

WARMTAPWATERINSTALLATIES
Leidingontwerp, wachttijden, toestellen
en temperatuurregeling

DATUM: OKT 2018

Auteursrechten voorbehouden

Met betrekking tot warmtapwaterinstallaties is in NEN 1006: 2015 + A1 2018 het volgende gesteld:

1.4.2 *Een leidingwaterinstallatie moet zo zijn uitgevoerd dat:*

- a. *de voor het doel beoogde volumestroom, gebruiksdruk en temperatuur aan de desbetreffende tappunten en aansluitpunten voor toestellen beschikbaar is;*
- b. *het water bij de tappunten - met het oog op de volksgezondheid - betrouwbaar is voor het gebruiksdoel; het water aan de tappunten aan de normen voor fysische, chemische en microbiologische kwaliteit voldoet;*
- e. *geluidhinder en te hoge stroomsnelheden wordt vermeden;*
- f. *deze geen aanleiding geeft tot verspilling van leidingwater en/of energie;*
- g. *een langdurig en ongestoord gebruik moet kunnen worden gebruikt;*
- h. *de kwaliteit van de verschillende soorten leidingwater niet door verbindingen onderling of anderszins nadelig wordt beïnvloed;*
- i. *deze gemakkelijk kunnen worden bediend, beheerd en onderhouden.*

4.4.1 *Eisen*

Warmtapwaterinstallaties moeten aan de volgende eisen voldoen:

- a. *de constructie en het vermogen van een warmtapwatertoestel met de aangesloten warmtapwaterleidingen met hun tappunten moeten beantwoorden aan het doel dat met de bereiding van warmtapwater wordt beoogd. Met het beperken van energie- en waterverlies moet rekening zijn gehouden.*
- b. *warmtapwater moet worden bereid uit drinkwater.*
- c. *het warmtapwatertoestel moet tegen te hoge temperatuur en zo nodig tegen te hoge druk zijn beveiligd;*
- d. *in de drinkwaterleiding naar het warmtapwatertoestel mag geen warmtapwater kunnen terugstromen;*
- e. *een warmwatertappunt moet als zodanig herkenbaar zijn. Dit moet door middel van de kleur rood op het bedieningsorgaan worden aangegeven. De kleur blauw moet ingeval van een mengkraan het koud water tappunt aangeven. Bij een horizontaal geplaatste mengkraan moet het bedieningsorgaan van het warme water, van de gebruiker uit gezien, links en bij een verticaal geplaatste mengkraan onder het bedieningsorgaan van het koud water tappunt worden geplaatst;*
- f. *voorraadwarmtapwatertoestellen moeten volledig kunnen worden geledigd.*
- g. *In warmtapwaterinstallaties moet het mogelijk zijn om de temperatuur van het door een warmwatertoestel geleverde warmtapwater te kunnen meten. In circulerende systemen moet in iedere afzonderlijke (deel)ring de temperatuur kunnen worden gemeten.*

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.*

4.4.2.2 *De temperatuur aan het mengtoestel of aan het tappunt in een woninginstallatie met circulatie en in een collectief leidingnet moet bij gebruik conform de ontwerpcondities ten minste 60 °C zijn. Voor de bepalingsmethode, zie 5.2.4.2 en 5.2.4.3.*

4.4.2.3 *Bij warmtapwatervoorzieningen en warmtapwaterinstallaties met circulatie moet de temperatuur van het water in de retourleiding(en) bij gebruik conform de ontwerpcondities ten minste 60 °C zijn. Voor de bepalingsmethode, zie 5.2.4.4.*

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

4.4.2.5 Er moeten maatregelen worden genomen waarmee verbranding aan de tappunten wordt voorkomen.

4.4.2.6 Voor de bepalingsmethode van de warmwatertemperatuur, zie 5.2.4.1.

OPMERKING Hoge watertemperaturen hebben nadelige gevolgen voor een installatie. Van enkele onderdelen en appendages in de installatie is het toepassingsgebied begrensd op een maximale temperatuur van 65 °C of 70 °C. Boven een temperatuur van 70 °C neemt de vorming van ketelsteen snel toe.

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.

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

5.1.6 Indien de warmwatertemperatuur lager is dan 60°C, dan moet de volumestroom van het warme water zodanig zijn, dat het mengwater met de gewenste (meng)temperatuur ten minste een volumestroom heeft zoals aangegeven in tabel 6.

5.2.4.1 De warmtapwatertemperatuur kan worden bepaald:

- a) aan het tappunt, volgens 5.2.4.2;
- b) aan het mengtoestel, volgens 5.2.4.3;
- c) aan de retourleiding(en), volgens 5.2.4.4.

De bepalingen moeten worden uitgevoerd bij gebruik conform de ontwerpcondities.

5.2.4.2 Bepaling van de temperatuur aan het tappunt
Bepaal, als voorbereiding, de relevante tappunten voor het doen van de temperatuurmeting.
Open een relevant tappunt volledig. Meet na 2 min de temperatuur van het uitstromende water. Herhaal dit voor alle andere relevante tappunten. Bepaal of de gemeten temperaturen voldoen aan 4.4.2.

5.2.4.3 Bepaling van de temperatuur aan het mengtoestel
Bepaal, als voorbereiding, waar mengtoestellen aanwezig zijn.
Stel het mengtoestel in op de maximale warmwatertemperatuur. Open een relevant tappunt volledig. Meet na 2 min de temperatuur van het warme water dat het mengtoestel ingaat of, wanneer het koude water volledig kan worden afgesloten, aan het tappunt. Herhaal dit bij andere mengtoestellen.
Bepaal of de gemeten temperaturen voldoen aan 4.4.2.

5.2.4.4 Bepaling van de temperatuur in de retourleiding(en)
Meet de temperatuur van het retourwater 0,5 m voor de aansluiting van de warmtapwater-voorziening en in relevante deelringen.
Bepaal of de gemeten temperaturen voldoen aan 4.4.2.

1. Titels van de vermelde normen, wetgeving en overige publicaties

NEN 1006	Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties (2015 +A1 2018)
NEN 7120	Energieprestatie van gebouwen- bepalingsmethode (+C2:2012/C5:2014)
NEN 6922	Waterprestatie van woningen - Bepalingsmethode
NTR 5076	Geluidwering in woningen en woongebouwen; Sanitaire toestellen en installaties voor de aan- en afvoer van water.
Kiwa BRL-K656	Warmtewisselaars bestemd voor het indirect verwarmen van drinkwater
Kiwa BRL-K610	Sanitaire kranen - Thermostatische mengkranen
Drinkwaterbesluit	
Drinkwaterregeling	
Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening.	
ISSO publicatie 30	Leidingwaterinstallaties in woningen (2003)
ISSO publicatie 55	Leidingwaterinstallaties in woon- en utiliteitsgebouwen (2013)
ISSO-publicatie 55.1	Handleiding Legionella-preventie in leidingwater, 2012
ISSO-publicatie 55.2	Handleiding zorgplicht Legionellapreventie collectieve leidingwaterinstallaties, maart 2012

2. Definities

Wachttijd: De tijd die verloopt tussen het openen van een warmwatertappunt en het bereiken van de vereiste temperatuur aan het tappunt.

$$\text{Wachttijd} = \text{toestelwachttijd} + \text{leidingwachttijd}$$

Toestelwachttijd: De tijd die verloopt tussen het openen van een warmwatertappunt en het bereiken van de vereiste temperatuur aan de uitgang van het toestel. Deze wachttijd is productafhankelijk.

Leidingwachttijd: De tijd die verloopt om het koude water uit de leiding te verdringen en de leiding op te warmen. Dit deel van de wachttijd is met behulp van de $DH_{w,70}$ -factor te berekenen.

DH_{w,70}-factor: De waarde die aangeeft hoeveel maal de inhoud van de warmtapwaterleiding moet wegstromen voordat 70 % van de maximaal te bereiken temperatuurstijging wordt bereikt (bij continu gebruik van het tappunt).

Maximaal toelaatbare leidinglengte: De som van de doorstroomde leidinglengten van de aanvoer- en aansluitleiding vanaf het warmtapwatertoestel tot aan het betreffende tappunt, waarbij de toelaatbare leidingwachtijd niet wordt overschreden.

3. Algemeen

3.1 Het Bouwbesluit stelt eisen aan de energetische eigenschappen van een gebouw en de bijbehorende, energie gebruikende installaties. De eis voor de energetische eigenschappen wordt uitgedrukt in een energie-prestatiecoëfficiënt (EPC). Het geschematiseerde energiegebruik van warmtapwater is één van de factoren die de EPC beïnvloedt. Dit energiegebruik wordt, voor wat betreft aspecten die in dit werkblad aan de orde zijn, ook bepaald door de leidinglengten, leidingmateriaal, toepassing van een circulatieleiding en waterbesparende aspecten. Voor de bepalingmethode van de EPC wordt verwezen naar NEN 7120

In NEN 1006 worden ook eisen gesteld aan het voorkomen van verspilling van energie alsmede leidingwater.

Toestellen zijn in het kader van de Europese Ecodesign richtlijn verplicht om een Energielabel te voeren. De eisen die hieraan gesteld worden zijn vastgelegd in EU verordeningen 812/2013 en 814/2013.

In privaatrechtelijke overeenkomsten kunnen eisen worden gesteld aan de wachttijd in relatie met de vereiste temperatuur aan het tappunt. Met de toestelwachttijd van het toegepaste warmtapwatertoestel moet rekening worden gehouden.

3.2 De toe te passen materialen en toestellen moeten voor zover ze in contact kunnen komen met drink- en warm tapwater voldoen aan de Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening.

4. Wachttijden en leidingontwerp

4.1 Eisen aan wachttijd

Met betrekking tot **wachttijd** moet naast de aan te houden lengte van de warmtapwaterleidingen (**leidingwachttijd**) ook aandacht worden besteed aan het toe te passen warmtapwatertoestel (**toestelwachttijd**).

De maximale leidingwachttijd + toestelwachttijd bedraagt 35 seconden. Dit geldt voor alle soorten tappunten, met uitzondering van het bad en de (vaat)wasmachine, omdat hierbij in principe geen water en energie verloren gaan.

De toestelwachttijd wordt in berekeningen gesteld op 15 seconden. In de praktijk is het gangbaar dat de warmtapwatertoestellen een toestelwachttijd hebben kleiner of gelijk aan 15 seconden.

Om flexibiliteit in de keuze van (soorten) warmtapwatertoestellen te houden mag de leidingwachttijd daarom maximaal 20 seconden bedragen.

Indien meerdere tappunten op éénzelfde leiding zijn aangesloten, moeten alle tappunten op dit leidinggedeelte voldoen aan de eis van een maximum leidingwachttijd van 20 s bij gebruik van een enkel tappunt.

Voor niet-circulerende systemen geldt een uitzondering. Bij een toestelwachttijd kleiner dan 15 seconden, mag het aantal seconden minder dan 15 worden toegevoegd worden aan de leidingwachttijd. De leidingwachttijd wordt hierdoor meer dan 20 seconden. De totale wachttijd blijft 35 seconden.

Aanvullende eisen die door partijen onderling afgesproken kunnen worden, worden gezien als comfort en worden besproken in 6. Bij de bepaling van de leidingwachttijd bij comfort wordt uitgegaan van de volumestroom die gebruikt wordt voor de dimensionering van de installatie.

Het berekenen van de leidingwachttijd is beschreven in 4.2.

NB: Let op dat bij diverse uitvoeringen van doorstroomtoestellen de tijden voor het op de gewenste temperatuur brengen van het water zeer uiteen kunnen lopen. (doorstroomtoestel 0-15 sec eenduidige informatie fabrikant)

Tabel 1: Te hanteren volumestromen warmtapwater

Gelijktijdig gebruik Tappunten	Volumestroom warmtapwater (60 °C) t.b.v. dimensionering installatie	
	l/min	l/s
Keuken, bad of douche	5,0	0,083
Andere tappunten	2,5	0,042
Keuken + douche	7,5	0,125
2 douches	7,5	0,125
Keuken + bad	10,0	0,167
Douche + bad	10,0	0,167
Keuken + douche + bad	12,5	0,209

Toelichting: In deze tabel zijn verschillende combinaties van gelijktijdig gebruik van tappunten weergegeven. Met "andere tappunten" wordt bedoeld andere tappunten dan in de tabel vermeld, bijvoorbeeld een wastafel.

Indien de warmwatertemperatuur lager is dan 60°C, (zie 10.) dan moet de volumestroom van het warme water zodanig zijn, dat het mengwater met de gewenste (meng)temperatuur ten minste een volumestroom heeft zoals aangegeven voor in de bovenstaande tabel.

4.2 Berekenen van de leidingwachtijd

Voor de bepaling van de leidingwachtijd wordt altijd uitgegaan van het gebruik van één enkel tappunt. De hiervoor gehanteerde volumestroom bedraagt **5 l/min** (0,083 l/s of 1 TE).

De volumestroom voor de bepaling van de leidingwachtijd is gelijk of kleiner aan de volumestroom die gebruikt wordt voor de dimensionering van de installatie.

Toelichting: Voor "andere tappunten" (zie tabel 1) zoals een wastafel wordt in het ontwerp uitgegaan van een warmtapwater volumestroom bij continu tappen van 2,5 l/min (60 °C). Echter bij de bepaling van de leidingwachtijd wordt ervan uitgegaan dat bij gebruik van dit tappunt eerst de warmwaterzijde van de kraan met een volumestroom van 5 l/min wordt geopend en hierna met koud water de uiteindelijke temperatuurinstelling plaatsvindt (bijmengen). Ditzelfde geldt ook voor waterbesparende tappunten, o.a. douchekoppen.

DH_{w,70}-factor

De leidingwachtijd is afhankelijk van het soort leidingmateriaal en montagewijze (niet weggewerkt en niet geïsoleerd of in mantelbuis weggewerkt in de vloer of wand) van de buis. Dit komt tot uitdrukking in de DH_w-factor. Bij de bepaling van de DH_w-factor wordt het water opgewarmd van 10 °C naar 60 °C. Echter het warme water aan het tappunt wordt in de praktijk al bij een lagere temperatuur dan 60 °C nuttig gebruikt. Dit blijkt al bij 45 °C te zijn. Deze temperatuur komt overeen met 70 % (= (45-10) / (60-10)) van het temperatuurverschil dat toegepast wordt bij de bepaling van de DH_w-factor. Deze 70 procentwaarde komt tot uitdrukking in de DH_{w,70}-factor. Deze factor wordt verder toegepast bij de bepaling van de leidingwachtijd.

In tabel 2 zijn DH_{w,70}-factoren gegeven voor verschillende leidingmaterialen en montagewijzen.

De leidingwachtijd wordt berekend met onderstaande formule:

$$\text{leidingwachtijd (s)} = \frac{\text{leidinginhoud (l)} \times \text{DH}_{w,70} - \text{factor}}{\text{volumestroom (l/s)}}$$

$$\text{leidingwachttijd}(s) = \frac{(\pi / 4) \times (d_{\text{inw}})^2 \times L \times DH_{w,70}}{q_v}$$

Hierbij geldt:

- d_{inw} is de inwendige diameter van de buis in dm;
- L is de leidinglengte in dm;
- q_v is de volumestroom in l/s (=dm³/s);
- leidingwachttijd in s.

Indien voor de leidinglengte L een waarde van 10 dm wordt ingevuld, dan wordt een leidingwachttijd in s per meter leidinglengte verkregen.

In tabel 3 is de leidingwachttijd in s per meter leidinglengte voor verschillende leidingmaterialen en $DH_{w,70}$ -factoren weergegeven.

Dit is berekend met bovenstaande formule. Tevens is in de tabel door middel van kleuren aangegeven wanneer de snelheid van het water in de leiding 2,0 m/s respectievelijk 1,5 m/s overschrijdt.

De middellijnen van een materiaal kunnen per fabrikant iets verschillen. Aan de hand van de door de fabrikant opgegeven inwendige middellijn kan de leidingwachttijd in s per meter leidinglengte exact worden berekend. (eenduidig in afkortingen)

Voor PB is zowel dik als dun PB opgenomen in de tabel.

Bij de berekening is ervan uitgegaan dat de $DH_{w,70}$ -factor niet verschilt.

4.3 Maatregelen bij overschrijden van leidingwachttijden

Indien na berekening blijkt dat niet aan de maximale leidingwachttijd wordt voldaan, kan - ter oplossing hiervan - worden gekozen uit:

- a. aanpassen van het leidingtracé, eventueel met een afzonderlijke leiding vanaf het warmtapwatertoestel tot aan het betreffende tappunt;
- b. toepassen van een kleinere middellijn van de leiding. Hierbij moet rekening gehouden worden met het optreden van extra drukverlies en een hogere stroomsnelheid;
- c. keuze van een ander leidingmateriaal;
- d. verplaatsen van het warmtapwatertoestel.
- e. een eventuele plaatsing van een tweede warmtapwatertoestel.
- f. keuze voor een circulatiesysteem (zie 5). Hierbij dient echter rekening te worden gehouden met de extra energieverliezen die dit oplevert alsmede de extra investering.

Toelichting: De lengte en middellijn van de warmtapwaterleidingen alsmede het leggen van een afzonderlijke leiding ≤ 10 mm inwendige middellijn vanaf het warmwatertoestel tot aan het keukentappunt worden ook betrokken bij de bepaling van de energieprestatie van het gebouw in NEN 7210.

Tabel 2: Waarden van $DH_{w,70}$ -factoren voor verschillende leidingsystemen

Leidingsystemen	$DH_{w,70}$ -factor	
	Niet weggewerkt en niet geïsoleerd	In een mantelbuis weggewerkt in vloer/wand
Koper (koperen buis)	1,50	1,55
PVC-C (gechloreerde polyvinylchloride buis)	1,20	1,15
PB (polybuteen buis)	1,25	1,25
PE-X ("crosslinked" polyetheen buis)	1,60	1,55
PPR (polypropeen random copolymeer buis)	1,25	1,30 ^{a)}
PE-RT/Al (polyetheen "raised temperature resistance" aluminium multilayer buis)	1,55	1,50
PE-X/Al ("crosslinked" polyetheen aluminium multilayer buis)	1,55	1,50
PE-X + EVOH ("crosslinked" polyetheen buis met ethylvinyl alcohol-barrière laag)	1,40	1,45

a) Zonder mantelbuis.

Opmerking:

Een afwijkende waarde van de $DH_{w,70}$ -factor mag in de berekening worden opgenomen op grond van het gelijkwaardigheidsbeginsel. Dat kan alleen als deze waarde is vastgesteld in een verklaring, waaruit blijkt dat voor de bepaling van die waarde gebruik is gemaakt van dezelfde meetwijze of simulatieberekening waarop de in deze tabel opgenomen waarden zijn gebaseerd.

Bron: NEN 6922 "Waterprestatie van woningen - Bepalingsmethode"

Tabel 3: Leidingwachtijd in s per meter leidinglengte voor verschillende leidingmaterialen en de daarbij behorende inwendige middellijnen.

Snelheid > 2.0 m/s
Snelheid > 1,5 m/s

KOPER				
volumestroom in l / min	volumestroom in l / s	d_{uitw} / d_{inw} in mm	DH _{w,70} = 1,50 leidingwachtijd in s / m	DH _{w,70} = 1,55 leidingwachtijd in s / m
2,5	0,042	10 / 8	1,81	1,87
		12 / 10	2,83	2,92
		15 / 13	4,78	4,94
		18 / 16	7,23	7,48
		22 / 19,8	11,08	11,45
5	0,083	10 / 8	0,90	0,93
		12 / 10	1,41	1,46
		15 / 13	2,39	2,47
		18 / 16	3,62	3,74
		22 / 19,8	5,54	5,72
7,5	0,125	10 / 8	0,60	0,62
		12 / 10	0,94	0,97
		15 / 13	1,59	1,65
		18 / 16	2,41	2,49
		22 / 19,8	3,69	3,82
10	0,167	10 / 8	0,45	0,47
		12 / 10	0,71	0,73
		15 / 13	1,19	1,23
		18 / 16	1,81	1,87
		22 / 19,8	2,77	2,86
12,5	0,208	10 / 8	0,36	0,37
		12 / 10	0,57	0,58
		15 / 13	0,96	0,99
		18 / 16	1,45	1,50
		22 / 19,8	2,22	2,29

PVC-C				
volumestroom in l / min	volumestroom in l / s	d_{uitw} / d_{inw} in mm	DH _{w,70} = 1,20 leidingwachtijd in s / m	DH _{w,70} = 1,15 leidingwachtijd in s / m
2,5	0,042	16 / 12	3,26	3,12
		20 / 15,4	5,36	5,14
5	0,083	16 / 12	1,63	1,56
		20 / 15,4	2,68	2,57
7,5	0,125	16 / 12	1,09	1,04
		20 / 15,4	1,79	1,71
10	0,167	16 / 12	0,81	0,78
		20 / 15,4	1,34	1,28
12,5	0,208	16 / 12	0,65	0,62
		20 / 15,4	1,07	1,03

PB (dun)				
Volumestroom in l / min	volumestroom in l / s	d_{uitw} / d_{inw} In mm	DH _{w,70} = 1,25 leidingwachttijd in s / m	DH _{w,70} = 1,25 leidingwachttijd in s / m
2,5	0,042	16 / 12,4 20 / 16,2 25 / 20,4	3,62 6,18 9,80	3,62 6,18 9,80
5	0,083	16 / 12,4 20 / 16,2 25 / 20,4	1,81 3,09 4,90	1,81 3,09 4,90
7,5	0,125	16 / 12,4 20 / 16,2 25 / 20,4	1,21 2,06 3,27	1,21 2,06 3,27
10	0,167	16 / 12,4 20 / 16,2 25 / 20,4	0,91 1,55 2,45	0,91 1,55 2,45
12,5	0,208	16 / 12,4 20 / 16,2 25 / 20,4	0,72 1,24 1,96	0,72 1,24 1,96

PB (dik)				
volumestroom in l / min	volumestroom in l / s	d_{uitw} / d_{inw} in mm	DH _{w,70} = 1,25 leidingwachttijd in s / m	DH _{w,70} = 1,25 leidingwachttijd in s / m
2,5	0,042	16 / 11,6 20 / 14,4 25 / 18,2	3,17 4,88 7,80	3,17 4,88 7,80
5	0,083	16 / 11,6 20 / 14,4 25 / 18,2	1,58 2,44 3,90	1,58 2,44 3,90
7,5	0,125	16 / 11,6 20 / 14,4 25 / 18,2	1,06 1,63 2,60	1,06 1,63 2,60
10	0,167	16 / 11,6 20 / 14,4 25 / 18,2	0,79 1,22 1,95	0,79 1,22 1,95
12,5	0,208	16 / 11,6 20 / 14,4 25 / 18,2	0,63 0,98 1,56	0,63 0,98 1,56

PE-X				
Volumestroom In l / min	volumestroom in l / s	d _{uitw} / d _{inw} in mm	DH _{w,70} = 1,60 leidingwachttijd in s / m	DH _{w,70} = 1,55 leidingwachttijd in s / m
2,5	0,042	12 / 8	1,91	1,86
		16 / 11,6	4,03	3,90
		20 / 14,4	6,20	6,01
		25 / 18	9,70	9,39
5	0,083	12 / 8	0,96	0,94
		16 / 11,6	2,04	1,97
		20 / 14,4	3,14	3,04
		25 / 18	4,91	4,75
7,5	0,125	12 / 8	0,64	0,62
		16 / 11,6	1,35	1,31
		20 / 14,4	2,08	2,02
		25 / 18	3,26	3,16
10	0,167	12 / 8	0,48	0,47
		16 / 11,6	1,01	0,98
		20 / 14,4	1,56	1,51
		25 / 18	2,44	2,36
12,5	0,208	12 / 8	0,39	0,37
		16 / 11,6	0,81	0,79
		20 / 14,4	1,25	1,21
		25 / 18	1,96	1,90

PPR				
Volumestroom In l / min	volumestroom in l / s	d _{uitw} / d _{inw} in mm	DH _{w,70} = 1,25 leidingwachttijd in s / m	DH _{w,70} = 1,30 leidingwachttijd in s / m
2,5	0,042	16 / 10,6	2,65	2,75
		20 / 13,2	4,10	4,27
		25 / 16,8	6,65	6,91
5	0,083	16 / 10,6	1,32	1,38
		20 / 13,2	2,05	2,13
		25 / 16,8	3,32	3,46
7,5	0,125	16 / 10,6	0,88	0,92
		20 / 13,2	1,37	1,42
		25 / 16,8	2,22	2,30
10	0,167	16 / 10,6	0,66	0,69
		20 / 13,2	1,03	1,07
		25 / 16,8	1,66	1,73
12,5	0,208	16 / 10,6	0,53	0,55
		20 / 13,2	0,82	0,85
		25 / 16,8	1,33	1,38

PE-RT/AI				
Volumestroom in l/min	volumestroom in l/s	d_{uitw} / d_{inw} in mm	DH _{w,70} = 1,55 leidingwachttijd in s per m	DH _{w,70} = 1,50 leidingwachttijd in s per m
2,5	0,042	16,1 / 11,9 20 / 15 25 / 19	4,14 6,57 10,54	4,00 6,36 10,20
5	0,083	16,1 / 11,9 20 / 15 25 / 19	2,07 3,29 5,27	2,00 3,18 5,10
7,5	0,125	16,1 / 11,9 20 / 15 25 / 19	1,38 2,19 3,51	1,33 2,12 3,40
10	0,167	16,1 / 11,9 20 / 15 25 / 19	1,03 1,64 2,64	1,00 1,59 2,55
12,5	0,208	16,1 / 11,9 20 / 15 25 / 19	0,83 1,31 2,11	0,80 1,27 2,04

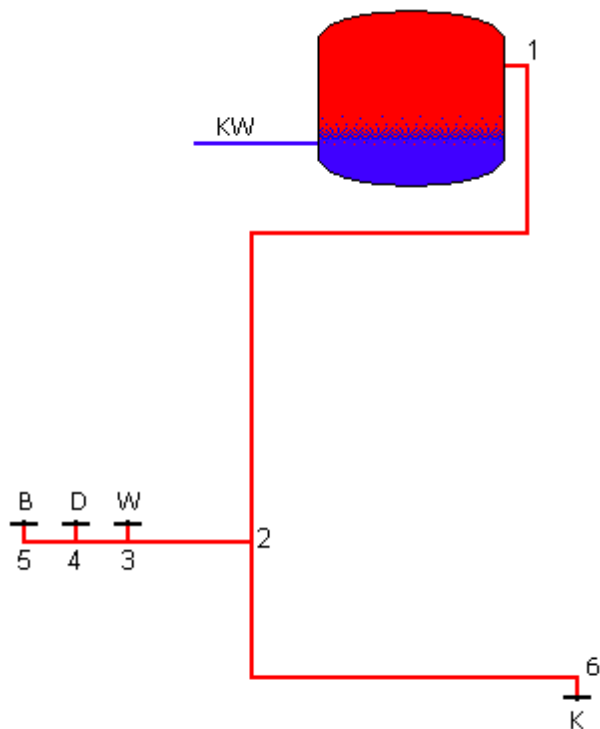
PE-X/AI				
Volumestroom in l/min	volumestroom in l/s	d_{uitw}/d_{inw} in mm	DH _{w,70} = 1,55 leidingwachttijd in s per m	DH _{w,70} = 1,50 leidingwachttijd in s per m
2,5	0,042	16,0 / 11,4 20 / 14,4 25 / 18,4	3,80 6,06 9,89	3,67 5,86 9,57
5	0,083	16,0 / 11,4 20 / 14,4 25 / 18,4	1,90 3,03 4,94	1,84 2,93 4,78
7,5	0,125	16,0 / 11,4 20 / 14,4 25 / 18,4	1,27 2,02 3,30	1,22 1,95 3,19
10	0,167	16,0 / 11,4 20 / 14,4 25 / 18,4	0,95 1,51 2,47	0,92 1,46 2,39
12,5	0,208	16,0 / 11,4 20 / 14,4 25 / 18,4	0,76 1,21 1,98	0,73 1,17 1,91

PE-X/EVOH			DH _{w,70} = 1,40	DH _{w,70} = 1,45
volumestroom in l/min	volumestroom in l/s	d _{uitw} /d _{inw} in mm	leidingwachttijd in s per m	leidingwachttijd in s per m
2,5	0,042	16,0 / 11,6	3,55	3,68
		20 / 14,6	5,62	5,82
		25 / 18,6	9,13	9,45
5	0,083	16,0 / 11,6	1,77	1,84
		20 / 14,6	2,81	2,91
		25 / 18,6	4,56	4,73
7,5	0,125	16,0 / 11,6	1,18	1,23
		20 / 14,6	1,87	1,94
		25 / 18,6	3,04	3,15
10	0,167	16,0 / 11,6	0,89	0,92
		20 / 14,6	1,41	1,46
		25 / 18,6	2,28	2,36
12,5	0,208	16,0 / 11,6	0,71	0,74
		20 / 14,6	1,12	1,16
		25 / 18,6	1,83	1,89

Zie voor snelheden en drukverliezen in koperen en kunststof buizen WB 2.1 G.

4.4 Voorbeeld berekening wachttijden aan het tappunt.

Berekeningsvoorbeeld 1



Verklaring :

- B = Badmengkraan
 D = Douchemengkraan
 W = Wastafelmengkraan
 K = Keukenmengkraan

Leidinglengte in meters

- sectie 1-2 = 10 m
 sectie 2-3 = 3 m
 sectie 3-4 = 3 m
 sectie 4-5 = 3 m
 sectie 2-6 = 8 m

De uitgangspunten voor de berekening zijn:

- Toestel met een wachttijd van 5 sec;
- Leidingwachttijd 35 - 5 = 30 sec maximaal;
- Eén tappunt geopend (geen gelijktijdigheid);
- Koperen buis $DH_{w.70}$ factor = 1,55

Voor de berekening van de wachttijden wordt uitgegaan van een volumestroom van 5 l/min (60 °C).

Niet-circulerende systemen met een toestelwachttijd < 15 s zijn niet van toepassing op onderstaand voorbeeld, zie 4.1.

Bepaling wachttijd

tappunt	leidingsectie	leiding lengte in m	volumestroom in l / min	middellijn	leidingwachttijd in s / m	totale leiding wachttijd in s	snelheid in m / s
Keukenmengkraan	1-2, 2-6	18	5	12/10	1,46	26,3	1,06
Wastafelmengkraan	1-2, 2-3	13	5	12/10	1,46	19,0	1,06
Douchemengkraan	1-2, 2-4	16	5	12/10	1,46	23,4	1,06
Badmengkraan	1-2, 2-5	19	5	12/10	1,46	27,7	1,06

4.5

Leidingontwerp

De maximaal toegestane leidingwachttijd is een gegeven dat wordt gebruikt in het leidingontwerp. Daarnaast zijn ook de vereiste volumestroom van een enkel tappunt en de volumestroom bij gelijktijdig gebruik van meerdere tappunten van invloed op het leidingontwerp, zie tabel 1. Het uiteindelijke leidingontwerp moet zodanig zijn dat aan alle voorwaarden wordt voldaan.

Bij het gelijktijdig gebruik van tappunten moet rekening worden gehouden met het gestelde in 6 (comfort).

Bij het leidingontwerp moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan:

- 1: de snelheid van het water in de leiding moet, in verband met o.a. geluid, kleiner of gelijk zijn aan 2,0 m/s. Voor die situaties waarbij geluidsoverlast beperkt moet worden, wordt een stroomsnelheid kleiner dan 1,5 m/s aanbevolen, zie ook NTR 5076.

De stroomsnelheid in warmtapwatercirculatieleidingen mag bij geen afname maximaal 0,7 m/s bedragen. Dit ter voorkoming van geluidsoverlast, besparen van pompenergie en verhinderen van het optreden van erosie-corrosie.

2: De totale wachttijd van 35 s aan het tappunt mag niet worden overschreden;

3: Waterslag moet worden voorkomen, zie WB 2.1 F.

Toelichting: Indien bekend is dat een tappunt meer warmtapwater (60 °C) vraagt dan 5 l/min, moet in het ontwerp extra rekening worden gehouden met een toenemende kans op waterslag en geluidoverlast.

5 Circulatiesysteem met pomp

Circulatiesysteem met pomp brengen kosten met zich meer voor aanschaf en exploitatie (energie-, afschrijvings- en onderhoudskosten). Daar staat een korte wachttijd tegenover. Het circulatiesysteem wordt ontworpen na het berekenen van het koud- en warmwatersysteem. De maximale wachttijd mag niet overschreden worden.

De gebruiksdruk op de tappunten is bij voorkeur tussen de 100 en 300 kPa en het leidingnet goed vertakt. Een circulatiesysteem zorgt voor een (leiding) wachttijd van 20 seconde of korter voordat het warmwater een tappunt verlaat. In paragraaf 4 kan bepaald worden of circulatiesystemen voorkomen kunnen worden, met in achtneming van de maximaal gestelde wachttijd.

5.1 Algemeen

5.1.1 Het circulatiesysteem moet kunnen worden ontluicht;

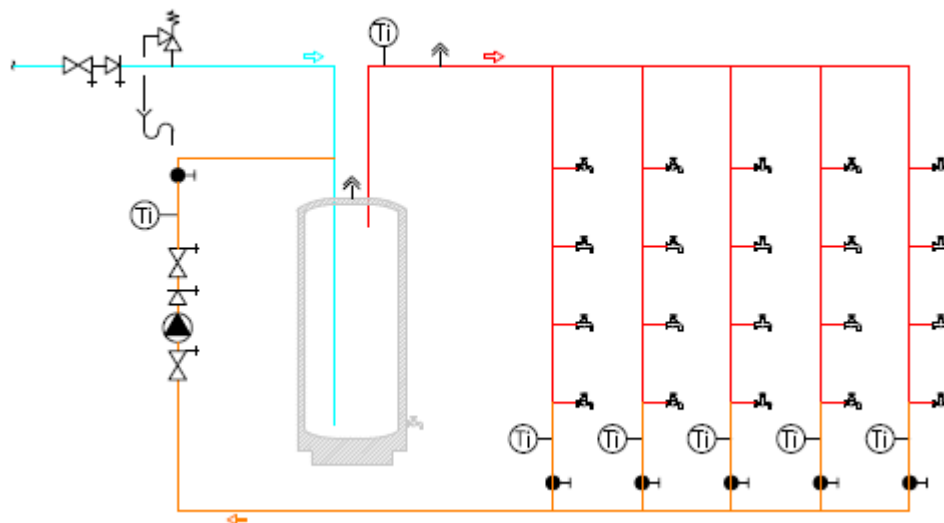
- Zorg dat de stroomsnelheid bij het circuleren zo veel mogelijk hoger is dan 0,5 meter per seconde. Hierdoor wordt de lucht meegevoerd naar de tappunten, zodat de lucht tijdens het tappen kan ontsnappen.
- Door horizontale leidingen licht oplopend te monteren of de circulatieleiding één verdieping onder de bovenste verdieping aan te leggen, ontluichten deze leidingen automatisch via de bovenliggende tappunten.
- De tapwatercirculatiepomp moet geplaatst worden in een verticale leiding met de stroomrichting omhoog. Hierdoor kan de lucht uit de pomp ontsnappen.

5.1.2 Temperaturen;

- Hanteer een uittredetemperatuur bij de boiler van maximaal 70°C (bij voorkeur lager dan 67 i.v.m. kalkvorming,) en bepaal de temperatuur van het circulatiewater op de eis van 60°C. bij het herintreden van de boiler.
- Omdat in elke deelring de temperatuur 60°C. of hoger moet zijn, heeft elke ring een meetmogelijkheid nodig, die op minimaal 50 cm van de verzamelcirculatieleiding aanwezig zijn, zie figuur 1.

5.1.3 Leidingprojectering;

- Elke deelring dient te worden voorzien van een (in)regeling, zodat iedere deelring voldoende volumestroom heeft om het warmteverlies in de desbetreffende deelring te compenseren.
- Plaats tappunten met een langdurige, grote afname aan het begin van het systeem of met een eigen uittapleiding of circulatiedeelring.



Figuur 1: Principeschets van een circulatieleiding met deelringen

5.1.4 Isolatie

- Een drink- of warmtapwaterinstallatie mag geen aanleiding geven tot verspilling van leidingwater en/of energie. Bij warmtapwatervoorzieningen en warmtapwaterinstallaties met circulatie moet de temperatuur van het water in de retourleiding(en) bij gebruik conform de ontwerpcondities ten minste 60°C zijn. Hiertoe moeten circulatieleidingen en appendages voorzien zijn van een doelmatige warmte-isolatie. Niet mee-circulerende aftakkingen van circulatiesystemen mogen niet voorzien worden van isolatie (want deze moeten binnen 45 minuten na gebruik afkoelen tot $\leq 25^{\circ}\text{C}$).
- Inregelafsluiters dienen te worden geïsoleerd, tenzij de fabrikant van het inregelventiel een bijbehorend isolatie levert waarbij de werking van het ventiel gegarandeerd blijft.

5.1.5 Inregelen

- De volumestroom in de circulatieleiding moet instelbaar zijn. Dit kan afhankelijk van de situatie geschieden door toepassing van een toerengeregelde pomp of door toepassing van één of meer voor het doel geschikte inregelafsluiter(s).
- In een enkelvoudig circulatiesysteem (zonder deelringen) kan de regeling plaatsvinden door middel van een toerengeregelde pomp die regelt op basis van temperatuur.
- In een circulatiesysteem met een circulatiepomp met een of meer deelringen moeten in de retourleidingen inregelafsluiters worden geplaatst. Hierdoor kan een goede volumestroomverdeling in het systeem worden bereikt. In figuur 1 zijn de inregelafsluiters aangegeven.
- Het dichtlopen van thermostatische inregelafsluiters geschiedt op basis van de ingestelde temperatuur. Een toerengeregelde tapwatercirculatiepomp (toerenregeling op druk, niet op basis van temperatuur) kan voorkomen dat er een grotere volumestroom en een hogere snelheid ontstaat over de nog openstaande deelringen.
- In de deelring met het grootste drukverlies (welke bepaald wordt door het debiet, leidingdiameter en lengte van de deelring) moet een met de hand instelbare inregelafsluiter geplaatst worden (geen thermostatische inregelafsluiter). Deze moet zo ingesteld zijn dat de minimale temperatuur van 60°C wordt bereikt aan de einde van deze deelring, ook als alle andere deelringen volledig geopend zijn.
- Let op, dezelfde instelling van het met de hand instelbare ventiel mag niet leiden tot een snelheid van $\geq 0,7 \text{ m/s}$ in deze deelring bij een 'gesloten' stand van de

andere deelringen. Houdt rekening met de minimale volumestroom van de toerengeregelde pomp en zorg dat er voldoende drukverschil is om de thermostatische inregelafsluiters goed te laten functioneren (met de hand instelbare ventiel zo ver sluiten dat er voldoende drukverschil is). Als het totale debiet door deze deelring gaat bij een 'gesloten' stand van de andere deelringen de snelheid van $\geq 0,7$ m/s in deze deelring niet overschreden wordt. Een toerengeregelde tapwatercirculatiepomp kan dit voorkomen.

- Thermostatische inregelventielen minimaal 50 cm voor de koppeling van de deelring op de circulatie verzamelleiding monteren.
- Een thermostatisch inregelventiel mag niet:
 - als groepsafsluiter gebruikt worden
 - in de verzamelcirculatieleiding geplaatst worden
 - in serie geplaatst worden
- Als de installatie goed in balans is, moet er nog twee maanden wekelijks worden gecontroleerd of alle temperaturen voldoen (60°C of hoger). Daarna is maandelijkse controle voldoende.
- Lever altijd een meetrapport aan de eigenaar van de waterinstallatie, voor de vulling van het installatie gebonden dossier (WB 2.7).

5.1.6 Tapwatercirculatiepomp

- De pomp moet uit corrosie vast materiaal worden vervaardigd en mag geen geluidhinder veroorzaken, zie WB 1.4 E.
- Aan de pers- of zuigzijde van de pomp moet een keerklep worden ingebouwd. De pomp met de keerklep moet tussen afsluiters worden ingebouwd.
- De circulatiepomp moet om een goede ontluchting te waarborgen, bij voorkeur, in een verticaal deel van de retourleiding zo dicht mogelijk bij het warmtapwatertoestel zijn aangebracht.
- Selecteer bij voorkeur een tapwatercirculatiepomp met een laag energie label
- Uit oogpunt van energiebesparing kan, indien het gebruik dat toelaat, gekozen worden voor het uitzetten van de pomp met een timer waarbij maximaal 10 uur uitgezet wordt per 24 uur. Voor in gebruik name (eerste dagelijkse tapping) dient de warmtapwater temperatuur en de starttijd van de tapwaterpomp zodanig te zijn dat wordt voldaan aan de gestelde eis (zie -4.4.2.4).
- Cavitatie (implosie van luchtbelletjes die de pompwaaier kunnen beschadigen) moet worden voorkomen. Zorg dat de druk vóór de circulatiepomp 10% hoger is dan de druk die volgt uit de NPSHr-lijn uit de pompgrafiek. Houdt, als de NPSH-lijn niet bekend is, 120 kPa aan.

5.2 Dimensionering

5.2.1 De stroomsnelheid in warmtapwatercirculatieleidingen mag bij geen afname maximaal 0,7 m/s bedragen. Dit ter beperking van het optreden van erosie-corrosie, geluidsoverlast en het gebruik van pompenergie. In geval van afname mag de stroomsnelheid in de leidingen van het circulatiesysteem niet meer bedragen dan 2,0 m/s.

5.2.2 Uittapleidingen moeten voldoen aan het gestelde in 4.

5.3 Berekening volumestroom pomp

5.3.1 De retourtemperatuur direct voor het warmtapwatertoestel moet ten minste 60°C zijn bij normaal gebruik (gebruik conform de ontwerpcondities). Bij incidentele afnamen die de ontwerpcondities te boven gaan kan de temperatuur tijdelijk onder deze waarde zakken.

5.3.2 De volumestroom die de circulatiepomp moet kunnen leveren moet gelijk of zo weinig mogelijk groter zijn dan noodzakelijk. De volumestroom is gebaseerd op het afkoelen van het warmtapwater in het systeem.

5.3.3 Voor de berekening van de volumestroom die de circulatiepomp moet kunnen

$$q_v = \frac{[\Sigma (L \times U_b)] \times (\theta_b - \theta_{L\text{amb.}}) \times (1 + \frac{\varphi}{100})}{(\theta_{bo} - \theta_c) \times c \times \rho}$$

leveren, kan de volgende formule worden gebruikt:

waarin:

- q_v = volumestroom circulatiewater in l/s
 L = leidinglengte en een equivalente lengte voor appendages in m
 U_b = warmtedoorgangscoefficiënt per meter geïsoleerde leiding in W/(K·m)
 θ_b = gemiddelde temperatuur van het circulerende water in °C
 $\theta_{L\text{amb}}$ = gemiddelde luchttemperatuur om de leiding in °C
 θ_{bo} = warmtapwatertemperatuur uit het warmtapwatertoestel in °C
 θ_c = warmtapwatertemperatuur naar het warmtapwatertoestel in °C
 c = soortelijke warmte van het circulerende water in J/(kg·K)
 ρ = dichtheid van het water in kg/dm³
 φ = correctiefactor voor extra warmteverlies als gevolg van de beugeling en onvolkomen afwerking van de isolatie in % (praktijkrichtwaarde 20 %)

In bovenstaande formule kan voor c en ρ van water de rekenwaarde van deze grootheden bij een temperatuur van 60 °C worden aangehouden:

$c = 4182 \text{ kJ/(kg·K)}$ en $\rho = 0,9827 \text{ kg/dm}^3$.

In tabel 4 is een indicatie van de warmtedoorgangscoefficienten van on- en geïsoleerde koperen buis weergegeven.

Uitgangspunten voor tabel 4 zijn:

- warmtegeleidingscoefficient koper: 360 W/(K·m);
- warmtegeleidingscoefficient isolatie: 0,035 W/(K·m);
- emissiefactor koper: 0,2 W/(K·m);
- emissiefactor isolatie: 0,8 W/(K·m);
- vrije convectie.

Tabel 4: *Indicatie van warmtedoorgangscoefficienten per meter leiding (U_b) van ongeïsoleerde en geïsoleerde koperen buis W/(K·m)*

Middellijn uit/inw (mm)	Isolatiedikte (mm)				
	0	10	15	20	25
10/8	0,407	0,165	0,136	0,114	0,106
12/10	0,453	0,184	0,154	0,136	0,124
15/13	0,539	0,211	0,174	0,154	0,138
22/19,8	0,728	0,271	0,219	0,189	0,169
28/25,6	0,880	0,321	0,256	0,219	0,194
35/32,4	1,049	0,378	0,299	0,253	0,223
42/39,4	1,211	0,435	0,341	0,287	0,251

54/51	1,477	0,531	0,412	0,343	0,299
67/63,2	1,753	0,635	0,488	0,404	0,349
80/75,8	2,018	0,737	0,563	0,464	0,399

* Informatie over kunststof leidingen moet bij de desbetreffende producent worden ingewonnen.

Tabel 5: Gegevens koperen leidingen zonder en met isolatie

Buiten- middel- lijn [mm]	Binnen- middel- lijn [mm]	Wand- dikte [mm]	Massa [kg/m]	Inhoud [l/m]	U_b [W/m·K] $\lambda_{iso}=0,035$ W/m·K $\alpha=10$ W/m ² ·K					
					0 [mm]	man- tel	6 [mm]	10 [mm]	25 [mm]	35 [mm]
10	8	1	0,252	0,0503	0,31	0,24	0,20	0,17	0,12	0,10
12	10	1	0,308	0,0785	0,38	0,28	0,22	0,18	0,13	0,11
15	13	1	0,391	0,1327	0,47	0,33	0,26	0,21	0,14	0,12
22	19,8	1,1	0,643	0,3079	0,69	0,45	0,34	0,27	0,17	0,15
28	25,6	1,2	0,899	0,5147	0,88	0,55	0,41	0,32	0,20	0,17
35	32	1,5	1,405	0,8042	1,10	0,67	0,50	0,38	0,23	0,19
42	39	1,5	1,699	1,1946	1,32	0,79	0,58	0,44	0,26	0,21
54	51	1,5	2,202	2,0428	1,70	0,99	0,72	0,54	0,30	0,25
64	60	2	3,467	2,8274	2,01	1,16	0,83	0,62	0,34	0,28
67	63,2	1,9	3,458	3,1371	2,10	1,21	0,87	0,64	0,36	0,29

5.3.4 Voorbeeld

Een circulatieleiding bestaat uit een aanvoerleiding (waarop de tappunten zijn aangesloten) met een lengte van 28 m en een buismiddellijn van 15/13 mm en een retourleiding met een lengte van 26 m en een buismiddellijn 12/10 mm. De temperatuur van het uitgaande warmtapwater (θ_{bo}) is 65 °C; de temperatuur van het retourwater (θ_c) 60 °C. De omgevingstemperatuur van de leiding (θ_L) is 22 °C en de isolatiedikte 25 mm. De correctiefactor φ is 20 %.

Gevraagd: de benodigde volumestroom van de circulatiepomp.

$$\theta_b = \frac{65 + 60}{2} = 62,5 \text{ °C}$$

$$\Sigma(L \times U_b) = (28 \times 0,138) + (26 \times 0,124) = 7,088 \text{ W / K}$$

$$q_v = \frac{7,088 \times (62,5 - 22) \times 1,2}{(65 - 60) \times 4182 \times 0,9827} = 0,017 \text{ l/s}$$

Indien in dit voorbeeld een isolatiedikte van 10 mm wordt toegepast dan volgt daaruit:

$$\Sigma(L \times U_b) = (28 \times 0,211) + (26 \times 0,184) = 10,692 \text{ W / K}$$

$$q_v = \frac{10,692 \times (62,5 - 22) \times 1,2}{(65 - 60) \times 4182 \times 0,9827} = 0,025 \text{ l/s}$$

De circulatiepomp zal dus tenminste deze volumestromen moeten kunnen rondpompen om het water in de circulatieleiding op temperatuur te houden. Let op dat bij een isolatiedikte van 10 mm aanzienlijk meer pompcapaciteit nodig zal zijn. Voorts dient te worden nagegaan of de stroomsnelheid in enig leidingdeel van de circulatieleiding bij geen afname niet meer bedraagt dan 0,7 m/s, zie 4.2.

De snelheid zal in het buisgedeelte 12/10 mm het grootst zijn en bedraagt in geval het voorbeeld met isolatiedikte 25 mm:

$$v = \frac{1000 \times q_v}{\frac{\pi}{4} \times (d_{inw})^2}$$

Hierin is:

- v de stroomsnelheid in m/s;
- q_v de volumestroom in l/s;
- d_{inw} de inwendige buismiddellijn in mm.

$$v = \frac{1000 \times 0,017}{0,785 \times 10^2} = 0,22 \text{ m / s}$$

Ingeval het voorbeeld met isolatiedikte 10 mm bedraagt de stroomsnelheid:

$$v = \frac{1000 \times 0,025}{0,785 \times 10^2} = 0,32 \text{ m / s}$$

De stroomsnelheid is zowel bij een isolatiedikte van 25 als 10 mm lager dan 0,7 m/s.

6. Comfort

Naast de wachttijd en volumestroom bij het gebruik van een enkel tappunt, kunnen door de opdrachtgever aanvullende eisen gesteld worden aan de warmtapwaterinstallatie. Dit wordt beschouwd als comfort. Voorbeelden hiervan zijn het gelijktijdig gebruik van een keuken- en een douche-mengkraan en het gelijktijdig gebruik van een keuken-, een douche- en een badmengkraan.

Bij de bepaling van de leidingwachttijd bij comfort wordt uitgegaan van de volumestroom die gebruikt wordt voor de dimensionering van de installatie, zie tabel 1. Dit laat onverlet dat de leidingwachttijd van één tappunt in gebruik de 20 s niet mag overschrijden. De bepaling van de leidingwachttijd bij comfort (meerdere tappunten gelijktijdig in gebruik) is dus een extra eis en geen vervangende eis van de leidingwachttijd bij één tappunt in gebruik.

Bij de bepaling van comfort in woningen wordt geadviseerd **minimaal** de volgende uitgangspunten te hanteren :

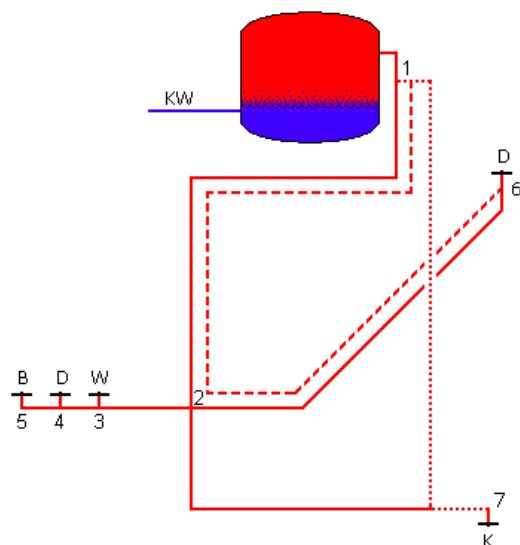
- Acceptatie dat bij gelijktijdig gebruik van tappunten de volumestroom warm water (60 °C) per tappunt terugloopt naar 2,5 l/min;
- De mengtemperatuur aan de douchekop constant gehouden moet worden. Een juiste hydraulische balans in de uittapleidingen is van belang. Ook kan een thermostatische mengkraan worden geïnstalleerd;
- De prestatie van het warmtapwatertoestel moet voldoende zijn voor het extra comfort.

Achtergrondinformatie:

Gelijktijdig gebruik van tappunten in woningen wordt weergegeven met indeling in gelijktijdigheidklassen I, IIa, IIb en III. In de ISSO-Publicatie 30 zijn deze gelijktijdigheidklassen beschreven.

Berekeningsvoorbeeld 2

Gelijktijdig gebruik van een keuken-, een douche- en een bad mengkraan



Verklaring:

- B = badmengkraan
- D = douchemengkraan
- W = wastafelmengkraan
- K = keukermengkraan

Leidingslengte in meters

sectie 1-2 = 9 m

sectie 2-7 = 8 m

sectie 2-3 = 2 m

sectie 3-4 = 2 m

sectie 4-5 = 2,5 m

sectie 2-6 = 4 m

sectie 1-7 = 17 m (..... is een nieuwe leiding)

sectie 1-6 = 13 m (----- is een nieuwe leiding)

De uitgangspunten voor de berekening zijn:

- Totaal wachttijd 35 s.
- Toestelwachttijd van 15 s.
- Leidingwachttijd maximaal 20 s.

Gelijktijdig gebruik van keukermengkraan (7), douchemengkraan (6) en badmengkraan (5);

- Koperen leiding DH $w_{,70}$ = factor 1,55.

De berekening bestaat uit de volgende 3 stappen:

1. dimensionering installatie;
2. leidingwachttijd (één tappunt in gebruik);
3. leidingwachttijd bij comforteisen.

Ad 1. Dimensionering installatie

Tappunt	Leiding- sectie	Leiding- lengte in m.	Volumestroom in l/min.	Middellijn	Snelheid in m / s
---------	--------------------	-----------------------------	---------------------------	------------	----------------------

Keukenmeng- kraan (7)	1-2	9	12,5	15/13	1,57
	2-7	8	5	12/10	1,06
Douchemeng- kraan (6)	1-2	9	12,5	15/13	1,57
	2-6	4	5	10/8	1,66
Badmeng- kraan (5)	1-2	9	12,5	15/13	1,57
	2-5	6,5	5	10/8	1,66

Ad 2. Leidingwachtijd (één tappunt in gebruik)

Voor de berekening van de leidingwachtijd wordt uitgegaan van een volumestroom van 5 l/min (60 °C).

Tappunt	Leiding- sectie	Leiding- lengte in m.	Volumestroom in l / min.	Middel- lijn	Gecorri- geerde middellijn	Leiding- wachtijd in s / m	Leiding- wachtijd in s.
Keuken- mengkraan (7)	1-2	9	5	15/13		2,47	22,23
	2-7	8	5	12/10		1,46	11,68
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	33,91 ⁽¹⁾
	nieuwe leiding 1-7	17	5		10/8	0,93	15,81
Douche- mengkraan (6)	1-2	9	5	15/13		2,47	22,23
	2-6	4	5	10/8		0,93	3,72
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	25,95 ⁽²⁾
	nieuwe leiding 1-6	13	5		10/8	0,93	12,09
Badmeng- kraan (5)	1-2	9	5	15/13		1,23	11,07
	2-5	6,5	5	12/10		1,46	7,30
							18,37

- (1) De totale wachttijd aan de keukenmengkraan voldoet niet aan de eis van maximaal 35 s. Toelichting: 33,91 s. leidingwachtijd + 15 s. toestelwachtijd (uitgangspunt bij dit berekeningsvoorbeeld) bedraagt > 35 s. Om wel aan de eis van 35 s. te voldoen dient een separate leiding te worden gelegd vanaf het warmtapwatertoestel tot aan de keukenkraan. Indien de nieuwe leiding (gestippeld weergegeven) een gelijke lengte heeft als in het voorbeeld, 17 m, is de leidingwachtijd < 20 s. waarmee de totale wachttijd uitkomt op < 35 s. Indien een ander tracé wordt toegepast kan de leidinglengte bij deze leidingdiameter maximaal 21,5 meter bedragen om nog juist aan de vereiste totale wachttijd te kunnen voldoen.
- (2) De leidingwachtijd aan de douchemengkraan ligt boven de maximaal toegestane wachttijd van 35 s. Om aan deze norm te voldoen dient een separate leiding te worden gelegd vanaf het warmtapwatertoestel tot aan de douchekraan (zie uitwerking in de bovenstaande tabel) of nagegaan te worden wat de invloed is van een separate leiding naar de keukenmengkraan op de dimensionering van sectie 1-2. De volumestroom door sectie 1-2 wordt hierdoor voor de dimensionering 10 l/min. Hierdoor kan mogelijk, bij een maximale snelheid van 2,0 m/s, met een kleinere leiding-diameter worden volstaan. Door de lagere DHw,70 waarde van de kleinere diameter leiding zal voor het voldoen aan de leidingwachtijd (20 s) de toe te laten leidinglengte groter worden.

Doordat in het voorbeeld is gekozen voor zowel een separate leiding naar de keukenmengkraan als naar de douchemengkraan, moet voor de dimensionering van sectie 1-2 worden uitgegaan van 5 l/min i.p.v. de in dit voorbeeld aangehouden 12,5 l/min.

T.g.v. de eventueel kleinere benodigde leidingdiameters zal de leidingwachtijd hierdoor afnemen.

Ad 3. Leidingwachtijd bij comforteisen

De te hanteren volumestroom voor de leidingwachtijd indien comfort-eisen aan de installatie worden gesteld is gelijk aan de volumestroom voor de dimensionering van de installatie.

Voor het gelijktijdig gebruik van de tappunten in keuken (7), douche (6) en bad (5) zou dus van een volumestroom warmtapwater (60 °C) worden uitgegaan van 12,5 l/min (zie tabel 1). Op dezelfde wijze als bij leiding-wachtijd (één tappunt in gebruik) zou een dergelijke tabel kunnen worden ingevuld. Echter, doordat uiteindelijk voor separate leidingen naar de keuken en de douche is gekozen, zijn er geen gezamenlijke leidingsecties voor de keuken, douche en bad. Hierdoor is de volumestroom warmtapwater in elke leidingsectie 5 l/min.

Dit is gelijk aan de leidingwachtijdberekening (één tappunt in gebruik).

De uitkomsten zijn derhalve ook gelijk.

Conclusie:

Voor het dimensioneren en het bepalen van de leidingwachtijd van warmtapwaterleidingen waaraan comforteisen worden gesteld, moet rekening worden gehouden dat ook aan de eis voor de leidingwachtijd (één tappunt in gebruik) wordt voldaan en dat deze eis maatgevend kan zijn.

7. Warmtapwatertoestellen

7.1 Bij de keuze van het warmtapwatertoestel moet onder andere rekening worden gehouden met:

- de warmtapwaterbehoefte (temperatuur en capaciteit), zie WB 2.1E;
- de volumestroom (onder andere het gelijktijdig gebruik van tappunten);
- de toestelwachtijd (maximaal 15 seconden);
- de tapdrempel in verband met de regelbaarheid van thermostatische kranen;
- het drukverlies van het toestel in relatie tot de minimale benodigde gebruiksdruk aan het tappunt;
- energiezuinigheid. Dit komt tot uitdrukking in:
 - 1: het opwekkingsrendement, zie ook NEN7120;
 - 2: het jaargebruiksrendement op tapwater: het taprendement, bepaald onder toepassing van het standaard tapprofiel van het Energielabel (Ecodesign richtlijn).

7.2 Voor de beveiliging van warmtapwatertoestellen, zie WB 4.4 B.

7.3 Aan de instroomzijde van een warmtapwatertoestel of een serie van toestellen moet een afsluiter (stopkraan) zijn aangebracht.
Deze afsluiter mag gecombineerd worden met de in WB 4.4 B vermelde beveiligingen (inlaatcombinaties).

7.4 Warmtapwatertoestellen moeten gemakkelijk kunnen worden losgekoppeld.
Voorraadwarmtapwatertoestellen moeten hiertoe volledig kunnen worden geledigd.

7.5 Het gebruikte materiaal moet voldoen aan de 'Regeling materialen en chemicaliën drink- en warmtapwatervoorziening'. Het warmtapwatertoestel moet zijn vervaardigd van corrosievast materiaal dan wel zijn beschermd tegen corrosie. Eventuele beschermlagen tegen corrosie dienen deugdelijk te zijn en mogen de kwaliteit van het water niet nadelig beïnvloeden. Als extra beveiliging tegen corrosie kan een kathodische bescherming worden toegepast.

7.6 Indien thermostatische mengkranen worden toegepast bij doorstroomtoestellen die niet modulerend zijn uitgevoerd, moet de thermostatische mengkraan voldoen aan de eisen zoals gesteld in BRL-K610.

8. Beheersmaatregelen in verband met de waterkwaliteit

8.1 Algemeen

De leidingwaterinstallatie moet zodanig worden ontworpen en aangelegd dat:

- een zodanige doorstroming van alle leidingen wordt bereikt, dat een voldoende verversing is gewaarborgd;
- langdurige stilstand wordt voorkomen;
- de leidingen éénmaal per week verversst c.q. gebruikt worden in verband met de organoleptische aspecten (geur, kleur en smaak);
- aan het begin van een leidingdeel minimaal een terugstroombeveiliging EA is aangebracht indien de inhoud van dat leidingdeel niet wekelijks wordt verversst, en op dit leidingdeel geen tappunten zijn aangesloten voor hygiënische en consumptieve doeleinden;
- een dode leiding / dood eind niet voor komt.

Risicofactoren die vermeerdering van legionellabacteriën in leidingwaterinstallaties bevorderen zijn:

- een watertemperatuur tussen 25 en 50 °C;
- stilstaand water. Stilstaand water vergroot het risico op het ontstaan van biofilm, die als voedingsbron en bescherming van legionellabacteriën fungeert;
- lange verblijftijden. Eventuele aanwezige bacteriën kunnen bij een lange verblijftijd doorgroeien tot hogere concentraties;
- biofilm en sediment. Zowel het aangevoerde water als de installatie kunnen voldoende voedingsstoffen bevatten voor de vorming van biofilm en groei van legionellabacteriën. De leverancier moet in de technische informatie aangeven hoe hinderlijke afzetting en sediment in warmtapwater voorraadtoestellen kan worden verwijderd.

8.2 Ontwerpcondities

Wanneer in de hieronder staande artikelen is aangegeven dat de temperatuur van het water bij gebruik conform de ontwerpcondities ten minste een bepaalde waarde moet hebben, wordt hiermee bedoeld dat die aangegeven waarde bij een afname van de installatie conform de ontwerpuitgangspunten moet worden gehaald. In het ontwerp van de installatie moet zijn opgenomen hoe groot het "normale gebruik" van de warmtapwaterinstallatie zal zijn en hoe de warmtapwater-installatie hierop is uitgelegd.

In de praktijk kan het voorkomen dat incidentele afnamen de ontwerpuitgangspunten overschrijden. Hierdoor kan de temperatuur tijdelijk onder de vereiste waarde dalen. Dit wordt geaccepteerd. Naast deze piekbelasting, kan het ook zo zijn dat gezien de werking van het warm-tapwatertoestel de temperatuur periodiek (binnen 24 uur) weer op de vereiste minimale waarde wordt gebracht. Dit is het geval bij nacht-stroomboilers. Indien overdag de gehele boilerinhoud wordt verbruikt, zal de volgende morgen de temperatuur weer zijn hersteld. Ook dit voldoet aan de vereiste temperatuur bij gebruik conform de ontwerp-condities.

Echter, in het geval dat de watertemperatuur in een voorraadvat lager wordt gehouden dan minimaal vereist en periodiek, bijvoorbeeld dagelijks, de temperatuur in het voorraadvat boven de 60 °C wordt gebracht, wordt **niet** voldaan aan de eisen.

8.3 Minimale temperatuureisen

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 NEN 1006:2015 +A1 2018.

Bij het opstellen van de minimale temperatuureisen 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 een temperatuur van minimaal 60 °C vastgesteld.

Temperatuur lager dan minimale temperatuur

Zijn na een mengtoestel met een ingestelde temperatuur lager dan 55 °C uitsluitend tappunten aangesloten voor huishoudelijke gebruiken waarvoor een lagere temperatuur volstaat, dan wordt voor persoonlijke hygiëne een temperatuurbereik van (37 °C – 40 °C) veilig geacht.

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 bereikt worden.

8.4 Woninginstallaties

Het warmtapwater kan bij een dergelijke installatie individueel in de woning worden bereid of collectief worden aangeleverd.

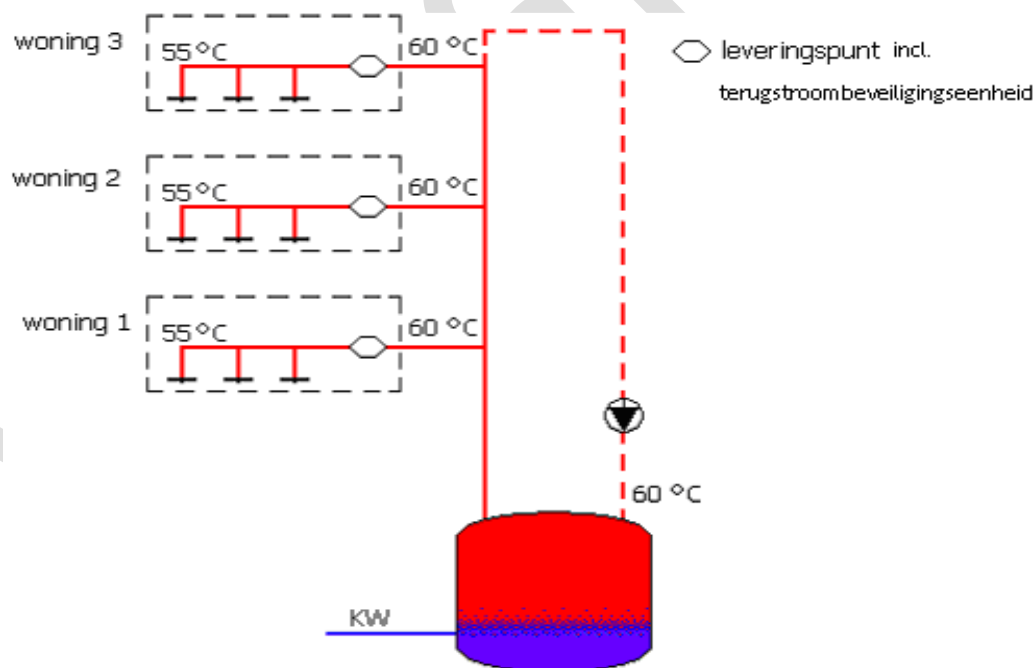
De warmtapwater-installaties in woningen hebben in het algemeen geen circulatie. Installaties met circulatie komen echter wel voor.

Een voorbeeld van een woninginstallatie waarbij het warmtapwater individueel in de woning wordt bereid, is weergegeven in berekenings-voorbeeld 2 in 6.

8.4.1 Woninginstallaties zonder circulatie

De temperatuur aan het mengtoestel of aan het tappunt moet bij gebruik conform de ontwerpcondities ten minste 55 °C zijn.

In figuur 2 is een prinscheschets van een woninginstallatie zonder circulatie weergegeven, waarbij het warmtapwater collectief wordt aangeleverd.

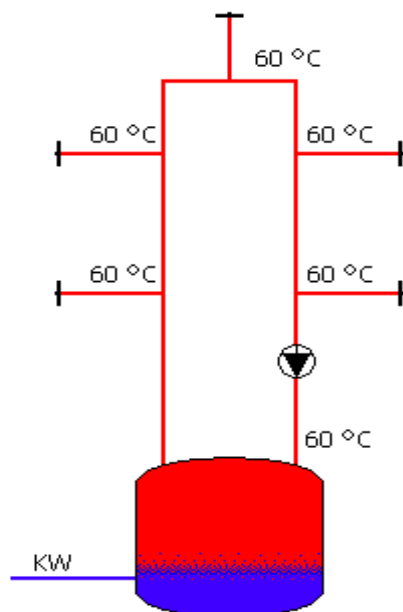


Figuur 2: Prinscheschets van een woninginstallatie zonder circulatie met collectieve aanlevering van warmtapwater

8.4.2 Woninginstallaties met circulatie

De temperatuur aan het mengtoestel of aan het tappunt moet bij gebruik conform de ontwerpcondities ten minste 60 °C zijn.

In figuur 3 is een prinscheschets van een woninginstallatie met circulatie weergegeven.



Figuur 3: Principeschets van een woninginstallatie met circulatie

8.5 Collectieve leidingnetten

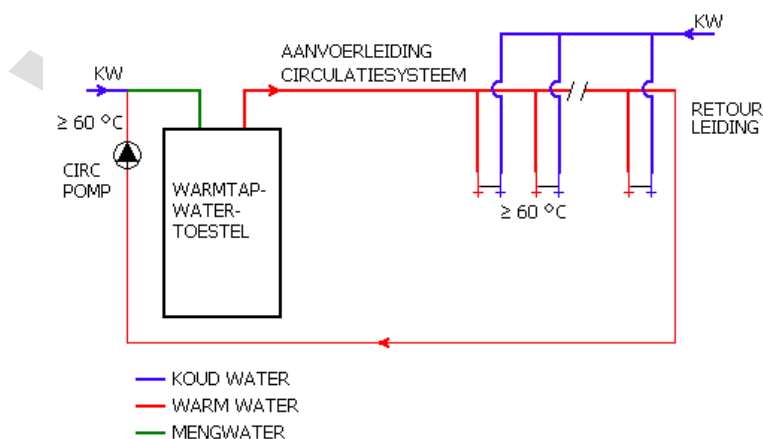
Bij alle installaties zijnde geen woninginstallatie is er altijd sprake van een collectief leidingnet. Collectieve leidingnetten kunnen zowel zonder als met circulatie uitgevoerd zijn.

8.5.1 Collectieve leidingnetten zonder circulatie

De temperatuur aan het mengtoestel of aan het tappunt moet bij gebruik conform de ontwerpcondities ten minste 60 °C zijn.

8.5.2 Collectieve leidingnetten met circulatie

De temperatuur aan het mengtoestel, aan het tappunt en in de retourleiding(en) moet bij gebruik conform de ontwerpcondities ten minste 60 °C zijn. In figuur 4 is een principeschets van een warmtapwater-installatie met circulatie weergegeven.



Figuur 4: Principeschets van een collectieve warmtapwaterinstallatie met circulatie

8.6 Collectieve warmtapwatervoorzieningen

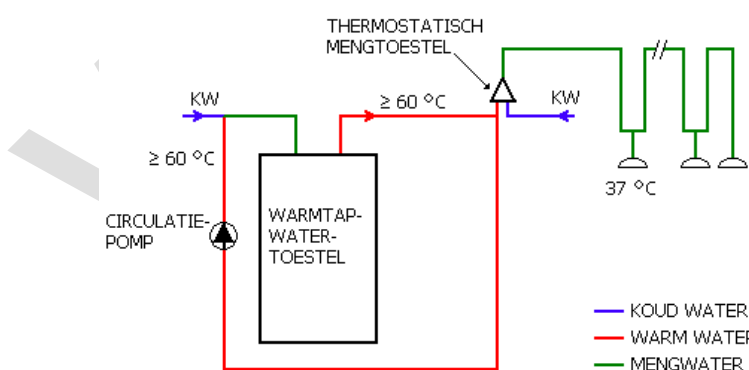
Via een collectieve warmtapwatervoorziening, bijvoorbeeld stadsverwarming, kan het warmtapwater worden geleverd aan een woninginstallatie of aan een collectief leidingnet. De geleverde temperatuur van het warmtapwater moet zodanig zijn dat aan de desbetreffende eisen vermeld in 8.2 en 8.3 wordt voldaan.

- 8.7 Collectieve watervoorzieningen en collectieve leidingnetten
 Naast de eisen uit NEN 1006 en de Werkbladen moeten hiertoe aangewezen prioritair collectieve installaties in verband met legionellapreventie ook voldoen aan de eisen vermeld in het Drinkwaterbesluit. In ISSO 55.1 is een nadere uitwerking van de eisen gegeven. Beheersmaatregelen moeten juist uitgevoerd kunnen worden, hiervoor kunnen faciliteiten nodig zijn. Te denken valt aan voorzieningen voor het effectief desinfecteren met warmtapwater met voldoende hoge temperatuur in elk installatieonderdeel (capaciteit warmtapwatertoestel), het doen van temperatuurmetingen (thermometers opgenomen in de installatie of losse thermometers waarmee in de installatie de temperatuur gemeten kan worden) en het nemen van monsters (monsternamepunten). Door monsternamen voor onderzoek op aanwezigheid van legionella, is te controleren of de correctieve maatregelen voldoende effect sorteren.

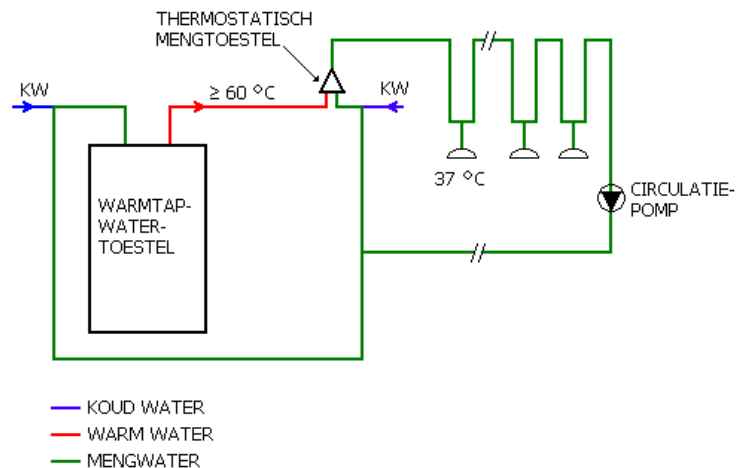
8.8 Mengwaterinstallaties

- a. collectieve warmtapwatervoorzieningen en -installaties
 Bij toepassing van een mengwaterleiding, waarbij water van een bepaalde temperatuur onder de 60 °C wordt ingesteld, bijvoorbeeld bij douchestraten in sporthallen en zwembaden, kan de gewenste temperatuur in de mengwaterleiding worden verkregen door koud- en warmtapwater te mengen met behulp van een thermostatisch mengtoestel. De mengwaterleidingen moeten kunnen worden doorgespoeld met water van 60 °C of meer. Het thermostatisch mengtoestel moet hiervoor geschikt zijn, moet voldoen aan de eisen gesteld in Kiwa-Beoordelingsrichtlijn BRL-K610 en moet zijn voorzien van een erkende kwaliteitsverklaring.

In figuur 5 en 6 zijn prinscheschetsen van een mengwaterinstallatie weergegeven.



Figuur 5: Prinscheschets van een mengwaterinstallatie



Figuur 6: Principeschets van een mengwaterinstallatie met mengwatercirculatie

Opmerking: mengwaterinstallatie met circulatie is toegestaan echter in het kader van legionella preventie en borging kwaliteit beheersmaatregelen af te raden.

Ter preventie van legionella moeten bij dergelijke installaties beheersmaatregelen worden uitgevoerd. Aan het uitvoeren hiervan kleef een aantal nadelen, o.a.:

- uitvoeringskosten beheersmaatregelen;
- hoger water- en energieverbruik;
- continu borging kwaliteit beheersmaatregelen;
- risico verbrandingsgevaar.

Deze nadelen kunnen bij nieuwbouw worden voorkomen door geen mengwaterinstallaties aan te leggen.

Bestaande installaties kunnen worden aangepast en, als er geldende redenen zijn om dit niet te doen, moeten beheersmaatregelen worden uitgevoerd.

Uittapleidingen langer dan 5 m (inhoud van meer dan 1 liter) worden, in verband met nadelen van de te nemen beheersmaatregelen niet meer toegestaan voor nieuwbouw. De lengte van de uittapleiding(en) wordt gemeten vanaf het mengtoestel tot het verst gelegen tappunt.

9. Nadelige gevolgen van hoge temperaturen

- 9.1
- Hanteer een uittredetemperatuur bij de boiler van maximaal 70°C (bij voorkeur lager dan 67 i.v.m. kalkvorming,) en bepaal de temperatuur van het circulatiewater op de eis van 60°C. bij het herintreden van de boiler.
 - Omdat in elke deelring de temperatuur 60°C. of hoger moet zijn, heeft elke ring een meet mogelijkheid nodig, die op minimaal 50 cm van de verzamelcirculatieleiding aanwezig zijn.
- 9.2
- Indien door de afstelling van de watertemperatuur op 60 °C of hoger voor bepaalde risicogroepen, zoals o.a. kinderen, bejaarden, psychiatrische patiënten en lichamelijk of geestelijk gehandicapten er kans is op verbrandingsgevaar wordt, geadviseerd thermostatische mengkranen met een temperatuurbegrenzing tegen te hoge temperaturen van het uitstromende tapwater aan te brengen.

- 10 Afwijkende temperatuurregeling
NEN 1006+A1:2018 geeft de eisen met bijbehorende bepalingmethoden en voorwaarden voor het ontwerp, de aanleg en het beheer waaraan een leidingwaterinstallatie moet voldoen vanuit het oogpunt van volksgezondheid, veiligheid en doelmatigheid.

Voor een geiser zonder interne voorraad warmtapwater in de bereider is een uitzondering voor de warmtapwatertemperatuur gemaakt. Dit leidt tot het mogelijk maken van andere (energetisch gunstige) installatieoplossingen. Van belang hierbij is dat geen bacteriologische groei 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. Het 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.

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.

De temperatuur aan het tappunt in een installatie met uittapleidingen mag 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 liter;
- 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.