

Van Wolferen Research
Kooikersdreef 507
7328 BN Apeldoorn
T + 31 55 542 52 73
E hans.vanwolferen@hetnet.nl

**Mogelijkheden voor het verlagen van de vereiste temperatuur van
warm tapwater - onderzoek t.b.v. motie Van der Lee (34 902)
Rapport 2019-006**

Datum	Oktober 2019
Auteur	ir. J. van Wolferen
Opdrachtgever	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties Postbus 20011 2500 EA Den Haag
Projectnummer	073
Aantal pagina's	45
Aantal bijlagen	4

Alle rechten voorbehouden.

Het publiceren van het gehele rapport door de opdrachtgever is
zonder voorafgaande toestemming van VWR toegestaan.

© 2019 Van Wolferen *Research*

Samenvatting

In opdracht van Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties heeft Van Wolferen *Research* (VWR) de mogelijkheden onderzocht voor het verlagen van de vereiste temperatuur van warm tapwater in woninginstallaties zonder circulatiesysteem t.b.v. motie Van der Lee (34 902).

Legionellarisico

Momenteel geldt volgens NEN 1006 een eis van 55°C voor woninginstallaties voor warm tapwater zonder circulatie. Een verlaging van de vereiste temperatuur is mogelijk zonder legionellarisico, volgens de Regeling legionellapreventie, mits aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- Voorraadtoestellen en doorstroomtoestellen *die continu op temperatuur worden gehouden* dienen minimaal wekelijks thermisch te worden gedesinfecteerd door verhoging van de temperatuur in het gehele vat of de gehele warmtewisselaar gedurende een voorgeschreven standtijd.
- Doorstroomtoestellen *met afkoeling* met een waterinhoud van de warmtewisselaar (drinkwaterzijdig) kleiner dan één liter zijn toegestaan, zonder verdere beheersmaatregelen.
- De leidinginhoud tussen toestel en ieder afzonderlijk tappunt dient maximaal 1 liter te zijn.

Een verlaging van de vereiste temperatuur vereist dat in NEN 1006 de hierboven genoemde voorwaarden t.a.v. legionellaveiligheid worden vastgelegd.

Functionele eis

De eis van 55°C heeft ook functionele redenen (NEN 1006 noemt schoonmaak en vaatwas). Er zijn in het rapport verschillende technische mogelijkheden geschetst om aan de eis van 55°C te voldoen, zonder dat het hoofdtoestel op 55°C wordt bedreven.

Een verlaging van de vereiste temperatuur vereist dat in NEN 1006 wordt vastgelegd voor welke tappunten in een woning de eis van 55°C geldt. De eis zou beperkt kunnen worden tot het keukentappunt en een tappunt in de badkamer. Voor woningen met alle kamers gelijkvloers, zoals appartementen, kan wellicht worden volstaan met het keukentappunt.

Technische aspecten

Technische aspecten, zoals het functioneren van mengkranen, de grootte van voorraadvaten en/of warmtewisselaars, het dimensioneren van leidingen, de eventuele verandering van de wachttijd en eventuele verbrandingsrisico's vormen geen wezenlijke belemmering voor een lagere temperatuurinstelling van warm tapwater.

Wel is mogelijk aanvullende regelgeving in bijvoorbeeld NEN 1006 vereist m.b.t. het functioneren van mengkranen, de dimensionering voor verschillende temperatuurinstellingen en de eventuele aanpassing van de wachttijd.

Energiebesparing en kosten en baten

Voor de kosten-baten berekening wordt gebruik gemaakt van de terugverdientijd. Hierbij worden o.a. rente, inflatie en tariefveranderingen buiten beschouwing gelaten, wegens de lage rente en inflatie en de onvoorspelbaarheid van de energietarieven. Het resultaat geeft een indicatie van de kosten en baten voor de bewoner.

De energiebesparing en kosten en baten van een lagere temperatuurinstelling van warm tapwater zijn sterk afhankelijk van de installatievariant:

- Gasketels en ketels op biobrandstof zijn minder gevoelig voor de temperatuurinstelling voor warm tapwater. Voor ketels leidt een lagere temperatuureis naar verwachting tot een verbetering van het rendement voor warm tapwater met maximaal 2,5% punt.
- Bij toepassing van een individuele combiwarmtepomp met een elektrisch doorstroomtoestel met afstandsbediening (booster) is met beperkte maatregelen een besparing te realiseren tot 20% punt op het energiegebruik voor tapwaterverwarming, afhankelijk van de specifieke situatie.

De terugverdientijd bedraagt indicatief minimaal 7 - 10 jaar, waarbij deze in kleine woningen het hoogste is doordat dezelfde investering met een lager verbruik, en daarmee een kleinere besparing in euro's, moet worden terugverdiend.

- Voor een appartement met een gebruiksoppervlakte van 100 m² zien we geen besparing maar een toename van het energiegebruik bij het toepassen van twee toestellen (combiwarmtepomp en keukenboiler) in plaats van een toestel.
- Voor warmtenetten is een berekening minder eenvoudig te maken. Voor de warmteopwekkers, zoals STEG (stoom- en gasturbine) en warmtepompen, kan een rendementsverbetering worden behaald. In het distributiesysteem en de afgifteset treden zowel positieve als negatieve energie-effecten op.
Door de verschillende energietarieven is het maken van een terugverdientijd niet goed mogelijk.

Voor de energetische beoordeling van een individuele combiwarmtepomp met een elektrisch doorstroomtoestel met afstandsbediening dient in de NTA 8800 te worden vastgelegd hoe hoog het aandeel warmwatergebruik op hoge temperatuur is.

Tevens dient NTA 8800 wellicht te worden aangepast voor de volgende aspecten:

- De leidingverliezen, uitgedrukt in het afgifterendement, in samenhang met de eventuele aanpassing van de wachttijd.
- Het rendement van de tapwaterwarmtepomp, als functie van de temperatuurinstelling.
In de nieuwste versie van de NTA is dit in principe al mogelijk maar nog niet systematisch uitgewerkt.

Inhoud

Samenvatting	2
1 Inleiding.....	6
1.1 Opdracht	6
1.2 Achtergrond.....	6
1.3 Werkwijze	6
1.4 Leeswijzer	6
2 Woninginstallaties voor warm tapwater	7
3 Legionellapreventie	8
3.1 Inleiding.....	8
3.2 Eisen in NEN 1006.....	8
3.2.1 Inleiding.....	8
3.2.2 Algemene temperatuureis voor de tappunten	9
3.2.3 Specifieke bepaling voor temperatuur en standtijd voor voorraadtoestellen.....	9
3.2.4 Afwijkende temperatuureis voor de tappunten.....	9
3.3 Regeling legionellapreventie	10
3.3.1 Inleiding.....	10
3.4 Warmtapwaterbereiding	10
3.5 Warmwaterleidingnet	12
3.6 Tappunten	13
3.7 Conclusie	13
4 Functionele eis van 55°C.....	14
4.1 Tappunten en functionele eis	14
4.2 Technische mogelijkheden	14
4.3 Dimensionering elektrisch doorstroomtoestel (booster).....	15
5 Technische aspecten	16
5.1 Inleiding.....	16
5.2 Functioneren mengkranen	16
5.3 Grootte van voorraadvaten en warmtewisselaars	17
5.4 Dimensioneren en doorstroming leidingen	17
5.5 Wachtijd tappunt	18
5.6 Verbrandingsrisico	18
5.7 Douchewaterwarmteterugwinning	18
6 Energie en kosten-baten	19
6.1 Inleiding.....	19
6.2 Installatie- en woningvarianten	19
6.3 Beoordelingswijze energie	20
6.4 Beoordelingswijze kosten en besparingen.....	20
6.5 Individuele combiwarmtepomp met booster	20

6.6	Individuele combiwarmtepomp en keukenboiler	23
6.7	Warmtenet met afleverset met booster	24
7	Conclusies en aanbevelingen.....	25
8	Referenties.....	27
Bijlage 1.	Verslag bijeenkomst deskundigen op 16 juli 2019.....	29
Bijlage 2.	NEN 1006 Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties	32
Bijlage 3.	Regeling legionellapreventie in drinkwater en warm tapwater	34
Bijlage 4.	Gedetailleerde rekenresultaten energie en kosten.....	40

1 Inleiding

1.1 Opdracht

In opdracht van Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties heeft Van Wolferen *Research* (VWR) de mogelijkheden onderzocht voor het verlagen van de vereiste temperatuur van warm tapwater in woninginstallaties zonder circulatiesysteem t.b.v. motie Van der Lee.

1.2 Achtergrond

De tekst van de motie luidt:

“De Kamer, gehoord de beraadslaging, constaterende dat op dit moment wordt vereist dat warm tapwater op 55°C gehouden moet worden om legionellabesmetting te voorkomen; overwegende dat er andere manieren mogelijk zijn om legionellabesmetting te beheersen; overwegende dat deze eis tot suboptimale keuzes leidt bij duurzame warmteplannen voor wijken in steden; verzoekt de regering, de mogelijkheden te onderzoeken voor het verlagen van deze eis, zonder dat dit gevaar voor de volksgezondheid oplevert, en gaat over tot de orde van de dag.” [1]

In de motie wordt geconstateerd “dat op dit moment wordt vereist dat warm tapwater op 55°C gehouden moet worden om legionellabesmetting te voorkomen”.

Deze eis komt voort uit NEN 1006 “Algemene voorschriften voor Leidingwaterinstallaties” en geldt in het algemeen voor woninginstallaties zonder circulatiesysteem warm tapwater [2]. De relevante tekst uit NEN 1006 is opgenomen in bijlage 2.

Nu blijkt uit de toelichting bij NEN 1006 dat de primaire overweging voor de eis van 55°C is:

“...de temperatuur van het water geschikt moet zijn voor alle voorkomende huishoudelijke gebruiken waaronder die van schoonmaak en vaatwas (55°C).”

Dit betekent dat naast de Legionellapreventie deze functionele overweging in de beantwoording moet worden betrokken.

Daarnaast zijn er enige technische aspecten die aandacht verdienen bij een lagere temperatuurinstelling van warm tapwater, zoals:

- functioneren mengkranen;
- grootte van voorraadvaten en/of warmtewisselaars;
- dimensioneren en doorstroming leidingen;
- wachttijd tappunt;
- verbrandingsrisico.

De achterliggende vraag is in welke mate de huidige temperatuureis tot suboptimale keuzes leidt bij duurzame warmteplannen, hier opgevat als de vraag of een lager fossiel energiegebruik wordt bereikt voor de verschillende warmtapwatertoestellen en –systemen bij een lagere temperatuurinstelling.

Momenteel worden in dit verband vooral warmtepompsystemen en warmtenetten genoemd.

In samenhang hiermee is het de vraag wat de kosten en mogelijke besparingen zijn.

1.3 Werkwijze

Een eerste versie van dit rapport is besproken met een aantal deskundigen op het gebied van Legionellapreventie, leidingwaterinstallaties en warmteopwekkers. Het verslag hiervan is opgenomen in Bijlage 1. Naar aanleiding hiervan is het rapport aangepast en aangevuld.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden eerst enige voorbeelden van woninginstallaties gegeven.

In de hoofdstukken 3 tot en met 6 worden de hierboven genoemde onderwerpen behandeld.

Hoofdstuk 7 bevat conclusies en aanbevelingen.

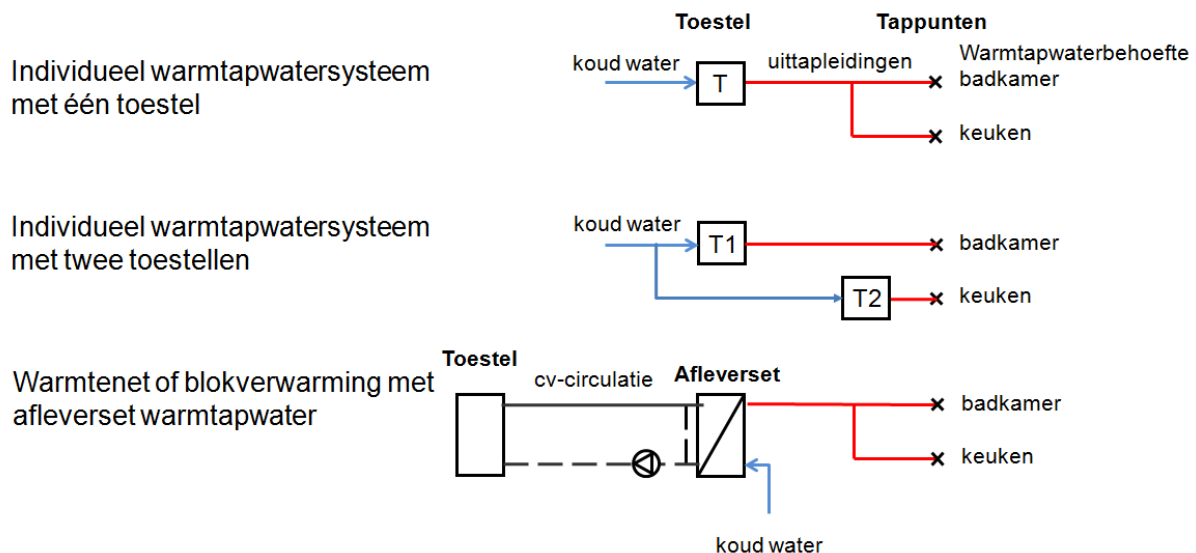
2 Woninginstallaties voor warm tapwater

Hieronder zijn enige voorbeelden van woninginstallaties zonder circulatiesysteem voor warm tapwater schematisch weergegeven. Het gemeenschappelijke kenmerk van deze installaties is dat de warmtapwaterbereiding in de woning plaatsvindt en dat het warme water direct naar de verschillende tappunten stroomt via uittapleidingen. Deze leidingen warmen op aan het begin van een tapping en koelen daarna weer af.

Het meest gangbaar zijn installaties met één opwekkingstoestel, meestal een combiketel. In nieuwbouw worden in toenemende mate combiwarmtepompen toegepast. In eengezinswoningen is de ketel of warmtepomp meestal op zolder geplaatst. Dit levert een wachttijd van ca. 10-15 sec op aan het keukentappunt.

Een variant hierop is de installatie met twee toestellen. Hierbij is in de keuken een tweede toestel geplaatst. Dit kan een keukengeiser zijn (boven het keukentappunt) of een elektrische keukenboiler of kokendwaterboiler (onder het aanrecht). Het voordeel hiervan is vooral de korte wachttijd.

Het alternatief voor het opwekkingstoestel is de afleverset. Dit is een warmtewisselaar voor de verwarming van tapwater door een centrale verwarmingsinstallatie of warmtenet, bedreven op 70/40 °C of hoger. Deze afleverset is in de regel in de meterkast geplaatst.



Figuur 1. Woninginstallaties voor warm tapwater

De volgende tappunten voor warm tapwater zijn gangbaar in woningen:

- wastafel en douche/badkraan in de badkamer;
- gootsteen in de keuken;
- wastafel(s) in slaapkamer(s).

3 Legionellapreventie

3.1 Inleiding

Voor het beoordelen van het legionellarisico bij verlaging van de vereiste temperatuur van warm tapwater in woninginstallaties wordt hieronder eerst NEN 1006 [1] besproken.

Daarna wordt bezien wat de mogelijkheden zijn op basis van de risicofactoren conform de Regeling Legionellapreventie in drinkwater en warm tapwater [3] en de uitwerking hiervan in ISSO 55.1 – Handleiding Legionellapreventie in leidingwater [4].

Hierbij moet worden vermeld dat de regeling Legionellapreventie en ISSO 55.1 bedoeld zijn voor collectieve installaties met een hoger risico, zoals installaties in ziekenhuizen, zorginstelling en hotels. Het betreft dus de scherpste eis die voor het onderhavige onderzoek als uitgangspunt wordt gebruikt. Als hieraan wordt voldaan en een lagere temperatuureis mogelijk blijkt dan kan worden gesteld dat geen concessie aan de legionellaveiligheid van de woninginstallatie wordt gedaan.

Zoals bekend komt het voor dat ook in woningen mensen verblijven die soms (kortstondig) tot de hoogste risicogroep behoren, bijvoorbeeld door een verzwakte afweer door chemotherapie. Het toepassen van deze scherpe eis is in die zin op zijn plaats.

De regeling Legionellapreventie richt zich primair op thermische maatregelen. Daarnaast zijn de volgende alternatieve technieken beschikbaar:

- Andere fysische technieken, zoals UV of filters bij douches.
Het betreft hier de toepassing op een gebruikspunt waar aerosolvorming kan optreden; in de rest van de installatie kan biofilm en legionella hechting en groei optreden. Het goed functioneren van deze technieken dient dus gewaarborgd te zijn voor de gehele levensduur van de installatie. Deze technieken vereisen beheersmaatregelen die door de bewoner worden uitgevoerd, zoals het vervangen van een UV-lamp of douchekopfilter.
Dat laatste lijkt lastig te garanderen, bijvoorbeeld omdat na een verhuizing nieuwe bewoners onkundig kunnen zijn van de vereiste beheersmaatregelen of een andere douchekop zonder filter monteren. Bij stroomuitval zal de UV-lamp niet actief zijn.
Fysische technieken worden tot nu toe incidenteel en kortdurend in woningen toegepast als tijdelijke maatregel in een situatie waarin Legionella is geconstateerd, in afwachting van structurele maatregelen.
- Fotochemisch beheer (UV-licht in combinatie met titaniumoxide)
Het betreft hier de toepassing als poortwachter. De methode vereist beheersmaatregelen en is een minder voor de hand liggende methode in woningen.
- Elektrochemisch en chemisch beheer
Deze methoden zijn niet toegestaan in woningen.

De toepassing van alternatieve technieken lijkt minder voor de hand liggend maar kan niet op voorhand worden uitgesloten. Hieronder is de mogelijkheid van thermische maatregelen uitgewerkt.

3.2 Eisen in NEN 1006

3.2.1 Inleiding

NEN 1006 bevat de huidige regelgeving voor o.a. woninginstallaties.

Hieronder zijn de belangrijkste aspecten t.a.v. de temperatuureisen weergegeven met citaten uit de normtekst (citaten in grijs veld). Een ruimere selectie is opgenomen in Bijlage 2.

Een van de doelstellingen is de legionellaveiligheid van de installatie.

1. Doelstelling en grondslagen

1.1 Onderwerp en toepassingsgebied

(...)

Van belang is dat in een installatie geen situatie ontstaat waarin bacteriologische nagroei (o.a. Legionellabacteriën) kan plaatsvinden. De eisen in de norm richten zich op een installatie waarbij thermisch beheer wordt toegepast ter voorkoming van bacteriologische nagroei en voor afdoding van eventueel aanwezige bacteriën.

3.2.2 Algemene temperatuureis voor de tappunten

NEN 1006 geeft de algemene eis van 55°C aan de tappunten.

Voor woninginstallaties zonder warmwater-circulatiesysteem (en zonder centraalthermostaat¹) wordt een temperatuur van 55 °C aan het tappunt als legionellaveilig beschouwd.

4.4.2 Temperatuurregeling en temperatuurinstelling

4.4.2.1 De temperatuur aan het mengtoestel of aan het tappunt in een woninginstallatie zonder circulatie moet bij gebruik conform de ontwerpcondities ten minste 55 °C zijn. Voor de bepalingsmethode, zie 5.2.4.2 en 5.2.4.3.

3.2.3 Specifieke bepaling voor temperatuur en standtijd voor voorraadtoestellen

NEN 1006 geeft een eis ter bescherming tegen “bacteriologische nagroei” (waaronder Legionella) in voorraadtoestellen.

4.4.2.4

Voor warmtapwatervoorraadtoestellen gelden eisen voor de temperatuur in relatie tot de standtijd. Als in een warmtapwatervoorraadtoestel niet continu op alle plaatsen een temperatuur van ten minste 60 °C) heerst, dan moet deze ter voorkoming van bacteriologische nagroei minimaal wekelijks thermisch worden gedesinfecteerd volgens tabel 4.

^{*)} 55 °C voor een warmtapwatervoorraadtoestel in een woninginstallatie zonder circulatiesysteem.

Tabel 4 — Richtlijnen preventieve thermische desinfectie

Temperatuur overal in het voorraadtoestel	Minimale standtijd t.b.v. wekelijkse preventieve thermische desinfectie
60 °C	20 min
65 °C	10 min
70 °C	5 min

3.2.4 Afwijkende temperatuureis voor de tappunten

Aanvullingsblad A1 van NEN 1006 bevat een afwijkende bepaling voor compacte installaties waar geen tapwater op hoge temperatuur vereist is.

[A1]>4.4.2.7

De temperatuur aan het tappunt in een installatie met uittapleidingen mag, in afwijking van 4.4.2.1 en 4.4.2.2, bij gebruik conform de ontwerpcondities, lager zijn, indien aan de volgende voorwaarden wordt voldaan¹⁾:

- de warmtapwaterbereider is een geiser zonder interne voorraad warmtapwater in de bereider;
- de inhoud vanaf deze geiser tot en met het verst gelegen tappunt bedraagt maximaal 1 l;
- de geiser bedient ten hoogste één ruimte, of meer ruimten mits die bestemd zijn voor dezelfde gebruiker.
- het tappunt wordt voor persoonlijke hygiëne gebruikt.

VOORBEELD: Een badkamer in een zorgappartement of een hotelkamer.<A1]

¹⁾ Daarnaast moet worden voldaan aan alle eisen die in de norm worden gesteld.

¹ Met een centraalthermostaat wordt het tapwater op een centraal punt op een (lagere) temperatuur gemengd/geregeld t.b.v. 2 of meer achterliggende tappunten, bv douches. Wordt vooral in sportcomplexen gebruikt; in woningen zelden.

3.3 Regeling legionellapreventie

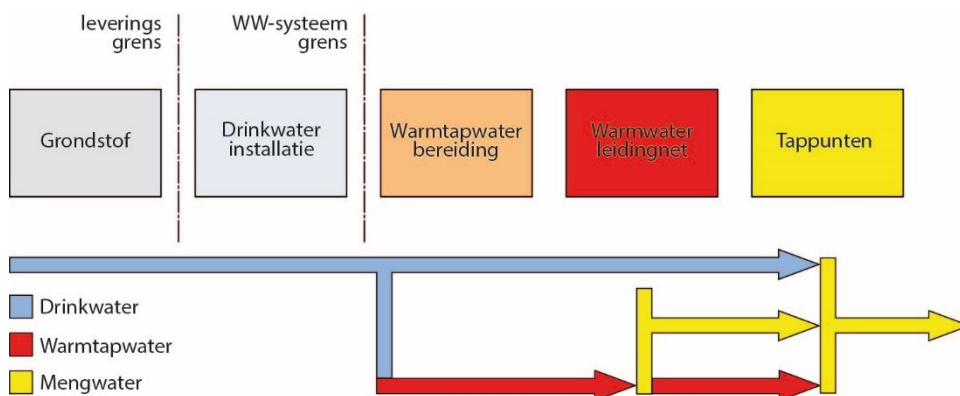
3.3.1 Inleiding

Het doel van de Regeling legionellapreventie is dat wordt voldaan aan de kwaliteitseis dat het water op het *punt van aflevering* minder dan 100 kve legionellabacteriën per liter bevat. Dit ligt vast in artikel 36 van het Drinkwaterbesluit.

De Regeling legionellapreventie bevat o.a. voorschriften en criteria voor het uitvoeren van een legionella-risicoanalyse (tekst opgenomen in Bijlage 3).

De legionella-risicoanalyse wordt uitgevoerd per installatiefunctie, waarbij voor iedere functie het risico neutraal of positief dient te zijn. Een neutraal of positief risico kan worden bereikt met installatie- en/of beheersmaatregelen.

In onderstaande figuur zijn de installatiefuncties weergegeven.



Figuur 2. Hoofdfuncties t.b.v. uitgebreide risicoanalyse

De verlaging van de vereiste temperatuur van warm tapwater heeft alleen betrekking op de installatiefunctie warmtapwaterbereiding, warmwaterleidingnet en tappunten. Hieronder wordt voor deze drie functies de risicoanalyse gemaakt.

3.4 Warmtapwaterbereiding

Voor warmtapwaterbereiding worden twee toesteltypen toegepast:

- Voorraadtoestellen
 - Doorstroomtoestellen
- dit betreft voornamelijk warmtewisselaars in afleversets

Voorraadtoestellen

Voor voorraadtoestellen is de risicokwalificatie positief, indien het gehele vat op een temperatuur boven 55°C wordt gehouden. Tijdens een tapping kan niet aan deze eis worden voldaan omdat dan koud water wordt ingenomen; de eis geldt voor de situatie waarin het vat op temperatuur is gebracht. Een aandachtspunt bij voorraadvaten is de temperatuur aan de bodem van het vat; de constructie van sommige vaten is zodanig dat er de temperatuur aan de bodem lager is dan bij de thermostaat/temperatuuropnehmer.

Bij een temperatuur tussen 50 en 55°C is de risicokwalificatie neutraal; daaronder negatief (zie tabel 1). In die situaties dient het vat minimaal wekelijks thermisch te worden gedesinfecteerd door verhoging van de temperatuur in het gehele vat gedurende een voorgeschreven standtijd. De onder 3.2.3. aangehaalde tabel 4 uit NEN 1006 geeft hiervoor de richtlijnen en is in overeenstemming met de Regeling Legionellapreventie. Deze beheersmaatregel is goed uitvoerbaar omdat deze in de regeling van het toestel kan worden ingebouwd.

Tabel 1. Risicokwalificatie volgens Regeling legionellapreventie voor leidingvolume > 1 liter

Temperatuur (°C)	Duur temperatuur in component	Risicokwalificatie (+ afsterven; - groei; 0 neutraal)
< 20 °C	onbeperkt	0
20–25	onbeperkt	0 ¹
> 25–45	> 1 week	- - -
> 45–50	onbeperkt	- -
> 50–55	onbeperkt	0
> 55–60	> 1 uur	+

Noten:

1. Bij temperaturen tussen 20°C en 25°C in combinatie met stilstand langer dan een week of slechte doorstroming kan langzame uitgroei van de bacterie optreden tot boven de detectiegrens.

Doorstroomtoestellen

Voor doorstroomtoestellen zijn er qua temperatuurregeling twee typen

- Continu op temperatuur, zodat bij tappen geen wachttijd t.g.v. het toestel optreedt;
- Afkoeling tussen tappingsen, met een langere wachttijd bij het begin van de taping.

Voor doorstroomtoestellen is de risicokwalificatie afhankelijk van de waterinhoud van de warmtewisselaar (drinkwaterzijdig).

Als deze groter dan of gelijk aan één liter is dan gelden dezelfde regels als voor voorraadtoestellen.

Als de waterinhoud van de warmtewisselaar kleiner dan één liter is geldt voor alle temperaturen boven 25°C de risicokwalificatie neutraal (0), mits sprake is van een goede doorstroming, volgens onderstaande risicokwalificatie volgens de Regeling legionellapreventie:

“Voor leidingvolumes kleiner dan één liter is voor alle temperaturen boven 25°C de risicokwalificatie neutraal (0), mits sprake is van een goede doorstroming.”

Het is overigens de vraag of deze risicokwalificatie hier blindelings mag worden toegepast. Bij het opstellen van de Regeling Legionellapreventie is de 1 liter grens ingevoerd omdat in een installatie op sommige plaatsen ongewenste temperaturen kunnen optreden, zoals hieronder toegelicht [toelichting bij de Regeling legionellapreventie].

“Leidingvolume >1 liter

In vele installaties zijn plaatsen aan te wijzen waar in kleine watervolumes gunstige condities voor Legionellagroei optreden. Hierbij valt onder andere te denken aan korte uittapleidingen die vrijwel uitsluitend met lauw water doorstroomd worden, zoals doucheslangen en uittapleidingen van mengautomaten, maar ook drinkwaterleidingen bij mengkranen (doorwarming vanuit warme leiding). Voor dergelijke kleine volumes van goed doorstroomde leidingen is, bij gelijke legionellaconcentratie, een veel kleiner aantal bacteriën aanwezig dan bij een groot volume. Aangenomen wordt dat de kans op besmetting van mensen door blootstelling aan dergelijke kleine volumes verwaarloosbaar is. Om die reden worden leidingen met een volume kleiner dan één liter een neutraal risico toegeschreven. Voor praktische doeleinden wordt dit voor uittapleidingen van bijvoorbeeld mengautomaten vertaald in een simpel criterium van maximaal vijf meter lengte tussen mengpunt en ieder aangesloten, afzonderlijk tappunt. Hierbij wordt uitgegaan van een leidingdiameter van 15 millimeter. Bij dikkere leidingen is sprake van een kortere toelaatbare lengte.”

Een voorbeeld: in de aansluitleidingen van een warmtapwatervoorraad treedt altijd een temperatuurverloop op van vatttemperatuur naar omgevingstemperatuur. In deze leiding warmt een klein volume drinkwater op tot temperaturen tussen 25 - 50°C. Op basis van risicoanalyse (klein volume, regelmatig verversing van water) is in de regelgeving deze marge geboden. De vraag is nu of deze marge mag worden gebruikt voor deze situatie in de warmtewisselaar, waarin het mogelijk is deze permanente opwarming te vermijden.

Voor andere situaties in woningen waar opwarming kan optreden gelden normen of richtlijnen om dit te voorkomen, zoals:

- Voorkomen opwarmen drinkwater in meterkasten (NEN 2768 [11]).
- Voorkomen opwarmen drinkwater in leidingen in vloeren, schachten e.d. (ISSO/SBR-publicatie 811 [13]).

Daarom wordt voor *alle doorstroomtoestellen die continu op een temperatuur van 50°C of lager worden bedreven*, ongeacht de waterinhoud van de warmtewisselaar, wekelijkse thermische desinfectie noodzakelijk geacht.

Voor *doorstroomtoestellen met afkoeling* is de risicokwalificatie hiermee neutraal bij een omgevingstemperatuur van 25°C of lager.

Voor *doorstroomtoestellen die continu op temperatuur worden gehouden* wordt dezelfde aanpak aanbevolen als voor voorraadtoestellen: de warmtewisselaar dient minimaal wekelijks thermisch te worden gedesinfecteerd door verhoging van de temperatuur in de gehele warmtewisselaar gedurende een voorgeschreven standtijd. De onder 3.2.3. aangehaalde tabel 4 uit NEN 1006 geeft hiervoor de richtlijnen en is in overeenstemming met de Regeling Legionellapreventie.

De uitvoering hiervan kan op de volgende manieren gebeuren:

- wekelijkse verhoging van de temperatuur van het primaire verwarmingsysteem (zoals blokverwarming of warmtenet) bij gelijktijdige verhoging van de temperatuurinstelling in de afleverset;
- wekelijkse verhoging van de temperatuur in de afleverset met een ingebouwde elektrische verwarming.

Deze beheersmaatregel is goed uitvoerbaar omdat deze in de regeling van het toestel kan worden ingebouwd.

3.5 Warmwaterleidingnet

In het warmwaterleidingnet, dat bestaat uit uittapleidingen naar verschillende tappunten verandert in de bedrijfswijze alleen de temperatuur tijdens een tapping; na de tapping koelt de leiding langzaam af naar omgevingstemperatuur. ISSO 55.1 geeft voor leidingen die doorstroomd worden met warm water tussen 25 en 60°C een neutrale beoordeling indien de leidinginhoud tussen toestel en tappunt maximaal 1 liter bedraagt. Dit betreft de afzonderlijke leidingen, de inhoud van verschillende leidingen wordt niet opgeteld.

De relatie tussen leidinglengte en diameter bij een inhoud van 1 liter is in onderstaande tabel gegeven.

Tabel 2. Maximale lengte voor een leidinginhoud van 1 liter

Inwendige diameter [mm]	Maximale lengte [m]
8	19,9
10	12,7
13	7,5
20	3,2
25	2,0

In woningen wordt de inwendige diameter van 10 mm het meest toegepast naar de wastafels en het keukentappunt. In een eengezinswoning met het toestel op zolder is de maximale leidinglengte in de regel 10 m.

Naar de douche of badkraan wordt meestal een inwendige diameter van 10 - 13 mm toegepast. De maximale leidinglengte bedraagt meestal 6 m.

In bestaande woningen wordt de maximale leidinglengte zelden overschreden; in nieuwbouw kan met een goed ontwerp aan deze eis worden voldaan. Hiermee voldoet het warmwaterleidingnet in een woning aan de risicokwalificatie neutraal (0).

3.6 Tappunten

Voor de tappunten in woningen is de risicokwalificatie neutraal (0), ongeacht de temperatuur tijdens een tapping, volgens ISSO 55.1 [4].

3.7 Conclusie

Een verlaging van de vereiste temperatuur van warm tapwater in woninginstallaties is mogelijk met behoud van een legionellaveilige installatie, volgens de Regeling Legionellapreventie, mits aan de hierboven genoemde voorwaarden wordt voldaan.

4 Functionele eis van 55°C

4.1 Tappunten en functionele eis

Uit de toelichting bij NEN 1006 blijkt de overweging voor de eis van 55°C:

“...de temperatuur van het water geschikt moet zijn voor alle voorkomende huishoudelijke gebruiken waaronder die van schoonmaak en vaatwas (55°C).”

In het nieuwe artikel 4.4.2.7 wordt aangegeven dat de eis van 55°C niet van toepassing is indien “het tappunt voor persoonlijke hygiëne wordt gebruikt”, met als voorbeeld “een badkamer in een zorgappartement of een hotelkamer”.

De vraag is nu voor welke tappunten in een woning deze eis geldt. De beslissing hierover is aan de normcie. voor NEN 1006. Hieronder worden een aantal overwegingen genoemd, die voor deze vraag van belang zijn.

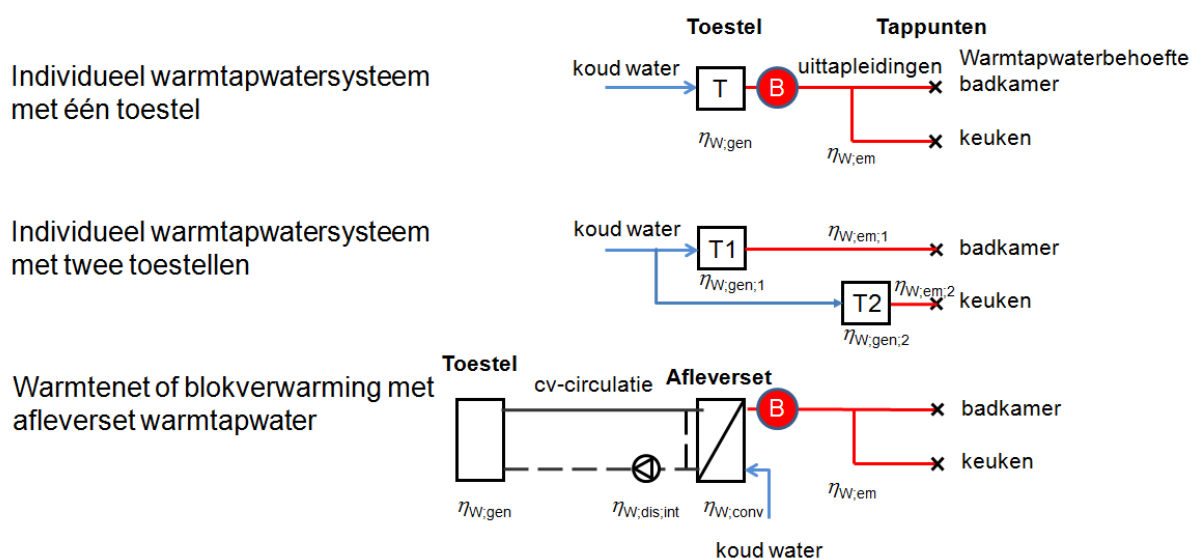
- Een taptemperatuur van 55°C wordt maar bij een klein aantal tappingsen gevraagd.
- Een taptemperatuur van 55°C wordt naar verwachting het meest gevraagd bij het keukentappunt en in mindere mate in de badkamer.

De eis zou dus beperkt kunnen worden tot het keukentappunt en een tappunt in de badkamer. Voor woningen met alle kamers gelijkvloers, zoals appartementen, kan wellicht worden volstaan met het keukentappunt, omdat men zonder traplopen met een emmertje heet water naar de badkamer kan lopen.

4.2 Technische mogelijkheden

Hieronder is een aantal technische mogelijkheden geschetst om aan de eis van 55°C te voldoen, zonder dat het hoofdtoestel op 55°C wordt bedreven:

- Toepassing van een elektrisch doorstroomtoestel (booster) na het hoofdtoestel. Met een afstandsbediening bij één of meer tappunten (boosterknop) kan deze booster worden ingeschakeld, zodat bij het openen van de kraan 55°C wordt geleverd. De bewoner bepaalt hiermee de gewenste taptemperatuur.
- In een installatie met twee toestellen levert de elektrische keukenboiler of kokendwaterboiler altijd 55°C. Zonder booster kan op de andere tappunten uitsluitend op een lagere temperatuur worden getapt. Voor appartementen is dit een mogelijkheid als NEN 1006 toestaat dat in woningen met alle kamers gelijkvloers kan worden volstaan met het keukentappunt op 55°C.



Figuur 3. Woninginstallaties voor warm tapwater - B is booster

4.3 Dimensionering elektrisch doorstroomtoestel (booster)

Voor toepassing van een elektrisch doorstroomtoestel (booster) na het hoofdtoestel dient het vermogen te worden bepaald. Thermisch en elektrisch vermogen zijn bij benadering gelijk (want minieme verliezen).

Hierbij worden de volgende varianten toegepast voor de temperatuur aan de tappunten:

- 55°C - referentie
- 50°C
- 45°C
- 40°C

Voor het tapdebiet aan de tappunten bij een taptemperatuur van 40°C worden de volgende waarden aangehouden voor het keuken- of wastafeltappunt(NEN 1006, tabel 2):

- keuken 0,083 l/s = 5,0 l/min van 60 °C = 5,56 l/min van 55 °C
- wastafel 0,042 l/s = 2,5 l/min van 60 °C = 2,78 l/min van 55 °C

Voor de hogere taphoeveelheden aan het douche/badtappunt is geen verhoogde temperatuur vereist.

Hieronder is het vereiste vermogen voor de naverwarming gegeven, met een maximum van 5,8 kW. Hiervoor zijn elektrische doorstroomtoestellen met een modulerende regeling leverbaar.

Bij een vermogen boven 2 à 3 kW is een afzonderlijke elektrische groep vereist. In de regel zal gebruik worden gemaakt van de afzonderlijke groep die reeds voor de warmtepomp is bestemd.

Tabel 3. Vereist vermogen voor booster.

Tappunt		Wastafel				Keuken			
Tapdebiet bij $T_{\text{tappunt,set}}$	l/min	2,78				5,56			
$T_{\text{tappunt,set}}$	°C	55				55			
$T_{\text{HW,tap}}$	°C	55	50	45	40	55	50	45	40
Vereiste naverwarming	kW	0,00	0,97	1,94	2,91	0,00	1,94	3,88	5,82

5 Technische aspecten

5.1 Inleiding

Hieronder worden de volgende technische aspecten van een lagere temperatuurinstelling van warm tapwater behandeld:

- functioneren mengkranen;
- grootte van voorraadvaten en/of warmtewisselaars;
- dimensioneren en doorstroming leidingen;
- wachttijd tappunt;
- verbrandingsrisico;
- douchewaterwarmteterugwinning (DWTW).

Hierbij worden de volgende varianten toegepast voor de temperatuur aan de tappunten:

- 55°C - referentie
- 50°C
- 45°C
- 40°C

Voor de drinkwatertemperatuur wordt 10°C aangehouden. Deze temperatuur kan 's zomers oplopen tot 20°C of hoger.

Voor het tapdebiet aan de tappunten bij een taptemperatuur van 40°C worden de volgende waarden aangehouden (NEN 1006, tabel 2):

- keuken 0,083 l/s = 5,0 l/min van 60 °C = 8,33 l/min van 40 °C
- wastafel 0,042 l/s = 2,5 l/min van 60 °C = 4,16 l/min van 40 °C
- douche 0,042 l/s = 2,5 l/min van 60 °C = 4,16 l/min van 40 °C
- bad 0,1 l/s = 6,0 l/min van 60 °C = 10,0 l/min van 40 °C

In aanvulling hierop is voor een bad tevens een hogere waarde doorgerekend, volgens het Gaskeur CW4 tappatroon:

- bad 0,125 l/s = 7,5 l/min van 60 °C = 12,5 l/min van 40 °C.

5.2 Functioneren mengkranen

Mengkranen functioneren optimaal in een breed middengebied, waarbij zowel het aandeel koud als warm water tussen ca. 20 en 80% ligt. Indien een groter aandeel warm of koud water dan ca. 80% vereist is wordt de nauwkeurige instelling op de gewenste temperatuur moeilijker. Dit is vooral voor het regelen van de temperatuur voor douchewater van belang.

Naar verwachting zijn er kwaliteitsverschillen tussen mengkranen m.b.t. de regelbaarheid van de temperatuur bij een groot aandeel warm water. Momenteel zijn er geen keurmerken of andere beoordelingsrichtlijnen waarin deze kwaliteit tot uitdrukking komt.

Hieronder is weergegeven wat het vereiste aandeel warm water is, afhankelijk van de beschikbare warmwatertemperatuur, bij een gewenste mengtemperatuur van 40°C.

Tabel 4. Vereiste aandeel warm water, afhankelijk van de beschikbare warmwatertemperatuur $T_{HW,tap}$

$T_{HW,tap}$	°C	55	50	45	40
Aandeel warm water		0,67	0,75	0,86	1,00

Een aandeel warm water van 67 en 75% is voor mengkranen geen probleem. Een aandeel van 86% kan voor sommige typen wellicht problemen geven; daarboven wordt het voor alle typen mengkranen naar verwachting lastig een stabiele gewenste temperatuur te leveren.

Een lagere temperatuurinstelling op 50°C kan dus probleemloos worden toegepast; 45°C lijkt in principe mogelijk. Wellicht is een kwaliteitsbeoordeling van mengkranen voor de toepasbaarheid in systemen met een lagere temperatuurinstelling vereist.

5.3 Grootte van voorraadvaten en warmtewisselaars

De hoeveelheid energie (warmte) die in een voorraadvaten wordt opgeslagen is recht evenredig met het temperatuurverschil tussen het warme en koude water. Voor de vereiste grootte van voorraadvaten kan hiermee de volumefactor worden bepaald. Dit is de verhouding tussen het vereiste vatvolume bij 55°C en bij de lagere temperatuurinstelling.

Hieronder is de volumefactor gegeven; het volume dient 30% groter te zijn bij een temperatuurinstelling op 45°C en 50% groter bij 40°C.

Tabel 5. Volumefactor, afhankelijk van de beschikbare warmwatertemperatuur $T_{HW,tap}$

$T_{HW,tap}$	°C	55	50	45	40
Volumefactor		1,00	1,13	1,29	1,50

Voor warmtewisselaars treedt een vergelijkbaar effect op. Om hetzelfde vermogen over te dragen bij een lagere temperatuur aan de primaire zijde is een grotere warmtewisselaar vereist. Hiervoor geldt bij benadering dezelfde verhouding als bij voorraadvaten.

5.4 Dimensioneren en doorstroming leidingen

Voor het dimensioneren en de doorstroming van leidingen is de stroomsnelheid in de leiding bepalend. De aanbevolen maximum stroomsnelheden worden gegeven in Waterwerkblad 2.1.c [7]:

- 2 m/s maximaal
- 1,5 m/s aanbevolen om geluidsoverlast te beperken

Hieronder is weergegeven wat de stroomsnelheid van het warm water is voor een wastafel/douche- of keukentappunt, afhankelijk van de beschikbare warmwatertemperatuur, bij een gewenste mengtemperatuur van 40°C. Hieruit blijkt dat bij een lagere temperatuurinstelling $T_{HW,tap}$ de stroomsnelheid aan de aanbeveling voldoet, behalve bij een warmwatertemperatuur van 40/45°C (oranje).

Tabel 6. Stroomsnelheid van het warm water voor een wastafel- of keukentappunt

$T_{HW,tap}$	°C	wastafel / douche				keuken			
		55	50	45	40	55	50	45	40
Aandeel warm water		0,67	0,75	0,86	1,00	0,67	0,75	0,86	1,00
Tapdebiet bij 40 °C	lt/min	4,16				8,33			
Drinkwater	l/min	1,39	1,04	0,59	0,00	2,78	2,08	1,19	0,00
Warm water	l/min	2,77	3,12	3,57	4,16	5,55	6,25	7,14	8,33
Diameter inwendig	mm	8				10			
Stroomsnelheid	m/s	0,92	1,03	1,18	1,38	1,18	1,33	1,52	1,77

Hieronder is weergegeven wat de stroomsnelheid van het warm water is voor een douche- of badtappunt, afhankelijk van de beschikbare warmwatertemperatuur, bij een gewenste mengtemperatuur van 40°C.

Hieruit blijkt dat bij een lagere temperatuurinstelling $T_{HW,tap}$ de stroomsnelheid bij een diameter van 10 mm en een tapdebiet van 10 l/min niet meer aan de aanbeveling voldoet (oranje markering); bij een warmwatertemperatuur van 40°C wordt de maximale eis overschreden (rood).

Bij een diameter van 13 mm en een tapdebiet van 12,5 l/min wordt aan de aanbeveling voldaan, behalve bij een warmwatertemperatuur van 40°C (oranje).

Tabel 7. stroomsnelheid van het warm water voor een douche - of badtappunt

	°C	Badkamer volgens NEN 1006				CW4			
		55	50	45	40	55	50	45	40
T _{HW,tap}									
Aandeel warm water		0,67	0,75	0,86	1,00	0,67	0,75	0,86	1,00
Tapdebiet bij 40 °C	lt/min	10				12,5			
Drinkwater	l/min	3,33	2,50	1,43	0,00	4,17	3,13	1,79	0,00
Warm water	l/min	6,67	7,50	8,57	10,00	8,33	9,38	10,71	12,50
Diameter inwendig	mm	10				13			
Stroomsnelheid	m/s	1,41	1,59	1,82	2,12	1,05	1,18	1,35	1,57

In bestaande woningen wordt voornamelijk de 10 mm leiding naar het keukentappunt toegepast.

Indien in nieuwbouw 13 mm wordt toegepast wordt bij een lagere temperatuurinstelling aan de eisen voldaan.

In bestaande woningen worden zowel de 10 mm als 13 mm leiding naar het douche- of badtappunt toegepast. Indien in nieuwbouw 13 mm wordt toegepast wordt bij een lagere temperatuurinstelling aan de eisen voldaan.

5.5 Wachtijd tappunt

De wachttijd aan het tappunt wordt bepaald door de verdrijftijd en de vertraging die optreedt door opwarming van het leidingmateriaal. De snelheid waarmee dit gebeurt is onafhankelijk van de hoogte van de temperatuurinstelling.

In de waterwerkbladen [7] wordt de wachttijd gedefinieerd als het tijdsverloop tot aan het tappunt een temperatuur van 45°C is bereikt, bij een leidinglengte van 11 meter en een warmwatertemperatuur van 60°C aan het toestel. Deze temperatuurstijging bedraagt 70% van het temperatuurinterval 10°C (koudwater) - 60°C (warmwater) en wordt uitgedrukt in de DH70-factor. De waarde van deze factor is afhankelijk voor de verschillende leidingmaterialen en diameters en is bepaald in TNO onderzoek in 2000 – 2001 [14, 15, 16, 17].

Als de temperatuurinstelling lager is dan 45°C dan is het uitgangspunt van de methode niet meer van toepassing, omdat de vereiste temperatuur van 45°C niet haalbaar is. Bij een lagere temperatuurinstelling van het hoofdtoestel dient het uitgangspunt van de methode daarom te worden herzien.

5.6 Verbrandingsrisico

Het verbrandingsrisico aan de tappunten is afhankelijk van de temperatuur. Een lagere temperatuurinstelling vermindert dit risico.

Bij toepassing van voorraadvaten die wekelijks in temperatuur worden verhoogd kan de bewoner met een incidentele en daardoor onverwacht hogere temperatuur verrast worden.

5.7 Douchewaterwarmteterugwinning

Het rendement van een douchewaterwarmteterugwinning (DWTW) wordt bepaald door drinkwaterdebiet door de DWTW t.o.v. het douchedebiet.

Bij een dubbele aansluiting van het drinkwater op de inlaat van het toestel en op de koude poort van de douchekraan is het drinkwaterdebiet gelijk aan het douchedebiet, ongeacht de temperatuurinstelling. Het rendement blijft dan gelijk.

Bij aansluiting van de DWTW op uitsluitend de koude poort zal het drinkwaterdebiet door de DWTW dalen bij een lagere temperatuurinstelling (minder koud en meer warm water van een lagere temperatuur voor dezelfde mengtemperatuur). Een lager debiet door de DWTW leidt tot een vermindering van de warmteterugwinning waardoor het rendement van de DWTW daalt.

In nieuwbouw heeft men de mogelijkheid van een dubbele aansluiting, waardoor het rendement van de DWTW gelijk blijft.

6 Energie en kosten-baten

6.1 Inleiding

In de motie is gesteld dat “de huidige temperatureis tot suboptimale keuzes leidt bij duurzame warmteplannen”. Hieronder wordt onderzocht of een lagere temperatureis tot een lager (fossiel)energiegebruik leidt en in samenhang hiermee wat de kosten-baten zijn.

Het onderzoek richt zich op individuele warmtepompsystemen en warmtenetten omdat deze het meest gevoelig zijn voor de temperatureis. Gasketels en ketels op biobrandstof zijn minder gevoelig voor de temperatuurinstelling voor warm tapwater. Voor ketels leidt een lagere temperatureis naar verwachting tot een verbetering van het rendement voor warm tapwater met maximaal 2,5% punt.

Hieronder is voor individuele warmtepompsystemen een aantal varianten doorgerekend. De details over de installatie, de bepalingsmethode en de resultaten zijn opgenomen in Bijlage 4.

Voor warmtenetten is een dergelijke berekening minder eenvoudig; onder 6.7 is dit toegelicht.

6.2 Installatie- en woningvarianten

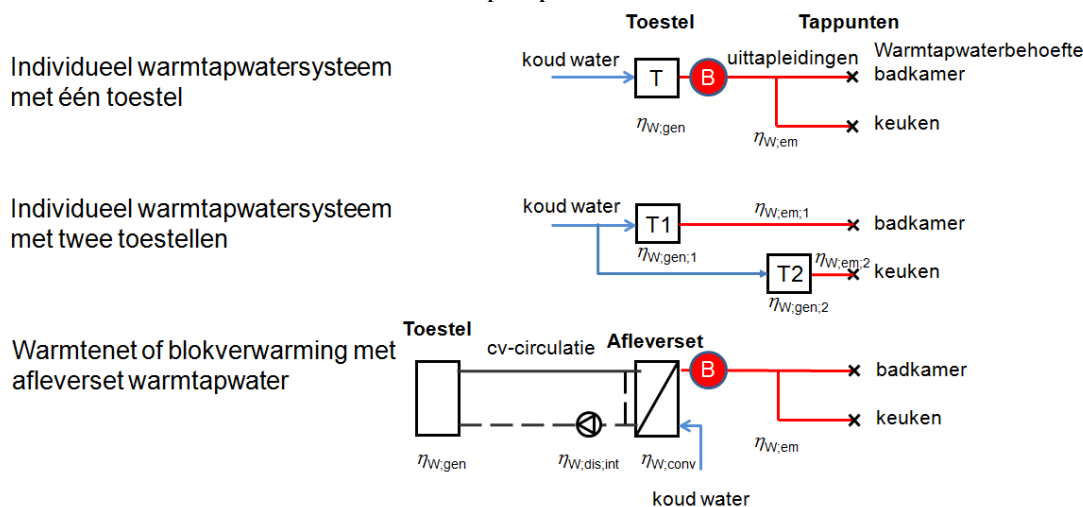
De volgende installatievarianten worden doorgerekend (zie Figuur 4).

- Individuele combiwarmtepomp met booster
- Individuele combiwarmtepomp en keukenboiler (elektrische keukenboiler of kokendwaterboiler)

Voor het bepalen van de energiebesparing en kosten-baten bij een lagere temperatureis is gekozen voor de momenteel veel toegepaste lucht/water warmtepomp. Deze heeft een relatief lage gemiddelde brontemperatuur (7°C in, 2°C uit). De invloed van de lagere temperatureis op de resultaten is representatief voor andere warmtepompen met een andere warmtebron met een hogere brontemperatuur.

De installatievarianten worden doorgerekend voor toepassing in de volgende woningtypen:

- Eengezinswoning met gebruiksoppervlakte van 100 m² met een individuele combiwarmtepomp met booster.
- Klein appartement met gebruiksoppervlakte van 50 m² met een individuele combiwarmtepomp met booster.
- Groot appartement met gebruiksoppervlakte van 100 m² met een individuele combiwarmtepomp en keukenboiler.



Figuur 4. Installatievarianten voor energiestudie

De volgende varianten worden toegepast voor de temperatuurinstelling:

- 55°C - referentie
- 50°C
- 45°C
- 40°C

6.3 Beoordelingswijze energie

Het primair energiegebruik wordt bepaald volgens de methode van de energieprestatienorm: NEN 7120 [17,19], NEN 7125 [20] en NTA 8800 [21].

6.4 Beoordelingswijze kosten en besparingen

Voor de kosten-baten berekening wordt gebruik gemaakt van de terugverdientijd. Hierbij worden o.a. rente, inflatie en tariefveranderingen buiten beschouwing gelaten, wegens de lage rente en inflatie en de onvoorspelbaarheid van de energietarieven. Het resultaat geeft een indicatie van de kosten en baten voor de bewoner.

De volgende kosten en tarieven zijn hierin gehanteerd:

- Kosten elektrisch verbruik – een gebruikerstarief van 0,25 Euro per kWh.
- Meerkosten groter buffervat – 100 Euro
- Meerkosten booster van 4 – 6 kW plus afstandsbediening – 300 Euro (200 + 100)
- Meerkosten keukenboiler – 200 Euro (traditioneel) tot 1000 Euro (kokendwaterboiler)
- Meerkosten extra elektriciteitsgroep booster – reeds verwerkt in de extra elektriciteitsgroep voor de warmtepomp

Voor nieuwbouwwoningen speelt nog een andere besparing mee, die voortkomt uit de EPC- of BENG-eis waaraan moet worden voldaan. Als een lagere temperatuureis tot een lager energiegebruik leidt dan kan de toepassing van andere maatregelen verminderd worden; er kan bijvoorbeeld worden volstaan met minder PV-panelen. De kostenbesparing hiervan is buiten de berekening gehouden.

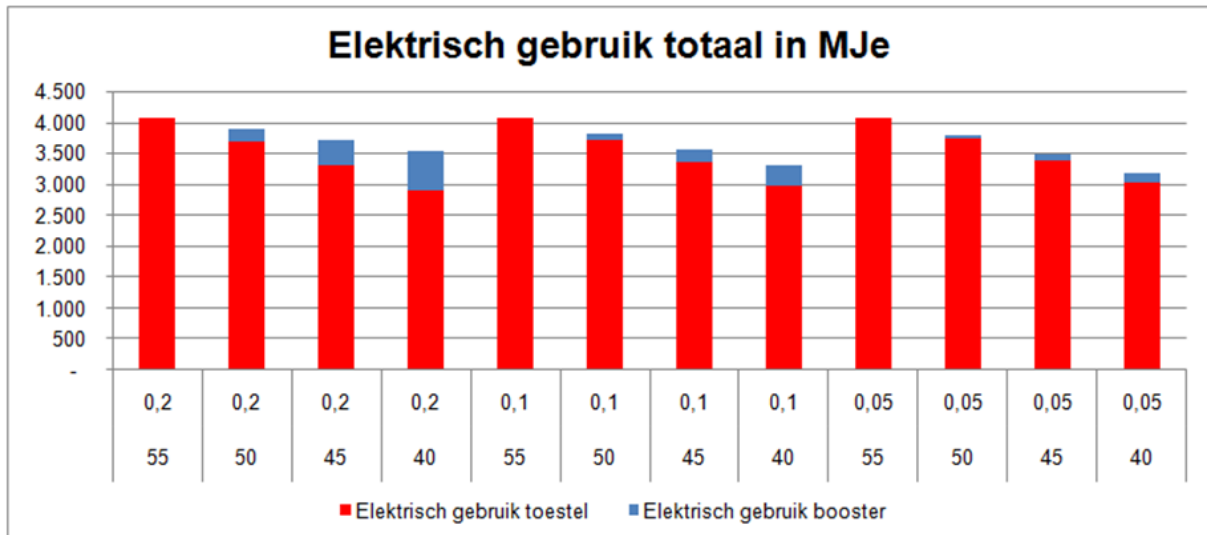
6.5 Individuele combiwarmtepomp met booster

Hieronder zijn de resultaten voor de individuele combiwarmtepomp met booster gegeven voor een eengezinswoning met een gebruiksoppervlakte van 100 m².

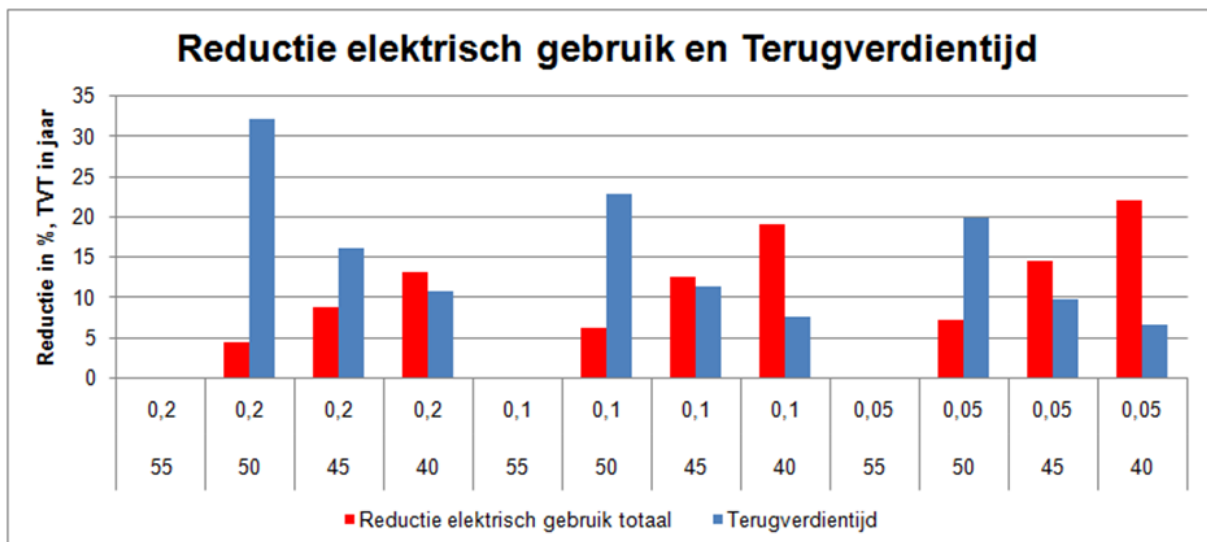
Bij installaties met een booster is het de vraag welk deel van de tappingen op hoge temperatuur verlangd wordt. Met een aandeel van 80% voor de badkamer (40°C is dan voldoende) blijft maximaal 20% over voor de keuken. Het is onbekend welk deel hiervan op hoge temperatuur verlangd wordt; daarom zijn varianten met 20, 10 en 5% op hoge temperatuur doorgerekend.

Hieruit blijkt dat het aandeel warmwater op hoge temperatuur van grote invloed is op de reductie van het energiegebruik en de terugverdientijd.

Bij een aandeel warmwater op hoge temperatuur van 5% is een energiebesparing tot 20% en een terugverdientijd van minder dan 7 jaar haalbaar.

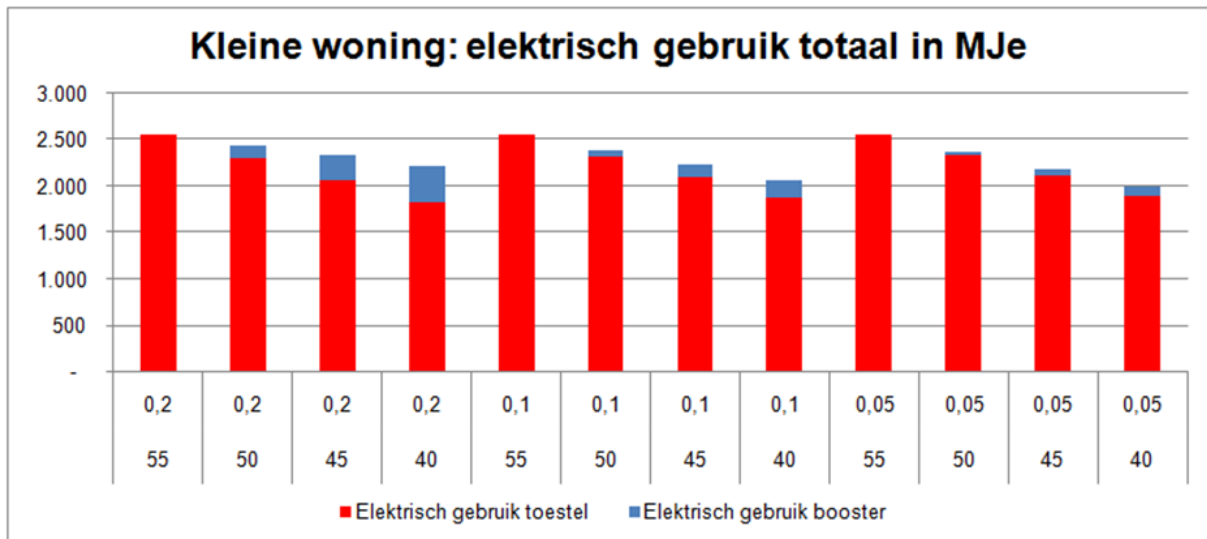


Figuur 5. Energiegebruik combiwarmtepomp met booster voor een eengezinswoning met gebruiksoppervlakte van 100 m². Voor drie waarden voor het aandeel warmwater op hoge temperatuur (0,2 / 0,1 / 0,05) en vier varianten temperatuurinstelling (55 / 50 / 45 / 40 °C).

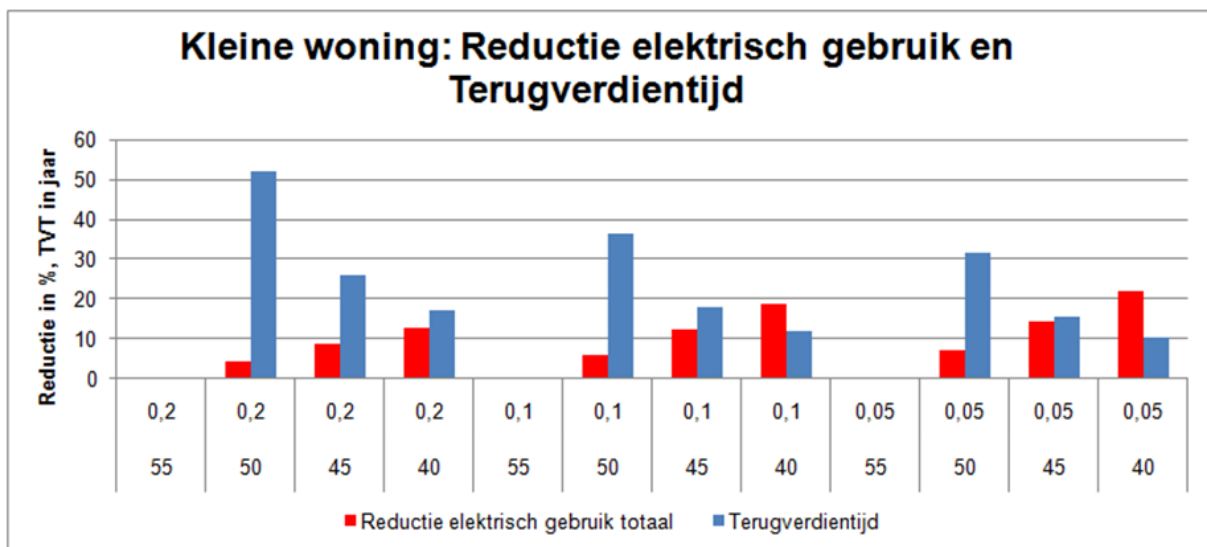


Figuur 6. Reductie energiegebruik en terugverdiertijd combiwarmtepomp met booster voor een eengezinswoning met gebruiksoppervlakte van 100 m².

Voor een appartement met een gebruiksoppervlakte van 50 m² zien we vergelijkbare resultaten voor de energiebesparing als bij een woning met een gebruiksoppervlakte van 100 m². De terugverdientijd van ca. 10 jaar ligt hoger doordat dezelfde investering met een kleiner verbruik, en daarmee een kleinere besparing in euro's, moet worden terugverdiend.



Figuur 7. Energiegebruik combiwarmtepomp met booster voor een appartement met gebruiksoppervlakte van 50 m².



Figuur 8. Reductie energiegebruik en terugverdientijd combiwarmtepomp met booster voor een appartement met gebruiksoppervlakte van 50 m²

6.6 Individuele combiwarmtepomp en keukenboiler

Voor een appartement met een gebruiksoppervlakte van 100 m² zien we geen besparing maar een toename van het energiegebruik bij het toepassen van twee toestellen. De winst van een hoger rendement van de warmtepomp en het lagere leidingverlies naar de keuken weegt niet op tegen het hogere energiegebruik van het keukentoestel waarmee 20 % van de warmtevraag wordt geleverd met een COP = 1.

Gezien dit resultaat is geen terugverdientijd berekend.

Tabel 8. Energiegebruik combiwarmtepomp met keukenboiler voor een appartement met gebruiksoppervlakte van 100 m²

Energie		Eén toestel	Twee toestellen			
Warmtevraag aan de tappunten	MJ	7.025	7.025			
Warmtevraag in de keuken	MJ		1.405			
Elektrische gebruik keukentoestel	MJ	-	1.720			
Setpoint toestel	°C	55	55	50	45	40
Warmtevraag badkamer	MJ	7.025	5.620			
Elektrische gebruik warmtepomp	MJ	3.313	2.764	2.526	2.280	2.027
Elektrische gebruik totaal	MJ	3.313	4.484	4.246	4.001	3.747
Reductie elektrische gebruik totaal		Ref	-35%	-28%	-21%	-13%
COP systeem		2,12	1,57	1,65	1,76	1,87

6.7 Warmtenet met afleverset met booster

Voor warmtenetten met een afleverset met booster is de mogelijke energiebesparing vooral het gevolg van het beter presteren van de warmteopwekker, hieronder toegelicht voor de verschillende typen:

- STEG (stoom- en gasturbine)
De warmtelevering door een STEG gebeurt voornamelijk door gebruik van aftapwarmte, waardoor derving van elektriciteitsproductie optreedt.
Als het retourwater uit het warmtenet verder is afgekoeld kan het lage temperatuur deel van de warmtebehoefte uit restwarmte worden verkregen zonder verdere derving. Meer warmte bij een gelijke derving levert een hoger rendement in de warmteopwekking op.
- Warmtepomp met aquathermie als warmtebron.
Aquathermie is de verzamelnaam voor thermische energie uit oppervlaktewater, afvalwater of drinkwater. Het potentieel van deze bronnen is in principe groot. Het probleem is dat de brontemperatuur relatief laag is ($< 20^{\circ}\text{C}$) en in een warmtenet een temperatuur van minimaal 70°C vereist is. De warmte moet met een warmtepomp op het hoge temperatuurniveau gebracht worden waarbij het rendement (COP) gevoelig is voor het temperatuurverschil tussen bron en warmtenet. Een lagere temperatuur van het warmtenet, bijvoorbeeld 55°C i.p.v. 70°C levert een stijging van het rendement op. Zie de onderstaande tabel, waarin voor brontemperaturen van 10 en 20°C het effect op de COP is weergegeven.
- Warmtepomp met restwarmte als warmtebron.
Dit is een vergelijkbare situatie als aquathermie maar met een warmtebron die in de regel op een hoger temperatuurniveau ligt. Een voorbeeld is restwarmte van datacentra.

Tabel 9. Voorbeeld COP warmtepomp in warmtenet

Setpoint warmtenet	$^{\circ}\text{C}$	70	55	70	55
Ingaande verdampertemperatuur	$^{\circ}\text{C}$	20		10	
COP toestel		3,12	4,10	2,64	3,28

Het is niet eenvoudig om het energetisch beeld compleet te krijgen.

Hieronder zijn een aantal bijkomende aspecten vermeld:

- Warmtenet
Een warmtenet op een lager temperatuurniveau heeft lagere verliezen.
Maar op een lager temperatuurniveau zal de uitkoeling (verschil tussen aanvoer- en retourtemperatuur) aan de afleversets kleiner zijn. Om hetzelfde vermogen te kunnen leveren is dan een hogere doorstroming vereist, waardoor dikkere leidingen (meer verlies) en meer pompvermogen vereist zijn.
- Afleverset
De warmtewisselaar in de afleverset moet vergroot worden om bij een lagere temperatuur en een kleiner temperatuurverschil hetzelfde vermogen over te dragen. Ook hier kan de temperatuurverlaging het verlies verminderen maar de grotere afmetingen vergroten het verlies.

Bedrijfseconomisch is de beoordeling eveneens lastig omdat energiebedrijven een lager elektriciteitstarief hebben dan bewoners, waardoor de opbrengst van een betere COP van een warmtepomp geringer is.

Bij een warmtenet met een lager temperatuurniveau is ook het onderstaande aspect van belang: Bewoners betalen een warmtetarief. Als de warmte op een lager temperatuurniveau geleverd wordt moet de bewoner met een booster soms bijverwarmen voor heet water. De vraag is nu wie voor dit elektrisch verbruik betaalt. De mogelijkheden zijn:

- de bewoner - met of zonder lager warmtetarief;
- de energieleverancier – dan dient dit verbruik apart te worden gemeten.

7 Conclusies en aanbevelingen

Legionellarisico

Momenteel geldt volgens NEN 1006 een eis van 55°C voor woninginstallaties voor warm tapwater zonder circulatie. Een verlaging van de vereiste temperatuur is mogelijk zonder legionellarisico, volgens de Regeling legionellapreventie, mits aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- Voorraadtoestellen en doorstroomtoestellen *die continu op temperatuur worden gehouden* dienen minimaal wekelijks thermisch te worden gedesinfecteerd door verhoging van de temperatuur in het gehele vat of de gehele warmtewisselaar gedurende een voorgeschreven standtijd.
- Doorstroomtoestellen *met afkoeling* met een waterinhoud van de warmtewisselaar (drinkwaterzijdig) kleiner dan één liter zijn toegestaan, zonder verdere beheersmaatregelen.
- De leidinginhoud tussen toestel en ieder afzonderlijk tappunt dient maximaal 1 liter te zijn.

Een verlaging van de vereiste temperatuur vereist dat in NEN 1006 de hierboven genoemde voorwaarden t.a.v. legionellaveiligheid worden vastgelegd.

Functionele eis

De eis van 55°C heeft ook functionele redenen (NEN 1006 noemt schoonmaak en vaatwas). Er zijn in het rapport verschillende technische mogelijkheden geschetst om aan de eis van 55°C te voldoen, zonder dat het hoofdtoestel op 55°C wordt bedreven.

Een verlaging van de vereiste temperatuur vereist dat in NEN 1006 wordt vastgelegd voor welke tappunten in een woning de eis van 55°C geldt. De eis zou beperkt kunnen worden tot het keukentappunt en een tappunt in de badkamer. Voor woningen met alle kamers gelijkvloers, zoals appartementen, kan wellicht worden volstaan met het keukentappunt.

Technische aspecten

Technische aspecten, zoals het functioneren van mengkranen, de grootte van voorraadvaten en/of warmtewisselaars, het dimensioneren van leidingen, de eventuele verandering van de wachttijd en eventuele verbrandingsrisico's vormen geen wezenlijke belemmering voor een lagere temperatuurinstelling van warm tapwater.

Wel is mogelijk aanvullende regelgeving in bijvoorbeeld NEN 1006 vereist m.b.t. het functioneren van mengkranen, de dimensionering voor verschillende temperatuurinstellingen en de eventuele aanpassing van de wachttijd.

Energiebesparing en kosten en baten

Voor de kosten-baten berekening wordt gebruik gemaakt van de terugverdientijd. Hierbij worden o.a. rente, inflatie en tariefveranderingen buiten beschouwing gelaten, wegens de lage rente en inflatie en de onvoorspelbaarheid van de energietarieven. Het resultaat geeft een indicatie van de kosten en baten voor de bewoner.

De energiebesparing en kosten en baten van een lagere temperatuurinstelling van warm tapwater zijn sterk afhankelijk van de installatievariant:

- Gasketels en ketels op biobrandstof zijn minder gevoelig voor de temperatuurinstelling voor warm tapwater. Voor ketels leidt een lagere temperatuureis naar verwachting tot een verbetering van het rendement voor warm tapwater met maximaal 2,5% punt.
- Bij toepassing van een individuele combiwarmtepomp met een elektrisch doorstroomtoestel met afstandsbediening (booster) is met beperkte maatregelen een besparing te realiseren tot 20% punt op het energiegebruik voor tapwaterverwarming, afhankelijk van de specifieke situatie.

De terugverdientijd bedraagt indicatief minimaal 7 - 10 jaar, waarbij deze in kleine woningen het hoogste is doordat dezelfde investering met een lager verbruik, en daarmee een kleinere besparing in euro's, moet worden terugverdiend.

- Voor een appartement met een gebruiksoppervlakte van 100 m² zien we geen besparing maar een toename van het energiegebruik bij het toepassen van twee toestellen (combiwarmtepomp en keukenboiler) in plaats van een toestel.

- Voor warmtenetten is een berekening minder eenvoudig te maken. Voor de warmteopwekkers, zoals STEG en warmtepompen, kan een rendementsverbetering worden behaald. In het distributiesysteem en de afgifset treden zowel positieve als negatieve energie-effecten op. Door de verschillende energietarieven is het maken van een terugverdientijd niet goed mogelijk.

Voor de energetische beoordeling van een individuele combiwarmtepomp met een elektrisch doorstroomtoestel met afstandsbediening dient in de NTA 8800 te worden vastgelegd hoe hoog het aandeel warmwatergebruik op hoge temperatuur is.

Tevens dient NTA 8800 wellicht te worden aangepast voor de volgende aspecten:

- De leidingverliezen, uitgedrukt in het afgifrenderement, in samenhang met de eventuele aanpassing van de wachttijd.
- Het rendement van de tapwaterwarmtepomp, als functie van de temperatuurinstelling. In de nieuwste versie van de NTA is dit in principe al mogelijk maar nog niet systematisch uitgewerkt.

8 Referenties

1. Motie Van der Lee, Tweede Kamer Vergaderjaar 2017–2018, 34 902 nr. 6
2. NEN 1006+A1 - Algemene voorschriften voor Leidingwaterinstallaties
NEN, Delft, juni 2018
3. Regeling legionellapreventie in drinkwater en warm tapwater
4. ISSO 55.1 – Handleiding Legionellapreventie in leidingwater
ISSO, Rotterdam, 2012
5. Drinkwaterwet, Ministerie van VROM, 2009
6. Drinkwaterbesluit, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2011.
7. Waterwerkbladen, via www.infodwi.nl
8. ISSO 55 - Leidingwaterinstallaties in woon- en utiliteitsgebouwen, ISSO, Rotterdam, 2012
9. ISSO 55.2 - Handleiding Zorgplicht Legionellapreventie collectieve leidingwaterinstallaties,
ISSO, Rotterdam, 2012
10. ISSO 55.4 - Alternatieve technieken voor Legionellapreventie in collectieve
leidingwaterinstallaties, ISSO, Rotterdam, 2008
11. NEN 2768+A1 - Meterruimten en bijbehorende bouwkundige voorzieningen in woningen
NEN, Delft, 2018
12. ISSO 30 – Leidingwaterinstallaties in woningen, ISSO, Rotterdam, 2018
13. ISSO/SBR-publicatie 811 - Hotspotvrij ontwerpen, bouwen en installeren, ISSO, Rotterdam, 2011
14. DH-factoren van warmtapwaterleidingen - resultaten van metingen en simulaties aan diverse
leiding en materiaaltypen (R2000/231)
G.J. Afink, J. van Wolferen
TNO-MEP, juli 2000, Apeldoorn
15. DH-factoren van leidingen voor warmtapwater – validatie en resultaten van dynamische simulatie
met CFX-TASCflow (R2000/232)
J. van Wolferen, G.J. Afink, R. van der Welle
TNO-MEP, maart 2001, Apeldoorn
16. DH70-factoren van warmtapwaterleidingen - resultaten van metingen en simulaties aan diverse
leiding en materiaaltypen (R2001/101)
G.J. Afink, J. van Wolferen
TNO-MEP, februari 2001, Apeldoorn
17. DH-factoren van warmtapwaterleidingen - resultaten van simulaties met dynamisch leidingmodel
DHSIM (R2001/203)
G.J. Afink, J. van Wolferen, R. van der Welle
TNO-MEP, oktober 2001, Apeldoorn

18. NEN 7120 – Energieprestatie van Gebouwen – bepalingmethode
NEN, Delft, april 2011
19. NEN 7120+C2/A1(ontwerp) - Energieprestatie van Gebouwen – bepalingmethode
NEN, Delft, februari 2016
20. NEN 7125 – Energieprestatienorm voor maatregelen op gebiedsniveau (EMG) –
bepalingmethode
NEN, Delft, juni 2017
21. NTA 8800 / Energieprestatie van Gebouwen – bepalingmethode
NEN, Delft, 2019

Bijlage 1. Verslag bijeenkomst deskundigen op 16 juli 2019

Project: Mogelijkheden voor het verlagen van de vereiste temperatuur van warm tapwater onderzoek t.b.v. motie Van der Lee (34 902)

Betreft: Bijeenkomst deskundigen voor reactie op concept rapport op 16 juli 2019

Aanwezig

Herman Scholten	Min BZK
Jos Verlinden	Min BZK
Nadia ben Larbi	Min BZK
Wilfred Reinhold	Min I en W / Legionellaregelgeving
Ger Ardon	LOPL
Alvin Bartels	RIVM
Emma van Sandick	NEN
Rosé Derwort	NEN 1006 / Kiwa
Ronald Bouma	NEN 1006 / PWN
Gerrit Dijkstra	NEN 1006 / Aquacombi
Stefan van 't Hof	NEN 1006 / Rijksvastgoedbedrijf
Rick Langen	NEN 1006 / Evides
Onno Leever	NEN 1006 / Leever Installatietechniek
Edward Leiting	NEN 1006 / Kalsbeek B.V.
Rene Offringa	NEN 1006 / Wavin
Eric van der Blom	NEN 1006 / Techniek Nederland
Nico van Ginkel	NEN 1006 / Nuon
Carl Verlinden	NEN 1006 / Viega
Erwin Vroegh	NEN 1006 / Itho Daalderop
Anja Jolman	Eneco Warmte BV
Daniël Awater	Nuon
Charles Geelen	DHPA
Marijn Beekman	DHPA / Techneco
Walid Atmar	de Nederlandse Verwarmingsindustrie
Hans van Wolferen	VWR / auteur van het rapport

Afwezig / uitgenodigd

Katrien Volleman	NEN
Peter Berends	NEN 1006 / Waterbedrijf Groningen
Ron Heuvel	NEN 1006 / Woningcorporatie Bo-EX
Leonard Treur	NEN 1006 / Waternet
Raymond van der Heijden	NEN 1006 / ENVAQUA
Symcha Geleynse	NEN 1006 / Kiwa
Jeroen Meijer	NEN 1006 / Rada Sanitairtechniek
Irene Van Veelen	NEN 1006 / ISSO
Will Scheffer	Senior expert sanitaire techniek
Frank Agterberg	DHPA
Coen van de Sande	de Nederlandse Verwarmingsindustrie

Will Scheffer en Rene Offringa hebben voor het overleg een reactie op het concept rapport gegeven. De inhoudelijke reacties van Scheffer zijn door de Van Wolferen in het gesprek naar voren gebracht.

Het gesprek en de discussie met deskundigen is gevoerd aan de hand van het concept rapport, en een samenvatting hiervan in een presentatie. De belangrijkste punten die in de bijeenkomst naar voren zijn gebracht zijn hieronder verwoord.

De punten zijn verwerkt in het eindrapport.

Inleiding

- Het uitgangspunt is het verzoek van kamerlid Van der Lee aan de regering, de mogelijkheden te onderzoeken voor het verlagen van deze eis [red: dat warm tapwater op 55°C gehouden moet worden om legionellabesmetting te voorkomen], zonder dat dit gevaren oplevert voor de volksgezondheid.
Uitgangspunt voor de beoordeling van de legionellaveiligheid bij temperatuurverlaging is de “Regeling Legionellapreventie in drinkwater en warm tapwater” en de uitwerking daarvan in ISSO Handleiding “Legionellapreventie in leidingwater”. Deze is bedoeld voor de installaties met de hoogste risico’s.
- De eis van 55°C is volgens NEN 1006 primair van functionele aard (schoonmaak en vaatwas). Het rapport geeft mogelijkheden om aan deze eis te voldoen bij een lagere temperatuurinstelling van het hoofdtoestel.
- Daarnaast zijn enige technische aspecten van een lagere vereiste temperatuur behandeld.
- Tenslotte is een indicatieve berekening gemaakt van de mogelijke energiebesparing en de kosten en baten van een lagere temperatuurinstelling.

Legionellarisico

- De vraag is gesteld of de risicobeoordeling volgens de “Regeling Legionellapreventie in drinkwater en warm tapwater” correct is, gezien de toename van het aantal meldingen van legionella longontsteking in de afgelopen jaren.
Reinhold (min IMW) merkt op dat tussen 2008 en 2018 vier besmettingen t.g.v. woninginstallaties zijn vastgesteld.
Van Wolferen geeft aan dat deze vraag buiten zijn onderzoeksopdracht ligt. Het is op zich van belang dit verder te onderzoeken. Voor het voorliggende onderzoek is de nu van kracht zijnde beoordelingsmethode gebruikt.
- De alternatieve technieken (in plaats van het thermisch beheersconcept) zijn voor woninginstallaties geen voor de hand liggende aanpak. De tekst hierover wordt gecorrigeerd en uitgebreid.
- Voor voorraadtoestellen en doorstroomtoestellen (bv warmtewisselaar in een afleverzet) kan de temperatuur omlaag, mits het water wekelijks in temperatuur wordt verhoogd t.b.v. thermische desinfectie.
- De achtergrond van de risicobeoordeling van leidingen met een inhoud van minder dan 1 liter is toegelicht; dit wordt toegevoegd aan het rapport. Voor deze leidingen is een lagere temperatuur mogelijk.
- Op basis van het concepteindrapport kan worden geconcludeerd dat de temperatuur van tapwater kan worden verlaagd naar 40°C zonder legionellarisico. Voorraadtoestellen en doorstroomtoestellen moeten dan wel thermisch worden gedesinfecteerd. Daarnaast geldt er ook een aantal andere randvoorwaarden, die hierna worden besproken.

Eis van 55 graden

- Het is de vraag of de gestelde temperatuur van 55°C noodzakelijk is voor de schoonmaak, met name ontvetten. Deze eis stamt uit het einde van de jaren negentig. Er zijn inmiddels ook schoonmaakmiddelen die kunnen worden gebruikt op een lagere temperatuur.
- Het is de vraag of de (aangepaste) temperatuureis voor alle tappunten geldt en of een systeem met een temperatuur naar wens (bv. booster met afstandsbediening) toegestaan is.
- Beide punten worden bepaald door de NEN 1006 commissie.

Dimensionering (leidingdiameter, omvang voorraadvat en warmtewisselaar)

- De deskundigen kunnen zich vinden in de conclusies en aanbevelingen met betrekking tot dimensionering.

Wachttijden

- De huidige definitie van de wachttijden in de werkbladen is gebaseerd op het bereiken van een temperatuur van 45°C aan het tappunt. Bij een verlaging van de toesteltemperatuur tot 45°C of lager is deze definitie dus niet meer werkbaar.
- Een aangepaste definitie plus uitwerking hiervan wordt bepaald door de NEN 1006 commissie en/of de commissie werkbladen van Vewin.

Mengkranen

- In het rapport wordt gesteld: “Naar verwachting zijn er kwaliteitsverschillen tussen mengkranen m.b.t. de regelbaarheid van de temperatuur bij aan grote aandeel warm water. Momenteel zijn er geen keurmerken of andere beoordelingsrichtlijnen waarin deze kwaliteit tot uitdrukking komt.” Dit wordt bevestigd. Bij verlaging van de toesteltemperatuur is hier aanvullend onderzoek voor vereist.

Energie en kosten

- Bij de gepresenteerde uitgangspunten en resultaten zijn geen opmerkingen, behalve de volgende aanvulling:
Voor nieuwbouwwoningen speelt nog een andere besparing mee, die voortkomt uit de EPC- of BENG-eis waaraan moet worden voldaan. Als een lagere temperatuureis tot een lager energiegebruik leidt dan kan de toepassing van andere maatregelen verminderd worden; er kan bijvoorbeeld worden volstaan met minder PV-panelen.

Overige aspecten

- Er moet worden geborgd in de NTA 8800 dat de energiebesparing door lagere temperatuur voor tapwaterverwarming in de berekening is verwerkt.

Bijlage 2. NEN 1006 Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties

Hieronder zijn de relevante teksten uit NEN 1006 weergegeven.

4.4.2 Temperatuurregeling en temperatuurinstelling

4.4.2.1 De temperatuur aan het mengtoestel of aan het tappunt in een woninginstallatie zonder circulatie moet bij gebruik conform de ontwerpcondities ten minste 55 °C zijn. Voor de bepalingsmethode, zie 5.2.4.2 en 5.2.4.3.

4.4.2.4 Voor warmtapwatervoorraadtoestellen gelden eisen voor de temperatuur in relatie tot de standtijd. Als in een warmtapwatervoorraadtoestel niet continu op alle plaatsen een temperatuur van ten minste 60 °C^{*)} heerst, dan moet deze ter voorkoming van bacteriologische nagroei minimaal wekelijks thermisch worden gedesinfecteerd volgens tabel 4.

^{*)} 55 °C voor een warmtapwatervoorraadtoestel in een woninginstallatie zonder circulatiesysteem.

Tabel 4 — Richtlijnen preventieve thermische desinfectie

Temperatuur overal in het voorraadtoestel	Minimale standtijd t.b.v. wekelijkse preventieve thermische desinfectie
60 °C	20 min
65 °C	10 min
70 °C	5 min

[A1>4. 4. 2. 7De temperatuur aan het tappunt in een installatie met uittapleidingen mag, in afwijking van 4.4.2.1 en 4.4.2.2, bij gebruik conform de ontwerpcondities, lager zijn, indien aan de volgende voorwaarden wordt voldaan):

- de warmtapwaterbereider is een geiser zonder interne voorraad warmtapwater in de bereider;
- de inhoud vanaf deze geiser tot en met het verst gelegen tappunt bedraagt maximaal 1 l;
- de geiser bedient ten hoogste één ruimte, of meer ruimten mits die bestemd zijn voor dezelfde gebruiker.
- het tappunt wordt voor persoonlijke hygiëne gebruikt.

VOORBEELD: Een badkamer in een zorgappartement of een hotelkamer.<A1]

i) Daarnaast moet worden voldaan aan alle eisen die in de norm worden gesteld.

C.2 Toelichting voorschriften warmtapwaterinstallaties

C.2.1 Collectieve warmtapwatervoorzieningen en -installaties

Naast de eisen die in de norm vermeld staan, moeten collectieve leidingnetten in verband met preventie van legionella, ook voldoen aan de eisen vermeld in hoofdstuk 4 van het Drinkwaterbesluit. Hierbij moeten de richtlijnen voor de gehele leidingwaterinstallatie in acht worden genomen.

In verband met de eis in de norm dat de temperatuur van het warme water aan het mengtoestel of aan het tappunt ten minste 60 °C moet zijn, moet er bij externe levering van warmtapwater, zoals bij stadsverwarming, rekening mee worden gehouden dat de vereiste temperatuur aan het mengtoestel of aan het tappunt wordt bereikt.

Bij warmtapwatervoorzieningen en -installaties met circulatie moet de temperatuur van het water in de retourleiding(en) direct voor het warmtapwatertoestel bij gebruik conform ontwerpcondities ten minste 60 °C zijn.

Bij het opstellen van deze eis is er in eerste instantie van uitgegaan dat aan tappunten voor warmwater de temperatuur van het water geschikt moet zijn voor alle voorkomende huishoudelijke gebruiken waaronder die van schoonmaak en vaatwas (55 °C). Omdat in collectieve installaties en

installaties met een circulatiesysteem het risico op groei van legionella groter is, is ter preventie van legionella gekozen voor een temperatuur van minimaal 60 °C.

[A1> Voor een geiser zonder interne voorraad warmtapwater in de bereider is in 4.4.2.7 een uitzondering voor de warmtapwatertemperatuur gemaakt. Dit leidt tot het mogelijk maken van andere (energetisch gunstige) installatieoplossingen. Van belang hierbij is dat geen bacteriologische nagroei kan optreden. Gezien de minimale risico's is gekozen om instelling op een lagere warmtapwatertemperatuur toe te laten, mits de leidinginhoud achter het toestel en het aantal tappunten beperkt is. In 4.4.2.7 is vereist dat de inhoud vanaf deze geiser tot en met het verst gelegen tappunt incl. aftakkingen ten hoogste 1 l is. Ook moet het installatiedeel overzichtelijk zijn en gericht op een afgebakende beperkte functie. Wanneer het vanuit het oogpunt van volksgezondheid nodig blijkt, moet ter preventie van legionella aan de tappunten en in de geiser thermische desinfectie mogelijk zijn.<A1] Staan op de warmtapwaterinstallatie achter een mengtoestel met een ingestelde temperatuur < 55 °C uitsluitend tappunten aangesloten voor huishoudelijke gebruiken waarvoor een lagere temperatuur volstaat, bijvoorbeeld voor persoonlijke hygiëne (37 °C – 40 °C), dan wordt geacht te zijn voldaan aan de eisen in de norm uit oogpunt van veiligheid en doelmatigheid. Wanneer het vanuit het oogpunt van de volksgezondheid nodig blijkt, moet ter preventie van legionella aan de tappunten na het mengtoestel een minimale temperatuur van 60 °C kunnen worden bereikt.

C.2.2 Woninginstallaties

Bij het opstellen van de eis dat aan de tappunten de temperatuur ten minste 55 °C moet zijn, is ervan uitgegaan dat de temperatuur van het water geschikt moet zijn voor alle voorkomende huishoudelijke gebruiken. Voor woninginstallaties met circulatie wordt verwezen naar de toelichting bij collectieve warmtapwatervoorzieningen en -installaties. Bij toepassing van een centraalthermostaat wordt, afhankelijk van de leidingconfiguratie, aanbevolen ter preventie van legionella een temperatuur van minimaal 60 °C aan de tappunten na de centraalthermostaat mogelijk te maken.

Bijlage 3. Regeling legionellapreventie in drinkwater en warm tapwater

Het betreft de “Regeling van de Staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu van 27 juni 2011, nr. BJZ2011046957, houdende nadere regels met betrekking tot enige onderwerpen inzake legionellapreventie in drinkwater en warm tapwater (Regeling legionellapreventie in drinkwater en warm tapwater)”.

Deze regeling is bedoeld voor de collectieve installaties met een hoger risico, zoals installaties in ziekenhuizen, zorginstelling, hotels, sportvoorzieningen en circulerende warmtapwatersystemen in woongebouwen (met meer dan 10 aansluitingen).

Hieronder is de tekst uit deze regeling weergegeven die betrekking heeft op het uitvoeren van een legionella-risicoanalyse.

Bijlage 2

1. Voorschriften ten behoeve van het uitvoeren van een legionella-risicoanalyse

Een risicoanalyse wordt uitgevoerd overeenkomstig de voorschriften 1.1.1. tot en met 4.7.

1.1. In deze bijlage wordt verstaan onder:

- dode leiding*: leidinggedeelte waarin geen doorstroming met drinkwater of warm tapwater plaatsvindt doordat op het uiteinde van dit leidinggedeelte geen tappunten zijn aangesloten;
- biofilm*: populatie van micro-organismen in een matrix van slijm, die aan het inwendige oppervlak van een installatie gehecht is;
- hot spot*: plaats in de drinkwaterinstallatie of in het warmwaterleidingnet, bedoeld in voorschrift 3.1, waar het drinkwater opwarmt tot boven 25 °C of waar het water in de warmwateruittapleiding niet afkoelt tot onder 25 °C;
- component*: onderdeel van de installatie dat wat betreft de kans op groei danwelafdoeding van legionellabacteriën als een eenheid kan worden beschouwd;
- aërosolvormend tappunt*: tappunt als bedoeld in artikel 35, vierde lid, van het besluit;
- risicoanalyse*: legionella-risicoanalyse, ofwel risicoanalyse als bedoeld in artikel 37, eerste en tweede lid, van het besluit.

Uitvoering van de inventarisatie

- 1.1.1. Beoordeeld wordt in hoeverre de tappunten die deel uitmaken van een collectieve watervoorziening of collectief leidingnet (of daarop kunnen zijn aangesloten) aan te merken zijn als aërosolvormende tappunten.
- 1.1.2. Per tappunt wordt het volgende geïventariseerd:
 - a. plaats tappunt (omschrijving ruimte);
 - b. type tappunt (b.v. gootsteen, wastafel, bad, douche, brandslang);
 - c. beoordeling of sprake is van een aërosolvormend tappunt.

Preventie aan tappunten

- 1.2.1. Indien uit de uitvoering van voorschrift 1.1. blijkt dat één of meer aërosolvormende tappunten aanwezig zijn, wordt ten minste één van de volgende maatregelen getroffen:
 - a. de betreffende tappunten worden verwijderd;
 - b. in de toevoer naar het betreffende tappunt wordt een behandelingstechniek toegepast waardoor legionellabacteriën die in de collectieve watervoorziening of het collectieve leidingnet zijn gegroeid, in voldoende mate worden geëlimineerd;
 - c. overeenkomstig de paragrafen 2 tot en met 5 van deze bijlage wordt een risicoanalyse uitgevoerd voor het leidinggedeelte tussen het (centraal) leveringspunt van de collectieve watervoorziening of het collectieve leidingnet en het betreffende tappunt. Een leidingdeel dat alleen niet-aërosolvormende tappunten voedt, mag worden uitgesloten van de risicoanalyse mits aan het begin van dit leidingdeel een controleerbare keerklep aanwezig is en de aftakking direct na het (centraal) leveringspunt is aangebracht;
 - d. overeenkomstig de paragrafen 2 tot en met 5 van deze bijlage wordt een risicoanalyse

uitgevoerd voor de gehele collectieve watervoorziening of het collectieve leidingnet.

- 1.2.2. Indien een maatregel als bedoeld in voorschrift 1.2.1, onder a, b, of c, is getroffen, kan de risicoanalyse worden afgerond onverminderd het gestelde in voorschrift 4.7.
- 1.2.3. Voor zover periodieke maatregelen nodig zijn om het risico op besmetting door aërosolvormende stappunten te beheersen, wordt een beheersplan opgesteld en uitgevoerd overeenkomstig artikel 38 tot en met 40 van het besluit.

2. Verzameling van gegevens met betrekking tot de collectieve watervoorziening of het collectieve leidingnet

- 2.1. Ten behoeve van de risicoanalyse worden tenminste de volgende gegevens verzameld met betrekking tot de installatie:
 - a. installatietekeningen of daaraan gelijkwaardige tekeningen, schema's of beschrijvingen waaruit de leidingloop, de positie van toestellen en relevante appendages (terugstroombeveiligingen) en tappunten blijkt;
 - b. een overzicht van de gebruikte toestellen;
 - c. de bedrijfswijze en de temperatuurinstelling (ontwerp en praktijk);
 - d. de temperatuur van het drinkwater of warm tapwater op tappunten die ver verwijderd zijn van het (centraal) leveringspunt of het warmwatertoestel, tappunten met een lange uittapleiding en tappunten die weinig gebruikt worden.
- 2.2. Ten behoeve van de risicoanalyse worden tenminste de volgende gegevens verzameld met betrekking tot de omgeving:
 - a. ruimtetemperaturen (ontwerp, maximum etmaalgemiddelde);
 - b. temperaturen boven verlaagde plafonds of in schachten of (technische) ruimten waar zich leidingen bevinden;
 - c. temperaturen in wanden, vloeren of plafonds waarin zich andere, warme leidingen bevinden.
- 2.3. Ten behoeve van de risicoanalyse worden tenminste de volgende gegevens verzameld met betrekking tot het gebruik:
 - a. bedrijfstijden, waaronder de perioden waarin de installatie niet wordt gebruikt vanwege bijvoorbeeld vakantie- of seizoenssluiting;
 - b. gebruiksfuncties van het gebouw (deel);
 - c. gebruiksfrequentie.
- 2.4. De onder 2.1 tot en met 2.3 bedoelde gegevens zijn zodanig dat daaruit ten behoeve van de risicoanalyse de volgende gegevens kunnen worden afgeleid:
 - a. de functie van de installatiecomponent;
 - b. de materiële gegevens van de installatiecomponent;
 - c. de bedrijfswijze van de installatiecomponent;
 - d. de temperatuur van de installatiecomponent.

3. Verdeling van de collectieve watervoorziening of het collectieve leidingnet in hoofdfuncties

- 3.1. Ten behoeve van de risicoanalyse wordt de collectieve watervoorziening of het collectieve leidingnet in vijf hoofdfuncties verdeeld:
 - a. de grondstof, zijnde het water op de plaats waar de installatie is aangesloten op het leveringspunt;
 - b. de drinkwaterinstallatie, zijnde het leidingnet tussen het centrale leveringspunt en alle tappunten;
 - c. de warmtapwaterbereiding, zijnde alle warmwatertoestellen en hun onderlinge verbinding door middel van leidingen;
 - d. het warmwaterleidingnet, zijnde het leidingnet tussen de uitlaat van de warmtapwaterbereiding en alle tappunten, inclusief eventuele circulatiesystemen. Indien mengwatertoestellen worden toegepast, vallen hieronder zowel het mengwatertoestel als het distributiesysteem na het mengwatertoestel tot de tappunten;
 - e. de tappunten, zijnde de punten waar water door de gebruiker getapt wordt en de punten waar water voor andere huishoudelijke doeleinden gebruikt wordt waardoor het met mensen in contact kan komen.

4. Risicoanalyse van component tot systeem

- 4.1. In de risicoanalyse wordt per hoofdfunctie als bedoeld in voorschrift 3.1, van de collectieve watervoorziening of het collectieve leidingnet bepaald of er sprake is van een risico op groei van eventueel aanwezige legionellabacteriën.
- 4.2. Bij de risicoanalyse wordt de volgende procedure gevolgd:
 - a. binnen de collectieve watervoorziening of het collectieve leidingnet worden per hoofdfunctie, als bedoeld in voorschrift 3.1, componenten onderscheiden;
 - b. vervolgens wordt per component een risicoanalyse uitgevoerd;
 - c. daarna wordt per hoofdfunctie voor de gehele installatie een risicoanalyse uitgevoerd.
- 4.3.1. Bij de uitvoering van voorschrift 4.2, onder a, wordt rekening gehouden met de volgende factoren die een verandering in de risicofactoren kunnen veroorzaken:
 - a. leidingvertakking, het is hierbij met name van belang of de functie van een leiding en daarmee de gebruikintensiteit verandert;
 - b. ruimte, per ruimte wordt bezien of deze ruimte een verhoogde kans biedt op warme punten (hot spots) voor de drinkwaterinstallatieleidingen en warmwateruittapleidingen.
- 4.3.2. Toestellen worden als afzonderlijke componenten gezien.
- 4.3.3. De componenten worden genummerd, beginnend aan de inlaat van de hoofdfunctie en oplopend naar de eindpunten, en vervolgens op een rij gezet.
- 4.3.4. De nummering van de componenten wordt op het installatieschema ingetekend.
- 4.3.5. Per component worden de vereiste gegevens in een overzicht ingevuld.
- 4.3.6. De onder punt 4.3.5 bedoelde gegevens zijn:
 - a. unieke naam of omschrijving van de component;
 - b. functie, ter indicatie van de regelmaat en intensiteit van de doorstroming;
 - c. zichtbaarheid van de component, indien componenten geheel in de gebouwconstructie zijn weggewerkt wordt dit vastgelegd;
 - d. waterinhoud van voorraadtoestellen en drinkwaterreservoirs;
 - e. aard van de ruimte(n), ter indicatie van te verwachten hoogste temperaturen;
 - f. dode leidingen;
 - g. hot spots;
 - h. omschrijving opvolgende leiding(en) / tappunt(en).
- 4.4. De risicobeschouwing per component van de collectieve watervoorziening of het collectieve leidingnet wordt gebaseerd op de in paragraaf 2 beschreven gegevens van de component. Op basis van deze gegevens worden de te verwachten (uiteenlopende) bedrijfstoestanden van de betreffende installatiecomponent bepaald. In combinatie met de hierbij behorende risicofactoren en risicokwalificatie, zoals bepaald in paragraaf 5, worden de risicokwalificatie en eventuele acties bepaald.
- 4.5. Om te bepalen welke redelijkerwijs te verwachten (combinatie van) bedrijfssituaties tot een maximaal risico op groei van legionellabacteriën kunnen leiden, wordt ten minste rekening gehouden met de volgende aspecten:
 - a. bewoners-, gebruikers-, en beheerdersgedrag;
 - b. onjuist functioneren van installatiecomponenten.
- 4.6.1. De risicoanalyse voor de gehele installatie wordt gebaseerd op de risicobeschouwing per hoofdfunctie als genoemd in voorschrift 3.1.
- 4.6.2. De risicoanalyse per hoofdfunctie kan op de volgende wijze geschieden:
 - a. de eenvoudige werkwijze, waarbij de eis geldt dat geen enkele component van de hoofdfunctie, na eventuele acties, een negatief risico-oordeel heeft;
 - b. de formele risicoanalyse, waarbij gebruik wordt gemaakt van de symboliek die in voorschrift 5.2 is gegeven. Hiertoe wordt het risico-oordeel dat eerder per component is bepaald gesommeerd volgens de regels die daarvoor zijn gegeven.
- 4.7. De uitkomsten van de risicoanalyse, de daarbij gehanteerde gegevens en de eventueel genomen maatregelen worden schriftelijk vastgelegd met vermelding van datum, een aanduiding van de drinkwater- of warm tapwaterinstallatie waar de risicoanalyse betrekking op heeft, alsmede de naam en hoedanigheid van de persoon die de risicoanalyse heeft uitgevoerd.

5. Bij de risicoanalyse te hanteren risicofactoren en kwalificatie van risico

Bij de risicobeschouwing gaat de eigenaar uit van de risicofactoren die in voorschrift 5.1 zijn genoemd.

5.1. Risicofactoren en maatregelen

- 5.1.1. Bij de risicoanalyse wordt tenminste rekening gehouden met de volgende risicofactoren die vermeerdering van legionellabacteriën in drinkwater- of warm tapwaterinstallaties bevorderen:
- een watertemperatuur tussen 25 en 50 °C;
 - stilstaand water;
 - lange verblijftijd;
 - biofilm en sediment.
- 5.1.2. Bij de risicoanalyse wordt tenminste rekening gehouden met de volgende risicobeperkende factoren:
- watertemperaturen onder 20 °C;
 - watertemperaturen tussen 20 en 25 °C, voor zover er maximaal een week stilstand is en een goede doorstroming;
 - watertemperaturen boven 50 °C;
 - watertemperaturen boven 60 °C (in verband met afdoding van legionellabacterie; zie punt 5.1.3.);
 - doorstroming;
 - korte verblijftijd.
- 5.1.3. In gevallen waarin uit de risicobeschouwing blijkt dat zich voor legionella gunstige groeiomstandigheden voordoen en de eigenaar ervoor kiest om dit risico te beheersen door naverwarming of het wekelijks verhogen van de temperatuur van het leidingnet (thermische desinfectie), houdt de eigenaar daarbij één van de volgende verhoudingen van temperatuur en tijd aan:

Temperatuur	Naverwarmingstijd	standtijd t.b.v. wekelijkse preventieve thermische desinfectie
60 °C	10 minuten	20 minuten
65 °C	1 minuut	10 minuten
70 °C	10 seconden	5 minuten

- 5.1.4. Installaties worden zo ontworpen en bedreven dat temperaturen tussen 25 en 50 °C zoveel mogelijk worden vermeden, met name in combinatie met grote waterhoeveelheden, stilstaand water of lange verblijftijden.
Dit houdt in dat:
- in zowel koud- als warmwatersystemen geen dode leidingen voorkomen;
 - opwarming van delen van drinkwaterinstallaties of van niet doorstroomde warmwateruittapleidingen tot boven 25 °C wordt voorkomen;
 - in geval van toepassing van alternatieve desinfectie methoden, bij de risicobeschouwing de bij die methode aangetoonde verwijderings- of afdodingsfactoren worden gehanteerd, voor zover door beheersmaatregelen is gewaarborgd dat de methode in praktijk voortdurend deze mate van effectiviteit heeft.
- 5.1.5. Leidingen voor koud en warm water die langer dan een week niet gebruikt worden, worden wekelijks gespoeld. Bij het spoelen wordt water getapt tot 10 seconden nadat een stabiele temperatuur is bereikt.
- 5.1.6. Indien fysisch beheer wordt toegepast kan van voorschrift 5.1.5 worden afgeweken indien:
- bij aanvang van het beheer reiniging en desinfectie van de gehele aangesloten installatie is uitgevoerd;
 - een overbruggingsleiding gesloten en verzegeld is door middel van een afsluiter met aftapmogelijkheid of een daaraan gelijkwaardige methode;
 - warm tapwater, gemeten op het einde van een retourleiding en eventuele deelringen, gemeten op het verste punt, een minimumtemperatuur van 60 °C heeft, dan wel de minimumtemperatuur die met toepassing van artikel 1.3 van het Bouwbesluit 2012 door het bevoegd gezag als bedoeld in artikel 1.1 van het Bouwbesluit 2012 als gelijkwaardig is aangemerkt;
 - de in artikel 36 van het besluit genoemde maximaal toelaatbare hoeveelheid kolonie vormende eenheden legionellabacteriën niet wordt overschreden, gemeten bij de tappunten waar de spoelfrequentie het laagst is;
 - het beheer ononderbroken overeenkomstig BRL K14010-1 functioneert;

- f. tappenpunten van leidingen die langer dan een week niet gebruikt zijn voorafgaande aan ingebruikname worden gespoeld, waarbij water wordt getapt tot 10 seconden nadat een stabiele temperatuur is bereikt; en
 - g. van de onder a tot en met f bedoelde omstandigheden aantekening wordt gehouden in het logboek, bedoeld in artikel 40 van het besluit.
- 5.1.7. Indien fotochemisch of elektrochemisch beheer wordt toegepast kan van voorschrift 5.1.5 worden afgeweken indien wordt voldaan aan:
- a. de voor de desbetreffende methode of product door de minister vastgestelde minimale spoelfrequentie, waarbij op basis van uitgevoerde pilots is gebleken dat er geen gevaar bestaat voor de volksgezondheid; en
 - b. de onderdelen a tot en met g van voorschrift 5.1.6, voor zover deze niet bij de vaststelling, bedoeld in onderdeel a, buiten toepassing zijn verklaard, waarbij voor 'BRL K14010-1' in onderdeel e wordt gelezen: BRL K14010-2.

5.2. Risicokwalificatie

Iedere hoofdfunctie dient aan de eis van een score 0 te voldoen.

Risicokwalificatie als functie van risicofactoren wordt als volgt voorgeschreven: Risicofactoren		Leidingvolume > 1 liter
Temperatuur (°C)	Duur temperatuur in component	Risicokwalificatie (+ afsterven; - groei)
< 20 °C	onbeperkt	0
20–25	onbeperkt	0 ¹
> 25–45	< 2 dagen	0 ²
> 25–45	> 2 dagen < 1 week	0 ³
> 25–45	> 1 week	- - -
> 45–50	onbeperkt	- -
> 50–55	onbeperkt	0
> 55–60	> 1 uur	+
> 55–60	> 2 uur	++
> 55–60	> 3 uur	+++
> 60–65	> 3 min	+
> 60–65	> 5 min	++
> 60–65	> 10 min	+++

> 65–70	> 20 sec	+
> 65–70	> 40 sec	++
> 65–70	> 1 min	+++

Noten:

1. Bij temperaturen tussen 20°C en 25°C in combinatie met stilstand langer dan een week of slechte doorstroming kan langzame uitgroei van de bacterie optreden tot boven de detectiegrens.
2. In dit temperatuurstraject wordt de risicokwalificatie '0' alleen gegeven in de situatie dat het water na die twee dagen overeenkomstig de in voorschrift 5.1.3 gegeven standtijd tot een temperatuur van meer dan 60°C verhit wordt. Wordt aan deze voorwaarde niet voldaan dan is er sprake van een langere duur van de periode met temperaturen tussen 25°C en 45°C en dient de risicokwalificatie te worden bepaald voor de gehele periode.
3. In dit temperatuurstraject wordt de risicokwalificatie '0' alleen gegeven in de situatie dat het water na die week overeenkomstig de in voorschrift 5.1.3 gegeven standtijd tot een temperatuur van meer dan 60°C verhit wordt. Wordt aan deze voorwaarde niet voldaan dan geldt een risicokwalificatie '– – –'. Bij wekelijkse preventieve thermische desinfectie kan incidenteel een situatie ontstaan waarin legionellabacteriën in concentraties boven de in artikel 36 van het besluit genoemde hoeveelheid kolonie vormende eenheden voorkomen. Er is geen aanleiding om dan hoge concentraties te verwachten, zodat in het kader van de risicoinventarisatie deze situatie als veilig kan worden beschouwd.

Voor leidingvolumes kleiner dan één liter is voor alle temperaturen boven 25°C de risicokwalificatie neutraal (0), mits sprake is van een goede doorstroming.

Bijlage 4. Gedetailleerde rekenresultaten energie en kosten

Installatie- en woningvarianten

De volgende installatievarianten worden doorgerekend (zie Figuur 4).

- Individuele combiwarmtepomp met booster
- Individuele combiwarmtepomp en keukenboiler (elektrische keukenboiler of kokendwaterboiler)

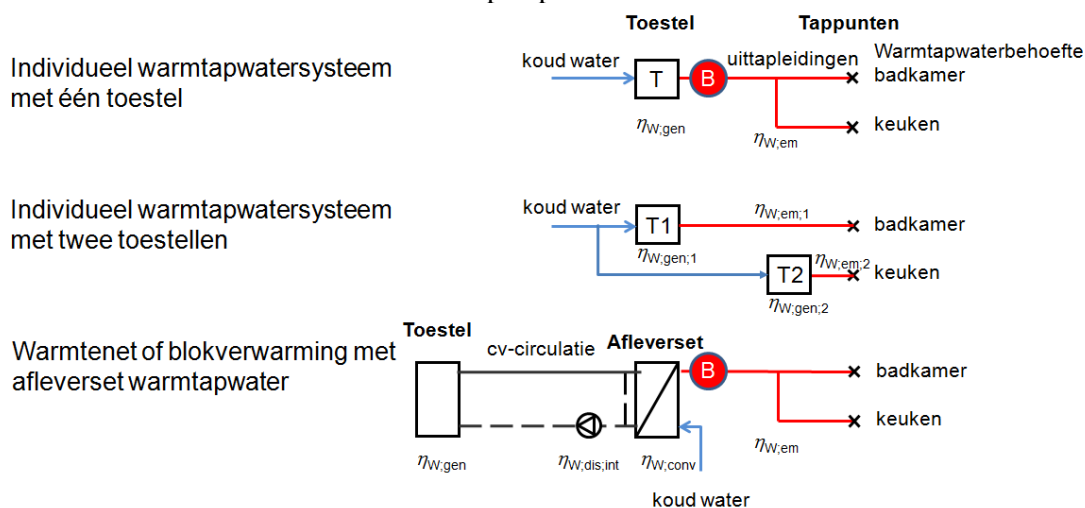
Als warmtebron voor de individuele warmtepompen zijn er verschillende mogelijkheden:

- buitenlucht (vooral geschikt voor laagbouw);
- bodemwarmtewisselaars (vooral geschikt voor laagbouw);
- grondwater (vooral toegepast bij hoogbouw);
- aquathermie: thermische energie uit oppervlaktewater, afvalwater of drinkwater waarbij de temperatuur op een vergelijkbaar nivo ligt als bij grondwater
- restwarmte op een laag temperatuurniveau, zoals koelwater van datacentra.

Voor het bepalen van de energiebesparing en kosten-baten bij een lagere temperatuureis is gekozen voor de momenteel veel toegepaste lucht/water warmtepomp. Deze heeft een relatief lage gemiddelde brontemperatuur (7°C in, 2°C uit). De invloed van de lagere temperatuureis op de resultaten is representatief voor andere warmtepompen met een andere warmtebron met een hogere brontemperatuur.

De installatievarianten worden doorgerekend voor toepassing in de volgende woningtypen:

- Eengezinswoning met gebruiksoppervlakte van 100 m² met een individuele combiwarmtepomp met booster.
- Klein appartement met gebruiksoppervlakte van 50 m² met een individuele combiwarmtepomp met booster
- Groot appartement met gebruiksoppervlakte van 100 m² met een individuele combiwarmtepomp en keukenboiler



Figuur 9. Installatievarianten voor energiestudie

Voor de eengezinswoning wordt uitgegaan van een opstellingsplaats van de warmtepomp op zolder en een bijbehorend leidingnet naar de tappunten in o.a. keuken en badkamer (8-10 m naar de keuken, 6-8 m naar de badkamer).

Voor de appartementen wordt uitgegaan van een opstellingsplaats van de warmtepomp in het appartement en een kort leidingnet naar de tappunten in o.a. keuken (4 m) en badkamer (4 m). Voor de aflerverset wordt hetzelfde leidingnet toegepast.

Bij toepassing van een keukenboiler vervalt de warme uittapleiding naar de keuken; de afstand tussen keukenboiler en keukentappunt is kleiner dan 1 meter.

De volgende varianten worden toegepast voor de temperatuurinstelling:

- 55°C - referentie
- 50°C
- 45°C
- 40°C

Beoordelingswijze energie

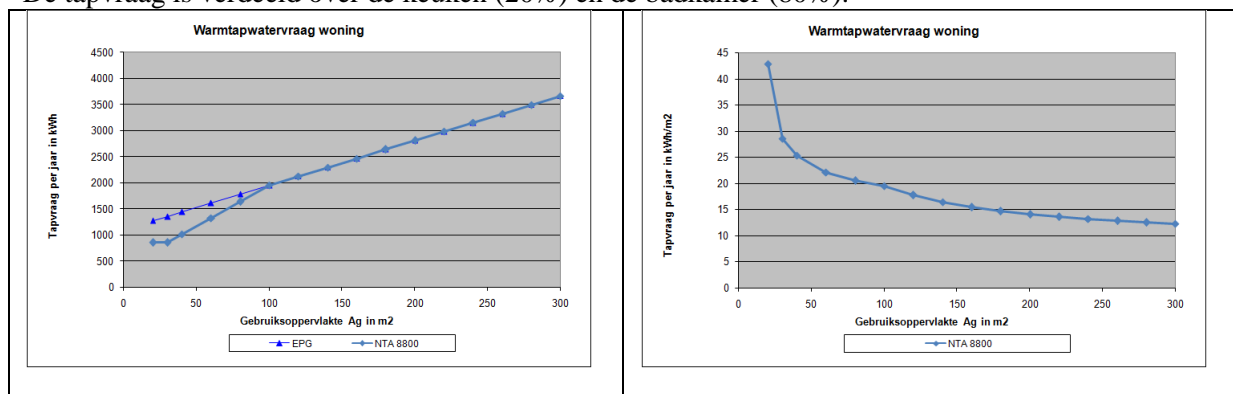
Het primair energiegebruik wordt bepaald volgens de methode van de energieprestatienorm: NEN 7120 [17,19], NEN 7125 [20] en NTA 8800 [21]. Hierbij gaat het om de volgende aspecten:

- Warmtapwaterbehoefte
- Leidingverliezen, uitgedrukt in het afgifterendement
- Opwekkingsrendement

Warmtapwaterbehoefte

De warmtapwaterbehoefte aan de tappunten is hieronder gegeven als functie van de gebruiksoppervlakte. In deze studie wordt voor de tapvraag NTA 8800 gevolgd.

De tapvraag is verdeeld over de keuken (20%) en de badkamer (80%).



Figuur 10. Warmtebehoefte voor warmtapwater volgens NEN 7120 (EPG) en NTA 8800

Afgifterendement

Voor de warmtepompsystemen met een booster bedraagt het afgifterendement t.g.v. de leidingverliezen tussen toestel en tappunt in zolderopstelling 0,742 (0,48 voor de keuken, 0,86 voor de badkamer).

Voor de appartementen bedraagt het afgifterendement 0,91 (0,79 voor de keuken, 0,95 voor de badkamer)

Bij toepassing van een keukenboiler bedraagt het afgifterendement voor het keukentappunt 1,0. Het is de vraag of bij een lagere temperatuurinstelling de leidingverliezen dalen of stijgen bij een gelijkblijvende warmtelevering aan het tappunt. Hiervoor dient o.a. de bepaling van de wachttijd te worden aangepast (zie 5.5). Een langere wachttijd levert een hoger verlies op; de lagere temperatuurinstelling levert een lager verlies op.

Gezien de complexiteit van de bijbehorende berekening wordt dit aspect in deze studie niet verder uitgewerkt.

Voor de warmtepompsystemen met een booster is de warmtapwaterbehoefte aan het toestel de warmtapwaterbehoefte aan de tappunten gedeeld door het afgifterendement.

Bij toepassing van een keukenboiler wordt de warmtapwaterbehoefte gesplitst:

- de warmtapwaterbehoefte aan de warmtepomp is de warmtapwaterbehoefte aan het badkamertappunt (80% van de totale warmtapwaterbehoefte) gedeeld door het afgifterendement

- de warmtapwaterbehoefte aan de keukenboiler bedraagt 20% van de totale warmtapwaterbehoefte.

Opwekkingsrendement

Voor het bepalen van de COP van de warmtepomp als functie van de ingestelde temperatuur en de warmtapwaterbehoefte aan het toestel (inclusief leidingverliezen) wordt de volgende aanpak gevolgd:

- De COP (toestel zonder vatverlies) is berekend volgens de Carnotformule, op basis van het setpoint toestel en de uitgaande verdampertemperatuur, met een carnotfactor van 50%.
- De warmtevraag van het vat bedraagt 100 W in een grote woning of 60 W in een kleine woning en is niet gecorrigeerd voor de lagere temperatuur.

Bij installaties met een booster is het de vraag welk deel van de tappingen op hoge temperatuur verlangd wordt. Met een aandeel van 80% voor de badkamer (40°C is dan voldoende) blijft maximaal 20% over voor de keuken. Het is onbekend welk deel hiervan op hoge temperatuur verlangd wordt; daarom zijn varianten met 20, 10 en 5% op hoge temperatuur doorgerekend.

Het aandeel warmtevraag op hoge temperatuur is hoger dan de resterende 80/90/95%, omdat alleen het verbruik boven het setpoint van het toestel door de booster wordt geleverd.

Bij installaties met een keukenboiler wordt de verdeling 80/20% aangehouden.

Beoordelingswijze kosten-baten

Voor de kosten-baten berekening wordt gebruik gemaakt van de terugverdientijd. Hierbij worden o.a. rente, inflatie en tariefveranderingen buiten beschouwing gelaten, wegens de lage rente en inflatie en de onvoorspelbaarheid van de energietarieven. Het resultaat geeft een indicatie van de kosten en baten voor de bewoner.

De volgende kosten en tarieven zijn hierin gehanteerd:

- Kosten elektrisch verbruik – een gebruikerstarief van 0,25 Euro per kWh.
- Meerkosten groter buffervat – 100 Euro
- Meerkosten booster van 4 – 6 kW plus afstandsbediening – 300 Euro (200 + 100)
- Meerkosten keukenboiler – 200 Euro (traditioneel) tot 1000 Euro (kokendwaterboiler)
- Meerkosten extra elektriciteitsgroep booster – reeds verwerkt in de extra elektriciteitsgroep voor de warmtepomp

Voor nieuwbouwwoningen speelt nog een andere besparing mee, die voortkomt uit de EPC- of BENG-eis waaraan moet worden voldaan. Als een lagere temperatuureis tot een lager energiegebruik leidt dan kan de toepassing van andere maatregelen verminderd worden; er kan bijvoorbeeld worden volstaan met minder PV-panelen. De kostenbesparing hiervan is buiten de berekening gehouden.

Individuele combiwarmtepomp met booster

Hieronder zijn de resultaten voor de individuele combiwarmtepomp met booster gegeven voor een eengezinswoning met een gebruiksoppervlakte van 100 m².

Hieruit blijkt dat het aandeel warmwater op hoge temperatuur van grote invloed is op de reductie van het energiegebruik en de terugverdientijd.

Bij een aandeel warmwater op hoge temperatuur van 5% is een energiebesparing tot 20% en een terugverdientijd van minder dan 7 jaar haalbaar.

Tabel 10. Energiegebruik en terugverdientijd combiwarmtepomp met booster voor een eengezinswoning met gebruiksoppervlakte van 100 m²

Energie													
Warmtevraag aan de tappunten	MJ	7.025											
Afgifterendement		0,742											
Warmtevraag aan het toestel	MJ	9.467											
Setpoint toestel	°C	55	50	45	40	55	50	45	40	55	50	45	40
Aandeel tapwater op hoge temperatuur		0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05
Aandeel warmtevraag op lage temperatuur		1,000	0,978	0,956	0,933	1,000	0,989	0,978	0,967	1,000	0,994	0,989	0,983
Warmtevraag aan het toestel op LT	MJ	9.467	9.257	9.046	8.836	9.467	9.362	9.257	9.152	9.467	9.415	9.362	9.309
Warmtevraag aan het toestel op HT	MJ	-	210	421	631	-	105	210	316	-	53	105	158
Carnotfactor warmtepomp		0,50											
Ingaande verdampertemperatuur	°C	7											
Uitgaande verdampertemperatuur	°C	2											
Warmteverlies vat	W	100											
COP toestel zonder vatverlies		3,10	3,37	3,70	4,12	3,10	3,37	3,70	4,12	3,10	3,37	3,70	4,12
COP toestel met vatverlies		2,32	2,51	2,74	3,04	2,32	2,52	2,76	3,06	2,32	2,52	2,77	3,08
COP booster		1											
Elektrische gebruik toestel	MJ	4.077	3.687	3.298	2.910	4.077	3.718	3.355	2.986	4.077	3.734	3.383	3.025
Elektrische gebruik booster	MJ	-	210	421	631	-	105	210	316	-	53	105	158
Elektrische gebruik totaal	MJ	4.077	3.897	3.718	3.541	4.077	3.823	3.565	3.302	4.077	3.786	3.488	3.182
Reductie elektrische gebruik totaal	%	Ref	4%	9%	13%	Ref	6%	13%	19%	Ref	7%	14%	22%
COP gezamenlijk		2,32	2,43	2,55	2,67	2,32	2,48	2,66	2,87	2,32	2,50	2,71	2,97
COP systeem		1,72	1,80	1,89	1,98	1,72	1,84	1,97	2,13	1,72	1,86	2,01	2,21
Kosten en baten													
Elektrische gebruik totaal	kWh/jr	1132	1083	1033	984	1132	1062	990	917	1132	1052	969	884
Energiekosten variabel	Euro/jr	283,1	270,6	258,2	245,9	283,1	265,5	247,6	229,3	283,1	262,9	242,2	221,0
Energiekosten verschil t.o.v. referentie	Euro/jr	0,00	12,47	24,87	37,21	0,00	17,61	35,54	53,80	0,00	20,17	40,87	62,10
Terugverdientijd	jaar	Ref	32,1	16,1	10,8	Ref	22,7	11,3	7,4	Ref	19,8	9,8	6,4

Voor een appartement met een gebruiksoppervlakte van 50 m² zien we vergelijkbare resultaten voor de energiebesparing als bij een woning met een gebruiksoppervlakte van 100 m². De terugverdientijd van ca. 10 jaar ligt hoger doordat dezelfde investering met een kleiner verbruik, en daarmee een kleinere besparing in euro's, moet worden terugverdiend.

Tabel 11. Energiegebruik en terugverdientijd combiwarmtepomp met booster voor een appartement met gebruiksoppervlakte van 50 m²

Energie													
Warmtevraag aan de tappunten	MJ	5.484											
Afgifterendement		0,913											
Warmtevraag aan het toestel	MJ	6.007											
Setpoint toestel	°C	55	50	45	40	55	50	45	40	55	50	45	40
Aandeel tapwater op hoge temperatuur		0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05
Aandeel warmtevraag op lage temperatuur		1,000	0,978	0,956	0,933	1,000	0,989	0,978	0,967	1,000	0,994	0,989	0,983
Warmtevraag aan het toestel op LT	MJ	6.007	5.873	5.740	5.606	6.007	5.940	5.873	5.807	6.007	5.973	5.940	5.907
Warmtevraag aan het toestel op HT	MJ	-	133	267	400	-	67	133	200	-	33	67	100
Carnofactor warmtepomp		0,50											
Ingaande verdampertemperatuur	°C	7											
Uitgaande verdampertemperatuur	°C	2											
Warmteverlies vat	W	60											
COP toestel zonder vatverlies		3,10	3,37	3,70	4,12	3,10	3,37	3,70	4,12	3,10	3,37	3,70	4,12
COP toestel met vatverlies		2,35	2,55	2,78	3,08	2,35	2,55	2,80	3,11	2,35	2,56	2,81	3,12
COP booster		1											
Elektrische gebruik toestel	MJ	2.551	2.307	2.063	1.820	2.551	2.327	2.099	1.868	2.551	2.337	2.117	1.893
Elektrische gebruik booster	MJ	-	133	267	400	-	67	133	200	-	33	67	100
Elektrische gebruik totaal	MJ	2.551	2.440	2.330	2.220	2.551	2.393	2.233	2.069	2.551	2.370	2.184	1.993
Reductie elektrische gebruik totaal	%	Ref	4%	9%	13%	Ref	6%	13%	19%	Ref	7%	14%	22%
COP gezamenlijk		2,35	2,46	2,58	2,71	2,35	2,51	2,69	2,90	2,35	2,53	2,75	3,01
COP systeem		2,15	2,25	2,35	2,47	2,15	2,29	2,46	2,65	2,15	2,31	2,51	2,75
Kosten en baten													
Elektrische gebruik totaal	kWh/jr	709	678	647	617	709	665	620	575	709	658	607	554
Energiekosten variabel	Euro/jr	177,1	169,4	161,8	154,1	177,1	166,2	155,0	143,6	177,1	164,5	151,6	138,3
Energiekosten verschil t.o.v. referentie	Euro/jr	0,00	7,72	15,38	23,00	0,00	10,97	22,15	33,53	0,00	12,60	25,53	38,80
Terugverdientijd	jaar	Ref	51,8	26,0	17,4	Ref	36,4	18,1	11,9	Ref	31,7	15,7	10,3

Individuele combiwarmtepomp en keukenboiler

Voor een appartement met een gebruiksoppervlakte van 100 m² zien we geen besparing maar een toename van het energiegebruik bij het toepassen van twee toestellen. De winst van een hoger rendement van de warmtepomp en het lagere leidingverlies naar de keuken weegt niet op tegen het hogere energiegebruik van het keukentoestel waarmee 20 % van de warmtevraag wordt geleverd met een COP = 1.

Gezien dit resultaat is geen terugverdientijd berekend.

Tabel 12. Energiegebruik combiwarmtepomp met keukenboiler voor een appartement met gebruiksoppervlakte van 100 m²

Energie		Eén toestel	Twee toestellen			
Warmtevraag aan de tappunten	MJ	7.025	7.025			
Warmtevraag in de keuken	MJ		1.405			
Afgifterendement keuken		nvt	1,00			
Warmtevraag aan het keukentoestel	MJ	-	1.405			
Warmteverlies vat keukentoestel	W	-	10			
Opwekrendement keukentoestel		1	1,00			
Elektrische gebruik keukentoestel	MJ	-	1.720,3			
Setpoint toestel	°C	55	55	50	45	40
Warmtevraag badkamer	MJ	7.025	5.620	5.620	5.620	5.620
Afgifterendement badkamer		0,91	0,95			
Warmtevraag aan de warmtepomp	MJ	7.719	5.916			
Carnotfactor warmtepomp		0,50	0,50			
Ingaande verdampertemperatuur	°C	10	10			
Uitgaande verdampertemperatuur	°C	5	5			
Warmteverlies vat	W	100	100			
COP toestel zonder vatverlies		3,28	3,28	3,59	3,98	4,47
COP toestel met vatverlies		2,33	2,14	2,34	2,59	2,92
Elektrische gebruik warmtepomp	MJ	3.313	2.764	2.526	2.280	2.027
Elektrische gebruik totaal	MJ	3.313	4.484	4.246	4.001	3.747
Reductie elektrische gebruik totaal		Ref	-35%	-28%	-21%	-13%
COP systeem		2,12	1,57	1,65	1,76	1,87