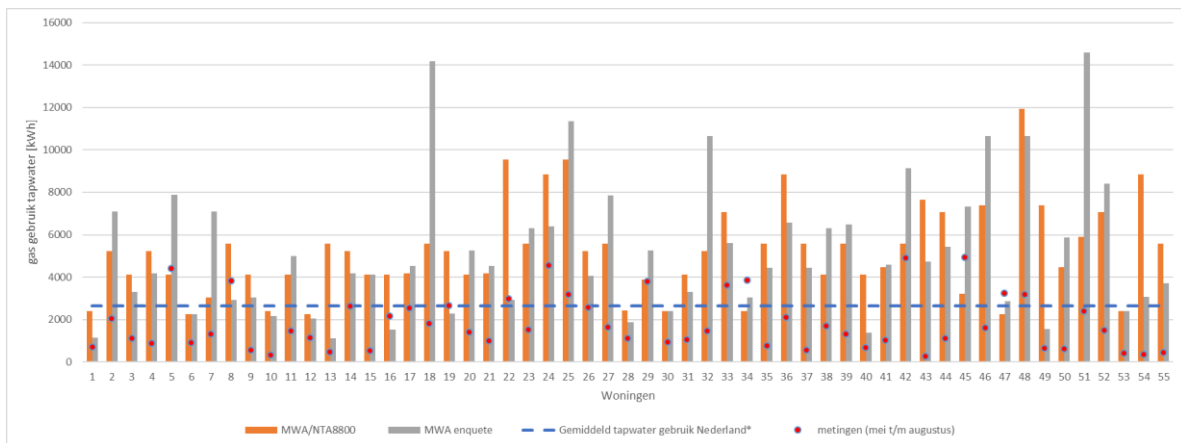
*\* In de analyse zullen we schrijven over beter en slechter. In deze rapportage wordt met beter bedoeld dat het voorspelde energiegebruik dichter in de buurt komt bij het werkelijke energiegebruik en voor slechter het tegenovergestelde. In het licht van het maatwerkadvies klopt deze definitie, maar men moet zich ervan bewust zijn dat het realistisch voorspellen van het energiegebruik niet het hoofddoel was van de NTA8800 en dit betekent dus niet dat dit een slechter model is want dat is afhankelijk van het doel dat met de berekening beoogd wordt.*

### 5.2.1 Warm tapwater

Voor het tapwater gebruik zijn in eerste instantie twee opties getest.

- Het werkelijke aantal personen: 856 kWh/per persoon (zoals voorgeschreven volgens de NTA8800)
- Het tapwater gebruik berekend op basis van de enquêteresultaten (gemiddeld aantal minuten douchen per dag per persoon).

Uit de resultaten blijkt dat het tapwater in iets meer dan de helft van de gevallen optie 2 realistischere waarden berekent dan optie 1 (zie grafiek hieronder). Wel moet opgemerkt worden dat de resultaten laten zien dat er wel een aantal onrealistisch verbruiken volgen uit het zelf opgegeven verbruikersgedrag van de bewoners. Als we kijken naar de zelf opgegeven verbruiken van de bewoners zien we namelijk dat er een grotere spreiding is en dus ook een aantal onrealistische uitschieters. Het zou kunnen dat deze bewoners toch minder lang en/of vaak douchen dan gedacht. Wellicht hebben ze de dagen dat ze niet in de woning aanwezig waren (bijvoorbeeld door vakantie) niet meegenomen in het gemiddeld verbruik. Hierdoor zou het kunnen dat het zelf opgegeven verbruik relatief hoog uitkomt.

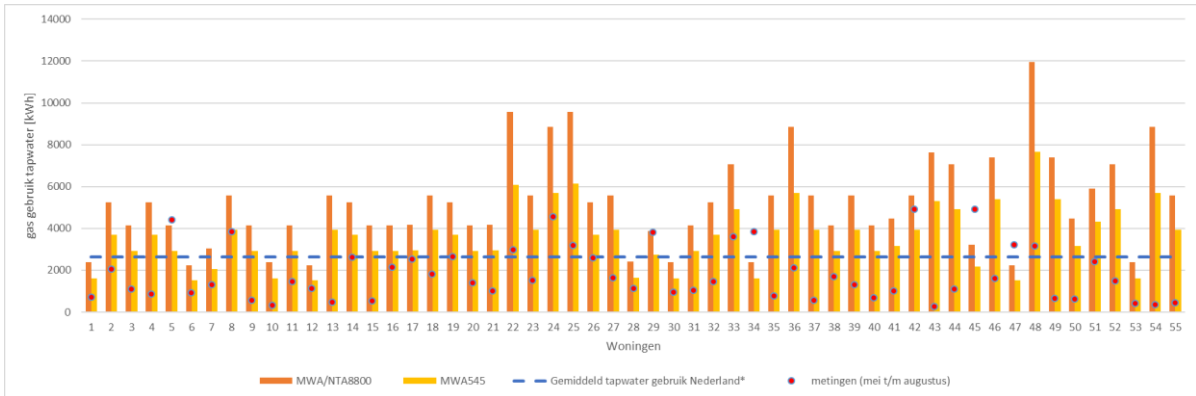


**Figuur 9 gemeten energiegebruik versus NTA8800, MWA enquête.**

De vergelijking tussen optie 1 en optie 2 laat ook zien dat het energiegebruik in veel gevallen niet goed ingeschat wordt. Om deze reden is er nog een derde optie berekend (geel). In deze optie hebben we niet de enquêteresultaten meegenomen, maar hebben we het aantal kWh warm tapwater gebruik per persoon verlaagd van 856 naar 545 kWh per persoon per jaar<sup>6</sup>. In dat geval stijgt het aantal realistischere voorspellingen naar 49 woningen. Dit lijkt dus de meest voor de hand liggende optie omdat het ervoor zorgt dat de berekening simpel blijft en men minder afhankelijk is van de inschatting van de gebruiker. Desalniettemin kan het voor de adviseur toch nuttig zijn om de gebruiker te vragen naar zijn/haar douchegedrag. Wanneer dit heel specifiek is voor de gebruiker kan dit namelijk leiden tot een ander energiebesparingsadvies. Denk bijvoorbeeld aan huishoudens met een groot aantal personen of huishoudens waar veel gesport wordt en na het sporten thuis gedoucht wordt. Ook moet men er rekening mee houden dat we de 545 kWh per persoon enkel op deze dataset getest hebben. Deze dataset is niet representatief. Via de WoON database (meer representatieve dataset) is uitgekomen op een waarde van 560 kWh per persoon.

<sup>6</sup> De volgende berekening is aangenomen voor het bepalen van het getal 545 kWh/person: Aannname van NTA880 is 45,8 liter water gebruik per persoon per dag (<https://www.waternet.nl/service-en-contact/drinkwater/gemiddeld-waterverbruik/>). Om 45,8 liter douchewater van 38oC te krijgen kan de volgende berekening gemaakt worden:  $45,8 \text{ [l/dag]} * 365 \text{ [dag/jaar]} * 4200 \text{ [J/kg.K]} * 28 \text{ [K]} / 3,6 \text{ [MJ/kWh]} / 1e6 = 545 \text{ kWh/kWh}$ .

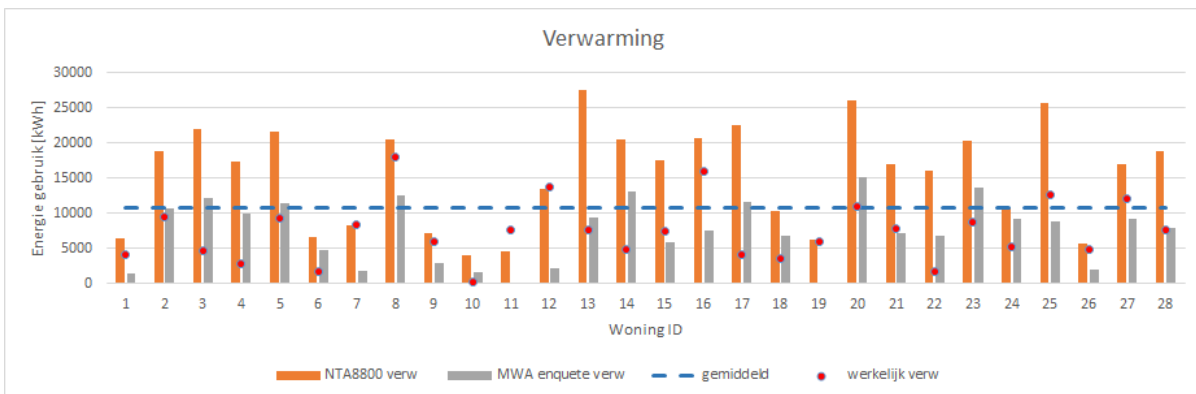
## Maatwerkadvies NTA8800



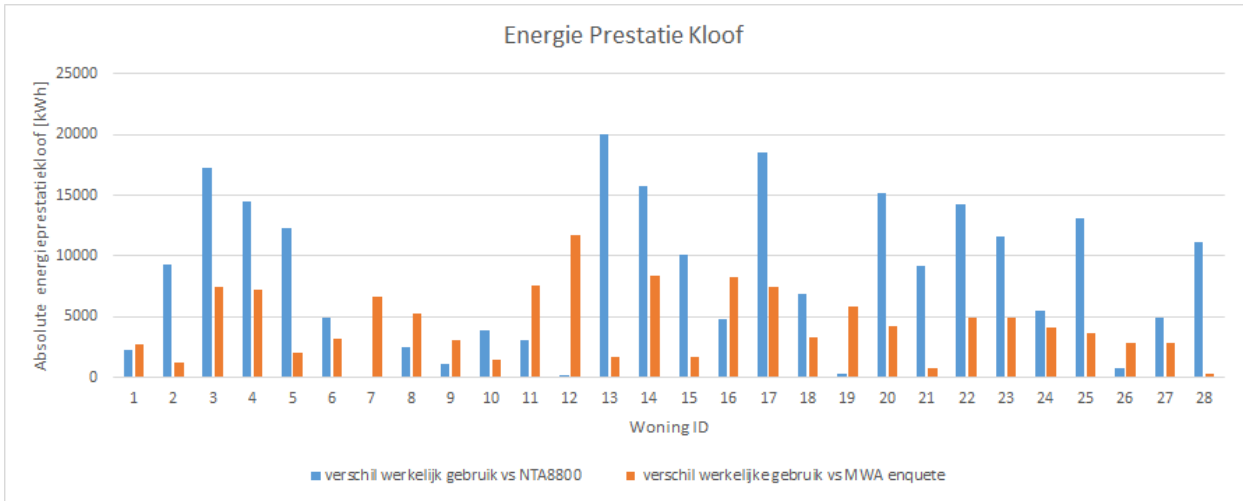
Figuur 10 gemeten energiegebruik versus NTA8800, resultaten MWA-methode (545 kWh).

### 5.2.2 Verwarming

Voor het verwarmingsgebruik is ook het energiegebruik berekend volgens de NTA8800 en het MWA-advies. Ook hier zien we dat een groot deel van de woningen realistischer ingeschat wordt met de MWA-methode dan met de NTA8800 methode. De absolute energieprestatiekloof neemt met bijna 50% af. In de onderstaande grafiek de berekeningen op basis van de NTA8800 versus de berekeningen volgens het maatwerkadvies. De rode stippen geven het gemeten gebruik aan. Hoe dichterbij het werkelijke gebruik hoe beter de voorspelling is.



Negen woningen (woning 1, 7, 8, 9, 11, 12, 16, 19 en 26 laten toch nog een minder goed resultaat zien met het maatwerkadvies dan met de originele NTA8800 methode. In deze paragraaf onderzoeken we mogelijke verklaringen voor de grotere afwijking bij deze woningen. Opvallend in ieder geval is dat het hier vaak gaat om woningen die met de NTA8800 al redelijk realistisch berekend energiegebruik hadden. Wat ook opvalt is dat het energiegebruik met het maatwerkadvies bij deze gevallen vaak te laag wordt ingeschat.



**Figuur 11** Verschil werkelijke gebruik versus NTA8800 en verschil werkelijk gebruik versus MWA-methode met input gegevens van enquête

Om te bepalen of er structurele afwijkingen zijn is er eerst geanalyseerd of er overeenkomsten zijn tussen de woningen met een grote afwijking of duidelijke verschillen met de woningen met maar een kleine afwijking. Hieronder worden deze onderdelen een voor een besproken.

**Aantal personen:** Er is geen duidelijke aanwijzing dat er een verband is tussen het aantal personen en de grootte van de energieprestatiekloof.

**Binnentemperatuur:** Er is geen duidelijke aanwijzing dat er een verband is tussen de binnentemperatuur opgegeven door de bewoners en de energieprestatiekloof. Het zou wel kunnen dat de opgegeven binnentemperatuur wellicht niet de werkelijke binnentemperatuur is. Dit kan komen doordat de bewoner zich niet bewust is van de instellingen van de thermostaat, maar het kan ook komen doordat de thermostaat wellicht niet goed gekalibreerd is waardoor de thermostaat een andere temperatuur aangeeft.

**Aantal kamers dat verwarmd wordt en de tijd dat de kamers verwarmd worden:** Het zou kunnen dat er onbewust meer of minder kamers verwarmd worden.

**Tijd dat minstens een van de bewoners thuis is:** Er is geen duidelijk verband tussen de tijd dat de bewoners thuis zijn en de energieprestatiekloof.

**Type thermostaat:** bijna alle woningen hebben een programmeerbare thermostaat. In deze vergelijking is de thermostaat dus geen verklaring voor een hogere of lagere energieprestatiekloof.

**Ventilatiesysteem:** Er is geen duidelijk verband tussen het type ventilatiesysteem en de energieprestatiekloof.

**Ventilatiegedrag:** Er is geen duidelijk verband tussen het aantal uur dat er geventileerd wordt en de energieprestatiekloof.

**Comfort beleving in de woning:** van de woningen waar de energieprestatiekloof groter is bij het maatwerkadvies dan bij de NTA8800 geven alle bewoners aan dat de binnentemperatuur in de winter goed is. Daarbij moet worden opgemerkt dat in totaal maar vier van de bewoners hebben

aangegeven dat het te koud is in de winter. Wat betreft de luchtvochtigheid zien we geen verschil tussen de luchtvochtigheid waar de energieprestatiekloof groot is en waar de kloof klein is.

**Metingen versus enquêteresultaten:** Bij een vergelijking van de gemeten binnentemperaturen in de winterperiode en de binnentemperaturen die de bewoners op hebben gegeven in de enquête blijkt dat daar af en toe een groot verschil tussen zit. Om in te schatten in hoeverre dit invloed heeft op de energieprestatie zijn de woningen doorgerekend met de metingen als invoer en de opgegeven waarden op basis van de enquête. De resultaten zijn te zien in de grafiek hieronder. Hierin valt op dat in de meeste gevallen het invullen van de gemeten binnentemperaturen leiden tot een kleinere energieprestatiekloof. Er zijn drie woningen waar het verschil juist groter wordt. Opvallend is dat dit de woningen zijn de woningen waar relatief hoge binnentemperaturen zijn gemeten, soms wel tot een gemiddelde van 23 °C. Desondanks kunnen we uit deze vergelijking wel concluderen dat het meten van de binnentemperaturen kan helpen voor een betere inschatting van het werkelijke energiegebruik in een woning. Ook zien we dat relatief veel bewoners in de enquête een lagere binnentemperatuur hebben opgegeven dan gemeten.

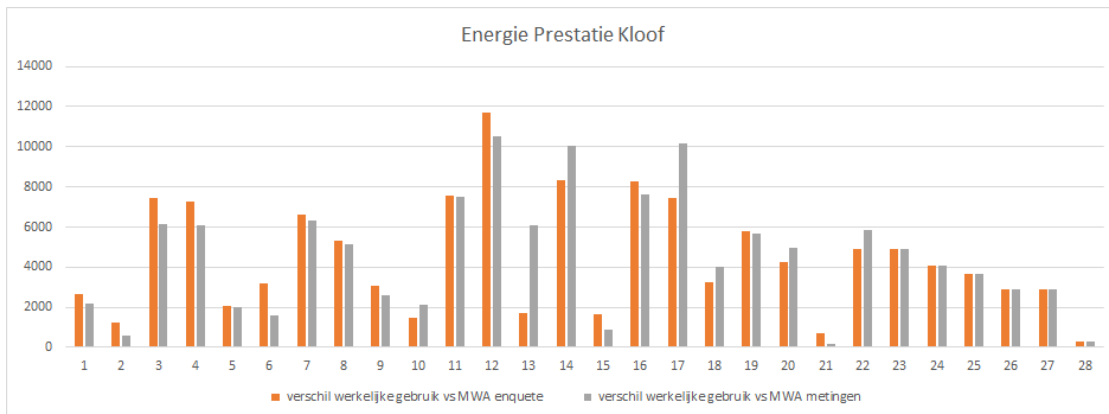


Figure 12 Energieprestatiekloof werkelijk verbruik versus MWA enquête en werkelijk verbruik versus MWA-metingen

## 6. Discussie en conclusie

### 6.1 Conclusie

Deze rapportage toont dat het berekende energiegebruik volgens NTA8800 methode niet overeenkomt met het gemeten gemiddelde energiegebruik van gebouwen. Dit is niet vreemd aangezien dit ook niet het hoofddoel van de NTA8800 methode was. Ook laat deze rapportage zien dat dit niet enkel het geval is met de Nederlandse rekenmethode, maar ook met methodes in veel andere Europese landen. Omdat belangrijk wordt geacht dat er energiebesparingsadvies op maat gegeven kan worden is het echter wel noodzakelijk dat er een methode is die het specifieke energiegebruik realistisch kan voorspellen. Uitgangspunt daarbij is dat de methode ook praktisch toepasbaar is. Om deze reden is de ontwikkelde maatwerkadviesmethode gebaseerd op de NTA8800 methode. Om de NTA8800 methode beter aan te laten sluiten bij het werkelijk (specifieke) energiegebruik zijn voor de maatwerkadviesmethode een aantal vaste waarden uit de methode aangepast. Daarnaast is het mogelijk om het standaard bewonersgedrag (thermostaatinstellingen en warmtapwatergebruik) uit NTA8800 zo aan te passen dat het beter overeen komt met het werkelijke gemiddelde gebruikersgedrag. De aangepaste parameters zijn vastgesteld op basis van literatuur,

expert kennis en getest op de WoON2018 energie module database. Hoewel de aangepaste parameters op dit moment leiden tot een meer realistische voorspelling van het energiegebruik van een gebouw kunnen we niet zeggen dat onomstotelijk vaststaat dat dit de juiste waarden zijn, wel kunnen we zeggen dat deze getallen leiden tot een meer realistische voorspelling. De parameters zijn in dit maatwerkadvies handmatig aangepast. Door dit te automatiseren middels optimalisatie algoritmes zouden meer verschillende opties voor het aanpassen van de parameters getest kunnen worden waardoor de aangepaste parameters minder afhankelijk zijn van de kennis van de expert. Een voorbeeld van deze methode is al getoond in [31]. Deze methode moet echter nog verder ontwikkeld worden voordat de betrouwbaarheid van de uitkomsten gewaarborgd kan worden.

Er is een validatie uitgevoerd op individueel woningniveau. De validatie laat zien dat de maatwerkadviesmethode inderdaad in veel gevallen leidt tot realistischere voorspelling van het specifieke energiegebruik. Ook laat de validatie zien dat bewoners niet altijd goed kunnen inschatten hoe ze het gebouw gebruiken. De validatie liet namelijk zien dat de opgegeven binnentemperaturen van de enquête niet altijd overeenkwamen met de werkelijk gemeten binnentemperaturen. Ook voor het warmtapwatergebruik zien we dat zeer gedetailleerde vragen over het tapwater gebruik in veel gevallen niet leiden tot een realistischere inschatting van het warmtapwatergebruik. De validatie laat ook zien dat niet de gehele energieprestatiekloof gedicht wordt. Dit is begrijpelijk, maar men moet zich hier wel van bewust blijven.

De validatieprocedure is met zorg uitgevoerd, maar er moet wel opgemerkt worden dat het hier niet gaat om een representatieve set woningen. De resultaten van de validatie kunnen dus niet veralgemeeniseerd worden. Ook moet opgemerkt worden dat het aanpassen van de parameters op dit moment handmatig is gedaan en voor een groot deel gebaseerd is op expertkennis. Er zijn methodes gebaseerd op o.a. smart sensing in ontwikkeling die wellicht kunnen helpen voor een nog betrouwbaardere aanpassing van de parameters. Ook laat de validatie het belang van gemeten data zien. Meer gedetailleerde en representatieve data zou helpen om de modellen nog realistischer te laten voorspellen. De validatie is enkel uitgevoerd voor de woningbouw. Reden hiervoor is de beperkte beschikbaarheid van data voor utiliteitsbouw.

Deze rapportage laat zien dat het ontwikkelde maatwerkadvies inderdaad een energiegebruik berekent dat dichterbij de werkelijkheid ligt dan de NTA8800 methode die rekent met standaard gebruik en ventilatie volgens BB (zie ook onderstaande grafiek op basis van data WoON2018)

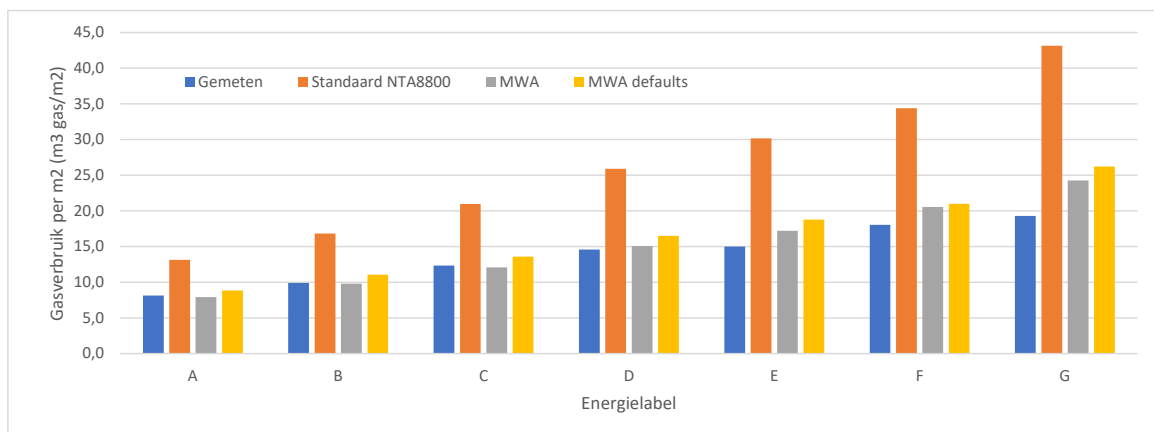


Figure 13 Gemeten en berekend gasverbruik per m2



De oranje kolommen laten het standaardverbruik (conform NTA8800). De afwijking ten opzichte van het gemeten verbruik (blauw) is erg groot. De grijze kolommen is het verbruik na aanpassing van een aantal parameters. Deze komen veel dichterbij de buurt van het gemeten verbruik. De gele kolommen tonen het verbruik waarbij de technische gebouwparameters aangepast zijn conform de MWA-methode, maar waarbij het bewonersgedrag conform de NTA-standaardwaarden is. Dit verbruik ligt hoger dan bij het gewone MWA.

## 6.2 Aanbevelingen

We vinden ook een aantal aanknopingspunten voor verdere verbetering. Het valideren van de methode zou frequent herhaald moeten worden aangezien de verwachting is dat er in de toekomst meer data beschikbaar komt waardoor we dieper in kunnen gaan en beter onderbouwd bewijs kunnen verzamelen voor het bepalen van de juiste invoergegevens en de juiste kentallen in de methode. Naast betere mogelijkheden voor valideren door betere data is het ook belangrijk om te blijven valideren omdat nieuwe technieken geïntroduceerd worden in de gebouwen en omdat gebruikersgedrag door de jaren heen verandert.

Om deze reden zouden wij de volgende algemene adviezen mee willen geven:

- Zorg voor voldoende bruikbare data
  - o Verzamel meer data over Utiliteitsbouw;
  - o Breng data op orde, en maak het beter beschikbaar voor onderzoek en aanvullende validatie van energieberekeningen;
  - o Benut beschikbare data. Bijvoorbeeld: slimme meterdata, IoT data, EP opnamedata en 3d BAG data;
  - o Validatie op basis van een grotere dataset zou de betrouwbaarheid van de validatie kunnen verhogen;
  - o Besteed niet enkel aandacht aan het verzamelen van veel data, maar probeer ook aandacht te besteden aan de kwaliteit van de data;
- Valideren en aanpassen van de methode is doorlopend nodig;
- Breng de MWA methode op de markt zodat ervaring opgedaan kan worden en het model verbeterd kan worden;
- Start een community of practice op dit gebied en deel kennis, data en scripts/algoritmes/software;
- Daarnaast is het verstandig om rekenmodellen te gebruiken voor het doel waarvoor ze zijn ontwikkeld.
- Overweeg de NTA880 te vereenvoudigen zodat het voor iedereen eenvoudiger wordt om de invloed van bepaalde aannames en invoerparameters te doorgronden. Let bij de vereenvoudiging op de juiste balans tussen detailniveau van de invoerparameters en de invloed op het eindresultaat (bijvoorbeeld bij het bepalen van de binnentemperatuur)
- Een meer gedetailleerde berekening resulteert enkel in een nauwkeuriger eindresultaat als de invoergegevens juist en beschikbaar zijn.

## 6.3 Besparingen

Om beter inzicht te krijgen in de maatwerkadviesmethode is een notitie gemaakt waarin verschillende renovatiemaatregelen doorgerekend voor een voorbeeld woning. Hierdoor kan visueel worden gemaakt hoeveel energie er per maatregel bespaard kan worden volgens de Maatwerkadvies methode. De besparing is ook uitgerekend voor de oude maatwerkadviesmethodiek uit ISSO 82.3 zodat het verschil zichtbaar is.

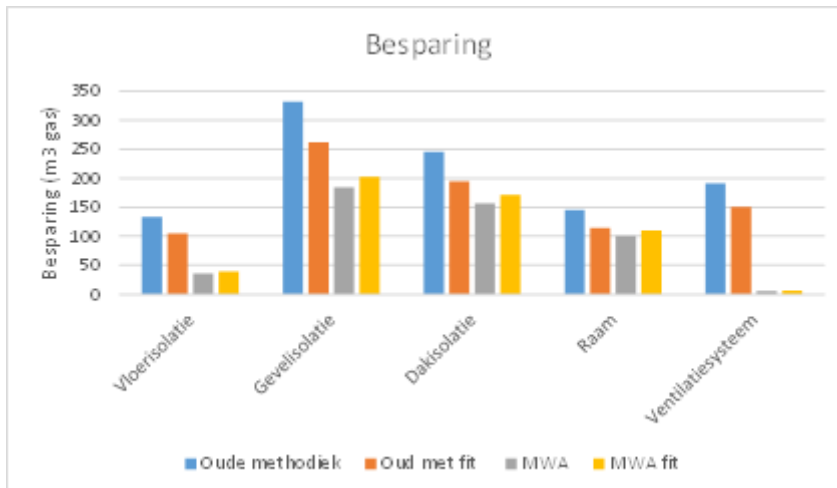


Figure 14 Besparing per maatregel

In de grafiek valt duidelijk op dat gevelisolatie de meest energiebesparende maatregel is, zowel voor de MWA als voor de oude methode. Ook zien we dat over het algemeen de maatregelen minder energiebesparing opleveren bij de MWA methode dan voor de oude methode. Bij vloerisolatie en ventilatie is dit verschil vooral opvallend. Voor het ventilatiesysteem is dit te verklaren aangezien het MWA uitgaat van een lager ventilatiedebiet dan voorgeschreven in het bouwbesluit (omdat dit in werkelijkheid vaak het geval is). Voor de vloerisolatie was de verklaring minder eenvoudig. Gezamenlijk overleg tussen INNAX (Joris Berben), Nieman (Andre Kruithof) en TU Delft (Eric van den Ham) heeft de volgende punten opgeleverd:

- De vloerverliezen in de NTA8800 worden gecorrigeerd met een temperatuurfactor die gebaseerd is op het verschil tussen de binnentemperatuur en de jaargemiddelde temperatuur. De verliezen door andere constructies worden gecorrigeerd met een factor die gebaseerd is op het verschil met de maandelijkse buitentemperatuur. Dit leidt tot lagere verliezen in het stookseizoen veel sterker gecorrigeerd worden dan andere verliezen. Dit leidt tot lagere verliezen, en dus ook een lagere besparing.
- De overgangsweerstand zou bij vloeren gelijk moeten zijn aan  $0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Er wordt nu echter met  $0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$  gerekend.
- Bij de vloeren wordt in de methodiek gerekend met de woninggemiddelde binnentemperatuur. Deze is (zeker bij slecht geïsoleerde woningen) laag, tot wel  $15^\circ\text{C}$ . Bij vloeren die vaak aan de woonkamer grenzen, is de 'echte' temperatuur meestal hoger.
- De ventilatie van de kruipruimte is meestal hoger dan de aanname uit NTA8800. Dat leidt tot hogere besparing.
- Bij de bepaling van  $H_{pi}$  en  $H_{pe}$  (de periodieke warmteverliescoëfficiënten door variatie van binnen- en buitentemperatuur) zouden  $\psi$ -waarden ingerekend moeten worden. Dat gebeurt nu nog niet. Bij hogere waarden neemt de besparing toe.

De eerste twee punten zijn relatief eenvoudig door te voeren in de berekening en worden daarom ook doorgevoerd in het Maatwerkadvies. Voor de overige punten moet nader onderzoek plaatsvinden om te bepalen of en hoe dit opgelost kan worden. Advies is om de aanpassingen ook door te voeren in de NTA8800 op het moment dat dit mogelijk is.

## Maatwerkadvies NTA8800

De aangepaste berekening leidt tot een besparing in het maatwerkadvies die ruim 60% hoger ligt dan de originele berekening. Dit ligt meer in lijn met de verwachtingen.

Isolatie tot Rc=3 m2K/W		
NTA8800	0,99	m3 gas/m2
MWA	0,55	m3 gas/m2
MWA met aanpassing	0,9	m3 gas/m2

Omdat deze aanpassingen op een relatief laat moment in het proces zijn doorgevoerd zijn de berekeningen in de rapportage nog gebaseerd op de originele berekeningen. Het aanpassen van de vloerverliezen zal een effect hebben op de resultaten, maar de verwachting is niet dat dit de algehele eindconclusie zal veranderen. Dit is ook te zien in onderstaande grafiek. Desondanks zijn de aanpassingen noodzakelijk om het effect van vloerisolatie beter te kunnen voorspellen. Verdere toelichting is te vinden in de notitie van INNAX in bijlage VI.

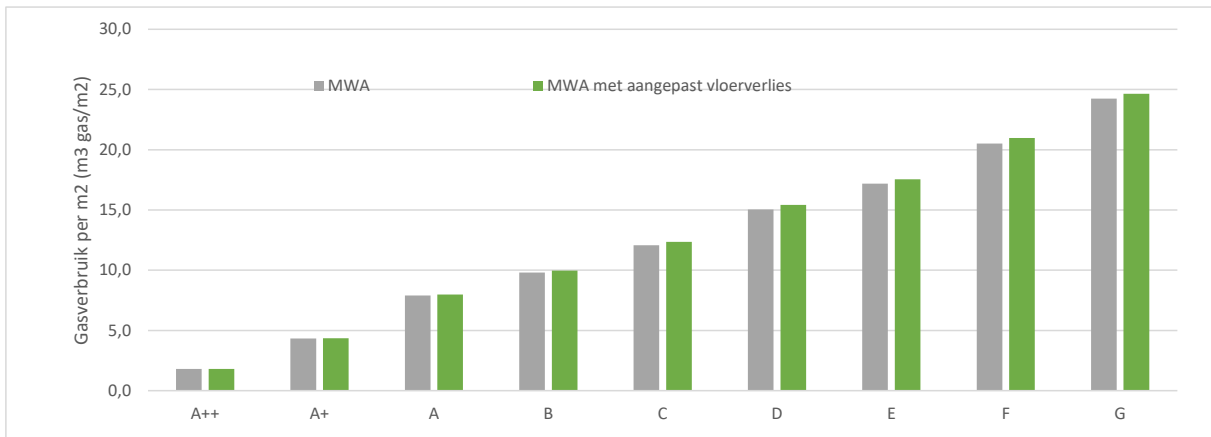


Figure 15 Berekend gasverbruik per m2 in MWA en met aangepaste vloerverliezen

## 7. Referenties

1. Guerra-Santin, O. and L. Itard, *The effect of energy performance regulations on energy consumption*. Energy Efficiency, 2012. **5**(3): p. 269-282.
2. Majcen, D., L.C.M. Itard, and H. Visscher, *Theoretical vs. actual energy consumption of labelled dwellings in the Netherlands: Discrepancies and policy implications*. Energy Policy, 2013. **54**: p. 125-136.
3. van den Brom, P., A. Meijer, and H. Visscher, *Performance gaps in energy consumption: household groups and building characteristics*. Building Research & Information, 2018. **46**(1): p. 54-70.
4. Aydin, E., N. Kok, and D. Brounen, *Energy efficiency and household behavior: the rebound effect in the residential sector*. The RAND Journal of Economics, 2017. **48**(3): p. 749-782.
5. Majcen, D., L. Itard, and H. Visscher, *Actual heating energy savings in thermally renovated Dutch dwellings*. Energy Policy, 2016. **97**: p. 82-92.
6. Filippidou, F., N. Nieboer, and H. Visscher, *Effectiveness of energy renovations: a reassessment based on actual consumption savings*. Energy Efficiency, 2019. **12**(1): p. 19-35.
7. van den Brom, P., A. Meijer, and H. Visscher, *Actual energy saving effects of thermal renovations in dwellings—longitudinal data analysis including building and occupant characteristics*. Energy and Buildings, 2019. **182**: p. 251-263.
8. Palma, P., J.P. Gouveia, and S.G. Simoes, *Mapping the energy performance gap of dwelling stock at high-resolution scale: Implications for thermal comfort in Portuguese households*. Energy and Buildings, 2019. **190**: p. 246-261.
9. Cozza, S., J. Chambers, and M.K. Patel, *Measuring the thermal energy performance gap of labelled residential buildings in Switzerland*. Energy Policy, 2020. **137**: p. 111085.
10. Cozza, S., J. Chambers, C. Deb, J.-L. Scartezzini, A. Schlüter, and M.K. Patel, *Do energy performance certificates allow reliable predictions of actual energy consumption and savings? Learning from the Swiss national database*. Energy and Buildings, 2020. **224**: p. 110235.
11. Gram-Hanssen, K., S. Georg, E.T. Christiansen, and P.K. Heiselberg, *How building regulations ignore the use of buildings, what that means for energy consumption and what to do about it*, in *ECEEE 2017 Summer Study on energy efficiency*. 2017, European Council for an Energy Efficient Economy, ECEEE: Presqu'île de Giens.
12. Coyne, B. and E. Denny, *Mind the Energy Performance Gap: testing the accuracy of building Energy Performance Certificates in Ireland*. Energy Efficiency, 2021. **14**(6): p. 57.
13. Laurent, M.H., B. Allibe, T. Oreszcyn, I. Hamilton, R. Galvin, and C. Tigchelaar, *Back to reality: How domestic energy efficiency policies in four European countries can be improved by using empirical data instead of normative calculation.*, in *eceee Summer Study proceedings*, E.C.f.a.E.E.E. (ECEEE), Editor. 2013: Stockholm, Sweden.
14. Cayre, E., B. Allibe, M.H. Laurent, and D. Osso, *There are people in the house! How the results of purely technical analysis of residential energy consumption are misleading for energy policies*, in *ECEEE 2011 summer studies - Energy efficiency first: the foundation of a low-carbon society*, ECEEE, Editor. 2011.
15. Delghust, M., *Improving the Predictive Power of Simplified Residential Space Heating Demand Models: a Field Data and Model Driven Study*, in *Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur, Vakgroep Architectuur en Stedenbouw*. 2016, Universiteit Gent: Gent. p. 342.
16. Guerra-Santin, O. and L. Itard, *Occupants' behaviour: determinants and effects on residential heating consumption*. Building Research & Information, 2010. **38**(3): p. 318-338.
17. Guerra Santin, O., *Occupant behaviour in energy efficient dwellings: evidence of a rebound effect*. Journal of Housing and the Built Environment, 2013. **28**(2): p. 311-327.

18. Sunikka-Blank, M. and R. Galvin, *Introducing the prebound effect: the gap between performance and actual energy consumption*. Building Research & Information, 2012. **40**(3): p. 260-273.
19. Rasooli, A., *In-Situ Determination of Buildings' Thermo-Physical Characteristics*, in *A+BE | Architecture and the Built Environment*, 2212-3202, 20#07. 2020, Delft University of Technology: Delft.
20. Nowak, H. and A. Nowak, *Non-Destructive Possibilities of Thermal Performance Evaluation of the External Walls*. Materials, 2021. **14**.
21. Erba, S., F. Causone, and R. Armani, *The effect of weather datasets on building energy simulation outputs*. Energy Procedia, 2017. **134**: p. 545-554.
22. Azevedo, J.A., L. Chapman, and C.L. Muller, *Critique and suggested modifications of the degree days methodology to enable long-term electricity consumption assessments: a case study in Birmingham, UK*. Meteorological Applications, 2015. **22**(4): p. 789-796.
23. Elsland, R., I. Peksen, and M. Wietschel, *Are Internal Heat Gains Underestimated in Thermal Performance Evaluation of Buildings?* Energy Procedia, 2014. **62**: p. 32-41.
24. Dimitroulopoulou, C., *Ventilation in European dwellings: A review*. Building and Environment, 2012. **47**: p. 109-125.
25. Younes, C., C.A. Shdid, and G. Bitsuamlak, *Air infiltration through building envelopes: A review*. Journal of Building Physics, 2012. **35**(3): p. 267-302.
26. Heim, D. and A. Mischczuk, *Modelling building infiltration using the airflow network model approach calibrated by air-tightness test results and leak detection*. Building Services Engineering Research and Technology, 2020. **41**(6): p. 681-693.
27. Kok, E.J., Schaminee, S., J. Duyzer, and G.J. Steeneveld, *De stedelijke hitte-eilanden van Nederland in kaart gebracht met satellietbeelden*. 2012, TNO & WUR. p. 28.
28. Steenveld, G.J., S. Koopmans, B.G. Heusinkveld, W.A. Hove, and A.A.M. Holtslag, *Quantifying urban heat island effects and human comfort for cities of variable size and urban morphology in the Netherlands*. Journal of Geophysical research, 2011. **116**(D20129): p. 14.
29. Gaspar, K., M. Casals, and M. Gangolells, *A comparison of standardized calculation methods for in situ measurements of façades U-value*. Energy and Buildings, 2016. **130**: p. 592-599.
30. Rasooli, A., L. Itard, and C.I. Ferreira, *A response factor-based method for the rapid in-situ determination of wall's thermal resistance in existing buildings*. Energy and Buildings, 2016. **119**: p. 51-61.
31. Van den Brom, P., *Energy In Dwellings: A Comparison between Theory and Practice*, in *A+BE | Architecture and the Built Environment*. 2020, Delft University of Technology: Delft.
32. Ahern, C. and B. Norton, *Energy Performance Certification: Misassessment due to assuming default heat losses*. Energy and Buildings, 2020. **224**: p. 110229.

## 8. Bijlage I overzicht projectgroep

**Projectgroep:**

ISSO  
RVO  
NEN  
TU Delft  
InstallQ/Aedes  
INNAX  
W/E adviseurs  
Nieman  
Engie  
VABI  
DMGR / Uniec  
Twee Snoeken  
FedEC  
Woonbond  
Milieucentraal  
NL Ingenieurs

**Rapporteurs:**

ISSO

**Corresponderende leden:**

Techniek Nederland  
Aedes

## 9. Bijlage II memo INNAX

## MEMO



Aan : Project- en expertgroep Maatwerkadvies NTA8800  
Datum : 26 november 2021  
Onderwerp : Methodiek maatwerkadvies woningen  
Referentie : jb-17981  
Opgesteld door : Joris Berben  
E-mailadres : [iberben@innax.nl](mailto:iberben@innax.nl)

---

### 1 Inleiding

In de projectgroep Maatwerkadvies NTA8800 wordt een maatwerkadviesmethodiek ontwikkeld op basis van NTA8800. In de eerste fase van het project is onderzocht welke parameters aanvullend ten opzichte van de invoer in NTA8800 opgezet of aangepast zouden moeten kunnen worden, om ervoor te zorgen dat het berekende verbruik beter in overeenstemming is met het berekende verbruik.

Het doel van het maatwerkadvies is niet om een perfecte match tussen het berekende en het werkelijke verbruik te hebben, maar om zinvolle maatregelen te kunnen adviseren. Daarom is het niet nodig om alle parameters ook daadwerkelijk als projectspecifieke invoer mee te nemen bij het advies. Deze notitie bevat een voorstel voor parameters die bij een woninginspectie opgenomen moeten worden, en parameters waarvoor (in principe) een vaste waarde geldt.

### 2 Criteria voor meenemen invoerparameters

Voor het uitvoeren van een maatwerkadvies is het niet nodig om het werkelijk verbruik precies te kunnen narekenen. Het is voldoende om een indicatie te hebben van de verdeling van het verbruik over verschillende posten (verwarming en tapwater en koken), en een globale verdeling van de posten binnen verwarming (transmissie en ventilatie). Het bepalen van invoerparameters door een adviseur in de praktijk kost echter wel tijd en de kosten hiervoor moeten betaald worden door de bewoners. Hoe meer invoerparameters er zijn, hoe meer een adviseur uitgelokt wordt om deze te bepalen. Het is daarom zinvol om een balans te vinden tussen opnametijd en nauwkeurigheid van de methodiek.

Om te bepalen welke parameters invoer zouden moeten zijn, gelden de volgende criteria:

- Invloed van variatie van de invoerparameter op het eindverbruik (hoe groter het effect, hoe zinvoller het is om de parameter als invoer te houden);
- Mogelijke spreiding van de waarde van de parameter in de praktijk (hoe groter de spreiding, hoe zinvoller het is om de parameter als invoer te houden);
- Mogelijkheden om de waarde vast te stellen bij een woninginspectie (als het moeilijk is om te bepalen, dan is het niet zinvol om de parameter als invoer te houden).

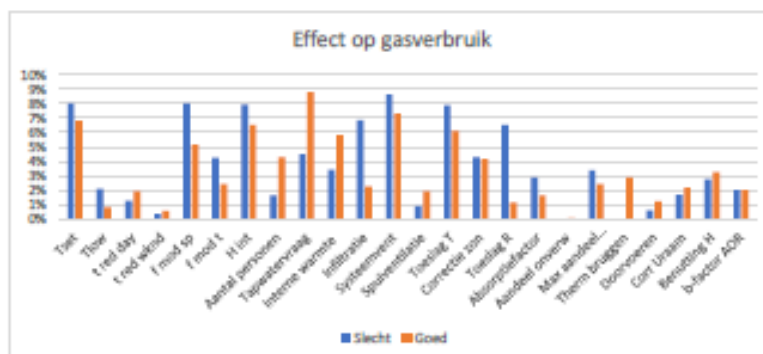
Op basis van deze criteria kan een minimale set met invoerparameters bepaald worden. Het is toegestaan om nog meer parameters te variëren, maar voor een 'gecertificeerd maatwerkadvies' is dit niet per se nodig. Als een tool toch meer parameters open zet, dan kan men bij EDR-testen toch overal de gewenste waarden aanhouden, zodat het eindresultaat gelijk is aan de referentiewaarde.

### 3 Uitwerking

De analyse van het effect op het eindverbruik is uitgevoerd in fase 1. De destijds aangehouden spreiding was weliswaar niet de werkelijk in de praktijk optredende spreiding, maar de resultaten bieden voldoende houvast om te gebruiken bij de vervolganalyse.



MEMO



Figuur 1: resultaten van invloed van diverse parameters op gasverbruik (uit fase 1 MWA)

Voor de vervolganalyse is het volgende aangehouden: als het effect (in minimaal 1 van de doorgerekende woningen (goed of slecht)) groter is dan 4% op het eindverbruik, dan is het effect 'groot'. Als het effect groter dan 2% is, dan is het 'redelijk', en anders is het effect 'klein'.

Onderstaande tabel bevat de parameters met daarbij vermeld de spreiding, de invloed op het eindverbruik en de inspecteerbaarheid.

De laatste 2 kolommen bevatten het voorstel om de parameter als invoer te beschouwen, of als vaste waarde (en welke dat dan is).

De kolom 'Opmerking' bevat soms een onderbouwing van een eventueel te hanteren vaste waarde. Bij de analyses in fase 1 is gebleken dat het berekende verbruik volgens NTA8800 veel te hoog was. Parameters zijn daarom zodanig aangepast dat het verbruik lager wordt. Er zijn echter geen metingen of onderzoeken die de getalswaarden precies kunnen onderbouwen.

Parameter	Eenheid	Toelichting	Standaard	Min	Max	Inspecteer- op baarheid	Impact op verbruik	Opmerking	Invoer	Vaste waarde
$\theta_{int;set};H;stc$	°C	Setpointtemperatuur H	20	18	23	goed	groot		x	
$\theta_{int;set};H;low;day$	°C	Gereducerde setpointtemperatuur dag	16	10	23	goed	redelijk	Logisch om ook mee te nemen, naast T;H	x	
$\theta_{int;set};H;low;wknd$	°C	Gereducerde setpointtemperatuur weekend	16	10	23	goed	klein	Logisch om ook mee te nemen, naast T;H Te bepalen via oppervlakte matig verwarmde ruimten	x	
$f_{mod};sp$	[-]	Aandeel onverwarmd	0,6	0,2	1	redelijk	groot	Moelijk te bepalen, NTA waarde aanhouden	x	0,8
$f_{mod};t$	[-]	Tijdsduur dat onverwarmd deel onverwarmd is	0,8			slecht	groot			
$H;H;int;spec$	W/m <sup>2</sup> K	Interne warmte-uitwisseling per m <sup>2</sup> gebruiksooppervlak	2			slecht	groot	Waarde zou lager moeten zijn dan NTA om verbruik naar beneden bij te stellen Benadrukken energiezuinig effect van nachhverlaging		1,5
$t;H;red;day$	h	Aantal uren gereducerde temperatuur per dag	10	0	20	goed	klein		x	
$t;H;red;wknd$	h	Aantal uren gereducerde temperatuur weekend	0	0	48	goed	klein	Meenemen als invoer om het energiezuinig effect van nachhverlaging te benadrukken	x	
Aantal personen		Aantal personen (invloed op tapwater en interne warmte).	3	1	10	goed	groot		x	
$Q_{w};nd;spec$ Woningen	kWh	Tapbehoefte per persoon	356	100	4000	goed	groot	Wellicht in kaart brengen met douche- en badgedrag	x	
Interne warmte Woningen	W	Interne warmte per persoon	180	50	800	goed	groot	Deels baseren op elektriciteitsverbruik	x	
Infiltratiecorrectie	[-]	Correctie over infiltratievoud	1	0,25	1	slecht	groot	Moelijk te bepalen. Waarde 0,5 uit fase 1 is inschatting experts. Er is geen nadere onderbouwing.		0,5
systemventilatiecorrectie	[-]	Correctie over systeemgerelateerde ventilatie	1	0,1	1	slecht	groot	Afh van systeemtype (A: 0,25, C: 0,5, D: 0,75). Waarde uit fase 1 is inschatting experts. Er is geen nadere onderbouwing.		0,25-0,75
spuiventilatiecorrectie	[-]	Correctie over spuiventilatie	1	0	1	slecht	klein			0,5
Toeslag buiten temperatuur	°C	Toeslag op T buiten	0	0	2	slecht	groot	Omgeving woning is niet die van het weerstation. Meestal hogere T door stedelijke omgeving (urban heat effect). Verhoging is inschatting van experts.		1
Correctiefactor zonnestraling		Correctie zon	1	0,75	1,25	slecht	groot	Effect van zon moet nog nader onderzocht worden		1
Toeslag Rc waarde	m <sup>2</sup> K/W	Toeslag op Rc waarde	0	0	0,2	slecht	groot	In deze factor zitten alle aspecten van warmteweerstand. Waarde is inschatting van experts. Zie ook onderzoek TU Delft.		0,15
Absorptiefactor dichte delen	[-]	Absorptiefactor	0,6	0,3	0,9	slecht	redelijk	Waarde uit NTA.		0,6

## MEMO



Aandeel onverwarmde ruimten verwarming	[-]	Aandeel onverwarmde ruimten	0,15	0	0,2	slecht	klein	Waarde uit norm is te conservatief. Waarde 0,1 uit fase 1 is inschatting van experts. Er is geen nadere onderbouwing.	0,1
Maximaal afgifteverlies verwarming	[-]	Fractie van behoefte	0,15	0	0,2	slecht	redelijk	Welk verlies wordt eigenlijk bedoeld in de norm? Waarde is inschatting van experts.	0,05
Fractie thermische bruggen	[-]	Fractie van forfaitaire toeslag	1	0	1	slecht	redelijk	Waarde is inschatting experts.	0,5 e.g.w, 1 m.g.w
Correctiefactor op toeslag doorvoeren door thermische schil	[W/K]	Factor waarmee toeslag wordt geschaald	1	0	1	slecht	klein	Toeslag uit norm is te conservatief. Waarde 0,5 uit fase 1 is inschatting van experts.	0,5
Correctiefactor Uraam en Udeur	[-]	Correctie op U-waarde	1	0,9	1,1	slecht	redelijk	In deze factor zitten alle aspecten van warmteweerstand. Waarde is inschatting van experts.	0,9
Correctie benuttingsfactor H	[-]	Correctie op benuttingsfactor	1			slecht	redelijk	Formule uit NTA behouden	1
b-factor aangrenzende onverwarmde ruimte	[-]	Reductie op transmissieverliezen	1	0,5	1	slecht	klein	Waarde 1 is te conservatief. Effect is alleen relevant bij woningen met AOR. Waarde is inschatting van experts.	0,7
Locatie voor specifieke weerddata	[-]								x
Koken op gas	[m3 Gas]							Vragen naar aanwezigheid	x

## **10. Bijlage III W/E adviseurs**



## Memo Aanbevelingen Maatwerkadvies Utiliteit

Project WE 30526 Validatie maatwerkadvies NTA8800<sup>1</sup>  
Aan Expertgroep Maatwerkadvies NTA8800  
Van Pieter Nuiten, Harry Hoiting (W/E adviseurs)  
Datum 21 december 2021

---

### 1 Inleiding

Deze memo beschrijft de aanbevelingen voor 1) het openstellen van parameters en 2) het aanpassen van de rekenmethodiek NTA 8800 voor utiliteitsgebouwen om deze beter aan te laten sluiten bij werkelijke energiegebruiken van utiliteitsgebouwen. EP-adviseurs kunnen daarmee een maatwerkadvies opstellen met een meer realistische inschatting van energiebesparingen.

De aanbevelingen zijn gedaan op basis van berekeningen die eerder in het project zijn uitgevoerd om het effect van bepaalde parameters op de berekende (deel)energiegebruiken inzichtelijk te maken. Het zijn typisch parameters die afhankelijk zijn van het gebruik van het gebouw en het buitenklimaat en waarvan bepaald is dat ze een significant effect hebben op het berekende energiegebruik.

De keuze voor de parameters die opengesteld of aanpasbaar zouden moeten zijn, volgt uit de gemeenschappelijke kennis van de partijen betrokken bij het maatwerkadvies. Er is geen gedetailleerde analyse uitgevoerd van alle parameters uit de NTA 8800. Wellicht zijn er nog andere parameters met een significante invloed die ook overschrijfbaar zouden moeten zijn voor de maatwerkadviseur.

Innax heeft parallel aan dit onderzoek een vergelijkbaar onderzoek uitgevoerd voor woningen.

### 2 Dataset

Uitgangspunt voor de berekeningen was de database met geregistreerde energielabels. In het kader van de Inijkingsstudie Energielabels Utiliteit is deze database omgezet naar het format van de Validatietool NTA 8800 (met diverse aannames voor ontbrekende gegevens). Voor deze studie is de database op vergelijkbare manier aangevuld met de labels die tot peildatum 31 december 2020 zijn geregistreerd, samen ongeveer 150.000 geregistreerde labels. Hiervan zijn er ruim 92.000 succesvol geconverteerd naar het format van de NTA 8800 validatietool en daarmee bruikbaar voor deze studie.

Het vele malen doorrekenen van deze hele database op zoek naar de geschikte parameters en variaties per parameter vraagt enorm veel rekentijd. Er is daarom besloten het onderzoek naar geschikte parameters en variaties uit te voeren met de eerste 395 kantoren, 395 winkels en 395 onderwijsgebouwen uit de onderzoekset.

Deze onderzoekset bevat alleen berekende energiegebruiken (zowel met ISSO 75.3 als met NTA 8800), maar geen werkelijke energiegebruiken. De database is dus niet zomaar te gebruiken voor de validatie van de rekenresultaten aan werkelijke energiegebruiken.

### 3 Parameters aanpasbaar maken voor Maatwerkadvies MWA

In NTA 8800 zijn veel parameters vastgezet op een voorgeschreven forfaitaire waarde. Vooral parameters die te maken hebben met gedrag van gebruikers/bewoners. Denk aan het aantal bewoners in een woning of de gebruikstijden van een kantoor. Voor een maatwerkadvies zijn dat parameters die een adviseur moeten kunnen aanpassen, mits voldoende nauwkeurig, betrouwbaar en reproduceerbaar vast te stellen. Naast dit soort invoerparameters zijn er nog

---

<sup>1</sup> In deze memo bedoelen we met 'NTA 8800' de versie NTA8800:2020+A1:2020 van december 2020, inclusief het Interpretatiedocument INT-V2 van augustus 2021



andere aannamen uit de NTA 8800 die gewijzigd zouden moeten kunnen worden voor een maatwerkadvies, zoals het buitenklimaat.

In een eerdere fase van het project is het effect van het aanpassen van een aantal parameters onderzocht met een aangepaste versie van de validatietool NTA8800 v1.50 waarin forfaitaire en standaardwaarden in de berekening op het invoerblad kunnen worden gewijzigd. De gewijzigde parameters zijn opgenomen in In Tabel 2 is nog een aantal parameters gegeven waarvan de projectgroep heeft aangegeven dat deze ook aangepast moeten kunnen worden, maar dan alleen voor onderzoeksdoeleinden en niet voor adviseurs van een MWA.

Tabel 1 (zie volgende pagina). De effecten van deze parameters zijn beschreven in de 'Memo Gevoeligheidsanalyse Maatwerkadvies Utiliteit' van W/E adviseurs, d.d. 13 augustus 2021.

Een aantal van de doorgerekende parameters is al invoer in NTA8800. Deze worden niet beschreven. In de onderstaande Tabel 1 zijn parameters aangegeven die nog niet in NTA8800 door de gebruiker te wijzigen zijn. Per parameter wordt aangegeven wat de huidige forfaitaire waarden zijn, wordt een indicatie gegeven van het effect op het energiegebruik en wordt een voorstel gedaan voor de mate van wijziging.

Dezelfde tabel is als bijlage opgenomen met aanvullende kolommen met de forfaitaire waarde per gebruiksfunctie.

In Tabel 2 is nog een aantal parameters gegeven waarvan de projectgroep heeft aangegeven dat deze ook aangepast moeten kunnen worden, maar dan alleen voor onderzoeksdoeleinden en niet voor adviseurs van een MWA.

*Tabel 1 Tabel met voorstel voor te wijzigen parameters door de adviseur.*





parameter	eenheid	toelichting	NTA par.	NTA tabel	voorstel begrenzing eigen waarde		Impact energie 0 (geen), 1, 2, 3 (groot)			opname 1 matig 2 redelijk 3 goed	commentaar	
					min	max	rv	koel	tap			licht
<b>setpoint temperatuur</b>												
$\theta_{int;set,H,etc}$	°C	Setpointtemperatuur thermisch geconditioneerde ruimtes	7.9.4.1	7.11	18	23	3	0	0	0	3	
$\theta_{int;set,H,low;day}$	°C	Gereduceerde setpointtemperatuur warmtebehoefteberekening bij nachtverlaging	7.9.5.1	7.12	10	23	2	0	0	0	3	
$\theta_{int;set,H,low;week}$	°C	Gereduceerde setpointtemperatuur warmtebehoefteberekening bij weekendverlaging	7.9.5.1	7.12	10	23	2	0	0	0	3	
$f_{mod;I}$ (Woningen)	[-]	Tijdfractie dat matig verwarmd deel op matig i.p.v. volledig comfortniveau is	7.9.4.2	-			3	0	0	0	2	ook bij utiliteit
$f_{mod;sp}$ (Woningen)	[-]	Ruimtelijke fractie matig verwarmd	7.9.4.2	-			3	0	0	0	2	ook bij utiliteit
$H_{R,int;spec}$ (Woningen)	W/m <sup>2</sup> K	Specifieke interne warmteoverdrachts-coëfficiënt per m <sup>2</sup> gebruiksooppervlak	7.9.4.2	-			1	0	0	0	1	ook bij utiliteit
$t_{H;red;day}$	h	Aantal uren nachtverlaging (tabel 7.13)	7.9.5.2	7.13			1	2	0	0	2	
$t_{H;red;wknd}$	h	Aantal uren weekendverlaging (tabel 7.13)	7.9.5.2	7.13			1	0	0	0	2	
<b>Ventilatie</b>												
$\theta_{int;set,C,etc}$	°C	Setpoint koelen	7.9.4.1	7.11			0	3	0	0	3	
Correctiefactor infiltratie	%	Factor schalen infiltratie	-	-			2	2	0	0	1	
Correctiefactor systeemgerelateerde ventilatie	%	Factor schalen systeemgerel. ventilatie	-	-			3	3	0	0	2	
<b>Interne warmte</b>												
$q_{0,p}$	W/m <sup>2</sup>	interne warmte personen	7.5.3.1	7.2			1	3	0	0	3	
$q_A$	W/m <sup>2</sup>	warmteproductie apparatuur	7.5.3.2	7.3			1	3	0	0	3	
$f_{r,usl}$	-	correctiefactor bezettingstijd	7.5.3.1	7.2			1	2	0	0	2	
<b>Verlichting</b>												
Branduren verlichting per jaar overdag	h	#NB	14.2.2	14.1			1	2	0	3	3	
Branduren verlichting per jaar 's nachts	h	#NB	14.2.2	14.1			1	2	0	3	3	
<b>Klimaat</b>												
$\theta_{e,avg;mi}$	°C	Maandgemiddelde buitentemperatuur.	17.2	17.1	-	-	3	3	0	0	2	Interpretatie lokaal weerstation +
$I_{sol;mi}$	W/m <sup>2</sup>	Maandgemiddelde opvallende zonnestraling	17.2	17.2	-	-	2	3	0	0	2	Interpretatie lokaal weerstation (omzetten)
<b>Warmtapwater</b>												
$Q_{W;nd;spec}$ Ubouw	kWh/m <sup>2</sup>	Specifieke warmtebehoefte tapwater	13.2.3.	13.1	1	20	0	0	3	0	2	

In de eerdere memo waarin de gevoeligheid van de NTA-resultaten voor wijzigingen in diverse (invoer)parameters is onderzocht, zijn nog enkele andere parameters aan bod gekomen. Deze zijn volledigheidshalve vermeld in Tabel 2. Bij het opstellen van rekenregels voor het maatwerkadvies kunnen deze parameters ook al opgenomen worden, zonder deze te wijzigen ten opzichte van de forfaitaire waarden. Toeslagen ( $\Delta R_c$ ,  $\alpha_{sol}$ ) staan dan op 0, correctiefactoren ( $\Delta U$ ,  $q_{v,eff}$ ) op 100%, verliezen niet beperkt.

Tabel 2 Tabel met voorstel voor overige te wijzigen parameters.

Parameter	eenheid	toelichting	NTA par.
$\Delta R_c$	m <sup>2</sup> K/W	Toeslag op de isolatiewaarde	8.2.2
$\Delta U$	W/m <sup>2</sup> K	Correctiefactor U-waarde raam en deur	8.2.2
$\alpha_{sol}$	-	Absorptiecoëfficiënt voor zonnestraling	7.6.3
$q_{v;eff,argl}$	m <sup>3</sup> /h	Toevoerluchtvolumestroom door spulventilatie	11.2.3.1
forfaitaire waarden $\psi_{sl}$ en $L_{sl}$ van distributieleidingen voor ruimteverwarming	W/mK, m	Maximaliseren forfaitaire waarden voor $\psi_{sl}$ en $L_{sl}$ van ongeïsoleerde distributieleidingen voor verwarming. Deze kunnen onrealistisch hoog worden.	9.4.2.1 9.4.3

4 Voorstellen aanpassen rekenmethodiek NTA 8800

In het parallelle onderzoek 'Werkelijk energiegebruik versus NTA8800 utiliteit' is door TNO en W/E adviseurs in samenwerking met CBS een verband gezocht tussen de berekende en de werkelijke energiegebruiken van utiliteitsgebouwen. Op moment van schrijven van deze memo



zijn er onvoldoende gegevens beschikbaar voor definitieve conclusies over de relatie tussen werkelijk en berekend energiegebruik, maar genoeg om eerste conclusies te trekken voor vervolgonderzoek.

#### Matig verwarmde ruimtes bij utiliteitsgebouwen

In de berekening van het energiegebruik voor ruimteverwarming van woningen worden matig verwarmde ruimtes meegenomen door de setpointtemperatuur in de berekening aan te passen. Bepalende factoren hiervoor zijn de ruimtelijke fractie van het matig verwarmde deel van de woning, de fractie in tijd dat het matig verwarmde deel op matig comfortniveau verwarmd wordt, de specifieke warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie en ventilatie, en de specifieke interne warmteoverdrachtscoëfficiënt per m<sup>2</sup> gebruiksooppervlakte.

Het effect van deze factoren is grosso modo: hoe slechter de energetische kwaliteit, hoe groter het aandeel matig verwarmde ruimtes en hoe langer deze ruimtes op matig comfortniveau worden verwarmd, hoe lager de setpointtemperatuur in de berekening (NTA8800, paragraaf 7.9.4.2, met verwijzingen naar onderbouwing in NEN-EN-ISO 52016-1:2017 en NPR-CEN-ISO/TR 52016-2:2017).

Voor de dimensieloze ruimtelijke fractie van het matig verwarmde deel van woningen ( $f_{mod,sp}$ ) wordt voor grondgebonden woningen de vaste waarde 0,6 aangehouden en voor woongebouwen de waarde 0,5. Voor de dimensieloze fractie in tijd waarin het matig verwarmde deel gemiddeld wordt verwarmd op matig comfortniveau in plaats van op volledig comfortniveau ( $f_{mod,t}$ ) wordt in de energieprestatieberekening van woningen de vaste waarde 0,8 aangehouden, dus 80% van de tijd matig verwarmd, 20% 'hoog' verwarmd)

De Innax-memo (project- en expertgroep Maatwerkadvies NTA8800, referentie: jb-17981, d.d. 7 juni 2021) laat zien dat beide parameters bij kleine afwijkingen al grote gevolgen hebben voor het berekende energiegebruik:  $\pm 0,1$  geeft bij 'slechte' woningen afwijkingen in de orde van 8% ( $f_{mod,sp}$ ) en ruim 4% ( $f_{mod,t}$ ).

Bij utiliteit ontbreekt deze temperatuurnivellering, terwijl ook bij utiliteitsgebouwen ruimtes op matig comfortniveau verwarmd kunnen worden (denk bv aan magazijnen van winkels of opslagruimte bij kantoren).

#### ADVIES matig verwarmde ruimtes utiliteit in MWA

Gebruik de rekenregels van paragraaf 7.9.4.2 over temperatuurnivellering binnen het gebouw niet alleen voor woningbouw, maar ook voor utiliteitsgebouwen.

De gegeven forfaitaire waarden voor de ruimtelijke fractie en de fractie in tijd zijn in NTA 8800 onafhankelijk van de energetische kwaliteit van het gebouw. Voor het MWA moeten deze zeker aangepast kunnen worden. Ook omdat die fracties wellicht veranderen bij het wijzigen van de energetische kwaliteit van een gebouw. In slecht geïsoleerde woningen zullen slaapkamers en zolderkamers bijvoorbeeld minder vaak gebruikt en een kleiner deel van de tijd verwarmd worden dan in goed geïsoleerde woningen, omdat de temperatuur in die ruimtes vanwege de goede energetische kwaliteit gemiddeld hoger zal zijn.

#### ADVIES forfaitaire waarden fracties $f_{mod,sp}$ en $f_{mod,t}$ in MWA

Het wijzigen van deze fracties heeft een groot effect op de setpointtemperatuur in de berekening en daarmee op het berekende energiegebruik voor ruimteverwarming.

Forfaitaire waarden voor  $f_{mod,sp}$  en  $f_{mod,t}$  zijn niet op voorhand beschikbaar, kies daarom voor waarden die overeenkomen met de huidige NTA 8800-berekening.

Onderzoek welke forfaitaire waarden beter passen bij het gemiddelde energiegebruik per gebruiksfunctie en eventueel afhankelijk van de energetische kwaliteit van het gebouw.

Aan te passen formules in NTA 8800:

- 7.9.1, Opmerking 1, tweede gedachtestreepje: schrappen "voor woonfuncties"
- 7.9.4.1, bepaling van  $\Delta\theta_{intaet;Halsni}$  ook voor utiliteit bepalen volgens 7.9.4.2
- 7.9.4.2:  $f_{mod,sp}$  forfaitair 0 voor utiliteit
- 7.9.4.2  $f_{mod,t}$  forfaitair 1 voor utiliteit





**Niet-continue verwarmen (bedrijfstijdonderbreking)**

Samenhangend met voorgaand punt is het niet-continue verwarmen (en koelen) van utiliteitsgebouwen. In NTA 8800 wordt rekening gehouden met nacht- en weekendverlaging van de setpointtemperatuur. Er wordt geen rekening gehouden met langere bedrijfsunderbreking (vakanties). Maar ook voor de kortdurende nacht- en weekendverlaging is het de vraag of de maandmethode uit de NTA voldoende nauwkeurig is. Hier zou in een later stadium nader naar gekeken kunnen worden. Analyses op basis van metingen met een korte tijdsresolutie (slimme meters) zouden hier bij kunnen helpen.

**Forfaitair warmteverlies distributieleidingen ruimteverwarming**

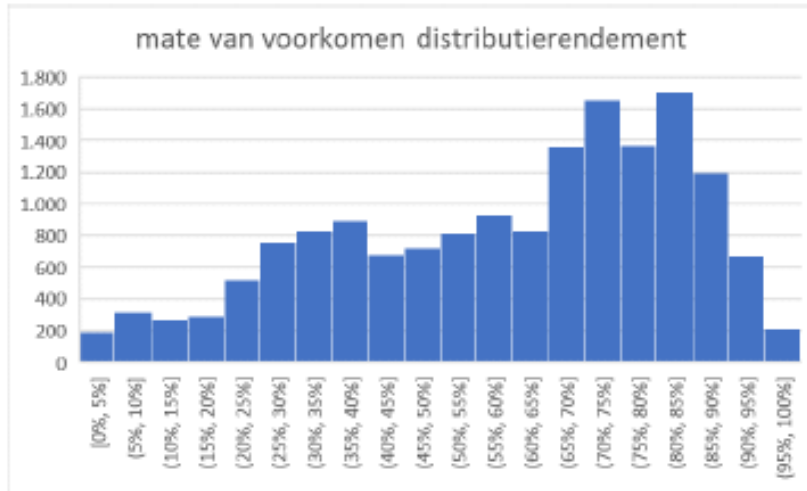
Voor een NTA 8800-berekening moeten gegevens worden ingevoerd over het distributiesysteem van ruimteverwarming. Als hiervoor overal 'onbekend' wordt ingevuld, (zoals in onze eerste memo is gedaan omdat hierover geen informatie beschikbaar is voor de utiliteitsgebouwen in de energielabeldatabase) wordt gerekend met een ongeïsoleerde leiding met leidinglengte  $0,64 \cdot A_g$  [m<sup>1</sup>] en (voor gebouwen > 500 m<sup>2</sup> A<sub>g</sub>) warmteverlies 3 W/mK (formules 9.36 en tabel 9.16 uit NTA 8800).

De berekende warmteafgifte van deze leiding is hoog en wordt vervolgens altijd onbegrensd meegenomen, onafhankelijk van de berekende warmtebehoefte van het gebouw. Daardoor is deze waarde soms zo hoog dat deze vele malen groter is dan de berekende warmtebehoefte. De warmteafgifte van de ongeïsoleerde leiding fungeert als warmteafgiftesysteem, maar wordt in de berekening verrekend als een grote interne warmtebron.

(Overigens: de term 'maximale leidinglengte' uit formule 9.37 / 10.27 NTA 8800 is in onze ogen verwarrend. Er wordt gesuggereerd dat er een maximum zit aan de lengte van het distributieleidingnet, maar het gaat om de maximale afstand tussen opwekker en het verst gelegen afgiftelelichaam. Deze maximale lengte wordt niet gebruikt voor het bepalen van de distributieverliezen maar voor het drukverschil in het leidingsysteem en het daardoor benodigde pompvermogen/hulpenergiegebruik).



**Figuur 1** Aantal keren dat een klasse van distributierendementen voorkomt in 16.195 variantberekeningen van kantoren (100% is geen verliezen).



**ADVIES forfaitair warmteverlies distributie ruimteverwarming:**  
Controleer de berekening van de forfaitaire distributieleiding voor ruimteverwarming en begrensd de warmteafgifte op een waarde die past bij de warmtebehoefte van het gebouw zonder de leidingverliezen.



## 11. Bijlage IV Data

$Q_{gem;zomer}$  = Totaal gemeten gasgebruik buiten het stookseizoen (mei tot en met september) minus het gasgebruik voor koken indien er een gasfornuis aanwezig is in de woning.

$t_{dag;zomer}$  = Aantal gemeten dagen buiten het stookseizoen

$Q_{gem;stookseizoen}$  = Totaal gemeten gasgebruik tijdens het stookseizoen (oktober-april) minus het gasgebruik voor koken indien er een gasfornuis aanwezig is in de woning.

$t_{dag;stookseizoen}$  = Aantal gemeten dagen gedurende het stookseizoen

$t_{gew;graadd}$  = Gewogen graaddagen gedurende de gemeten dagen van het stookseizoen

$t_{gew;NTA8800}$  = Gewogen graaddagen NTA8800 = 2614?

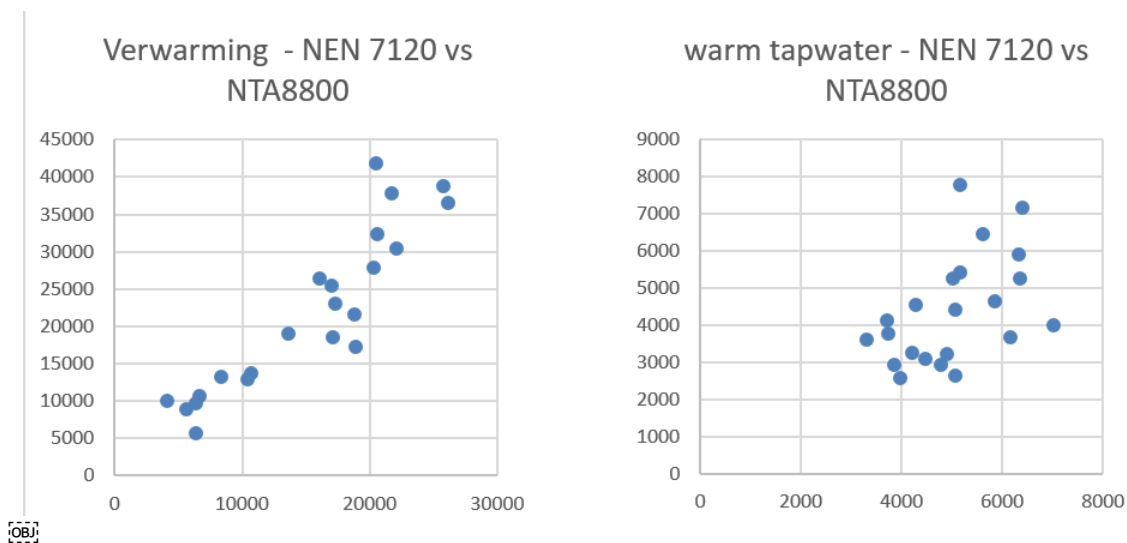
$Q_{tapwater}$  = jaarlijks energiegebruik voor tapwater gebaseerd op gemeten data

$Q_{verwarming}$  = jaarlijks energiegebruik voor verwarming gebaseerd op gemeten data

$$Q_{tapwater} = \frac{Q_{gem;zomer}}{t_{dag;zomer}} \cdot 365$$

$$Q_{verwarming} = \frac{Q_{gem;stookseizoen} - \left( \frac{Q_{tapwater}}{365} \cdot t_{dag;stookseizoen} \right)}{t_{gew;graadd}} \cdot t_{gew;NTA8800}$$

### NEN 7120 vs NTA8800





# Maatwerkadvies NTA8800

Parameter	Eenheid	Toelichting	Paragraaf	Tabel / formule	Woningen	Utiliteit	Invoer	Opname	Modelomschrijving	Gebruikersprofiel	Vaste waarde / default	Min	Max	Inspecteerbaarheid	Impact op verbruik	Opmerking
<b>Apdelgas</b>	[m <sup>3</sup> gas]		05.5.3	f.5.20	v	L	v	v	v	v	63					Vragen naar aanwezigheid van gasoestel woningbouw; Voorlopig voor utiliteit mogelijkheid tot vrije invoer
<b>fpraccp</b>	[W/K]	Correctiefactor op toeslag doorvoeren door thermische schil	07.3.3	f.7.17	v	v	-	-	v	-	0,5	0	1	slecht	klein	Toeslag uit norm is te conservatief. Waarde 0,5 uit fase 1 te inschatting van experts.
<b>qH/C;int;tot;p</b>	W	Interne warmte per persoon (door personen, apparatuur en verlichting)	07.5.2	f.7.21	+	-	v	v	v	v	180	50	800	goed	groot	Deels baseren op elektriciteitsverbruik
<b>N<sub>w</sub>;woon;zi</b>	-	Aantal personen per woonfunctie (in vloed op tapwater en interne warmte)	07.5.2.1	f.7.21	v	-	v	v	v	v		1	10	goed	groot	Toevoegen als variabele N <sub>w</sub>
<b>f;usi</b>	[-]	correctiefactor bezettingstijd	07.5.3.1	tabel 7.2	-	v	v	v	v	v	NTA	0	1	redelijk	redelijk	
<b>N<sub>w</sub>;usi</b>	-	Aantal personen per gebruiksfunctie (in vloed op tapwater en interne warmte)	07.5.3.1	f.7.26	-	+	v	v	v	v	-	1	∞	goed	groot	Toevoegen als variabele N <sub>w</sub>
<b>qoc;p;usi</b>	W	Interne warmteproductie per persoon per gebruiksfunctie	07.5.3.1	f.7.26	+	+	L	L	v	v	80	-	-	slecht	klein	Toevoegen met vaste waarde, in toekomst uitbreidbaar als invoer
<b>qA;usi</b>	W/m <sup>2</sup>	Interne warmteproductie door apparatuur	07.5.3.2	tabel 7.3	-	v	v	v	v	v	NTA	10	1000	goed	groot	
<b>α<sub>sol</sub></b>	[-]	Absorptiefactor	07.6.6.3	f.7.33	v	v	L	L	L	-	0,6	0,3	0,9	slecht	redelijk	Waarde uit NTA.
<b>θ<sub>int</sub>;set;C;stc</b>	°C	Setpointtemperatuur C	07.9.4.1	tabel 7.11	v	v	v	v	v	v	24	19	30	goed	groot	
<b>θ<sub>int</sub>;set;H;stc</b>	°C	Setpointtemperatuur H	07.9.4.1	tabel 7.11	v	v	v	v	v	v	20	15	25	goed	groot	
<b>f<sub>mod</sub>;sp</b>	[-]	Aandeel onverwarmd	07.9.4.2	-	v	+	v	v	v	v	0,5/0,6	0,2	1	redelijk	groot	Te bepalen via oppervlakte matig verwarmde ruimten
<b>f<sub>mod</sub>;dt</b>	[-]	Tijdsduur dat onverwarmd deel onverwarmd is	07.9.4.2	-	v	+	L	L	v	v	NTA	-	-	slecht	groot	Mogelijk te bepalen; NTA waarde aanhouden
<b>H<sub>h</sub>;int;spec</b>	W/m <sup>2</sup> K	Interne warmte uitwisseling per m <sup>2</sup> gebruiksooppervlak	07.9.4.2	-	v	+	-	-	v	-	1,5	-	-	slecht	groot	Waarde zou lager moeten zijn dan NTA om verbruik naar beneden bij te stellen
<b>θ<sub>int</sub>;set;H;low;day</b>	°C	Gereduceerde setpointtemperatuur dag	07.9.5.1	7.12	v	v	v	v	v	v	16	10	25	goed	redelijk	Logisch om ook mee te nemen, naast T <sub>H</sub>
<b>θ<sub>int</sub>;set;H;low;wknd</b>	°C	Gereduceerde setpointtemperatuur weekend	07.9.5.1	7.12	v	v	v	v	v	v	16	10	25	goed	klein	Logisch om ook mee te nemen, naast T <sub>H</sub>
<b>t<sub>H</sub>;red;day</b>	h	Aantal uren gereduceerde temperatuur per dag	07.9.5.2	7.13	v	v	v	v	v	v	10	0	20	goed	klein	Benadrukken energiezuinig effect van nachtverlaging
<b>t<sub>H</sub>;red;wknd</b>	h	Aantal uren gereduceerde temperatuur weekend	07.9.5.2	7.13	v	v	v	v	v	v	0	0	48	goed	klein	Meenemen als invoer om het energiezuinig effect van nachtverlaging te benadrukken
<b>f<sub>U</sub>;prac</b>	[-]	Fractie van forfaitaire toeslag	08.2.1	f.8.3	v	?	-	-	v	-	0,5 egw, 1 mgw	0	1	slecht	redelijk	Waarde is inschatting experts.
<b>ΔRc;prac</b>	[-]	Toeslag op de isolatiewaarde	08.2.2.1 (I,2)	f.1.1	v	v	-	-	v	-	0,15	-	-	slecht	groot	In deze factor zitten alle aspecten van warmteweerstand. Waarde is inschatting van experts. Zie ook onderzoek TU Delft.
<b>ΔU;prac</b>	[-]	Correctiefactor U-waarde raam en deur	08.2.2.3	f.8.14 / f.8.15	v	v	-	-	v	-	0,9	-	-	slecht	redelijk	In deze factor zitten alle aspecten van warmteweerstand. Waarde is inschatting van experts. Zie ook onderzoek TU Delft.
<b>b<sub>c</sub></b>	[-]	Reductiefactor op transmissieverliezen naar onverwarmde ruimte	08.4.1	f.8.52			-		v	-	0,7	0,5	1	slecht	klein	Waarde 1 is te conservatief. Effect is alleen relevant bij woningen met ADR. Waarde is inschatting van experts.
<b>fpraccvent;sys</b>	[-]	Correctie over systeemgerelateerde ventilatie	11.2.2	f.11.22	v	v	-	-	v	-	0,25-0,75	0,1	1	slecht	groot	Afh van systeemtype (A: 0,25, C: 0,5, D: 0,75). Waarde uit fase 1 is inschatting experts. Er is geen nadere onderbouwing.
<b>fpraccargl</b>	[-]	Correctie over spuiventilatie	11.2.3	f.11.68	v	v	-	-	v	-	0,5	0	1	slecht	klein	

# Maatwerkadvies NTA8800

<b>f<sub>prac,lea</sub></b>	[-]	Correctie over infiltratievoud	11.2.5	f11.85	v	v	-	L	L	-	0,5	0,25	1	slecht	groot	Moelijk te bepalen. Waarde 0,5 uit fase 1 is inschatting experts. Er is geen nadere onderbouwing.
<b>Q<sub>wind,spec</sub></b>	kWh	Tapbehoefte per persoon	13.2.3.1	-	v	toevoegen	v	v	v	v	546 (zie opm Pieter)	100	4000	goed/redelijk	groot	Wellicht in kaart brengen met douche- en badgedrag. Moelijk opvraagbaar
<b>t<sub>o</sub></b>	h	Maximale brandduur verlichting per jaar overdag	14.2.2	14.1	-	v	v	v	v	v	NTA	0	3650	goed	groot	
<b>t<sub>u</sub></b>	h	Maximale brandduur verlichting per jaar 's avonds/'s nachts	14.2.2	14.1	-	v	v	v	v	v	NTA	0	3650	goed	groot	
<b>f<sub>sol,m,loc</sub></b>	-	Correctie zon	17.2	17.2				-	L		1	0,75	1,25	slecht	groot	Effect van zon moet nog nader onderzocht worden
<b>Postcode</b>	[-]	Locatie voor specifieke weerdta (postcodegebied)	17.2	17.1 en 17.2	v	v	v	v	v	-	nvt	nvt	nvt	goed	redelijk	opname: postcode; weerstations toevoegen in software, eventueel correctie voor bebouwing.
<b>Δθ<sub>u,loc</sub></b>	°C	Toeslag op T buiten	17.2	toegevoegde formule f 17.1	v	v	v	v	v	-	1	0	2	redelijk/goed	groot	Omgeving woning is niet die van het weerstation. Meestal hogere T door stedelijke omgeving (urban heat effect). Verhoging is inschatting van experts.

## 13. Bijlage VI Memo INNAX aanvullende analyses

### MEMO



Aan : BZK, RVO  
 Datum : 13 juli 2022  
 Onderwerp : Berekeningen maatwerkadvies woningen  
 Referentie : jb-19974  
 Opgesteld door : Joris Berben  
 E-mailadres : [iberben@innax.nl](mailto:iberben@innax.nl)

#### 1 Inleiding

In de projectgroep Maatwerkadvies NTA8800 is een maatwerkadviesmethodiek ontwikkeld op basis van NTA8800. BZK heeft gevraagd om een aantal zaken nader uit te zoeken. Het gaat hierbij om:

- het effect van de individuele parameters op het verbruik;
- het besparingseffect van maatregelen.
- het gedrag van bewoners in WoON2018

In deze notitie worden deze zaken besproken.

#### 2 Effect van parameters

##### 2.1 Inleiding

In de nieuwe maatwerkadviesmethodiek zijn enkele parameters gewijzigd ten opzichte van NTA8800. Er zijn 2 soorten aanpassingen doorgevoerd:

- Er zijn parameters die ten opzichte van NTA8800 een andere, vaste waarde hebben gekregen.
- Er zijn parameters die invoer worden voor de gebruiker.

De eerste soort aanpassingen hebben te maken met parameters waarvan het vermoeden is dat deze in NTA8800 te conservatief waren opgesteld. De tweede soort aanpassingen hebben vooral met gedrag en klimaat te maken. Om een berekening op maat te kunnen maken, moeten deze parameters door de adviseur opgegeven kunnen worden.

In deze analyse is onderzocht wat het individuele effect is van alle parameters.

##### 2.2 Parameters

In onderstaand overzicht is opgenomen welke parameters een andere vaste waarde krijgen. De tweede tabel bevat een lijst met parameters die open gezet kunnen worden, wat de standaardwaarde is (uit NTA8800) en welke spreiding hiervoor is aangehouden. De waarde bij 'Min' is de waarde die leidt tot het laagste energiegebruik.

NB De spreiding is een inschatting. De werkelijke spreiding in de praktijk kan anders zijn.

Tabel 1: Parameters met een andere waarde dan in NTA8800

Parameter	Eenheid	Toelichting	Standaard	Nieuw MWA
H <sub>i</sub> H <sub>int</sub> ;spec	W/m <sup>2</sup> K	Interne warmte-uitwisseling per m <sup>2</sup> gebruiksoopp	2	1,5
Q <sub>c</sub> W <sub>nd</sub> ;spec Woningen	kWh	Tapbehoefte per persoon	856	545
Infiltratiecorrectie	[-]	Correctie over infiltratievoud	1	0,5
Systeemventilatiecorrectie	[-]	Correctie over systeemgerelateerde ventilatie	1	0,25 (A), 0,5 (C) 0,75 (D)
Spuiventilatiecorrectie	[-]	Correctie over spuiventilatie	1	0,5
Toeslag buitentemperatuur	°C	Toeslag op T buiten	0	1



## MEMO

Toeslag Rc waarde	m2K/W	Toeslag op Rc waarde	0	0,15
Aandeel onverwarmde ruimten verwarming	[-]	Aandeel onverwarmde ruimten	0,15	0,1
Maximaal afgifteverlies verwarming	[-]	Fractie van behoefte	0,15	0,05
Fractie thermische bruggen	[-]	Fractie van forfaitaire toeslag	1	0,5 (EGW) of 1 (MGW)
Toeslag doorvoeren door thermische schil	[W/K]	Toeslag (bij egw 3 verdiepingen)	5,4	2,7
Correctiefactor Uraam en Udeur	[-]	Correctie op U-waarde	1	0,9
b-factor aangrenzende onverwarmde ruimte	[-]	Reductie op transmissieverliezen	1	0,7

Tabel 2: Invoerparameters gedrag

Parameter	Eenheid	Toelichting	Standaard	Min	Max
$\theta_{int;set;H;stc}$	°C	Setpointtemperatuur H	20	19	21
$\theta_{int;set;H;low;day}$	°C	Gereduceerde setpointtemperatuur dag	16	14	18
$f_{mod;sp}$	[-]	Aandeel onverwarmd	0,6	0,7	0,5
$f_{mod;t}$	[-]	Tijdsduur dat onverwarmd deel onverwarmd is	0,8	0,9	0,7
$t_{H;red;day}$	h	Aantal uren gereduceerde temperatuur per dag	10	20	0
$t_{H;red;wknd}$	h	Aantal uren gereduceerde temperatuur weekend	0	20	0
Aantal personen (*)	[-]	Aantal personen	Afh van Ag	2	4
Interne warmte Woningen	W	Interne warmte per persoon	180	270	90

De variaties zijn los van elkaar doorgerekend. Bij sommige parameters zou er nog een extra onderlinge afhankelijkheid kunnen zijn (bv lagere setpointtemperatuur en langere tijdsduur gereduceerde setpoint). Dat is niet meegenomen bij deze berekeningen.

(\*) Aantal personen heeft invloed op tapwater en interne warmte. Dit zijn (voor het verbruik) tegengestelde effecten: meer personen leidt tot hoger tapwaterverbruik, en een lager verwarmingsverbruik.

De berekeningen zijn uitgevoerd aan een drie varianten van een tussenwoning (voorbeeldwoning 1946-1965 van RVO 2011: Ag=87 m2, Avelies=155 m2): een energetisch slechte, gemiddelde en goede woning. De kenmerken staan in onderstaande tabel.

Tabel 3: Woningkenmerken

Woningonderdeel	Waarde energetisch slecht	Waarde energetisch gemiddeld	Waarde energetisch goed
Vloer Rc (m2K/W)	0,15	1,3	3,5
Gevel Rc (m2K/W)	0,36	1,5	3,5
Dak Rc (m2K/W)	0,22	1,3	4
Uraam (W/m2K)	5,1	2,9	1,8
U deur (W/m2K)	3,4	3,4	2
Luchtdoorlatendheid (dm3/s.m2)	Forfaitair	Renovatiejaar 1980	Renovatiejaar 2010

MEMO



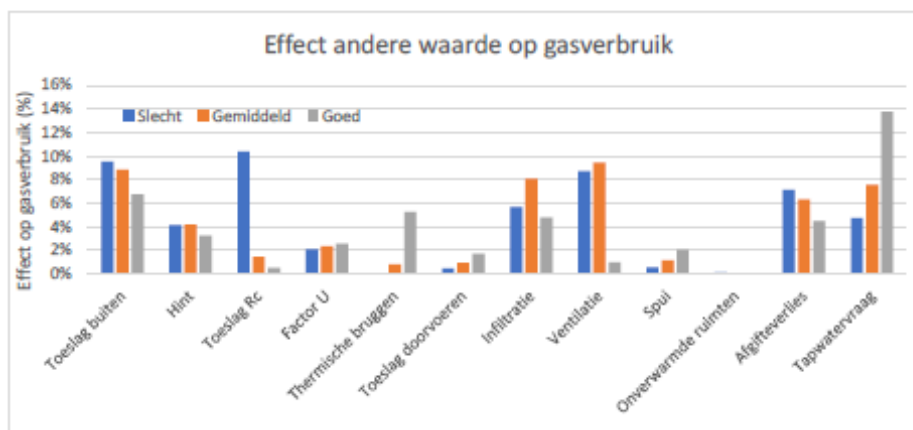
Ventilatiesysteem	A1 Natuurlijk	C1	D5b (CO2 gestuurd met WTW)
Verwarming/tapwater	VR combi	HR107 combi	HR107 combi

De berekeningen zijn uitgevoerd met de validatietool maatwerkadviesNTA8800 versie 19-1-2022.

2.3 Resultaten

Het gasverbruik berekend volgens NTA8800-conditions van de energetisch slechte woning is 3671 m3 gas, van de energetisch gemiddelde woning 1695 m3 gas en van de goede woning 933 m3 gas.

In onderstaande grafieken staat het procentuele verschil in gasverbruik van de verschillende varianten van de drie woningen. In alle gevallen wordt het verbruik lager. In de grafiek is dit met een positief getal weergegeven. In sommige gevallen is er een duidelijk verschil tussen de drie woningen.

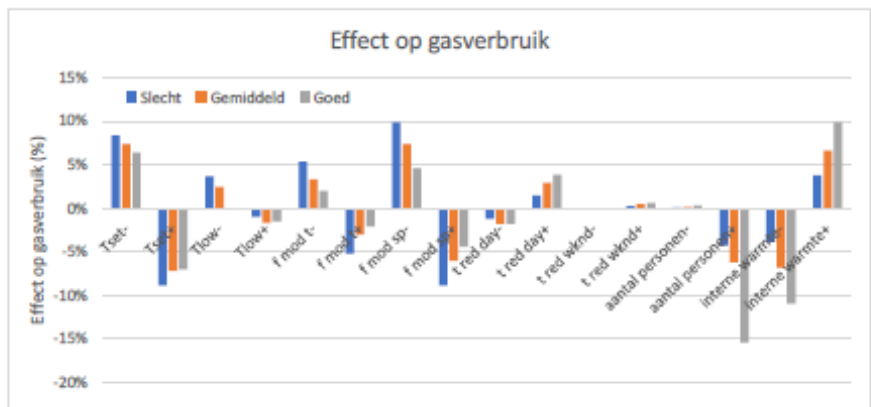


Figuur 1: Effect van andere, vaste parameters op het gasverbruik.

Alle aanpassingen samen leiden tot een effect van 46% (slechte woning) tot 41% (goede woning).

Onderstaande figuur toont het effect van de spreiding in gedrag. Per parameter is er een afwijking naar boven en naar beneden ten opzichte van de parameter die in NTA8800 wordt aangehouden. Een positieve afwijking betekent dat het energiegebruik lager wordt.

MEMO



Figuur 2: Effect van gedragsparameters op het gasverbruik.

### 3 Berekenende besparing van maatregelen

#### 3.1 Inleiding

Bij de ontwikkeling van het MWA is het berekende verbruik vergeleken met het werkelijk gemeten verbruik van de woningen uit WoON2018. Bij deze analyse is niet gekeken naar het besparingseffect van maatregelen. Om dit nader te onderzoeken is een aantal berekeningen uitgevoerd en deze zijn vergeleken met de berekening volgens het oude maatwerkadvies, uit ISSO 82.3. Deze methodiek werd ook gebruikt in de vorige versie van Verbeterjehuis.

#### 3.2 Berekeningen

Er is een aantal berekeningen uitgevoerd. De woning is een tussenwoning uit 1960. Het is een voorbeeldwoning van RVO uit de publicatie van 2022. Het gebruiksoppervlak is 97,87 m2 en het verliesoppervlak 143,4 m2. Het energielabel is D.

Onderstaande tabel bevat de energetische kenmerken van de huidige situatie en die van een maatregelpakket. Dit is het pakket waarmee de Standaard bereikt zou moeten kunnen worden. De maatregelen uit het pakket zijn ook afzonderlijk doorgerekend.

Tabel 4: woningkenmerken

Woningonderdeel	Waarde huidige situatie	Maatregel
Vloer Rc (m2K/W)	0,15	3,5
Gevel Rc (m2K/W)	0,36	1,7
Dak Rc (m2K/W)	0,72	3,5
U raam (W/m2K)	2,9	1,4
U deur (W/m2K)	3,4	1,4
Ventilatiesysteem	A1 Natuurlijk	C4b Mechanisch CO2 sturing

Er zijn berekeningen met de 'gewone' rekenmethodiek, en berekeningen waarbij het verbruik geschaald wordt met een factor op basis van het werkelijk gemeten verbruik. Hierbij wordt alleen het verbruik voor ruimteverwarming aangepast. Het verbruik voor warm tapwater is altijd conform de rekenmethodiek. Deze correctie wordt bij zowel het oude als het nieuwe MWA toegepast. Daarnaast worden ook de resultaten van de 'gewone' NTA8800 berekening vermeld.

## MEMO



Voor een realistische inschatting van het werkelijke verbruik zijn er 2 bronnen:

- CBS-gegevens (<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/83878ned>)
- WoON2018

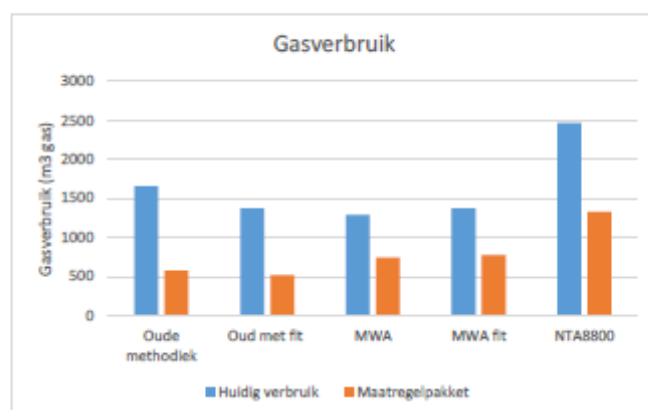
Beide bronnen komen voor deze tussenwoning uit op ongeveer 14 m<sup>3</sup> gas/m<sup>2</sup>, oftewel 1370 m<sup>3</sup> gas.

### 3.3 Resultaten

De onderstaande tabel bevat de resultaten van de berekeningen.

Tabel 5: Resultaten verbruik en besparing van pakket

		Oude methodiek VJH	Oud met fit	MWA	MWA fit	NTA8800
Huidig verbruik	m <sup>3</sup> gas	1655	1370	1289	1370	1370
Maatregelpakket	m <sup>3</sup> gas	574	516	744	773	773
Besparing	m <sup>3</sup> gas	1081	854	545	597	597

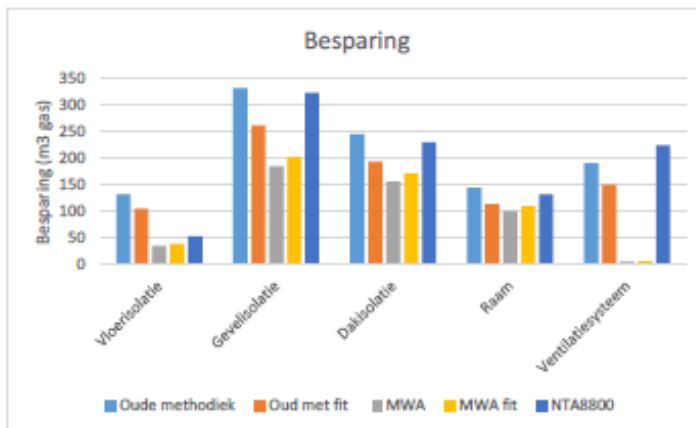


Figuur 3: Verbruik en besparing

Tabel 6: Resultaten besparing per maatregel

		Oude methodiek VJH	Oud met fit	MWA	MWA fit	NTA8800
Vloerisolatie	m <sup>3</sup> gas	133	105	36	39	53
Gevelisolatie	m <sup>3</sup> gas	332	262	185	202	323
Dakisolatie	m <sup>3</sup> gas	246	194	157	172	230
Raam	m <sup>3</sup> gas	145	115	100	110	132
Ventilatiesysteem	m <sup>3</sup> gas	191	151	6	6	225

MEMO



Figuur 4: Besparing per maatregel

Bij de resultaten valt een aantal zaken op:

- Het verbruik in de nieuwe MWA-methodiek is lager dan in de oude methodiek. Voor deze woning ligt het berekende verbruik veel dicht bij het werkelijke verbruik;
- De besparing met nieuwe methode is kleiner dan in de oude methodiek;
- De besparing van het aanpassen van het ventilatiesysteem is veel kleiner. Dat komt mede door de correctiefactor die afhangt van het hoofdtype van het ventilatiesysteem. Die is bij C-systemen hoger dan bij A-systemen.
- De besparing van vloerisolatie is veel kleiner. Dit is nader onderzocht door TU Delft. Zie 3.4.

### 3.4 Vloerverliezen

Uit de eerste berekeningen met de maatwerkadviesmethode bleek dat de transmissieverliezen door vloeren veel lager zijn dan de verliezen door andere constructies. Uit een analyse is gebleken dat er verschillende oorzaken voor zijn aan te wijzen:

- Bij de berekening van de transmissieverliezen vindt een temperatuurcorrectie plaats. Bij vloeren is deze anders is dan bij overige constructies. Bij vloeren wordt gecorrigeerd met een temperatuurfactor die gebaseerd is op het verschil tussen de binnentemperatuur en de jaargemiddelde buitentemperatuur. De verliezen door andere constructies worden gecorrigeerd met een factor die gebaseerd is op het verschil met de maandelijkse buitentemperatuur. Dat leidt ertoe dat vloerverliezen in het stookseizoen veel sterker gecorrigeerd worden dan andere verliezen. Dat leidt tot lagere verliezen, en dus ook lagere besparingen. Hiervoor is een aanpassing doorgevoerd in de berekeningsmethode van het maatwerkadvies: bij vloeren wordt de temperatuurcorrectie met de maandelijkse buitentemperatuur gedaan.
- Een tweede aanpassing is dat de overgangsweerstand aan buitenzijde gelijk moet zijn aan 0,04 m2K/W. Er werd echter met 0,17 m2K/W gerekend. In NTA8800 is dit onduidelijk beschreven en dit is verkeerd in de softwarepakketten ingebouwd.

Daarnaast zijn er andere verklaringen voor de lage besparing:

- Bij de vloeren wordt in de methodiek gerekend met de woninggemiddelde binnentemperatuur. Deze is (zeker bij slecht geïsoleerde woningen) laag, tot wel 15°C. Bij vloeren die vaak aan de woonkamer grenzen, is de 'echte' temperatuur meestal hoger. Als de temperatuur voor vloeren aangepast zou worden, dan zou het ook logisch zijn om de temperatuur bij daken te verlagen, omdat die juist vaak grenzen aan matig verwarmde ruimten. Dit moet nog nader onderzocht worden.
- De ventilatie van de kruipruimte is meestal hoger dan de aanname uit NTA8800. Dat leidt tot hogere besparingen. Het is echter lastig om nu een andere realistische waarde te bepalen.

## MEMO



- Bij de bepaling van  $H_{pi}$  en  $H_{pe}$  (de periodieke warmteverliescoëfficiënten door variatie van binnen- en buitentemperatuur) zouden de  $\psi$ -waarden ingerekend moeten worden. Dat gebeurt nu nog niet. Bij hogere waarden neemt de besparing toe.

De eerste 2 aanpassingen zijn doorgevoerd in de berekeningswijze van de maatwerkadviesmethode. Hiermee zijn de maatregelpakketten uit 3.2 doorgerekend. Door de gewijzigde methode neemt het verlies door de vloer en daarmee het verbruik toe (zowel in de huidige situatie als na maatregelen). De besparing van de maatregel vloerisolatie neemt toe tot 46 m<sup>3</sup> gas.

Voor de overige verklaringen zal in de nabije toekomst onderzocht moeten worden of, en zo ja hoe, deze in de methodiek verwerkt moeten worden.

Zie bijlage B voor een uitgebreidere analyse.

## 4 Gedrag van bewoners

### 4.1 Inleiding

Bij de discussie over besparingen van maatregelen wordt vaak gesproken van het rebound effect als oorzaak van een lagere besparing dan berekend. Onder het rebound effect wordt verstaan dat bewoners zich onzuiniger gedragen in een energiezuiniger woning. Dit is onderzocht in de dataset van WoON2018 op een aantal aspecten.

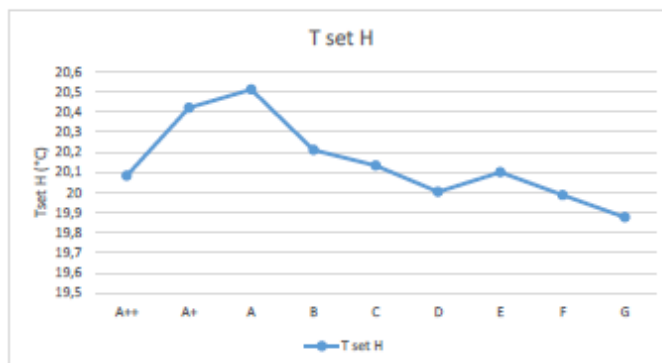
### 4.2 Analyse

De volgende parameters zijn geanalyseerd:

- Setpointtemperatuur in de woonkamer;
- Aandeel matig verwarmde zone;
- Tapwaterbehoefte.

#### 4.2.1 Setpointtemperatuur

Onderstaande grafiek toont de gemiddelde setpointtemperatuur als functie van het energielabel. Hierbij zijn alleen de woningen meegenomen waarbij de bewoner een setpointtemperatuur heeft opgegeven. Dit zijn 2650 woningen. Bij de bepaling van het energielabel zijn PV-panelen buiten beschouwing gelaten.



Figuur 5: Gemiddelde setpointtemperatuur

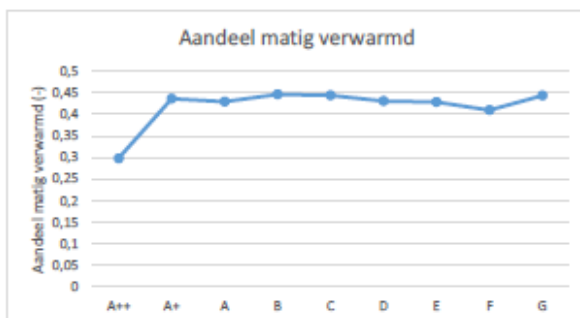
Uit de figuur blijkt dat de setpointtemperatuur bij de energetisch betere woningen hoger is dan bij de energetisch slechtere woningen. Het effect is niet erg groot. De spreiding in uitkomsten (niet zichtbaar in de grafiek) is echter wel erg groot.

**MEMO**



**4.2.2 Aandeel matig verwarmde zone**

Het aandeel van de matig verwarmde zone is bepaald volgens de methode in de bijlage. Het resultaat staat in onderstaande figuur als functie van het energielabel.

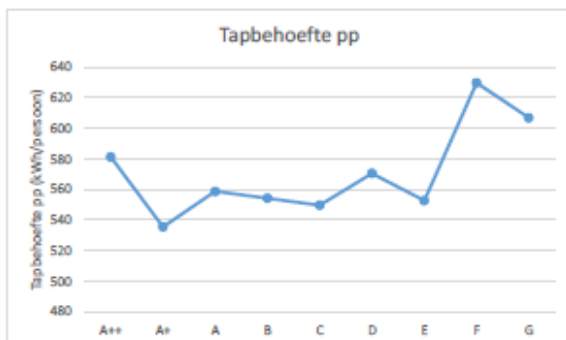


Figuur 6: Aandeel matig verwarmde zone

Er is geen effect te zien dat in een energetisch slechte woning een groter deel onverwarmd blijft.

**4.2.3 Tapwaterbehoefte**

De tapwaterbehoefte is bepaald conform het model in de bijlage.



Figuur 7: Tapwaterbehoefte

Uit de grafiek blijkt niet dat er een verband is tussen het energielabel en de tapbehoefte.

**4.3 Verbruik bij standaard gedrag**

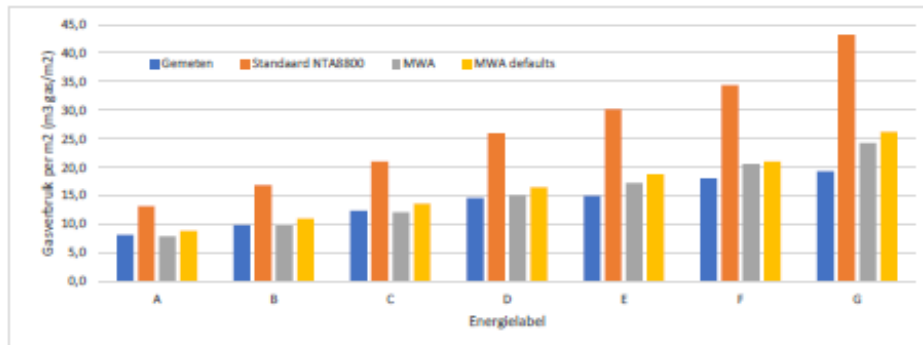
Om het effect van het gedrag te bepalen is de dataset van WoON2018 doorgerekend met 2 varianten:

- Een waarbij het gedrag zoveel mogelijk conform het door de gebruiker opgegeven gedrag is;
- Een waarbij het gedrag conform de defaultwaarden is.

Onderstaande grafiek toont het resulterende gasverbruik per energielabel.



MEMO



Figuur 8: Gasverbruik per m2 in WoON2018

De grijze kolommen tonen het verbruik bij het specifieke gedrag. De gele kolommen zijn het verbruik bij default gedrag. In onderstaande tabel staan de gemiddelde waarden van alle parameters die hierbij verschillend zijn.

Parameter	Specifiek gedrag	Default gedrag
$\theta_{int;set;H;stc}$ (°C) Setpointtemperatuur	20,1	20
$\theta_{int;set;H;low;day}$ (°C) Verlaagde setpointtemperatuur	15,8	16
$f_{mod;sp}$ (-) Ruimtelijke fractie matig verwarmd	0,47	0,6 (EGW) of 0,5 (MGW)
$t_{H;red;day}$ (h) Aantal uur verlaging per dag	11,1	10
Aantal personen	2,1	2,4
Correctiefactor systeemventilatie	0,39	1
Correctiefactor spuiventilatie	0,5	1
Tapwaterbehoefte per persoon (kWh)	560	545

Bij een aantal van de parameters is de defaultwaarde ongunstiger (leidt tot een hoger verbruik), maar bij enkele andere is defaultwaarde gunstiger. Gemiddeld genomen is het verbruik bij het defaultgedrag hoger. Uit de grafiek blijkt niet dat er een duidelijke trend is tussen verschillende labels. Hieruit valt dus niet af te leiden dat het werkelijke gedrag bij slechte energielabels zuiniger is dan bij de goede labels.

## 5 Bijlage A: modellen voor bepaling invoer

Hieronder zijn de modellen beschreven waarmee de informatie uit WoON2018 is omgezet naar invoer voor de rekentool.

### Model setpointtemperatuur en tijdsduur

In WoON2018 wordt gevraagd op welke temperatuur de thermostaat staat ingesteld op verschillende tijdstippen: 6-9, 9-12, 12-15, 15-18, 18-23 en 23-6 uur.

Hieruit is de hoge setpointtemperatuur afgeleid als hoogste waarde van deze tijdblokken. Deze moet liggen tussen 15 en 25°C.

De lage setpointtemperatuur is de laagste van de gerapporteerde waarden. Deze moet liggen tussen 10 en 25 °C.



## MEMO



De tijdsduur van laag setpoint is de som van de tijdblokken dat de ingestelde temperatuur lager is dan de hoge setpointtemperatuur (ook als deze niet aaneengesloten zijn).  
Als de setpointtemperaturen niet zijn opgegeven, dan wordt gerekend met de standaardwaarden (20 °C, 15 °C en 10 uur).

Met bovenstaande aanpak komt de gemiddelde waarde in WoON2018 uit op 20,1 °C, 15,2 °C en 11,1 uur.

### Model onverwarmd deel

In WoON2018 wordt gevraagd op de volgende manier gevraagd of ruimten verwarmd worden:

*Als in het stookseizoen de verwarming aanstaat in de woonkamer, wordt dan ook één of meer van de volgende ruimtes verwarmd? (1=altijd, 2=soms, 3=zelden, 4=nvt, 0=weiger): Keuken, Badkamer, eigen slaapkamer, andere slaapkamers, werkkamers?*

Hieruit is afgeleid wat het aandeel onverwarmd is. Hierbij is de volgende ruimtelijke verdeling aangenomen:

	Aantal bouwlagen woning			
	1 bouwlaag	2 bouwlagen	3 bouwlagen	4 bouwlagen
woonkamer	0,3	0,4	0,25	0,25
keuken	0,15	0,1	0,1	0,1
badkamer	0,1	0,1	0,1	0,1
slaap hoofd	0,15	0,1	0,1	0,1
slaap overig	0,2	0,2	0,25	0,25
werkkamer	0,1	0,1	0,2	0,2
Totaal	1	1	1	1

Een ruimte wordt als verwarmd beschouwd als het antwoord '1 altijd' is. In overige gevallen wordt de ruimte als onverwarmd beschouwd. Dit leidt dus tot een relatief groot aandeel onverwarmd.

### Model tapwatervraag per persoon

In WoON2018 wordt gevraagd om het aantal douches per week, de lengte van de douchebeurt en het aantal baden per week of maand. De lengte van de douchebeurt wordt ingedeeld in blokken van 5 minuten (<5, 5-10, 10-15, 15-20 en >20 minuten).

Het model voor de tapwaterbehoefte per persoon is:

$$Q_{tap} = (Q_{douche} + Q_{bad} + Q_{overig}) * N_{pers}$$

$$Q_{douche} = Aantal\_D * Lengte\_D * Aantal\_weken * debiet * rho * cp * dT$$

Aantal\_D is invoer. Bij onbekend 1 douche per persoon

Lengte\_D is invoer (midden van tijdblok). Bij onbekend is 7 minuten

Aantal weken=52

Debiet=6 liter/minuut

Rho\*cp=4,2 kJ/kgK

dT=40-10=30 °C

$$Q_{bad} = Aantal\_baden * Aantal\_weken * Volume\_bad * rho * cp * dT$$

## MEMO



Aantal\_baden= invoer. Bij onbekend 0 baden

Aantal\_weken=52

Volume\_bad=120 liter

$Q_{overig} = V_P \cdot \text{Aantal}_P \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta T \cdot 365$

$V_P = 10$  liter per persoon per dag

Aantal\_P= invoer

Als het berekende verbruik groter is dan 1500 kWh per persoon, dan wordt het afgekapd op 1500 kWh.

Met deze aanpak komt het gemiddelde verbruik in WoON2018 uit op 560 kWh. Het standaardverbruik is 856 kWh/persoon.

## 6 Bijlage B: Mogelijke verklaringen voor lage besparing vloerisolatie in MWA

Notitie Eric van den Ham – TU Delft

Voor vloerisolatie wordt een waarde van 2 à 4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> algemeen als reële besparing aangenomen. Daarbij wordt uitgegaan van een gemiddelde ruimtetemperatuur van 18 à 19 graden.

De transmissieverliezen via de begane grond berekend volgens bijlage D NTA8800 geven bij vloerisolatie een reductie te zien die omgerekend overeenkomt met een gasbesparing van circa 2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Het MWA gebruikt deze transmissieverliezen ook als input, maar door een aantal correctiefactoren komt de uiteindelijke besparing uit in de orde grootte van 0,5 – 0,8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.

Er zit dus ongeveer een factor 3 tussen de verwachte besparing op basis van de berekende transmissieverliezen en de berekende besparing volgens MWA.

De volgende mogelijke verklaringen zijn bij de nadere analyse naar boven gekomen:

1) Te zware correctiefactor voor verliezen via de begane grond

- De berekening van de transmissieverliezen per maand volgens NTA8800 bijlage D gebeurt met een binnentemperatuur die fluctueert tussen 18 graden in januari en 22 graden in juli.
- In formule 7.14 van NTA 8800 wordt het transmissieverlies gecorrigeerd voor de gecorrigeerde binnentemperatuur. Deze correctie is voor vloerverliezen anders dan voor overige transmissieverliezen en ventilatieverliezen.
- Voor ongeïsoleerde vloeren in combinatie met een lage gecorrigeerde binnentemperatuur worden de berekende transmissieverliezen te zwaar gecorrigeerd.

Voorbeeld bij een setpointtemperatuur van 20 graden en een gecorrigeerde binnentemperatuur van 15 graden:

Correctiefactor in januari volgens NTA/MWA berekening:  $(15-10.67)/(20-10.67) = 0,46$

- Deze correctiefactor is voor beganegronverliezen om een drietal redenen te laag:
  - o 1. De transmissieverliezen zijn ook afhankelijk van de gemiddelde maandtemperatuur buiten, het is dus beter om net als bij de overige verliezen te corrigeren op basis van de gemiddelde buitentemperatuur per maand in plaats van de gemiddelde jaartemperatuur.
  - o 2. Bij de berekening volgend NTA800 bijlage D wordt in de maand januari al gerekend met een binnentemperatuur van 18 graden ipv 20 graden.  
Als je met de twee bovenstaande effecten de correctiefactor in januari uitrekent kom je op:  $(15-2.61)/(18-2.61) = 0,80$ .
  - o 3. In het algemeen bevindt zich op de begane grond de zone die het meest verwarmd wordt, dus daar is de temperatuur hoger dan gemiddeld in de woning.  
Als je uitgaat van een twee graden hogere temperatuur op de begane grond komt de reductiefactor in januari uit op:  $(17-2.61)/(18-2.61) = 0,94$ .
- Met deze drie effecten komen de berekende vloerverliezen en ook de berekende besparingen een factor twee hoger uit dan in de oorspronkelijke berekening.

## MEMO



### 2) Onjuist uitgangspunt $R_{se}$

In de rekenmodellen is bij de berekeningen van de transmissieverliezen via de begane grondvloer een buitenovergangsweerstand  $R_{se}$  van 0,17 aangehouden, terwijl dit 0,04 moet zijn. Dit is gebaseerd op een onjuiste interpretatie van de rekenregels. Het staat correct in NTA8800.

Voor ongeïsoleerde vloeren heeft dit een significante invloed op de transmissieverliezen, die daardoor circa 10% toenemen.

Als dezelfde aanname is gedaan bij de berekening van  $U_{fi,8}$  werkt dit ook door in de berekende lineaire warmteverliescoëfficiënten  $\psi_g$  voor vloeren. Dit is iets dat nader onderzocht moet worden.

### 3) Berekening $H_{pi}$ en $H_{pe}$ NTA880 wijkt af van NEN-ISO 13370

In NEN-ISO 13370 staat onder C.2 waar  $\phi_{mi}$  wordt bepaald, dat bij de bepaling van  $H_{pe}$  en  $H_{pi}$  ook de randverliezen meegerekend moeten worden.

*$H_{pi}$  and  $H_{pe}$  include the effect of thermal bridging at the floor edge. If they are calculated without the effect of edge-related heat transfer, a term  $P\psi_g$  shall be added to each of them (see 5.2).*

Zo staat het nu niet in bijlage D NTA8800, maar  $P\psi_g$  moet dus eigenlijk nog bij  $H_{pi}$  en  $H_{pe}$  opgeteld worden. Daarmee wordt  $\phi_{mi}$  ook weer sterker afhankelijk van de fluctuaties in de buitentemperatuur.

Dit foutje is er waarschijnlijk al ingeslopen bij de implementatie van ISO13370 in NEN1068.

Als  $H_{pi}$  en  $H_{pe}$  conform ISO-13370 wordt berekend met gebruik van de forfaitaire lineaire transmissie verliezen  $\psi_g = 0,5$ , dan neemt de berekende besparing circa 10% toe.

### 4) Lage waarde kruipruimteventilatie

De aangehouden kruipruimteventilatie in NTA8800 is relatief laag in vergelijking met bijvoorbeeld SBR 4. Met name bij ongeïsoleerde vloeren heeft de kruipruimteventilatie een grote invloed. De berekende besparing kan daardoor 10 tot 30% toenemen.

### 5) $\psi_g$ afhankelijk van mate van vloerisolatie

In de meeste berekeningen wordt uitgegaan van een vaste forfaitaire waarde van 0,5 voor de lineaire doorgangscoefficient  $\psi_g$ . Deze waarde geldt dan zowel voor geïsoleerde als voor ongeïsoleerde vloeren. In werkelijkheid is  $\psi_g$  afhankelijk van de mate van vloerisolatie.

In hoeverre dit van invloed is op de berekende besparing door vloerisolatie moet nog nader onderzocht worden, mede in verband met het punt genoemd onder 2).

Het is mogelijk dat hier nog een extra besparing als gevolg van vloerisolatie uit voortvloeit.