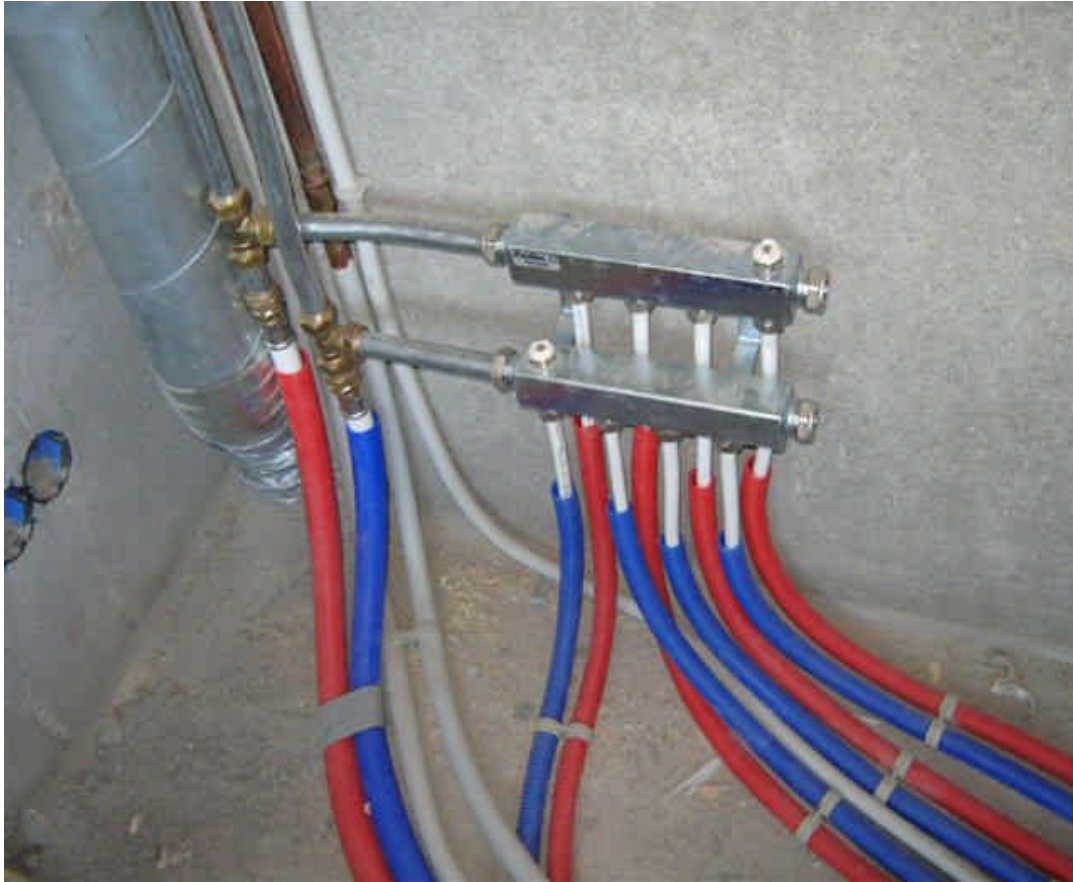


Checklist “hotspots” in waterleidingen



***Uitgebreide richtlijnen ter voorkoming van
ongewenste opwarming van waterleidingen in
wanden, vloeren, plafonds en schachten***

Uitgave: januari 2013

Inhoud

1. Inleiding	3
2. Hotspots	5
2.1 Ongewenste opwarming	5
2.2 Locaties voor waterleidingen	5
3. Opbouwleidingen	7
3.1 Opwarming van opbouwleidingen	7
3.2 Richtlijnen voor waterleidingen in combinatie met warme leidingen en warme apparatuur	
3.3 Toelichting bepalen temperatuur in leidingschacht met HotspotSim	10
3.4 Uitvoering isolatie en schacht	10
4. Inbouwleidingen	11
4.1 Opwarming van inbouwleidingen	11
4.2 Richtlijnen voor waterleidingen in combinatie met warme leidingen en apparatuur	12
4.3 Richtlijnen voor waterleidingen in combinatie met vloerverwarming	16
4.4 Waterleidingen en cv-leidingen boven verlaagd plafond	21
5. Betonkernactivering	23
5.1 Wat is betonkernactivering?	23
5.2 Richtlijnen voor waterleidingen in gebouwen met betonkernactivering	23
6. Verantwoording	25
7. Toepassingsgebieden ISSO-publicaties Legionellapreventie	27
8. Literatuurlijst	29

1. Inleiding

Plaatsen waar ongewenste opwarming van leidingwater tot boven 25 °C optreedt, noemt men "hotspots". Deze checklist is een zeer nuttig hulpmiddel voor alle partijen in de bouwkolom - architecten, adviseurs, aannemers en installateurs- die betrokken zijn bij het tegengaan van onbedoelde opwarming van waterleidingen.

De checklist is uitgebracht als een afzonderlijke uitgave omdat de informatie over dit onderwerp in de diverse ISSO-publicaties over legionellapreventie onderling verschilt. Dit is het gevolg van de verschillende publicatiedatums. Deze verschillende informatie kan leiden tot misverstanden onder de gebruikers.

Daarnaast is recent meer informatie beschikbaar is gekomen en zijn nieuwe inzichten ontstaan over het tegengaan van onbedoelde opwarming van waterleidingen in woningen en gebouwen. Deze zijn ook opgenomen in deze checklist.

In artikel 6.12 van de nota van toelichting van Bouwbesluit 2012 wordt verwezen naar de ISSO-checklist hotspots in waterleidingen.

In de checklist zijn tevens extra situatietekeningen en enkele voorbeelden opgenomen. Daardoor wordt het bepalen van de vereiste afstand tussen waterleidingen en warme leidingen, die in dezelfde vloer liggen, eenvoudiger. Ook wordt aangegeven hoe men om moet gaan met situaties die afwijken van de standaardsituaties.

De ISSO-publicaties over legionellapreventie in leidingwater worden in de loop van 2012 algeheel herzien mede in verband met de nieuwe Drinkwaterwetgeving. ISSO en Uneto-VNI zijn van mening dat hierop niet kan worden gewacht en dat eenduidige informatie over het tegengaan van hotspots eerder bij de brede doelgroep beschikbaar moet zijn. Daarnaast is er grote behoefte aan de checklist als afzonderlijke uitgave. Bij de algehele herziening van de afzonderlijke ISSO-publicaties de inhoud van deze checklist in de nieuwe uitgaven worden verwerkt. De eerste publicatie die zal worden herzien is ISSO-publicatie 55.1.

Hierna is in één overzicht per publicatie aangegeven welke hoofdstukken of bijlagen worden vervangen door de richtlijnen in deze checklist.

ISSO 30.5	LegionellaCode voor woninginstallaties [3]	De checklist vervangt LC1, LC3 en LC4.
ISSO 55.1-2005	Handleiding Legionellapreventie in leidingwater [4]	De checklist vervangt bijlage 7.
ISSO 55.2	Handleiding Zorgplicht collectieve leidingwaterinstallaties [5]	De checklist is te beschouwen als een bijlage van paragraaf 5.6.
ISSO-zakboekje	Kleintje Legionellapreventie [6]	De checklist is te beschouwen als nadere uitwerking van bijlage B4.
ISSO-SBR 811	Hotspotvrij ontwerpen, bouwen en installeren [7]	De checklist is te beschouwen als nadere uitwerking van bijlage B.

In hoofdstuk 7 is een overzicht gegeven van het toepassingsgebied van verschillende ISSO-publicaties op het gebied van Legionellapreventie.

Aan het tot stand komen van deze checklist hebben de volgende mensen meegewerkt:

Ir. J. van Wolferen, TNO Bouw en Ondergrond	W.J.H. Scheffer
Ing. O.W.W. Nuijten, ISSO	L. Bikker, Waterbedrijf Oasen
Ing. E. van der Blom, Uneto-VNI	J. Kok, Gebr. Kok B.V.

2. Hotspots

2.1 Ongewenste opwarming

Volgens NEN 1006 [1], die aangewezen is door het Bouwbesluit, moet ongewenste opwarming van de waterleiding in warme ruimten en door warme leidingen die in de buurt lopen worden voorkomen. Lukt dit niet dan ontstaan zogenoemde “hotspots”. Dit geldt niet alleen voor leidingen voor drinkwater (en huishoudwater), maar ook voor uittapleidingen voor warmtapwater. Een hotspot is een plaats in de drinkwaterinstallatie waar het leidingwater kan opwarmen tot boven 25 °C of meer dan 5 °C boven de ruimtetemperatuur. Een hotspot is ook een plaats in een uittapleiding voor warmtapwater waar het water niet kan afkoelen tot ten hoogste 25 °C of tot minder dan 5 °C boven de ruimtetemperatuur.

2.2 Locaties voorwaterleidingen

Waterleidingen kunnen op verschillende manieren in een gebouw worden opgenomen:

Opbouw:

- gemonteerd op de wand;
- weggewerkt achter een voorzetwand of in een plint;
- weggewerkt in een verlaagd plafond;
- weggewerkt in een kast, schacht, koker of kruipruimte.

Inbouw:

- weggewerkt in vloer of wand.

“Waterleidingen” is in deze checklist de verzamelnaam voor:

- leidingen voor drinkwater;
- uittapleidingen voor warmtapwater;
- leidingen voor huishoudwater.

Het kan daarbij voorkomen dat waterleidingen ongewenst opwarmen door:

- een te hoge omgevingstemperatuur;
- zoninstraling;
- seizoensafhankelijke invloeden;
- warmtebronnen
- te dicht in de buurt liggende “warme leidingen”.

“Warme leidingen” is hier de verzamelnaam voor alle leidingen die langdurig warm kunnen zijn, zoals:

- verwarmingsleidingen voor radiator- of convectiverwarming;
- verwarmingsleidingen voor vloer- of wandverwarming;
- circulatieleidingen voor warmtapwater (inclusief de toevoerleidingen waarin het warmtapwater circuleert);
- kanalen voor luchtverwarming;
- rookgasafvoerleidingen;
- leidingen in de procesindustrie.

3. Opbouwleidingen

3.1 Opwarming van opbouwleidingen

Waterleidingen in opbouw kunnen op de wand of aan het plafond zijn gemonteerd en daarbij te dicht langs warme leidingen, radiatoren of andere apparatuur lopen.

De waterleidingen in opbouw kunnen ook zijn weggewerkt achter voorzetwanden, in plinten, verlaagde plafonds, leidingkokers en -schachten.

Door warmteafgifte van warme leidingen kan de omgevingstemperatuur ter plaatse van de waterleiding oplopen, waardoor het water in de waterleiding opwarmt tot boven 25 °C.

3.2 Richtlijnen voor waterleidingen in combinatie met warme leidingen en warme apparatuur

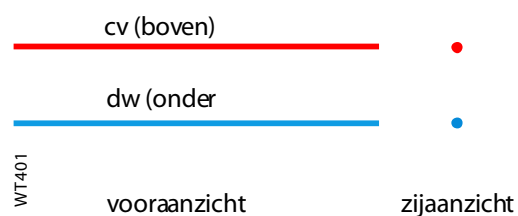
In onderstaand overzicht zijn richtlijnen gegeven voor situaties waarin de leidingen in opbouw in de buurt lopen van warme leidingen of apparatuur, of zijn ondergebracht achter een voorzetwand in een plint, verlaagd plafond, koker of schacht.

Tabel 1. Richtlijnen ter voorkoming van ongewenste opwarming van opbouwwaterleidingen

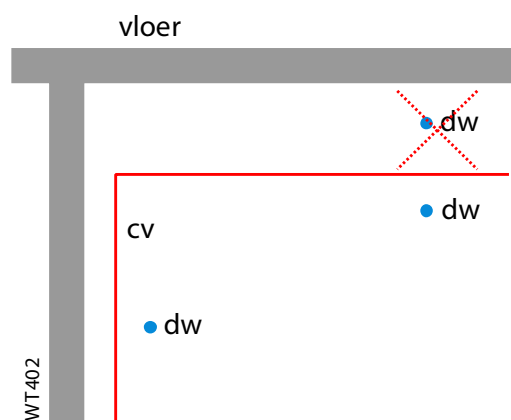
Situatie	Eisen t.a.v. constructie
Waterleiding parallel aan warme leiding. (Figuur 1)	De warme leiding niet onder de waterleiding aanbrengen. Of ruime afstand aanhouden (> 1 m).
Waterleiding kruist warme leiding. (Figuur 2)	Bovenlangs: Niet toegestaan Overige: Toegestaan, mits geen onderling contact.
Waterleiding achter verdamper van koelkast, koelmeubel of koelmachine, of achter convector met omkasting. (Figuur 3)	Minimum afstand tussen apparaat en wand 100 mm t.b.v. voldoende doorstroming lucht en afkoeling.
Waterleiding achter een radiator. (Figuur 4)	Niet toegestaan.
Waterleiding boven verlaagd plafond. (Figuur 5)	Afhankelijk van de aanwezigheid van andere leidingen, luchtkanalen e.d. kan de temperatuur hier hoger liggen dan in het vertrek zelf. Om te hoge temperaturen te vermijden moeten alle warme leidingen en kanalen voor luchtverwarming voldoende worden geïsoleerd. De hoogste temperatuur wordt bovenin bereikt, dus moeten waterleidingen zo laag mogelijk worden gemonteerd. Bij gesloten verlaagd plafonds met een beperkte hoogte verdient het aanbeveling om waterleidingen en warme leidingen niet gezamenlijk op te nemen, of als dit niet mogelijk is een tussenschot aan te brengen en/of de warme leidingen voldoende te isoleren.
Drinkwaterleiding en uittapleiding voor warmtapwater weggewerkt in een holle plint of achter een voorzetwandsysteem, evenwijdig aan elkaar. (Figuur 6)	De kans op opwarming van de koude leiding wordt geminimaliseerd door te zorgen voor een goede warmtegeleiding via de plint naar de ruimte en tegelijkertijd de koude leiding te isoleren.

Vervolg Tabel 1:

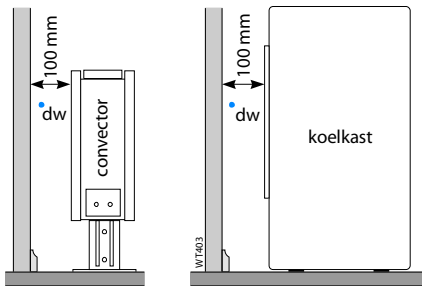
Situatie	Eisen t.a.v. constructie
Waterleiding in een schacht of koker samen met een of meer warme leidingen. (Figuur 7)	De temperatuur in dergelijke schachten kan zeer uiteenlopende waarden aannemen omdat de schachtafmetingen, aantallen warme leidingen, isolatiewaarden, leidingmiddellijnen, bedrijfstemperaturen etc. sterk uiteenlopen. Daarom kunnen alleen algemene aanbevelingen worden gedaan: <ul style="list-style-type: none"> • Creëer een geheel separate leidingschacht voor de warme leidingen (voorkeur). • Breng een tussenschot aan met een hoge isolatiewaarde waarmee een koker in een schacht wordt gecreëerd. • Breng voldoende isolatie aan om de warme leidingen om te voorkomen dat te hoge temperaturen optreden. • Ventileer de leidingschacht. De temperatuur in een niet-geventileerde schacht of koker is te voorspellen met het computer-programma 'HotSpotSim' [13], zie par. 3.3.



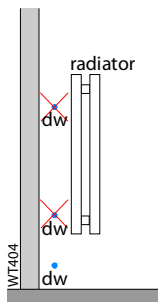
Figuur 1. Waterleiding parallel aan warme leiding (opbouw)



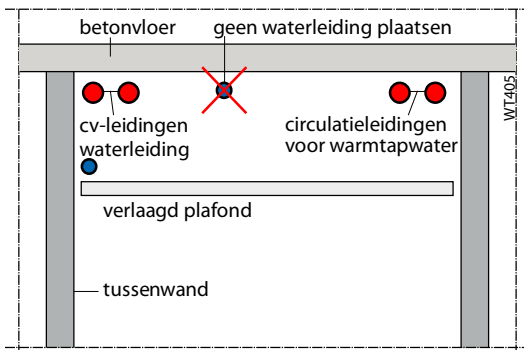
Figuur 2. Waterleiding kruist warme leiding in verticale dwarsdoorsnede



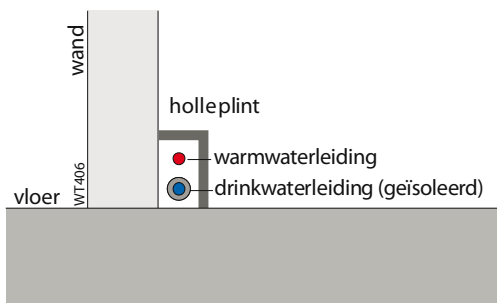
Figuur 3. Waterleiding achter koelapparaat of convector



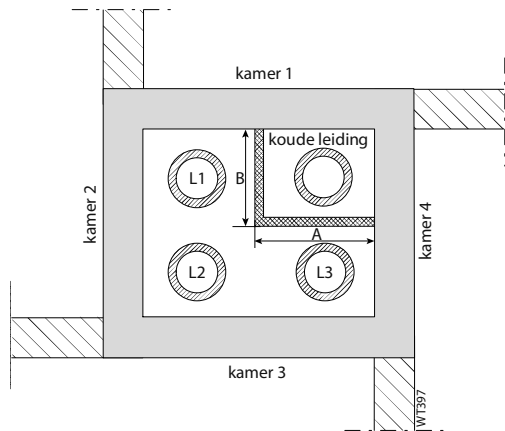
Figuur 4. Waterleiding achter radiator



Figuur 5. Waterleiding laag boven verlaagd plafond (cv- en circulatieleidingen voldoende isoleren)



Figuur 6. Leiding voor drinkwater en een uittapleiding voor warm tapwater weggewerkt in een holle plint of achter een voorzetwandsysteem



Figuur 7. Doorsnede leidingschacht

3.3 Toelichting bepalen temperatuur in leidingschacht met HotspotSim

De temperatuur in een niet-geventileerde schacht wordt bepaald door:

- de warme leidingen aangeduid met L1, L2 en L3 (aantal, mediumtemperatuur, middellijn, isolatiewaarde) ;
- afmetingen en isolatiewaarde van de schacht;
- ontwerptemperatuur van de omringende ruimten (kamer 1 t/m 4).

Met het computerrekenprogramma 'HotSpotSim' [13] kan de temperatuur van de waterleiding in een niet-geventileerde schacht, koker of kast worden berekend. Hierbij wordt uitgegaan van een stationaire situatie, waarbij het water niet stroomt en na verloop van tijd de temperatuur van de lucht in de schacht aanneemt. Met het programma kunnen maximaal drie warme leidingen worden ingevoerd. Daarnaast kan ook de temperatuur in een interne koker om de waterleiding met een bepaalde isolatiewaarde worden berekend (Figuur 7).

3.4 Uitvoering isolatie en schacht

Bij de uitvoering is het vereist dat niet alleen de verticale leiding maar ook de T-stukken en aftakkingen van de warme leidingen goed geïsoleerd worden.

Als een koude en een warme leidingschacht zijn gecreëerd mogen er géén openingen zijn tussen de warme en koude schacht, omdat anders de temperatuur in de koude schacht te hoog kan oplopen.

4. Inbouwleidingen

4.1 Opwarming van inbouwleidingen

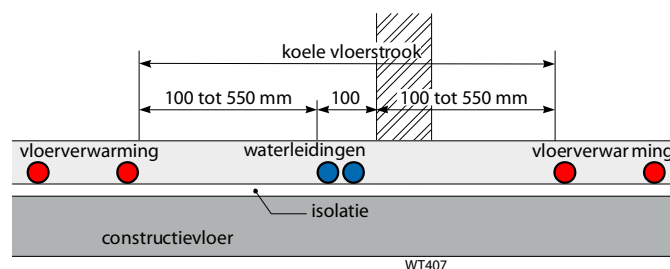
Bij leidingen die zijn ingebouwd in een massieve wand of vloer neemt het stilstaande water de vloer- of wandtemperatuur ter plaatse aan. Er moet voorkomen worden dat een warmtebron, zoals een radiator of een koelkast, de wand of vloer ter plaatse van de daarin weggewerkte waterleiding te veel oploopt.

Als er ook warme leidingen in dezelfde vloer of wand zijn opgenomen zal de temperatuur ter plaatse van de waterleiding op kunnen lopen tot boven 25 °C. Het is daarom af te raden om waterleidingen in dezelfde wand- of vloerconstructie samen met andere warme leidingen op te nemen. Als het niet anders kan, moet ruim voldoende afstand worden aangehouden van de warme leidingen. Kruisingen van waterleidingen en warme leidingen in één vloer zijn, behoudens enkele uitzonderingen, niet toegestaan (Zie tabel 2). Als kruisen in één vloer niet is toegestaan moet er worden gekozen voor andere oplossingen, zoals:

- het kiezen van een andere plaats voor de waterleidingen of warme leidingen buiten dezelfde wand of vloer;
- het creëren van ‘koele vloerstroken’ (Figuur 8);

De koele vloerstroken moeten bewerkstellingen dat waterleidingen en warme leidingen:

- elkaar nergens in de afwerklaag kruisen,
- op voldoende afstand van elkaar lopen.



Figuur 8. Een ‘koele vloerstrook’ bij een vloer met tussenisolatie

Opmerking:

Het isoleren van de waterleiding heeft in deze situaties geen nut. Het heeft alleen een vertragend effect op de opwarming van de leiding. Ook een geïsoleerde waterleiding neemt na verloop van tijd de temperatuur van de directe omgeving aan.

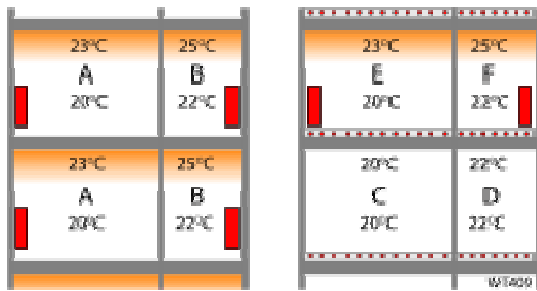
In figuur 9 worden de ruimtetemperaturen en de temperatuurgelaagdheden aangegeven bij vloerverwarming en radiatorenverwarming.

In ruimten met een ontwerptemperatuur van 20 °C heerst bij toepassing van radiatoren 80/60 °C direct onder het plafond een luchttemperatuur van 23 °C.

Bij radiatoren 55/40 °C en lager is dit 22 °C, vanwege de lagere verticale temperatuurgradiënt.

In ruimten met een ontwerptemperatuur van 22 °C heerst bij toepassing van radiatoren 80/60 °C onder het plafond een luchttemperatuur van 25 °C. Bij dergelijke plafondtemperaturen heeft de vloerconstructie inclusief de afwerklaag dus al een temperatuur die al dicht tegen 25 °C ligt.

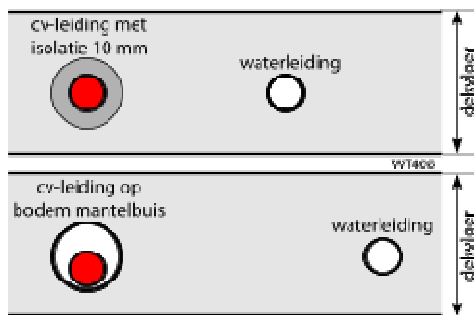
In situaties waarbij naast de waterleiding ook warme leidingen in de vloer lopen, zal de vloertemperatuur pas op een grote afstand van de warme leiding dalen tot onder de vereiste maximumtemperatuur van 25 °C.



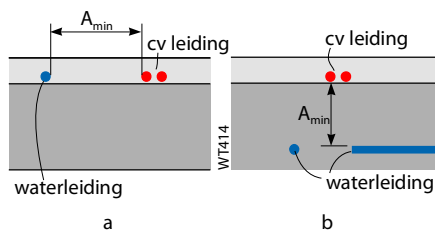
Figuur 9. Temperaturen en temperatuurgelaagdheid in ruimten met radiator- en met vloerverwarming (De coderingen A t/m F worden toegepast in tabellen 2, 4 en 5)

4.2 Richtlijnen voor waterleidingen in combinatie met warme leidingen en apparatuur

In tabel 2 worden voor verschillende situaties de minimum afstanden ‘ A_{min} ’ (Zie figuur 11a) aangegeven tussen de waterleiding in de vloer met cv- of circulatieleiding voor warmtapwater. Deze afstand is afhankelijk van de temperatuur van het verwarmingsmedium, de toepassing van een mantelbuis of isolatie, de ruimtetemperatuur in de direct boven liggende ruimte en de temperatuurgelaagdheid in de onderliggende ruimte.



Figuur 10. De minimum afstand is mede afhankelijk van isolatie van de warme leiding



Figuur 11. Minimum afstanden A_{min} tussen waterleiding en cv-leidingen en/of circulatieleidingen voor warmtapwater in tabel 2.

Tabel 2. Richtlijnen voor A_{min} in vloeren tussen waterleidingen ten opzichte van cv-leidingen en/of circulatieleidingen voor warmtapwater

isolatie/mantelbuis om warme leiding	temperatuur [°C]			minimum horizontale afstand A_{min} [mm]	kruisende waterleiding in constructievloer toegestaan?
	medium aanvoer / retour	ruimte boven vloer	aan plafond onder vloer		
1	2	3	4	5	6
CV-LEIDINGEN IN DE VLOER					
isolatie 10 mm	80/60 ^{A)}	20	23	450	nee
	55/40	20	22	200	nee
	40/30	20	22	100	ja, mva 100 mm*)
mantelbuis	80/60 ^{A)}	20	23	750	nee
	55/40	20	22	350	nee
	40/30	20	22	150	ja, mva 150 mm*)
isolatie 10 mm	80/60 ^{B)}	22	25	niet toepassen**)	nee
	55/40	22	24	450	nee
	40/30	22	24	200	nee
mantelbuis	80/60 ^{B)}	22	25	niet toepassen**)	nee
	55/40	22	24	650	nee
	40/30	22	24	350	nee
CIRCULATIELEIDING VOOR WARMTAPWATER IN DE VLOER					
isolatie 10 mm	70 ^{A)}	20	23	400	nee
mantelbuis	70 ^{A)}	20	23	650	nee
isolatie 10 mm	70 ^{B)}	22	25	niet toepassen**)	nee
mantelbuis	70 ^{B)}	22	25	niet toepassen**)	nee

*) mva = minimum verticale afstand t.o.v. warme leiding in dekvloer ($mva = A_{min}$ en alleen haalbaar bij voldoende vloerdikte en als de constructievloer geschikt is voor het wegwerken van leidingen).
 **) buiten een afstand van 1,5 m is de invloed van de warme leiding vrijwel nihil en kan de waterleiding worden opgenomen. De aanduidingen ^{A)} en ^{B)} hebben betrekking op de situaties in figuur 9.

Voorbeeld 1:

Radiatorenverwarming 80/60 °C en een ruimtetemperatuur van 20 °C (situatie A). De cv-leidingen zijn voorzien van mantelbuis (zie figuur 10 onder). In deze situatie is de minimum toe te passen horizontale afstand A_{min} tussen de waterleiding en de dichtstbijzijnde cv-leiding gelijk aan 750 mm. Het is niet toegestaan om de kruisende waterleidingen in de vloer te leggen.

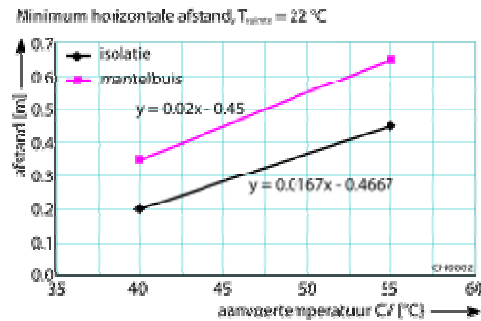
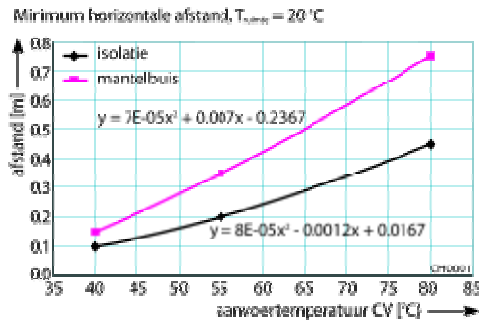
Voorbeeld 2:

Laagtemperatuur-radiatorenverwarming met een temperatuurregime van 40/30 °C en een ruimtetemperatuur van 20 °C. De cv-leidingen zijn voorzien van isolatie 10 mm. In deze situatie is de minimum horizontale afstand A_{min} tussen de waterleiding en de dichtstbijzijnde cv-leiding gelijk aan 100 mm (zie figuur 11a.). Het is toegestaan om de kruisende waterleidingen in de vloer te leggen, mits in de constructievloer op een verticale afstand van 100 mm (zie figuur 11.b).

Bij de uitvoering moeten de minimumafstanden in tabel 2 daadwerkelijk worden aangehouden en moet isolatie volledig en correct worden aangebracht.

Ook voor begane grondvloeren boven een kruipruimte kunnen veiligheidshalve de waarden voor de minimale afstand tussen de waterleiding en de cv-leiding of circulatieleiding voor warmtapwater in tabel 2 worden aangehouden.

Het temperatuurregime van het verwarmingsmedium kan anders zijn dan aangegeven in de tabel. In dat geval kan het meest dichtbij liggende hogere temperatuurregime worden aangehouden of kunnen de afstanden uit de tabel worden geïnterpoleerd volgens de grafieken in figuur 12. Extrapolatie onder 40 °C wordt afgeraden.



Figuur 12. Interpolatie bij andere cv-aanvoertemperaturen

Voorbeeld 3:

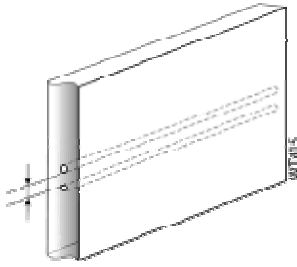
Radiatorenverwarming met een temperatuurregime van 65/50 °C en een ruimtetemperatuur van 20 °C (situatie A). De cv-leidingen zijn voorzien van mantelbuis. In deze situatie is de minimum horizontale afstand A_{min} tussen de waterleiding en de dichtstbijzijnde cv-leiding gelijk aan 500 mm. Het is niet toegestaan om de kruisende waterleidingen in de vloer te leggen.

In het overzicht in tabel 3 worden eisen aan de diverse constructies met inbouwwaterleidingen vermeld.

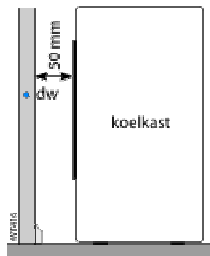
Tabel 3. Eisen aan diverse constructies met inbouwwaterleidingen

Situatie	Eisen t.a.v. constructie
WATERLEIDINGEN IN COMBINATIE MET CV-LEIDINGEN EN/OF CIRCULATIELEIDINGEN VOOR WARMTAPWATER	
Waterleiding en warme leiding (cv- of circulatieleiding warmtapwater) in vloer weggewerkt, evenwijdig aan elkaar. (Figuur 11a)	Minimum onderlinge afstand: Volgens tabel 2, kolom nr. 5.
Waterleiding kruist warme leiding (cv- of circulatieleiding warmtapwater); in wand of vloer weggewerkt. (Figuur 11b)	Niet toegestaan, uitgezonderd bij cv-leidingen 40/30 °C met isolatie 10 mm bij een ruimtetemperatuur van 20 °C en maximale temperatuur van 22 °C onder de vloer.
Waterleiding en warme leiding (cv- of circulatieleiding warmtapwater); in wand weggewerkt, evenwijdig aan elkaar. (Figuur 13).	Minimum onderlinge afstand: bij ruimtetemperatuur van 20 °C: - gipsblokken: 200 mm - betonwand: 300 mm bij ruimtetemperatuur van 22 °C: - gipsblokken: 300 mm - betonwand: 450 mm mits waterleiding > 500 mm onder plafond.
Waterleiding in wand achter de verdamer van een koelkast, koelmeubel, koelmachine, of verwarmingsconvectoren met omkasting. (Figuur 14)	Minimum afstand tussen apparaat en wand 50 mm t.b.v. voldoende doorstroming lucht en afkoeling.
Waterleiding in wand achter radiator. (Figuur 15)	Niet toegestaan.
LEIDINGEN VOOR DRINKWATER IN COMBINATIE MET UITTAPLEIDINGEN VOOR WARMTAPWATER	
Leiding voor drinkwater (of huishoudwater) kruist uittapleiding voor warmtapwater of loopt parallel daaraan; in wand of vloer weggewerkt. (Figuur 16)	Geen eisen; toegestaan.

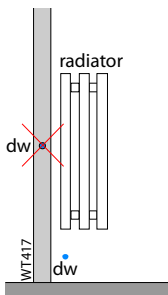
Bij de uitvoering moeten de minimumafstanden daadwerkelijk worden aangehouden en moet isolatie volledig en correct worden aangebracht.



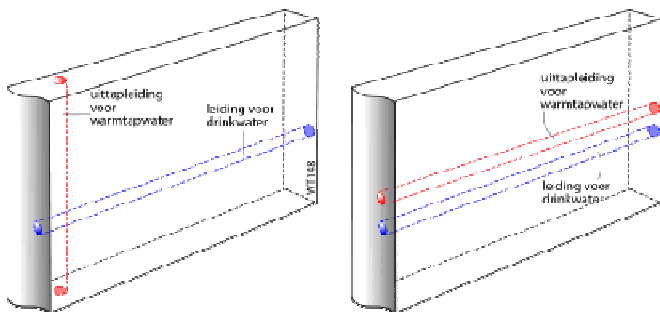
Figuur 13. Waterleiding en warme leiding (cv-leidingen of circulatieleidingen voor warmtapwater) in wand evenwijdig aan elkaar



Figuur 14. Waterleiding in wand achter koelkast



Figuur 15. Waterleiding in wand achter radiator (niet toegestaan)



Figuur 16. Leiding voor drinkwater of huishoudwater kruist uittapleiding warmtapwater, of loopt parallel daaraan in de wand of vloer (toegestaan)

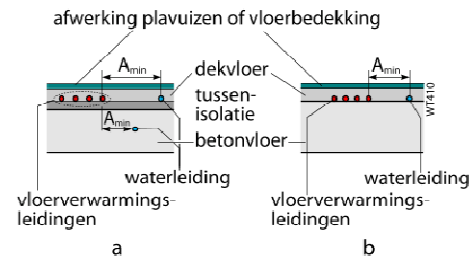
Het is dus toegestaan dat een leiding voor drinkwater parallel wordt aangelegd aan een uittapleiding voor warmtapwater in de wand of vloer. Hiervoor gelden geen afstandseisen met betrekking tot ongewenste opwarming, maar de leidingen mogen niet tegen elkaar liggen.

4.3 Richtlijnen voor waterleidingen in combinatie met vloerverwarming

Bij vloerverwarming wordt onderscheid gemaakt in vloeren met tussenisolatie (figuur 17a, tabel 4) en zonder tussenisolatie (figuur 17b, tabel 5).

De toepassing van tussenisolatie geeft de mogelijkheid om in veel situaties waterleidingen in de betonnen constructievloer aan te leggen. Bij een aanvoertemperatuur van 50 °C is dan wel een minimum horizontale afstand (mha) vereist ten opzichte van de buitenste vloerverwarmingsleiding die boven de tussenisolatie ligt.

Zonder tussenisolatie zijn waterleidingen in de constructievloer alleen toegestaan bij aanvoertemperaturen van 30 °C en lager.



Figuur 17. Minimum afstanden A_{min} vanaf vloerverwarmingsleidingen in tabel 4 en 5

4.3.1 Vloerverwarming met tussenisolatie

In tabel 4 wordt voor verschillende situaties de minimum afstanden ' A_{min} ' aangegeven vanaf de buitenste leiding van het vloerverwarmingsnet in de dekvloer, waaronder tussenisolatie is aangebracht. Deze afstand (zie figuur 17a) is afhankelijk van de aanvoertemperatuur van het verwarmingsmedium, de ruimtetemperatuur in de direct boven liggende ruimte en de temperatuurgelagtheid in de onderliggende ruimte.

Tabel 4. Richtlijnen voor de minimum afstand in de vloer tussen waterleidingen en de buitenste vloerverwarmingsleiding; situatie met tussenisolatie.

verwarming onderliggende ruimte	vloerbedekking	temperatuur [°C]			minimum horizontale afstand A_{\min}	waterleiding in constructievloer toegestaan?
		medium aanvoer vloerverwarming	ruimte boven vloer	aan plafond onder vloer		
1	2	3	4	5	6	7
hoofd vloerverwarming	tegels / plavuizen	50 ^{C)}	20	20	250	ja
		50 ^{D)}	22	22	300	ja, mha 150 mm*)
		50	24	24	400	ja, mha 400 mm*)
		40 ^{D)}	22	22	250	ja
		30	22	22	150	ja
	licht tapijt	50 ^{C)}	20	20	250	ja
		50 ^{D)}	22	22	350	ja, mha 150 mm*)
		50	24	24	500	ja, mha 500 mm*)
		40 ^{C)}	20	20	200	ja
		40 ^{D)}	22	22	250	ja
		40	24	24	400	ja, mha 400 mm*)
		30 ^{C)}	20	20	100	ja
		30 ^{D)}	22	22	150	ja
		30	24	24	250	ja
combinatie met radiatoren	tegels / plavuizen	50 ^{E)}	20	23	250	ja, mha 150 mm*)
		50 ^{F)}	22	25	300	nee
		50	24	27	550	nee
	licht tapijt	50 ^{E)}	20	23	300	ja, mha 250 mm*)
		50 ^{F)}	22	25	400	nee

*) mha = minimum horizontale afstand ten opzichte van de vloerverwarming die boven de tussenisolatie ligt
De aanduidingen ^{C)} t/m ^{F)} hebben betrekking op de situaties in figuur 9.

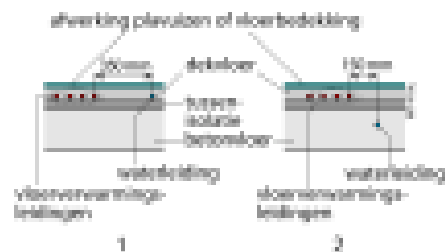
Voor tussenliggende waarden voor de aanvoertemperatuur van de vloerverwarming kunnen de afstanden uit de tabel worden geïnterpoleerd volgens de grafiek in figuur 20a.

Voorbeeld 4:

Vloerverwarming als hoofdverwarming met een medium-aanvoertemperatuur van 50 °C en een ruimtetemperatuur van 22 °C (situatie D). Er is tussenisolatie aangebracht. De vloerbedekking is licht tapijt.

In deze situatie is de minimum horizontale afstand A_{\min} tussen de waterleiding en de buitenste vloerverwarmingsleiding gelijk aan 350 mm (zie figuur 18-1).

Als de waterleiding onder de tussenisolatie kan worden gelegd is de minimum horizontale afstand gelijk aan 150 mm (zie figuur 18-2).



Figuur 18. Minimum afstanden van voorbeeld 4

4.3.3 Vloerverwarming met tussenisolatie in de begane grond vloer

Ook voor begane grondvloeren boven een kruipruimte kunnen de waarden voor de minimale afstand tussen de waterleiding en de buitenste vloerverwarmingsleiding in tabel 4 worden aangehouden.

4.3.4 Vloerverwarming zonder tussenisolatie

In tabel 5 wordt voor verschillende situaties de minimum afstanden 'A_{min}' aangegeven vanaf de buitenste leiding van het vloerverwarmingsnet in de dekvloer, waaronder géén tussenisolatie is aangebracht. Deze afstand (zie figuur 17b) is afhankelijk van de aanvoertemperatuur van het verwarmingsmedium, de ruimtetemperatuur in de direct boven liggende ruimte en de temperatuurgelaagdheid in de onderliggende ruimte.

Tabel 5. Richtlijnen voor de minimum afstand in de vloer tussen waterleidingen en de vloerverwarmingsleiding; situatie **zonder** tussenisolatie.

verwarming onderliggende ruimte	Vloerbedekking	temperatuur [°C]			minimum horizontale afstand A _{min}	waterleiding in constructievloer toegestaan?
		medium aanvoer vloerverwarming	ruimte boven vloer	aan plafond onder vloer		
1	2	3	4	5	6	7
hoofd vloerverwarming	licht tapijt	50 ^{C)}	20	20	250	nee
		50 ^{D)}	22	22	350	nee
		40 ^{C)}	20	20	150	ja, mva 150 mm *)
		40 ^{D)}	22	22	250	nee
		40	24	24	500	nee
		30 ^{C)}	20	20	50	ja, mva 50 mm *)
		30 ^{D)}	22	22	100	ja, mva 100 mm *)
		30	24	24	250	nee

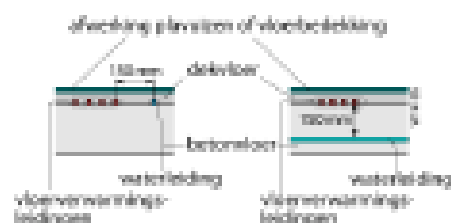
*) mva = minimum verticale afstand t.o.v. warme leiding in dekvloer (mva = A_{min} en alleen haalbaar bij voldoende vloerdikte en als de constructievloer geschikt is voor het wegwerken van leidingen.)
De aanduidingen ^{C)} en ^{D)} hebben betrekking op de situaties in figuur 9.

Voor tussenliggende waarden voor de aanvoertemperatuur van de vloerverwarming kunnen de afstanden uit de tabel worden geïnterpoleerd volgens de grafieken in figuur 20b.

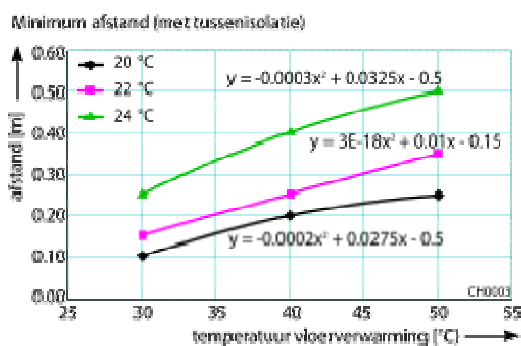
Voorbeeld 5:

Vloerverwarming als hoofdverwarming met een medium-aanvoertemperatuur van 40 °C en een ruimtetemperatuur van 20 °C (situatie C). Er is géén tussenisolatie aangebracht. De vloerbedekking is licht tapijt.

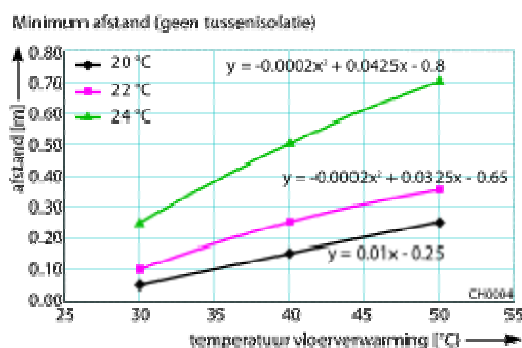
In deze situatie is de minimum horizontale afstand A_{min} tussen de waterleiding en de buitenste vloerverwarmingsleiding gelijk aan 150 mm. Het is alleen toegestaan om de kruisende waterleidingen in de vloer te leggen op een verticale afstand van minimaal 150 mm



Figuur 19. Minimumafstanden van voorbeeld 5.



a.



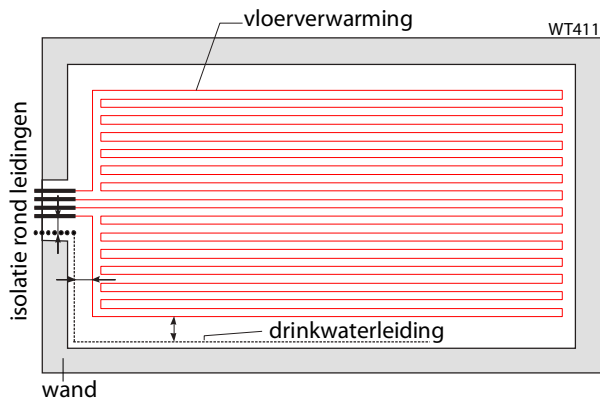
b.

Figuur 20. Interpolatie bij andere aanvoertemperaturen vloerverwarming

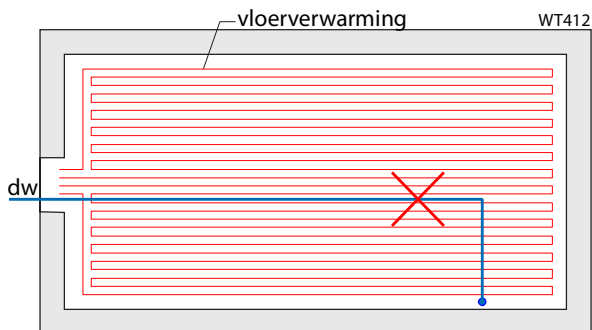
In het overzicht in tabel 6 worden eisen aan de constructies met leidingen voor vloer- of wandverwarming in verschillende situaties in relatie tot de inbouwwaterleiding vermeld.

Tabel 6. Eisen aan diverse constructies met inbouw-waterleidingen in combinatie met vloerverwarmingsleidingen

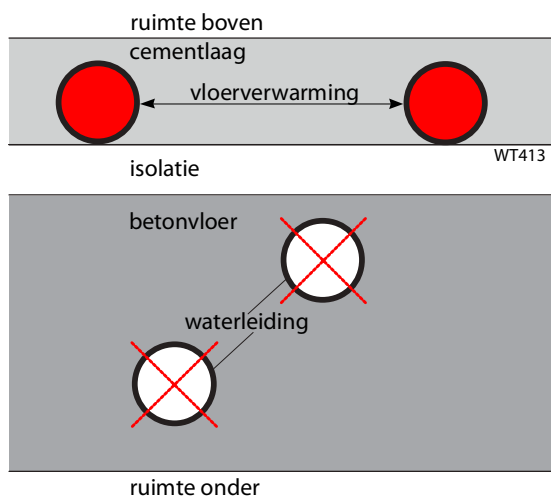
Situatie	Eisen t.a.v. constructie
CONSTRUCTIES MET LEIDINGEN VOOR VLOER- EN WANDVERWARMING	
Waterleiding in vloer met vloerverwarming weggewerkt, langs 'buitenste' buis. (Figuur 21)	Minimum onderlinge afstand: Volgens tabel 4 of 5, kolom nr. 6.
Waterleiding in vloer met vloerverwarming weggewerkt, langs 'buitenste' buis ter plaatse van een deuropening of passage. (Figuur 21).	Minimum onderlinge afstand: Volgens tabel 4 of 5, kolom nr. 6. Indien niet haalbaar dan ter plaatse van deuropening mantelbuis of isolatie aanbrengen. De minimum onderlinge afstand: - bij toepassen mantelbuis: Volgens tabel 4 of 5, kolom nr. 6 x factor 0,75 - bij toepassen isolatie 10 mm: Volgens tabel 4 of 5 kolom nr. 6 x factor 0,50
Waterleiding onder/achter isolatielaag die deel uitmaakt van vloerverwarming; in vloer weggewerkt. (Figuur 22 en 23)	In bepaalde situaties niet toegestaan. Zie tabel 4, kolom nr. 7.
Waterleiding kruist leiding die deel uitmaakt van vloerverwarming; weggewerkt in vloer zonder tussenisolatie. (Figuur 22)	Alleen toegestaan bij aanvoertemperatuur ≤ 30 °C , ruimtetemperatuur ≤ 22 °C en bepaalde verticale afstand volgens tabel 5, kolom nr. 7



Figuur 21. Waterleiding in vloer met vloerverwarming; Toegestaan mits op minimum afstand in tabel 4 en 5, kolom nr. 6 en 7.



Figuur 22. Waterleiding kruist vloerverwarming; Soms toegestaan, zie tabel 4 en 5, kolom nr. 7.



Figuur 23. Waterleiding kruist vloerverwarming onder isolatie; Soms toegestaan, zie tabel 4, kolom nr. 7

4.4 Waterleidingen en cv-leidingen boven verlaagd plafond

In sommige gevallen, zoals bij renovatie, worden zowel de water- als de verwarmingsleidingen in het een verlaagd plafond met een beperkte vrije ruimte aangebracht.

Ook in dit verlaagd plafond dient opwarming van drinkwater voorkomen te worden door het aanhouden van minimale afstanden tussen water- en verwarmingsleidingen. Om kruisen te voorkomen en de minimale afstanden te waarborgen worden waterleidingen aangelegd in zogenoemde koele plafondstroken.

In tabel 7 wordt voor verschillende situaties de minimum afstanden 'A_{min}' aangegeven vanaf de buitenste leiding.

Tabel 7. Aanbevelingen voor de minimum afstand in het plafond tussen waterleidingen en verwarmingsleidingen voor radiatoren en /of circulatieleidingen voor warmtapwater

leidingisolatie	temperatuur [°C]			minimum horizontale afstand [mm]	waterleidingen in bovenliggende dekvloer toegestaan?
	aanvoer / retour	ruimte boven vloer	ruimte onder vloer		
1	2	3	4	5	6
<i>situatie met cv-leiding en waterleiding in het plafond</i>					
isolatie 10 mm	80/60	20	23	2250	ja
	55/40	20	22	990	ja
	40/30	20	22	440	ja
isolatie 20 mm	80/60	20	23	1570	ja
	55/40	20	22	690	ja
	40/30	20	22	310	ja
isolatie 10 mm	80/60	22	25	niet toepassen	nee
	55/40	22	24	1810	ja
	40/30	22	24	810	ja
isolatie 20 mm	80/60	22	25	niet toepassen	nee
	55/40	22	24	1260	ja
	40/30	22	24	560	ja
<i>situatie met tapwater circulatieleiding (70 °C) en waterleiding in plafond</i>					
isolatie 10 mm	70	20	23	2250	ja
isolatie 20 mm	70	20	23	1570	ja
isolatie 10 mm	70	22	25	niet toepassen	nee
isolatie 20 mm	70	22	25	niet toepassen	nee

Tabel 7 is gebaseerd op de resultaten van TNO-rapport 034-APD-2010 "Voorkomen van ongewenste opwarming van leidingwater in gestapelde bouw, TNO Bouw en Ondergrond" [15].

Voorbeeld 6:

Een cv-aanvoer- en cv-retourleiding 55/40 °C boven een verlaagd plafond. De ontwerp-ruimtetemperatuur is 22 °C. De temperatuur in de ruimte onder de vloer van de beschouwde ruimte is 24 °C. De isolatiedikte van de cv-leiding is 20 mm.

In deze situatie is de minimum horizontale afstand A_{min} tussen een waterleiding en de buitenste verwarmingsleiding gelijk aan 1260 mm. In dit verlaagd plafond zijn kruisende cv-leidingen en waterleidingen niet toegestaan. Het opnemen van waterleiding in de bovenliggende dekvloer is wel toegestaan.

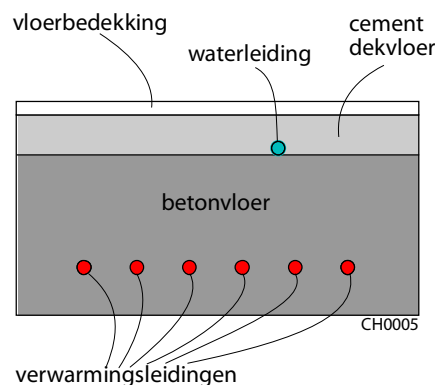
5. Betonkernactivering

5.1 Wat is betonkernactivering?

Bij betonkernactivering worden onder in de betonnen constructievloer verwarmings- en koelleidingen aangebracht. De constructieve betonnen vloer vervult zo de functie van zowel verwarmings- als koelelement. Bij betonkernactivering wordt altijd uitgegaan van 'lage temperatuur verwarming' (LTV). Met een lage mediumtemperatuur (28 °C) kan vaak al een comfortabel binnenklimaat worden gerealiseerd. Er zijn vloersystemen waarin deze verwarmings- en koelleidingen al fabrieksmatig zijn aangebracht. Ook zijn er systemen waarin dit op de bouwplaats in de ruwbouwfase plaatsvindt. Als er waterleidingen in de vloer moeten worden weggewerkt, kan dit alleen in de cementen dekvloer.

5.2 Richtlijnen voor waterleidingen in gebouwen met betonkernactivering

In tabel 7 wordt aangegeven bij welke kamertemperatuur een waterleiding kan worden aangelegd in de cementen dekvloer op een betonvloer met betonkernactivering. In figuur 24 is de constructie van dit type betonkernactivering weergegeven.



Figuur 24. Waterleiding in cement dekvloer op een vloer met betonkernactivering (28 °C).

De richtlijnen gelden alleen voor de volgende configuratie:

- een massieve vloer van 200 mm dik beton;
- geen luchtkanalen;
- verwarmingsleidingen op 50 mm vanaf de onderzijde;
- cementen dekvloer van 50 mm dik;
- afgewerkt met licht tapijt van 10 mm dik.

De richtlijnen zijn tevens van toepassing voor:

- een identieke vloer met betonkernactivering, waarbij de maximum temperatuur van de verwarmingsleidingen lager is;
- een identieke vloer met betonkernactivering, waarbij de dekvloer dunner is;
- een identieke vloer met betonkernactivering, waarbij een afwerking met minder warmteweerstand wordt toegepast, zoals plavuizen, tegels of linoleum;
- een identieke vloer met betonkernactivering met een dikte groter dan 200 mm, mits de warme leidingen op maximaal 50 mm van de onderzijde van de betonvloer zijn aangebracht;
- betonvloeren met luchtkanalen boven de warme leidingen van minimaal 200 mm dikte, mits de warme leidingen op maximaal 50 mm van de onderzijde van de betonvloer zijn aangebracht.

Tabel 8. Richtlijnen voor het toepassen van waterleidingen in de cement dekvloer op een betonvloer met betonkernactivering

verwarming onderliggende ruimte	vloer- bedekking	temperatuur [°C]			waterleiding in cement dekvloer toegestaan?
		medium aanvoer verwarming	ruimte boven vloer	aan plafond onder vloer	
1	2	3	4	5	6
Betonkernactivering	licht tapijt	28	20	20	ja
			22	22	ja
			24	24	nee

6. Verantwoording

De waarden in tabellen 2, 4 en 5 zijn gebaseerd op het TNO onderzoeksrapport 2008-A-R0664/B “Aanbevelingen ter voorkoming van het opwarmen van leiding voor drinkwateren in vloeren door vloerverwarming, cv- of warmwaterleidingen” [11]

De waarden in tabel 7 zijn gebaseerd op het TNO onderzoeksrapport 2008-A-R1264/B “Aanbevelingen ter voorkoming van het opwarmen van leiding voor drinkwateren in een tussenvloer met betonkernactivering” [12]

Er is in het algemeen uitgegaan van “the worst case”-situatie.

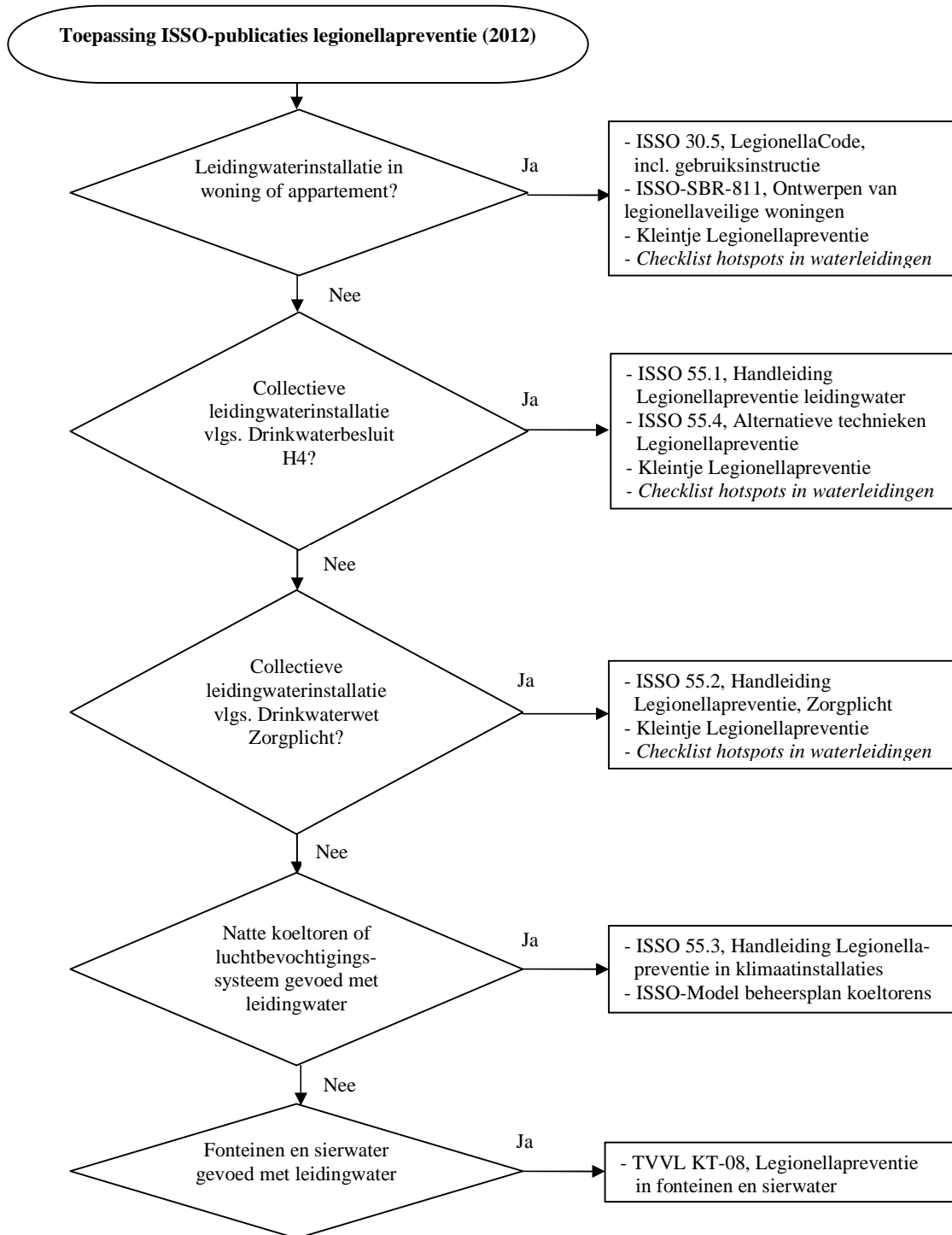
Zo is aangenomen dat warme leidingen langdurig op de ontwerptemperatuur zijn (worst case) terwijl er niet wordt getapt uit de waterleiding. Bij cv-leidingen in ribbelbuis is aangenomen dat de leidingen niet gecentreerd lopen, maar contact maken met de onderkant van de ribbelbuis. Voor het leidingmateriaal is gekozen voor het soort met de grootste warmtegeleiding. Bij vloerverwarming is gekozen voor een korte steek van 10 cm. Voor de overige algemene gegevens die zijn gehanteerd bij de onderzoeken van TNO, zie tabel 8.

Bij het toepassen van andere materialen en constructies dan vermeld in tabel 8 moet men hiermee rekening houden. De opgenomen waarden in de tabellen bevatten enige reserve, ze zijn dus in de praktijk ook bruikbaar bij enigszins afwijkende gegevens. Bij twijfel verdient het aanbeveling een bouwfysisch adviseur of TNO Bouw en Ondergrond, Apeldoorn te raadplegen.

Tabel 9. Algemene gegevens behorende bij tabellen 2, 4, 5 en 7

Onderdeel	Gegevens
Waterleiding	Niet gemodelleerd (neemt temperatuur van beton of cement aan, ook indien geïsoleerd)
Vloerverwarmingsleiding	Steek = 10 cm
	Meerlagenbuis PE/Al/PE, 20/16 mm
	$\lambda = 1,5 \text{ W/m.K}$
Cv-leiding	In ribbelmantelbuis, of met buisisolatie, aanvoer/retour tegen elkaar aan, aanvoer aan de kant van de waterleiding
	Meerlagenbuis PE/Al/PE, 20/16 mm
	$\lambda = 1,5 \text{ W/m.K}$
Circulatieleiding voor warmtapwater	In ribbelmantelbuis, of met buisisolatie, aanvoer/retour tegen elkaar aan, aanvoer en retour beide 70 °C
	Koper, 15/13 mm
	$\lambda = 370 \text{ W/m.K}$
Mantelbuis	PVC-ribbelmantelbuis, 28/23 mm
	$\lambda_{\text{PVC,corr}} = 0,15 \text{ W/m.K}$, incl. lucht tussen ribbels
Buisisolatie	Buisisolatie, 10 mm
	$\lambda = 0,04 \text{ W/m.K}$
Dekvloer cement	Dikte 5 cm
	$\rho = 1900 \text{ kg/m}^3$, $c = 840 \text{ J/kg.K}$, $\lambda = 0,95 \text{ W/m.K}$
Tegels / plavuizen	Dikte 1 cm
	$\rho = 1700 \text{ kg/m}^3$, $c = 840 \text{ J/kg.K}$, $\lambda = 1,0 \text{ W/m.K}$
	$R_{\text{afwerking}} = 0,35 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Licht tapijt	Dikte = 1 cm
	$R_{\text{afwerking}} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Tussenisolatie	Dikte 2 cm
	$\rho = 40 \text{ kg/m}^3$, $c = 1470 \text{ J/kg.K}$, $\lambda = 0,04 \text{ W/m.K}$
	$R_{\text{isolatie}} = 0,50 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Betonvloer	Dikte = 17 cm
	$\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$, $c = 840 \text{ J/kg.K}$, $\lambda = 1,9 \text{ W/m.K}$

7. Toepassingsgebieden ISSO-publicaties Legionellapreventie



8. Literatuurlijst

1. NEN 1006 'Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties, incl. Wijzigingsblad A3, met specifieke eisen aan watertemperaturen in relatie tot legionellapreventie', NEN, 2002-2011
2. NEN 2768 'Meterkasten en bijbehorende bouwkundige voorzieningen voor leidingaanleg in woningen', met nieuwe eisen aan de uitvoering van meterkasten met een afleverset voor stadsverwarming, NEN, 2005
3. ISSO 30.5 'LegionellaCode voor woninginstallaties', ISSO, 2013
4. ISSO Publicatie 55.1 'Handleiding legionellapreventie in leidingwater', ISSO, 2012
5. ISSO Publicatie 55.2 'Handleiding Zorgplicht legionellapreventie in collectieve leidingwaterinstallaties', ISSO, 2012
6. ISSO Zakboekje 'Kleintje Legionellapreventie', ISSO, 2012
7. ISSO-SBR Publicatie 811 'Ontwerpen van legionellaveilige woningen, ISSO-SBR, 2011
8. Waterwerkbladen, SEI en Samenwerkende Waterbedrijven, 2011. (www.infodwi.nl)
9. TNO-rapport R2001/549 'Hot-spots in tapwaterleidingen', TNO, 2001
10. TNO-rapport R2002/192 'Thermisch gedrag van de meterkast voorzien van een afleverset voor stadsverwarming', TNO-2003
11. TNO-rapport 2008-RA-R0664/B 'Aanbevelingen ter voorkoming van het opwarmen van drinkwaterleidingen in vloeren', TNO, 2008
12. TNO onderzoeksrapport 2008-A-R1264/B 'Aanbevelingen ter voorkoming van het opwarmen van leiding voor drinkwateren in een tussenvloer met betonkernactivering', TNO, 2009
13. TNO-computerprogramma 'HotSpotSim', TNO, 2001. (www-isso-digitaal.nl)
14. RIVM-rapport 'Drinkwaterkwaliteit in nieuwbouwwoningen', RIVM, 2008
15. TNO-rapport 034-APD-2010 "Voorkomen van ongewenste opwarming van leidingwater in gestapelde bouw, TNO Bouw en Ondergrond", 2010