

**WARM TAPWATERINSTALLATIES**
Leidingontwerp, wachttijden, toestellen
en temperatuurregeling

DATUM: SEP 2025-r

Auteursrechten voorbehouden

1. Algemeen

- 1.1 De op dit waterwerkblad van toepassing zijnde artikelen uit NEN 1006, titels van normen, wetgeving, overige publicatie en definities zijn gegeven in WB4.4 Warm tapwaterinstallaties Algemeen.

Het Besluit bouwwerken leefomgeving stelt eisen aan de energetische eigenschappen van een gebouw en de bijbehorende, energie gebruikende installaties. De eisen zijn geregeld in de Energie Prestatie Indicatoren (EPI).

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 EPI wordt verwezen naar NTA 8800.

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 warm tapwatertoestel moet rekening worden gehouden.

- 1.2 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.

2. Wachttijden en leidingontwerp

- 2.1 Eisen aan wachttijd

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

Bij alle tappunten moet voldaan worden aan de totale wachttijd. De wachttijd wordt bepaald bij gebruik van een enkel tappunt. Bij het bad en de (vaat)wasmachine is er geen eis gesteld aan de wachttijd. Bij deze tappunten gaat geen water en energie verloren.

Er wordt voor de wachttijd onderscheid gemaakt tussen uittapsystemen en circulatiesystemen.

Uittapsysteem:

De maximale leidingwachttijd + toestelwachttijd bedraagt 35 seconden.

Circulerend systeem:

Bij een circulerend systeem is de maximale wachttijd 20 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 2.2.

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 warm tapwater

Gelijktijdig gebruik Tappunten	Volumestroom warm tapwater (60 °C) t.b.v. dimensionering installatie	
	l/min	l/s
Keuken of douche	5,0	0,083
Bad	6,0	0,100
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	0,208

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.

Volumestroom warm tapwater naar mengkraan

De verdeling van koud- en warm tapwater naar een mengkraan is afhankelijk van de gewenste warm tapwatertemperatuur en het vermogen van het warm tapwater(voorraad)toestel. Voor het berekenen van de volumestroom van warm tapwater naar een mengkraan kan de volgende formule worden gehanteerd.

$$q_{vw} = \frac{q_{vm}(\theta_m - \theta_k)}{\theta_w - \theta_k}$$

$$q_{vk} = q_{vm} - q_{vw}$$

Hierin is:

q_{vm} = volumestroom mengwater vereist

q_{vw} = volumestroom warm tapwater

q_{vk} = volumestroom koudwater

θ_m = temperatuur mengwater vereist

θ_k = temperatuur koudwater

θ_w = temperatuur warm tapwater

Rekenvoorbeeld:

$q_{vm} = 0,17 \text{ l/s}$

$\theta_m = 40 \text{ °C}$

$\theta_k = 10 \text{ °C}$

$\theta_w = 60 \text{ °C}$

$$q_{vw} = \frac{0,17(40 - 10)}{60 - 10} = 0,102 \text{ l/s}$$

$$q_{vk} = 0,17 - 0,102 = 0,068 \text{ l/s}$$

Voor de koud watertemperatuur moet de laagst voorkomende temperatuur worden aangehouden.

2.2 Berekenen van de leidingwachttijd

Voor de bepaling van de leidingwachttijd 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 leidingwachttijd is gelijk aan of kleiner dan 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 warm tapwater 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 6 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 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:

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

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

Hierbij geldt:

- DH_{w,70}- factor (leidingmateriaal afhankelijk)
- 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);
- leidingwachtijd in s.

Vul voor de leidinglengte L 10 dm in, dan volgt daaruit de leidingwachtijd in s per meter leidinglengte.

In tabel 3 is de leidingwachtijd 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 leidingwachtijd in s per meter leidinglengte exact worden berekend.

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. De snelheid is in de tabel in kleur aangegeven; rood betekent overschrijding van de snelheid (2,0 respectievelijk 1,5 m/s).

- 2.3 Maatregelen bij overschrijden van leidingwachtijden
- Blijkt na berekening dat niet aan de maximale leidingwachtijd wordt voldaan, dan kan - ter oplossing hiervan - worden gekozen uit:
- a. aanpassen van het leidingtracé, eventueel met een afzonderlijke leiding vanaf het warm tapwatertoestel 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 warm tapwatertoestel.
 - e. een eventuele plaatsing van een tweede warm tapwatertoestel.
 - f. keuze voor een circulatiesysteem (zie 3). Hierbij dient echter rekening te worden gehouden met de extra energieverliezen die dit oplevert alsmede de extra investering.
 - g. De wachttijd van 20 seconden voor een circulatiesysteem mag worden overschreden indien wordt voldaan aan de volgende vier specifieke voorwaarden:
 - Overschrijding is alleen toegestaan in utiliteitsbouw;
 - Overeengekomen tussen opdrachtgever en opdrachtnemer en bekrachtigd in een privaatrechtelijke overeenkomst;
 - Overeenkomst en onderbouwing is toegevoegd aan het installatiegebonden dossier;
 - Wachttijd is en blijft maximaal 35 seconden.
 - h. Afwijking van de in tabel 1 vermelde volumestromen is toegestaan als de daadwerkelijke volumestroom warm water (60°C) van de te monteren sanitaire tappunten en het leidingwerk anders is.

Toelichting: De lengte en middellijn van de warm tapwaterleidingen 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 NTA8800.

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	5,73
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	1,29
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 9,81	3,62 6,18 9,81
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	1,59 2,44 3,90	1,59 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 16 / 11,6 20 / 14,4 25 / 18	1,93 4,06 6,25 9,77	1,87 3,93 6,06 9,47
5	0,083	12 / 8 16 / 11,6 20 / 14,4 25 / 18	0,97 2,03 3,13 4,89	0,93 1,97 3,03 4,73
7,5	0,125	12 / 8 16 / 11,6 20 / 14,4 25 / 18	0,64 1,35 2,08 3,26	0,62 1,31 2,02 3,16
10	0,167	12 / 8 16 / 11,6 20 / 14,4 25 / 18	0,48 1,01 1,56 2,44	0,47 0,98 1,51 2,37
12,5	0,208	12 / 8 16 / 11,6 20 / 14,4 25 / 18	0,39 0,81 1,25 1,95	0,37 0,79 1,21 1,89

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 20 / 13,2 25 / 16,8	2,65 4,11 6,65	2,75 4,27 6,92
5	0,083	16 / 10,6 20 / 13,2 25 / 16,8	1,32 2,05 3,33	1,38 2,13 3,46
7,5	0,125	16 / 10,6 20 / 13,2 25 / 16,8	0,88 1,37 2,22	0,92 1,42 2,31
10	0,167	16 / 10,6 20 / 13,2 25 / 16,8	0,66 1,03 1,66	0,69 1,07 1,73
12,5	0,208	16 / 10,6 20 / 13,2 25 / 16,8	0,53 0,82 1,33	0,55 0,85 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 10,55	4,00 6,36 10,21
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 3,52	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

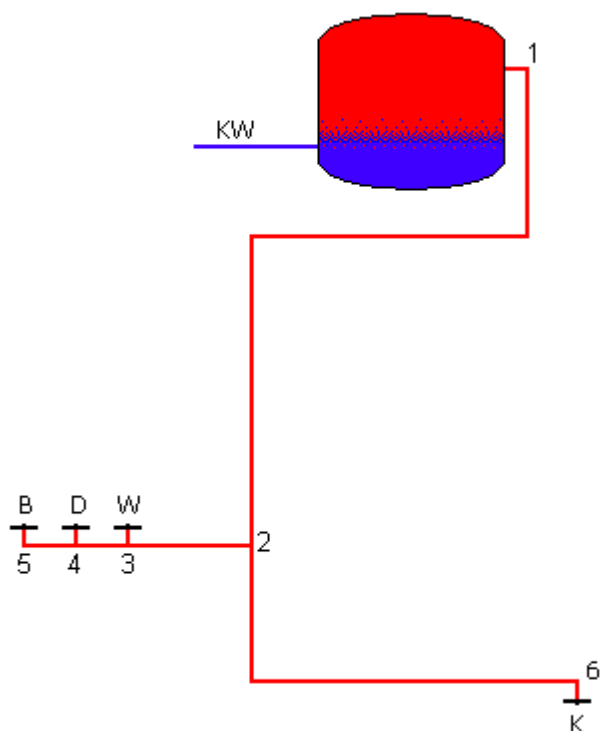
PE-X/AI				
Volumestroom in l/min	volumestroom in l/s	d _{uitw} /d _{inw} in mm	DH _{w,70} = 1,55 leidingwachttijd in s per m	DH _{w,70} = 1,50 leidingwachttijd in s per m
2,5	0,042	16,0 / 11,4 20 / 14,4 25 / 18,4	3,80 6,06 9,89	3,67 5,86 9,57
5	0,083	16,0 / 11,4 20 / 14,4 25 / 18,4	1,90 3,03 4,95	1,84 2,93 4,79
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 1,47 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	leidingwachtijd in s per m	leidingwachtijd in s per m
2,5	0,042	16,0 / 11,6	3,55	3,68
		20 / 14,6	5,63	5,83
		25 / 18,6	9,13	9,46
5	0,083	16,0 / 11,6	1,78	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	1,88	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	1,13	1,17
		25 / 18,6	1,83	1,89

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

2.4 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).

De maximale leidingwachttijd + toestelwachttijd bedraagt 35 seconden. Als de toestelwachttijd 5 seconden is, mag de leidingwachttijd 30 seconden zijn.

Bepaling wachttijd

tappunt	Leiding sectie	leiding lengte in m	Volume-stroom in l / min	middellijn	leiding-wachttijd in s / m	totale leiding wachttijd in s	snelheid in m / s
Keuken-meng-kraan	1-2, 2-6	18	5	12/10	1,46	26,3	1,06
Wastafel-meng-kraan	1-2, 2-3	13	5	12/10	1,46	19,0	1,06
Douche-meng-kraan	1-2, 2-4	16	5	12/10	1,46	23,4	1,06
Bad-meng-kraan	1-2, 2-5	19	5	12/10	1,46	27,7	1,06

2.5

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 4 (comfort).

Bij het leidingontwerp moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan:

- 1: de snelheid van het water in de leiding moet 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 WB 1.4E. De stroomsnelheid in warm tapwatercirculatieleidingen 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 warm tapwater (60 °C) vraagt dan 5 l/min, moet in het ontwerp extra rekening worden gehouden met een toenemende kans op waterslag en geluidoverlast.

3 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 gebruiksdruk op de tappunten is bij voorkeur tussen de 100 en 300 kPa. Een circulatiesysteem zorgt voor een (leiding) wachttijd van 20 seconde of korter voordat het warmwater een tappunt verlaat. In paragraaf 2 kan bepaald worden of circulatiesystemen voorkomen kunnen worden, met in achtneming van de maximaal gestelde wachttijd.

3.1 Algemeen

3.1.1 Het circulatiesysteem moet kunnen worden ontlucht;

- Het is aan te bevelen om bij geen afname de stroomsnelheid zo in te regelen dat bij het circuleren een stroomsnelheid tussen 0,5 m/s en 0,7 m/s wordt bereikt. 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, ontluchten deze leidingen automatisch via de bovenliggende tappunten.
- De tapwatercirculatiepomp moet bij voorkeur in een verticale leiding geplaatst worden met de stroomrichting omhoog. Hierdoor kan de lucht uit de pomp ontsnappen.

3.1.2 Temperaturen;

- De temperatuureis voor circulatiewater is 60°C onder ontwerpcondities (stationair circulerend). Hanteer daarvoor een uitredetemperatuur bij de boiler van maximaal 70°C (bij voorkeur lager dan 67°C i.v.m. kalkvorming) en bepaal de temperatuur van het circulatiewater op de eis van 60°C bij herintrede in het warmwatertoestel.
- In elke deelring moet de watertemperatuur 60°C of hoger zijn. Om dit te kunnen meten moet een meetvoorziening aanwezig zijn, ten minste 50 cm voor de circulatieleiding. Zie figuur 1.

Er moeten temperatuurmeetpunten worden opgenomen:

- Aan het begin van de uitgaande leiding van warm tapwatertoestel;
- Aan het eind van elke deelring en aan het eind van de retourleiding.

De temperatuurmeetpunten aan het begin van de circulatieleiding en aan het eind van de retourleiding moeten op ten minste 50 cm van de warm tapwaterbereider geplaatst worden.

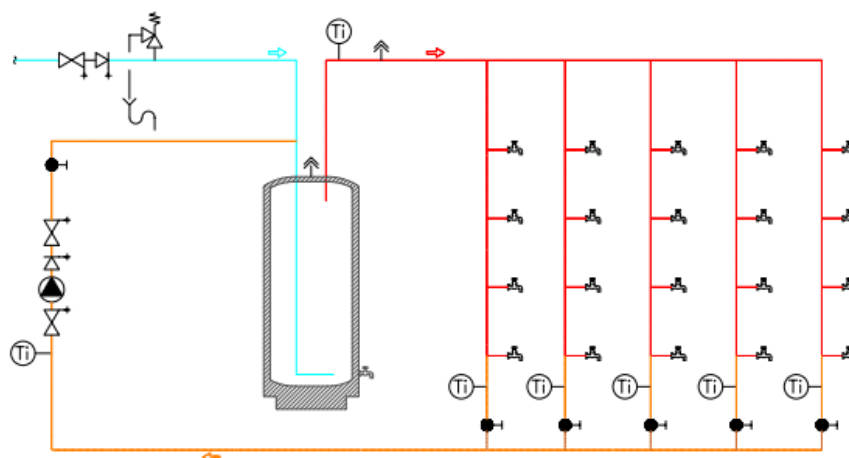
De temperatuurmeetpunten aan het eind van de deelring moet op ten minste 50 cm van de circulatieleiding geplaatst worden.

De circulatieleiding (retour) moet zijn voorzien van een meetvoorziening op ten minste 50 cm van het warmwatertoestel, geplaatst (in stromingsrichting) tussen de afsluiter en de pomp.

Voor ontwerpcondities zie Waterwerkblad 1.3.

3.1.3 Leidingprojectering;

- Elke deelring dient te worden voorzien van een inregelventiel, 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

3.1.4 Isolatie

- Een drink- of warm tapwaterinstallatie mag geen aanleiding geven tot verspilling van leidingwater en/of energie. Bij warm tapwatervoorzieningen en warm tapwaterinstallaties 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. Uittapleidingen op circulatiesystemen mogen niet voorzien worden van isolatie (want deze moeten binnen 45 minuten na gebruik afkoelen tot $\leq 25^{\circ}\text{C}$).
- Inregelventielen dienen te worden geïsoleerd conform specificaties van de fabrikant waarbij de werking van het ventiel gegarandeerd blijft.

3.1.5 Inregelen

- De volumestroom in de circulatieleiding moet instelbaar zijn. Dit kan afhankelijk van de situatie gerealiseerd worden door toepassing van een toerengeregelde pomp of door toepassing van één of meer voor het doel geschikte inregelafsluiter(s).
- Een calculatieprogramma kan het bepalen van de in te stellen temperatuur vergemakkelijken.
- In een enkelvoudig circulatiesysteem kan de regeling plaatsvinden door middel van een op basis van temperatuur-gestuurde toerengeregelde pomp.
- In een circulatiesysteem met een circulatiepomp met een of meer deelringen moeten in de retourleidingen inregelventielen worden geplaatst. Hierdoor kan een goede volumestroomverdeling in het systeem worden bereikt. In figuur 1 zijn de inregelventielen aangegeven.
- Het dichtlopen van thermostatische inregelafsluiters geschiedt op basis van de ingestelde temperatuur. Een op druk-gestuurde toerengeregelde pomp kan grotere volumestroom en een hogere snelheid over de nog openstaande deelringen voorkomen.
- De stroomsnelheid mag bij geen afname maximaal $0,7 \text{ m/s}$ bedragen.
- Volg de instructies van de fabrikant voor het correct inregelen van bovengenoemde thermostatische inregelventielen.

- Bij een installatie met meerdere deelringen moet een statisch inregelventiel geplaatst worden in de deelring met het grootste drukverlies (dit drukverlies wordt bepaald door de volumestroom, de leidingdiameter en de lengte van de deelring). Dit statisch inregelventiel moet zo ingesteld zijn dat de minimale temperatuur van 60°C wordt bereikt aan de einde van deze deelring.
Let op, dezelfde instelling van het met de hand instelbare ventiel mag niet leiden tot een snelheid van $\geq 0,7$ m/s in deze deelring bij een 'gesloten' stand van de andere deelringen. Houd rekening met de minimale volumestroom van de toerengeregelde pomp en zorg dat er voldoende drukverschil is om de thermostatische inregelafsluiters goed te laten functioneren (het met de hand instelbare ventiel zo ver sluiten dat er voldoende drukverschil is). Volg de instructies van de fabrikant voor het correct inregelen van bovengenoemde inregelafsluiter(s).
- Als de totale volumestroom door één deelring gaat, mag de snelheid van $\geq 0,7$ m/s niet overschreden worden. Een toerengeregelde tapwatercirculatiepomp kan dit voorkomen.
- Thermostatische inregelventielen ten minste 50 cm voor de koppeling van de deelring op de circulatieverzamelleiding monteren.
- Het instelbare deel van het 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 (zie artikel 3.1.2).
- Lever altijd een meetrapport aan de eigenaar van de waterinstallatie, voor de vuling van het installatie gebonden dossier (WB 2.7).

3.1.6 Tapwatercirculatiepomp

- De pomp moet uit corrosievast 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.
- Een goede ontluchting moet gewaarborgd zijn. De circulatiepomp dient daarom bij voorkeur in een verticaal deel van de retourleiding, zo dicht mogelijk bij het warm tapwatertoestel zijn aangebracht, waarbij de pomprichting omhoog is.
- Selecteer een energiezuinige tapwatercirculatiepomp.
- Uit oogpunt van energiebesparing kan, indien het gebruik dat toelaat, gekozen worden voor het uitzetten van de pomp met een timer waarbij de pomp maximaal 10 uur per 24 uur uitgezet wordt. Voor ingebruikname (eerste dagelijkse tapping) dient de warm tapwater temperatuur en de starttijd van de tapwaterpomp zodanig te zijn dat wordt voldaan aan de gestelde eis (zie WB4.4).
- 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 Net Positive Suction Head (NPSH)-lijn uit de pompgrafiek. Houdt, als de NPSH-lijn niet bekend is, 120 kPa aan.

3.2 Dimensionering

3.2.1 De stroomsnelheid in warm tapwatercirculatieleidingen 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.

3.2.2 Uittapleidingen moeten voldoen aan het gestelde in 2.

3.3 Berekening volumestroom pomp

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

3.3.2 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 warm tapwater in het systeem.

3.3.3 Voor de berekening van de volumestroom die de circulatiepomp moet kunnen leveren, kan de volgende formule worden gebruikt:

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

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 $W/(K \cdot m)$

θ_b = gemiddelde temperatuur van het circulerende water in °C

$\theta_{L \text{ amb}}$ = gemiddelde luchttemperatuur om de leiding in °C

θ_{bo} = warm tapwatertemperatuur uit het warm tapwatertoestel in °C

θ_c = warm tapwatertemperatuur naar het warm tapwatertoestel in °C

c = soortelijke warmte van het circulerende water in $J/(kg \cdot K)$

ρ = dichtheid van het water in kg/dm^3

φ = correctiefactor voor extra warmteverlies als gevolg van de beugeling en onvolkomen afwerking van de isolatie in % (praktijkrichtwaarde 20 %)

Opmerking: voor een nauwkeurigere berekening zie ISSO-Publicatie 55, Specificatieblad III.4-10 t/m 4-13.

In bovenstaande formule kan voor c en ρ van water de rekenwaarde van deze grootheden bij een temperatuur van 62,5 °C worden aangehouden:

$c = 4182 J/(kg \cdot K)$ en $\rho = 0,982 kg/dm^3$.

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

Uitgangspunten voor tabel 4 zijn:

- warmtegeleidingscoëfficiënt koper: $360 W/(K \cdot m)$;
- warmtegeleidingscoëfficiënt isolatie: $0,035 W/(K \cdot m)$;
- warmteovergangscoefficiënt van de buis naar de omgeving:
 $\alpha_{e,b} = 10 W/m^2 \cdot K$ (uitwendig);
- warmteovergangscoefficiënt van het isolatiemateriaal naar de omgeving:
 $\alpha_{e,iso} = 9 W/m^2 \cdot K$ (uitwendig);
- warmteovergangscoefficiënt $\alpha_i = 3.000 W/m^2 \cdot K$ (inwendig)

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

Buiten-middellijn [mm]	Binnen-middel- lijn [mm]	U_b [W/m·K]								
		0 [mm]	man- tel	6 [mm]	10 [mm]	25 [mm]	30 [mm]	35 [mm]	40 [mm]	50 [mm]
10	8	0,313	0,246	0,192	0,162	0,114	0,107	0,101	0,096	0,089
12	10	0,375	0,283	0,216	0,179	0,124	0,116	0,109	0,104	0,095
15	13	0,469	0,340	0,251	0,205	0,139	0,128	0,120	0,114	0,104
22	19,8	0,689	0,471	0,331	0,264	0,170	0,156	0,145	0,136	0,124
28	25,6	0,876	0,583	0,398	0,313	0,195	0,178	0,165	0,155	0,139
35	32	1,096	0,713	0,477	0,370	0,225	0,203	0,187	0,175	0,156
42	39	1,315	0,844	0,555	0,427	0,253	0,228	0,209	0,194	0,173
54	51	1,690	1,067	0,689	0,523	0,301	0,270	0,246	0,227	0,200
64	60	2,003	1,254	0,801	0,603	0,340	0,304	0,276	0,254	0,222
67	63,2	2,097	1,310	0,834	0,627	0,352	0,314	0,285	0,262	0,229

ongeïsoleerde buis

geïsoleerde buis

3.3.4 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 warm tapwater (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.

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

$$\sum (L \times U_b) = (28 \times 0,139) + (26 \times 0,124) = 7,116 \text{ W/K}$$

$$q_v = \frac{7,116 \times (62,5 - 22) \times 1,2}{(65 - 60) \times 4182 \times 0,9827} = 0,017 \text{ l/s}$$

Wordt in dit voorbeeld een isolatiedikte van 10 mm toegepast, dan volgt daaruit:

$$\sum (L \times U_b) = (28 \times 0,205) + (26 \times 0,179) = 10,394 \text{ W/K}$$

$$q_v = \frac{10,394 \times (62,5 - 22) \times 1,2}{(65 - 60) \times 4182 \times 0,9827} = 0,025 \text{ l/s}$$

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 onder de 0,7 m/s blijft, zie 2.2.

De snelheid zal in het buisgedeelte 12/10 mm het grootst zijn. Bij een isolatiedikte van 25 mm bedraagt deze:

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

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.

4. Comfort

Naast de wachttijd en volumestroom bij het gebruik van een enkel tappunt, kunnen door de opdrachtgever aanvullende eisen gesteld worden aan de warm tapwaterinstallatie. 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. Ook bij het gebruik van één tappunt, mag de totale wachttijd van 35 s bij uittapsystemen en 20 s leidingwachttijd bij circulatiesystemen niet overschreden worden. 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 :

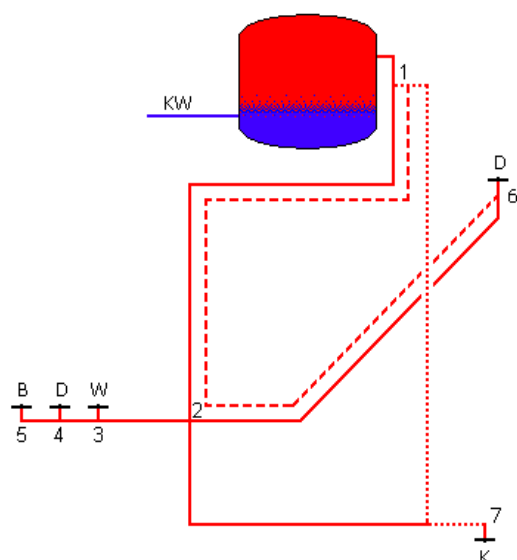
- Acceptatie dat bij gelijktijdig gebruik van tappunten de volumestroom warm water (60 °C) per tappunt terugloopt naar 2,5 l/min;
- De mengtemperatuur aan de douchekop constant gehouden moet worden. Een juiste hydraulische balans in de uittapleidingen is van belang. Ook kan een thermostatische mengkraan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

Leidinglengte 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 keukenmengkraan (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.	Volume- stroom 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 2-6	9 4	12,5 5	15/13 10/8	1,57 1,66
Badmeng- kraan (5)	1-2 2-5	9 6,5	12,5 5	15/13 10/8	1,57 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.	Volume- stroom 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
Douch- 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 warm tapwatertoestel 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 warm tapwatertoestel 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 leidingdiameter 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

Als comforteisen gesteld worden, zijn de te hanteren volumestromen voor de wachtijden gelijk aan de volumestromen 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 warm tapwater (60 °C) worden uitgegaan van 12,5 l/min (zie tabel 1). De tabel zou nu ook ingevuld kunnen worden voor de leidingwachtijd. Doordat gekozen is voor separate leidingen naar keuken en douche, zijn er geen gemeenschappelijke leidingsecties voor keuken, douche en bad. Hierdoor is de volumestroom warm tapwater 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 warm tapwaterleidingen 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.

5. Warm tapwatertoestellen

- 5.1 Bij de keuze van het warm tapwatertoestel moet onder andere rekening worden gehouden met:
- de warm tapwaterbehoefte (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 NTA8800;
 - 2: het jaargebruiksrendement op tapwater: het taprendement, bepaald onder toepassing van het standaard tapprofiel van het Energielabel (Ecodesign richtlijn).
- 5.2 Voor de beveiliging van warm tapwatertoestellen, zie WB 4.4 B.
- 5.3 Aan de instroomzijde van een warm tapwatertoestel 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 (inlaatcombinatie).
- 5.4 Warm tapwatertoestellen moeten gemakkelijk kunnen worden losgekoppeld. Voorraadwarm tapwatertoestellen moeten hiertoe volledig kunnen worden geledigd.
- 5.5 Het gebruikte materiaal moet voldoen aan de 'Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening'. Het warm tapwatertoestel moet zijn vervaardigd van corrosievast materiaal dan wel beschermd zijn 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.
- 5.6 Indien thermostatische mengkranen worden toegepast bij doorstroomtoestellen die niet modulerend zijn uitgevoerd, dan moet de thermostatische mengkraan voldoen aan de eisen zoals gesteld in BRL-K610.

6. Beheersmaatregelen in verband met de waterkwaliteit

6.1 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 °C 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 warm tapwater voorraadtoestellen kan worden verwijderd.

6.2 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 warm tapwaterinstallatie zal zijn en hoe de warm tapwaterinstallatie hierop is uitgelegd.

Uitgangspunt is dat warm tapwatervoorraadssystemen zijn ingesteld op een temperatuur, zodat de temperatuur van minimaal 60 °C (respectievelijk 55 °C voor woningen zonder circulatie) op het tappunt wordt bereikt. Uitzondering: artikel 4.4.2.7 NEN 1006).

Temperatuurdaling

In de praktijk kan het voorkomen dat incidentele afnamen de ontwerpuitgangspunten overschrijden; als gevolg van een overschrijding van de piekbelasting kan de temperatuur tijdelijk onder de vereiste waarde dalen. Dit wordt geaccepteerd als de temperatuur binnen 24 uur weer op de vereiste minimale waarde wordt gebracht.

Als gezien de werking van het warm tapwatertoestel (zoals bij de tijdgeschakelde boiler) de temperatuur tijdelijk binnen een etmaal onder de vereiste waarde daalt, kan dit worden geaccepteerd, mits;

- de ingestelde temperatuur minimaal 60 °C (of 55 °C bij een woning zonder circulatie) bedraagt,
- de temperatuur in de nachtstroomboiler binnen 24 uur weer op de vereiste minimale waarde wordt gebracht.

Opmerking: De temperatuur van een tijdgeschakelde boiler kan hoger worden ingesteld dan de vereiste minimale waarde. Een hogere afstelling kan ervoor zorgen dat de vereiste minimale waarde wel gehandhaafd blijft..

Niet bereiken ingestelde temperatuur

Bij zonneboilers en warmtepompsystemen komt het regelmatig voor dat de ingestelde temperatuur niet bereikt kan worden. Voorschriften voor zonneboilers en warmtepompsystemen zijn verder uitgewerkt in Waterwerkblad 4.4C resp. Waterwerkblad 4.4D.

Lagere temperatuur instellen

Het is niet toegestaan de temperatuur lager in te stellen dan vereist. Ook aangevuld met periodieke thermische desinfectie van het gehele systeem wordt **niet** voldaan aan de eisen.

Uitzondering hierop (NEN 1006 4.4.2.7) is een installatie met uittapleidingen, als aan de volgende voorwaarden wordt voldaan¹:

- de warmwaterbereider is een doorstroomtoestel zonder interne voorraad,
- de inhoud vanaf het doorstroomtoestel tot en met het verst gelegen tappunt bedraagt maximaal 1 liter,
- Het doorstroomtoestel 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.

¹Het moet hierbij wel mogelijk blijven om te voldoen aan alle eisen die in de norm worden gesteld, bijvoorbeeld thermisch desinfecteren en het halen van de minimale volumestroom.

Ook is het mogelijk om op basis van gelijkwaardigheid een lagere minimumtemperatuur in te stellen. Hiervoor is het nodig dat het bevoegd gezag met toepassing van artikel 2.4 en 2.5 van het Besluit bouwwerken leefomgeving de situatie als gelijkwaardig aanmerkt. De betreffende documenten moeten opgenomen worden in het installatiegebonden dossier (WB 2.7)

Wanneer het vanuit het oogpunt van de volksgezondheid nodig blijkt, moet ter preventie van legionella aan de tappunten en indien van toepassing na het mengtoestel een minimale temperatuur van 60 °C bereikt worden

6.3 Thermische desinfectie

Voor warm tapwatervoorraadtoestellen gelden eisen voor de temperatuur in relatie tot de standtijd. Als in een warm tapwatervoorraadtoestel niet continu op alle plaatsen een temperatuur van ten minste 60 °C (of 55 °C bij een woning zonder circulatie) heerst, dan moet deze ter voorkoming van bacteriologische nagroei minimaal wekelijks thermisch worden gedesinfecteerd volgens tabel 4 NEN 1006.

6.4 Woninginstallaties

Het warm tapwater kan individueel in de woning worden bereid of collectief worden aangeleverd.

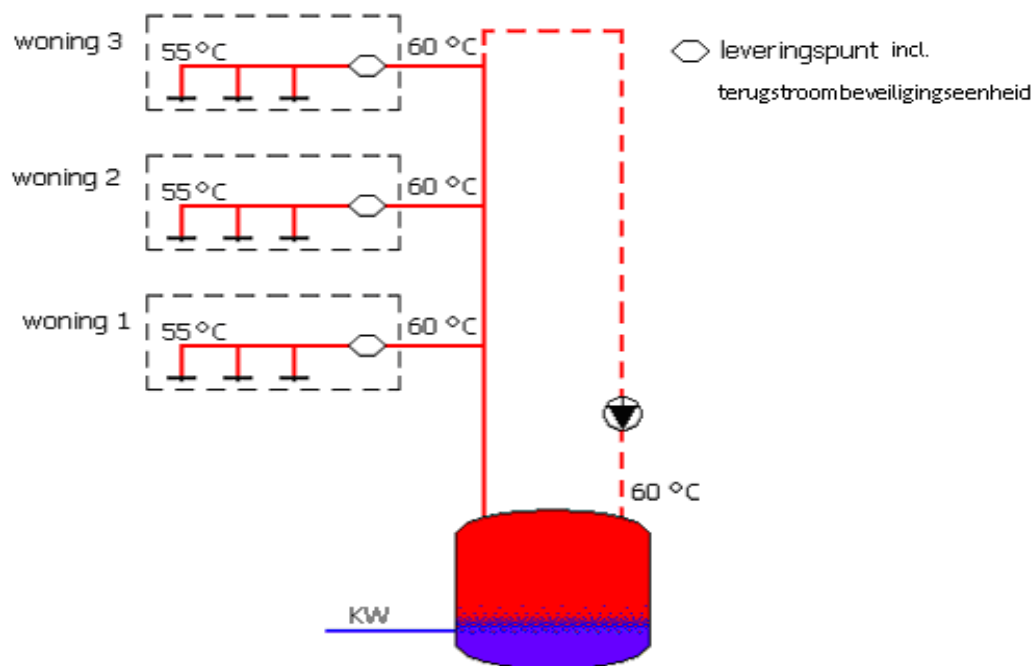
De warm tapwater-installaties in woningen hebben in het algemeen geen circulatie. Installaties met circulatie komen echter wel voor.

Een voorbeeld van een woninginstallatie waarbij het warm tapwater individueel in de woning wordt bereid, is weergegeven in berekeningsvoorbeeld 2 in 4.

6.4.1 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 principeschets van een woninginstallatie zonder circulatie weergegeven, waarbij het warm tapwater collectief wordt aangeleverd.

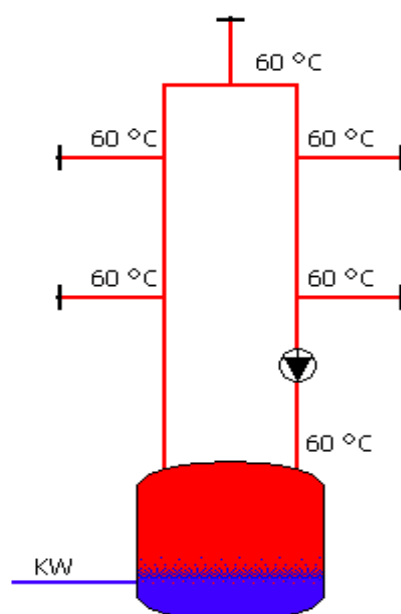


Figuur 2: Principeschets van een woninginstallatie zonder circulatie met collectieve aanlevering van warm tapwater

6.4.2 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 principeschets van een woninginstallatie met circulatie weergegeven.



Figuur 3: Principeschets van een woninginstallatie met circulatie

6.5 Collectieve leidingnetten

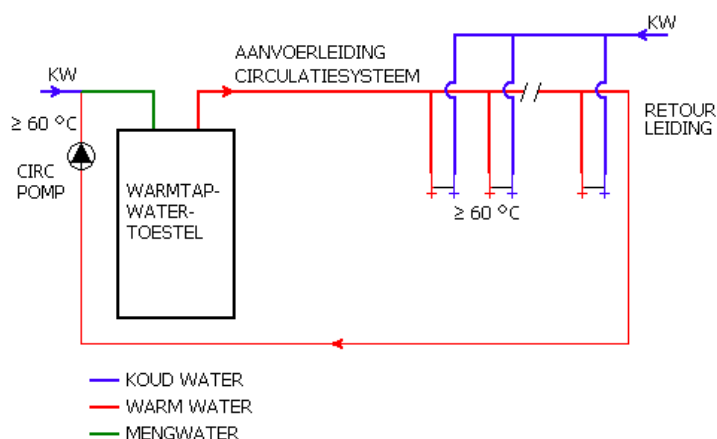
Bij alle installaties zijnde geen woninginstallatie is er doorgaans sprake van een collectief leidingnet. Collectieve leidingnetten kunnen zowel zonder als met circulatie uitgevoerd zijn.

6.5.1 Collectieve leidingnetten zonder circulatie

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

6.5.2 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 prinscheschets van een warm tapwater-installatie met circulatie weergegeven.



Figuur 4:Principeschets collectieve warm tapwaterinstallatie met circulatie

6.6 Collectieve warm tapwatervoorzieningen

Via een collectieve warm tapwatervoorziening, bijvoorbeeld stadsverwarming, kan het warm tapwater worden geleverd aan een woninginstallatie of aan een collectief leidingnet. De geleverde temperatuur van het warm tapwater moet zodanig zijn dat aan de desbetreffende eisen vermeld in 6.2 en 6.3 wordt voldaan.

6.7 Collectieve watervoorzieningen en collectieve leidingnetten

Naast de eisen uit NEN 1006 en de Werkbladen moeten hiertoe aangewezen prioritaire collectieve installaties in verband met legionellapreventie ook voldoen aan de eisen vermeld in het Drinkwaterbesluit (Hoofdstuk 4). 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 warm tapwater met voldoende hoge temperatuur in elk installatieonderdeel (capaciteit warm tapwatertoestel), 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 (monsternamenpunten).

Door monsternamen voor onderzoek op aanwezigheid van legionella, is te controleren of de correctieve maatregelen voldoende effect sorteren.

6.8 Mengwaterinstallaties

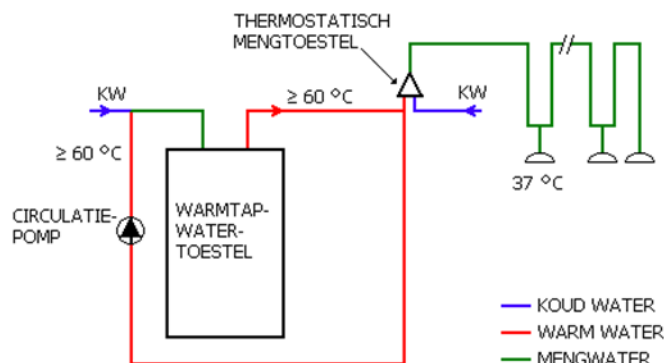
a. collectieve warm tapwatervoorzieningen en -installaties

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 warm tapwater te mengen met behulp van een thermostatisch mengtoestel.

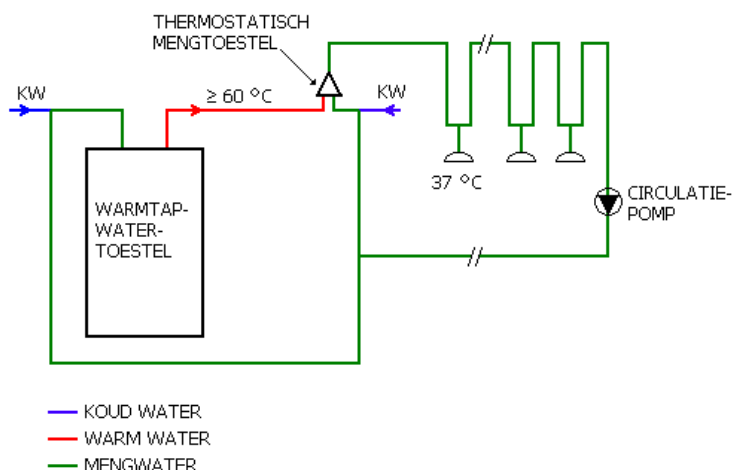
De mengwaterleidingen moeten kunnen worden doorgespoeld met water van 60 °C of meer. Het thermostatisch mengtoestel moet hiervoor geschikt zijn, moet

voldoen aan de eisen gesteld in Kiwa-Beoordelingsrichtlijn BRL-K610 en moet zijn voorzien van een erkende kwaliteitsverklaring.

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



Figuur 5: Principeschets van een mengwaterinstallatie



Figuur 6: Principeschets van een mengwaterinstallatie met mengwatercirculatie

Opmerking: mengwaterinstallatie met circulatie is toegestaan, maar is 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.

7. Nadelige gevolgen van hoge temperaturen

- De temperatuur van het retourwater moet ten minste 60 °C zijn.
- Instelling van de warmwatertemperatuur op 60 °C of hoger kan leiden tot verbrandingsgevaar bij risicogroepen. Risicogroepen zijn bijvoorbeeld kinderen, bejaarden, psychiatrische patiënten en lichamelijk of geestelijk gehandicapten. Thermostatische mengkranen met een temperatuurbegrenzing tegen te hoge temperaturen van het uitstromende tapwater voorkomt verbranding.
- Drukverschillen die in de installatie ontstaan mogen niet leiden tot hinderlijke of gevaarlijke temperatuurverschillen aan het tappunt. Zie voor een nadere beschouwing over beperken van drukschommelingen het TVVL/UNETO-VNI rapport ST-35 Beperken van drukschommelingen aan inlaten van douchemengkranen.

Geadviseerd wordt voor risicogroepen thermostatische mengkranen met een temperatuurbegrenzing aan te brengen. Deze temperatuurbegrenzing heeft jaarlijkse controle.

8. Wijze van aansluiten van parallel geschakelde warmwatertoestellen

Warm tapwatertoestellen, met uitzondering van doorstroomtoestellen, kunnen in serie en parallel worden aangesloten.

Parallel geschakelde warm tapwatertoestellen (voorraadtoestellen) kunnen worden toegepast bij grote gelijktijdige afnames. De voorraadvaten dienen elk afzonderlijk voorzien te zijn van een inregelventiel (en beveiliging) en te worden ingeregeld op druk en volumestroom. Hierdoor wordt onbalans voorkomen.