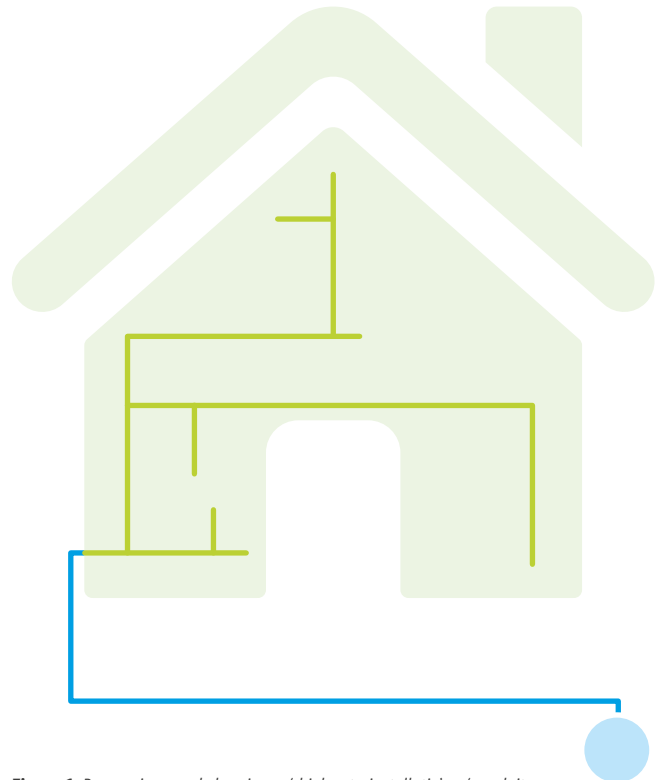


Auteurs Ir. A. (Andreas) Moerman, KWR; dr. ir. M. (Mirjam) Blokker, KWR/TU Delft; ir. F. (Frank) Oesterholt, KWR; dr. S.T. (Stefan) Mol, Waternet

Opwarming van drinkwater in de woninginstallatie

De kwaliteit van het drinkwater dat uit de kraan komt is mede afhankelijk van de drinkwaterinstallatie in de woning (hierna 'woninginstallatie'). Door ongewenste opwarming kan bacteriegroei gestimuleerd worden. Daarnaast leidt opwarming tot een hogere uitloging van metalen leidingen. Opwarming van drinkwater is deels een onvermijdbaar proces, bijvoorbeeld doordat een woning in de winter warmer is dan de omgeving. Wanneer er sprake is van warmtebronnen in de nabijheid van drinkwaterleidingen kan het drinkwater opwarmen tot boven de wettelijke eis van 25°C, bijvoorbeeld wanneer sprake is van een meterkast die niet aan de eisen van de NEN2768 voldoet.

Uit eerder onderzoek van TNO is gebleken dat meer dan de helft van de onderzochte woninginstallaties met een afleverset niet voldeed aan o.a. de eisen uit de NEN2768, waarbij drinkwatertemperaturen boven de wettelijke grens van 25 °C op zouden kunnen treden [1]. In 25% van de gevallen was sprake van regelmatige overschrijdingen van de drinkwatertemperatuur nabij de watermeter tot ruim boven de grens van 25 °C. De belangrijkste oorzaken hiervoor waren onvoldoende isolatie van bijvoorbeeld afleversets of warmteleidingen, onvoldoende ventilatie in de meterkast, ondeugdelijke aanleg van de woninginstallatie (stijgleidingen voor drinkwater en/of onjuiste plaatsing watermeter), ongewenste warmtebronnen in de meterkast en onvoldoende afstand tussen (ingestorte) leidingen voor warmte en drinkwater. Dergelijke afwijkingen werden geconstateerd in zowel oudere (voor 2000) als nieuwbouw woningen. Overigens bleek uit hetzelfde onderzoek ook dat er geen problemen met opwarming van drinkwater in de meterkast optreden wanneer men zich aan de regels uit de NEN2768 houdt. Uit recent onderzoek blijkt dat ook de aanwezigheid van elektrische apparatuur, in combinatie met bijvoorbeeld te weinig ventilatie, kan leiden tot te hoge temperaturen



Figuur 1: Begrenzing van de begrippen 'drinkwaterinstallatie' en 'aansluitleiding' in dit artikel. Wanneer de drinkwaterinstallatie zich in een woning bevindt is er sprake van een 'woninginstallatie'.

in de meterkast [2]. Vanwege de energietransitie en het belang van duurzame verwarming zullen er in de komende jaren veel meer huizen aangesloten worden op een warmtenet. Gegeven deze ontwikkeling en uitkomsten van eerder onderzoek is er een kans op toename van woninginstallaties waarbij sprake is van ongewenste opwarming van drinkwater. Dit zal met name het geval zijn bij renovatie van woningen met meterkasten die niet conform de huidige eisen van de NEN2768 aangelegd zijn, en waarbij bijvoorbeeld sprake is van stijgleidingen in de meterkast. In hoeverre dit een risico vormt voor de volksgezondheid hangt mede af van de bewoners en de wijze waarop de installatie gebruikt wordt (bijv. doorspoelen na stilstand).

In opdracht van Waternet heeft KWR onderzoek gedaan hoe drinkwater in de woninginstallatie opwarmt wanneer niet aan de eisen van de NEN2768 voldaan wordt en er sprake is van een hogetemperatuurwarmtenet. De aansluitleiding, die het drinkwaterleidingnet verbindt met de woninginstallatie, is in dit onderzoek ook meegenomen. De reden hiervoor is dat uit de praktijk blijkt dat aansluitleidingen voor stadsverwarming regelmatig dicht in de buurt liggen van aansluitleidingen voor drinkwater. Hierdoor kan het drinkwater in de aansluitleiding opwarmen.

Drinkwatertemperatuur van bron tot drinkwaterinstallatie

Drinkwater wordt geproduceerd met grondwater (dat het hele jaar door ongeveer 12°C is) of oppervlaktewater (dat in de zomer ca. 20°C is, en in de winter ca. 5°C). Vervolgens stroomt het drinkwater via het drinkwaterleidingnet en de aansluitleiding naar de drinkwaterinstallatie. Gedurende de verblijftijd in het leidingnet neemt het drinkwater gestaag de temperatuur van de omliggende bodem aan. In de grotere (transport)leidingen gaat dit proces langzaam, in de kleinere (distributie- een aansluit)leidingen verloopt dit proces sneller. Over het algemeen kan worden aangenomen dat het drinkwater dat aankomt bij de klant de bodemtemperatuur rondom de distributieleiding heeft aangenomen. Dit blijkt ook uit vergelijkingen tussen temperatuurmetingen aan de tap, voor zowel drinkwater gemaakt uit oppervlaktewater, als drinkwater gemaakt uit grondwater (figuur 2).

Drinkwatertemperatuur in de drinkwaterinstallatie en aansluitleiding

Na het transport komt het drinkwater in de aansluitleiding, en vervolgens, (meestal) via de meterkast bij het tappunt. Ook in de aansluitleiding en de woninginstallatie zal de temperatuur van het drinkwater veranderen. Deze leidingen hebben relatief kleine diameters. Dit leidt ertoe dat drinkwater bij stilstand in de aansluitleiding of woninginstallatie snel opwarmt. Ongewenste opwarming kan optreden gedurende verblijftijd in (a) de aansluitleiding, (b) de meterkast en (c) verderop in de installatie. Voorbeelden van oorzaken van ongewenste opwarming op deze drie locaties zijn:

- **Aansluitleiding:** te weinig afstand tussen aansluitleidingen voor drinkwater en stadsverwarming en/of te weinig isolatie van warmteleidingen.
- **Meterkast:** teveel warmte afgifte (>100 W) door afleverset en/of elektrische apparatuur, te weinig ventilatie, aanwezigheid

Figuur 2: Watervolumes uit drinkwaterinstallatie (waaronder leidingwerk in de meterkast) hebben na stilstand in de woninginstallatie verschillende temperaturen, die in het rekenvoorbeeld hoger liggen dan de temperatuur van het 'verse' water uit het drinkwaterleidingnet.



van stijgleidingen voor drinkwater, doorverwarming van een onderliggende verdieping (bij gestapelde bouw), etc.

- **Installatie na meterkast:** CV-leidingen en drinkwaterleidingen in eenzelfde leidingschacht.

De verandering van temperatuur op alle locaties in de woninginstallatie tezamen is een complex geheel. Door gebruik te maken van rekenmodellen voor warmteoverdracht [3] en watervraagsimulatie [4] kunnen nauwkeurig allerlei scenario's voor opwarming van drinkwater gesimuleerd worden.

De temperatuur van het drinkwater die gemeten wordt aan de tap is afhankelijk van de duur van de tapping. Wanneer de kraan opengedraaid wordt stromen achtereenvolgens de volgende volumes uit de kraan:

Uitgangspunten berekening

Voor het onderzoek in opdracht van Waternet is een standaard woninginstallatie (tussenwoning) beschouwd [5, 6]. De aansluitleiding voor drinkwater bevindt zich 0,25 m van de aansluitleiding voor warmte. De opwarming van de bodem rondom de aansluitleiding, als gevolg van aanwezigheid van een warmteleiding, is berekend middels een CFD-model. Hieruit volgt een bodemtemperatuur van 30°C rondom de aansluitleiding. De woning heeft een meterkast die niet voldoet aan de eisen van de NEN2768; zo is er sprake van een stijgleiding in de meterkast. Door aanwezigheid van een afleverset, elektrische apparatuur en beperkte ventilatie is de omgevingstemperatuur in de meterkast in de zomer gemiddeld 30°C. De omgevingstemperatuur in de rest van de woning is 20°C. Dezelfde berekeningen zijn ook uitgevoerd met een 'worst-case-scenario' waarbij de temperatuur in de meterkast en rondom de aansluitleiding oploopt tot boven de 30°C.

1. eerst het water uit de installatie; de inhoud van de installatie hangt af van de afstand tussen meterkast en het tappunt en de diameter van de leiding, en bedraagt ca. 2 liter;
2. dan het water uit de meterkast en aansluitleiding, met een gezamenlijke inhoud van ca. 4 liter;
3. en daarna het water uit de distributieleiding in de straat dat tijdens doorstroming beperkt opwarmt in de meterkast en de aansluitleiding, en enigszins opwarmt tijdens verdere doorstroming in de installatie.

Afhankelijk van de duur/volume van de tapping krijg je aan de kraan alleen 1, 1 en 2, of alle 3. Uit rekenvoorbeelden blijkt dat bij aanwezigheid van een warmtenet (parallele aansluiting en afgifteset in de meterkast) circa 25% van het totale waterverbruik aanzienlijk opwarmt in de meterkast en de aansluitleiding. Circa 10% van het totale waterverbruik warmt aanzienlijk op en stroomt daadwerkelijk met een hogere temperatuur

Een rekenvoorbeeld

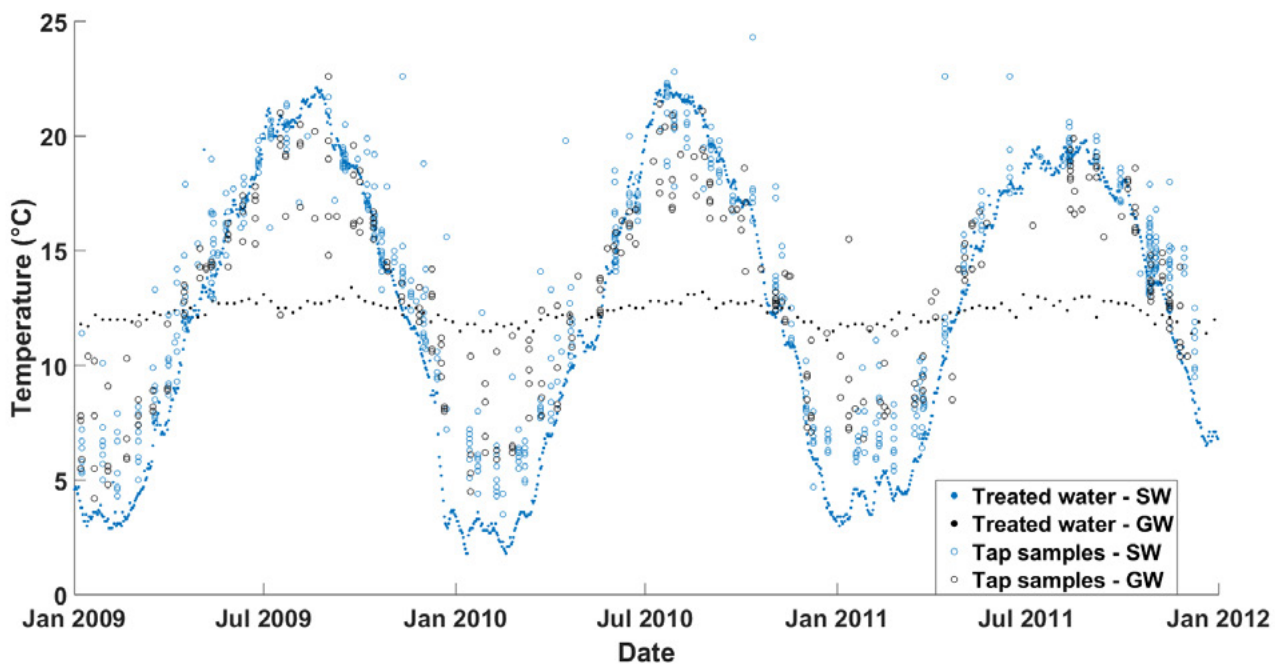
We gaan uit van een standaard woninginstallatie (hierna 'WI') voor een rijtjeshuis, met bijbehorende diameters en leidinglengten, bewoond door een gezin met vier bewoners. De aansluitleiding (hierna 'AL') ligt parallel aan een aansluitlus van een hogetemperatuurwarmtenet en in de meterkast (hierna 'MK') bevindt zich een afleverset. Door de lus en de afleverset stroomt continu water van hoge temperatuur (90°C) waardoor de grond rondom de AL en de lucht in de MK opwarmt. Hieronder worden drie voorbeelden (A, B en C) van drinkwatergebruik ('tapping') toegelicht om te komen tot een onderbouwing van het opgewarmde watervolume dat daadwerkelijk gemeten kan worden aan de kraan.

- A.** Bij een tapping van minder dan 2 liter (bijv. voor het tanden poetsen) komt alleen het water uit het tappunt dat door stilstand in de DWI opgewarmd is tot de luchttemperatuur in de woning. Door de tapping wordt het opgewarmde water uit de MK en de AL de DWI ingetrokken, en heeft de tijd om daar af te koelen tot de volgende tapping. Het water in de MK en AL wordt ververst, en heeft de tijd om op te warmen tot de volgende tapping. Dit betekent dat na iedere tapping dezelfde hoeveelheid water (0-2 liter) als die wordt getapt ook weer opwarmt in AL en MK. In een vierpersoonshuishouden zijn er ca. 25 van dit soort tappingen per dag. Dat komt neer op 25 tappingen van gemiddeld 1 liter, ofwel 25 liter totaal.
- B.** Bij een tapping tussen 2 en 6 liter (toiletspoelingen, inname door vaatwasser, en afwas bijvoorbeeld aan de keukenkraan) komt eerst het water uit de DWI uit het tappunt, gevolgd door het drinkwater uit de MK en de AL. De maximale temperatuur wordt

bepaald door het water uit de MK en de AL. De gemiddelde temperatuur is ongeveer gelijk aan het gemiddelde van de watertemperatuur uit MK en AL enerzijds en de DWI anderzijds. Het water in de MK en AL wordt ververst, en heeft de tijd om op te warmen tot de volgende tapping. Dit betekent dat na iedere tapping dezelfde hoeveelheid water als die wordt getapt tot maximaal 4 liter (dus 2-4 liter) ook weer opwarmt in MK en AL. In een vierpersoonshuishouden zijn er ca. 25 van dit soort tappingen per dag. Dat komt neer op 25 tappingen van gemiddeld 4 liter, ofwel 100 liter totaal, waarvan dan 25 maal 3,5 liter gemiddeld wordt opgewarmd.

- C.** Bij een tapping van meer dan 6 liter (douche en bad, ca. 50 tot 150 liter per keer) komt eerst het opgewarmde water uit de DWI, MK en de AL uit het tappunt. Vervolgens komt het grootste deel van de tapping uit het distributienet. De maximale temperatuur wordt bepaald door het water uit de MK en de AL. De gemiddelde temperatuur wordt vooral door de drinkwatertemperatuur in het distributienet bepaald. Het water uit het distributienet zal tijdens deze tapping beperkt opwarmen in de aansluiting, MK en DWI. Dit betekent dat na iedere tapping 4 liter water weer opwarmt in MK en AL. In een vierpersoonshuishouden zijn er 3 à 4 van dit soort tappingen per dag. Dat komt neer op 4 tappingen van gemiddeld 100 liter, ofwel 400 liter totaal, waarvan dan 4 maal 4 liter wordt opgewarmd.

In totaal wordt er $25 * 1 \text{ liter} + 25 * 4 \text{ liter} + 4 * 100 \text{ liter}$, dus 525 liter getapt. Wanneer elke tapping ten minste 20 minuten van elkaar zit zal $25 * 1 \text{ liter} + 25 * 3,5 \text{ liter} + 4 * 4 \text{ liter}$, oftewel ca. 129 liter worden opgewarmd. De hoeveelheid opgewarmd water die uit de kraan stroomt is ca. $25 * 0 \text{ liter} + 25 * (4-2) \text{ liter} + 4 * 4 \text{ liter}$, dus 66 liter, waarbij verondersteld wordt dat de hoeveelheid opgewarmd water in situatie A in de DWI weer is afgekoeld tot de woningtemperatuur (circa 20 graden). Dat betekent dat ca. 25% van het totale waterverbruik opwarmt in MK en AL, en ca. 10% van het totale waterverbruik met een hoge temperatuur uit de kraan stroomt.



uit de kraan [5]. Dit is verder toegelicht in het rekenvoorbeeld dat in dit artikel is weergegeven. Dit rekenvoorbeeld laat zien dat bij het meten van de temperatuur aan het tappunt een deel van de opwarming over het hoofd wordt gezien. Dit gaat om het deel dat na opwarming verderop in de woninginstallatie weer afkoelt. Metingen aan een tappunt zijn daarmee niet volledig representatief.

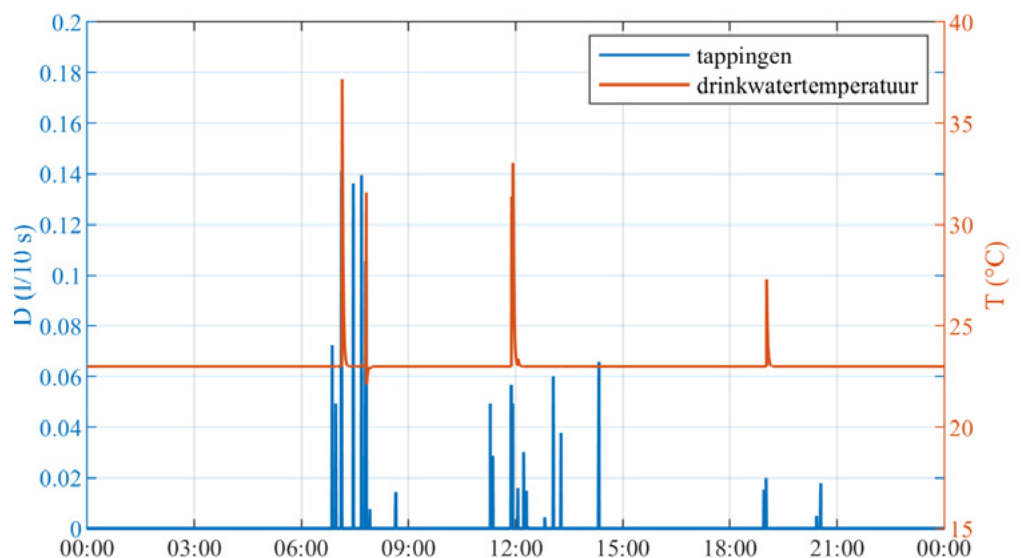
Monitoring en effecten van opwarming

Voor het monitoren van de drinkwaterkwaliteit worden door drinkwaterbedrijven op weekdays monsters genomen aan de tap van willekeurige gekozen adressen. Het Drinkwaterbesluit schrijft voor dat deze monsters na doorstroming genomen moeten worden. Dit leidt er automatisch toe

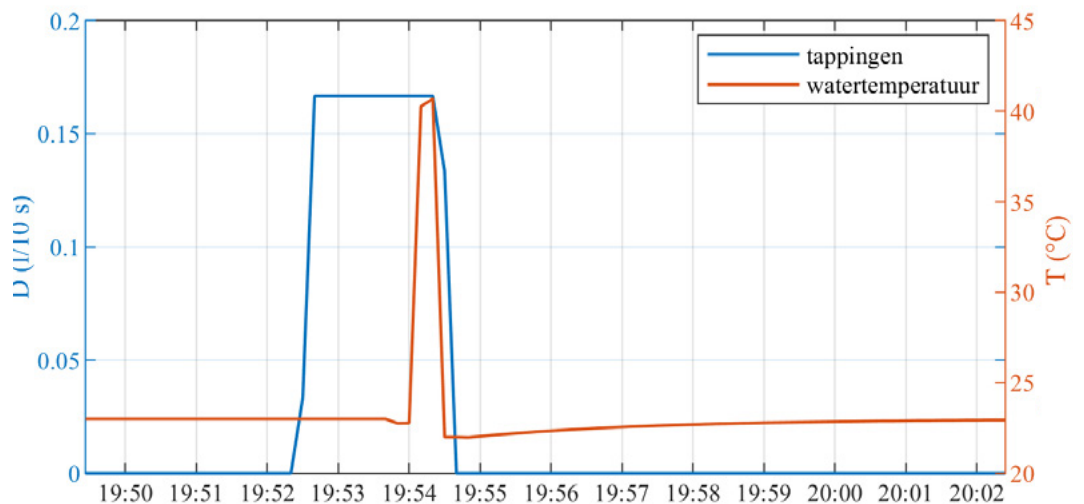
Figuur 3: Resultaat van temperatuurmetingen aan de tap gedurende een jaar ("Tap samples"). De ingekleurde punten ("Treated water") geven de brontemperatuur aan gedurende het jaar (GW = grondwater, SW = oppervlaktewater). Voor grondwaterbronnen is deze temperatuur redelijk constant, voor oppervlaktewaterbronnen fluctueert deze temperatuur met de seizoenen. De figuur laat goed zien dat de brontemperatuurverschillen bij de klant niet meer merkbaar zijn; de temperatuur van het water dat geleverd wordt aan de klant heeft de temperatuur van de bodem aangenomen.

dat eventuele afwijkingen in de waterkwaliteit vanwege een ondeugdelijke woninginstallatie niet gevonden worden. Omdat het in de lijn der verwachting ligt dat er in de toekomst meer overschrijdingen van de 25 °C grens

Figuur 4: Verbruik en temperatuur 'gemeten' aan de keukenkraan gedurende 24 uur in de gemiddelde woninginstallatie. De figuur laat zien dat de temperatuur van het water aan de keukenkraan het grootste gedeelte van de tijd gelijk is aan de omgevingstemperatuur. Tijdens tappingen worden pieken gemeten die het gevolg zijn van opwarming stroomopwaarts in de installatie.



Figuur 5: Detail uit 'gemeten' temperatuur bij de wasmachine gedurende de eerste inname van een wasprogramma. Te zien is dat er eerst water in de machine stroomt dat op kamertemperatuur is, daarna volgt een piek van opgewarmd water, waarna er water volgt van lagere temperatuur (zie ook figuur 3).



voor zullen komen (door klimaatverandering, verdere verstedelijking en toename van warmtenetten) is het van belang om een goed beeld te krijgen van de mogelijke effecten van deze overschrijdingen voor de volksgezondheid. Voor beoordeling van eventuele risico's voor de volksgezondheid is het van belang om niet alleen naar het drinkwater te kijken, maar ook naar de biofilm die van nature in leidingen aanwezig is. De werkelijke temperaturen rond aansluitleidingen, in de meterkast en in de installatie worden zelden gemeten. Daarnaast is nog veel onbekend over het effect van de temperatuur op biofilm en de uitwisseling met het drinkwater in de woninginstallatie.

Conclusies en aanbevelingen

KWR heeft onderzocht wat de effecten zijn van warmtebronnen op de temperatuur van het drinkwater in de aansluitleiding en de woninginstallatie. Hiervoor is een woning gemodelleerd die op verschillende punten niet voldoet. Uit praktijkonderzoek van TNO weten we dat dergelijke situaties met enige regelmaat voorkomen, met name in oudere woningen met slecht geïsoleerde afleversets. Gezien de huidige druk op de woningmarkt en de verwachte toename van het aantal woningen dat aangesloten wordt op stadsverwarming verwachten de auteurs dat in de toekomst meer overschrijdingen van de 25°C grens voor zullen komen. Drinkwaterleidingen

in woninginstallaties hebben kleine diameters, waardoor het drinkwater in de leidingen in korte tijd de omgevingstemperatuur aanneemt. Het onderzoek laat zien dat een substantieel deel van het verbruikte water op enig moment opwarmt boven de wettelijke eis van 25°C. Ca. 10% van het totale waterverbruik stroomt daadwerkelijk met een te hoge temperatuur uit de kraan. Dergelijke overschrijdingen worden op dit moment niet gemonitord, omdat bij monsternamen de temperatuur gemeten wordt ná doorstroming.

Naar aanleiding van de verscheidene onderzoeken die KWR uitgevoerd heeft naar de temperatuur van drinkwater pleiten de auteurs van dit artikel voor het volgende:

- Hernieuwde aandacht voor eisen uit bijvoorbeeld de NEN2768 om te voldoen aan de wettelijke 25°C grens voor drinkwater (NEN1006), met name bij verduurzaming van bestaande woningen waarbij meterkasten van een afleverset worden voorzien.
- Evaluatie van huidige indicatoren voor temperatuur en biologische waterkwaliteit aan de tap, incl. de wijze van monsternamen.
- Het formuleren van een handelingsperspectief bij overschrijdingen van de 25°C grens.
- Vaststelling van eisen voor afstanden tussen aansluitleidingen voor drinkwater en warmtelevering.
- Controle en handhaving op voldoende afstand tussen drinkwaterleidingen en warmtebronnen in bijvoorbeeld de meterkast en bij aansluitleidingen.
- Het beschouwen van het totale systeem van de drinkwaterinstallatie bij het toetsen van bijvoorbeeld effecten van opwarming [7].

Referenties

1. Van Wolferen, J., Opwarmen leidingwater in woningen t.g.v. stadsverwarming, Rapport nr. 2007-A-R0691/B, TNO, Apeldoorn
2. Van Wolferen, J., Warmteproducerende apparatuur in meterruimten Rapport nr. 2014-01, Van Wolferen Research, Apeldoorn
3. Blokker, E.J.M., A. Moerman, en C.M. Agudelo-Vera, Drinkwatertemperatuur, bedreigingen en kansen, in TVVL Magazine. 2017.
4. KWR, Simdeum. <https://www.kwrwater.nl/tools-producten/simdeum/>, bezocht op 25 juni 2020.
5. Hillebrand, B. en J.R.G. van Summeren, Modelling van de opwarming van drinkwater in drinkwaterinstallaties; onder invloed van warmtenetten, Rapport nr. KWR 2020.029, KWR, Nieuwegein
6. Moerman, A., et al., Opwarmen van drinkwater in woninginstallaties in TVVL Magazine. 2014.
7. Blokker, E.J.M., Innoveer gebouwinstallaties, maar toets ook het effect op het totale systeem. 2019, <https://www.kwrwater.nl/actueel/innoveer-gebouwinstallaties-maar-toets-ook-het-effect-op-het-totale-systeem/>