

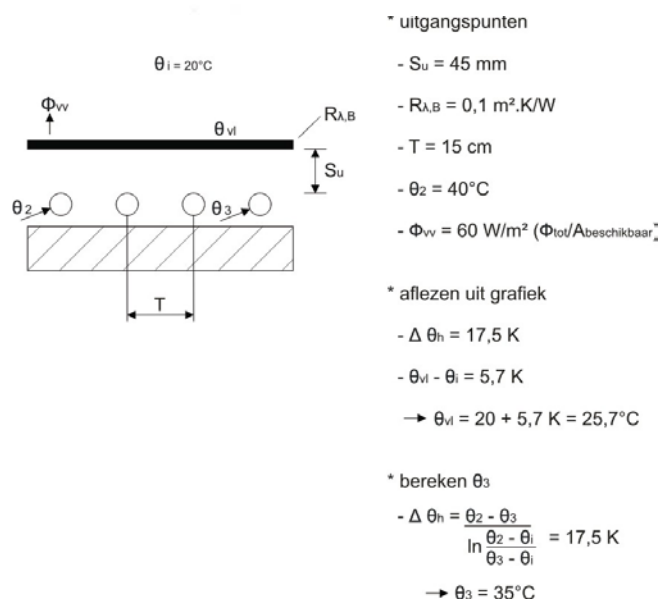
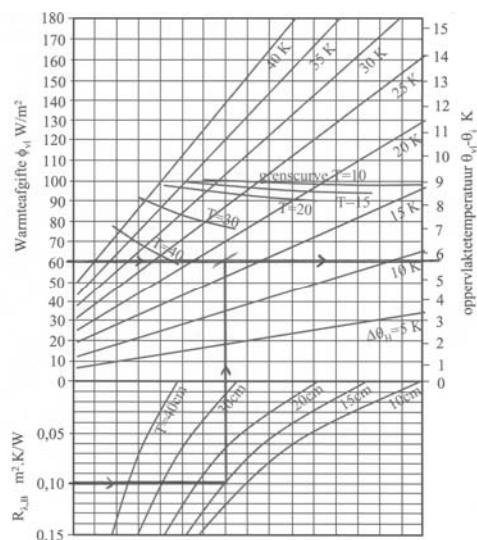
In tabel 2.04 zijn voor vloerverwarming/koeling overige aspecten genoemd die niet direct een rol spelen bij het dimensioneren van de afgifte-installatie maar betrekking hebben op het gebruik en op overige (installatie)onderdelen in de ruimte.

Tabel 2.04 Aspecten bij vloerverwarming/koeling.

Reactiesnelheid	Traag systeem
Zelfregelbaarheid	Zelfregelen
Akoestiek	Bij 'harde' vloerafwerking eventueel geluiddempende maatregelen zodat nagalmtijd niet groter dan 0,8 wordt
Overige installaties	Bij toepassing van natuurlijke ventilatie aanvullende voorzieningen voor opvang koudeval

Het resultaat van de dimensionering van de vloerverwarming resulteert in een overzicht met per vloerverwarming de volgende gegevens:

- 1 Benodigde vermogen ( $\Phi_{w,vv}$ );
- 2 Type vloerverwarming, legpatroon, buisafstand, massa en waterinhoud;
- 3 Vloerafwerking (tapijt, marmer et cetera);
- 4 Ontwerptemperaturen ( $\Theta_i$ ,  $\Theta_2$ ,  $\Theta_3$ );
- 5 Vloertemperatuur ( $\Theta_{vl}$ );
- 6 Ontwerp volumestroom;
- 7 Aansluitpunten;
- 8 Toelaatbare overdruk;
- 9 Drukverlies bij ontwerp volumestroom;
- 10 Inbouw- en montagevoorschriften.

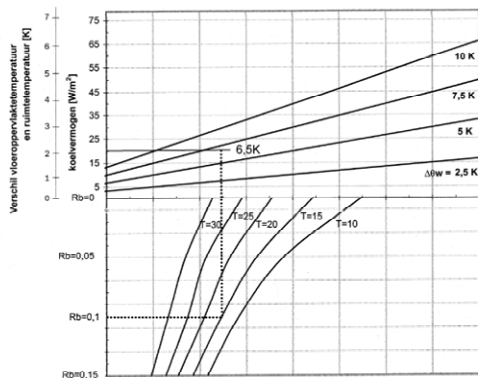
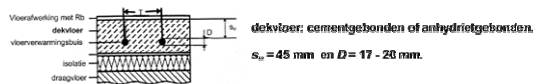


Afb. 2.5 Voorbeeld dimensionering met behulp van vloerverwarmingsgrafiek uit ISSO-publicatie 49. In het voorbeeld wordt de logaritmische overtemperatuur  $\Delta \theta_h$  berekend. Bij benadering kan ook gerekend worden met het rekenkundig gemiddelde van  $\theta_2$  en  $\theta_3$ . De formule wordt dan  $\Delta \theta_h = (\theta_2 + \theta_3)/2 - \theta_i$ .

### Dimensioneren met koelen als uitgangspunt

Als het vloersysteem voor zowel koeling als verwarming gebruikt wordt, verdient het aanbeveling voor het bepalen van de buisafstanden uit te gaan van de koelsituatie. De koelsituatie vereist veelal een kleinere buisafstand. Bij verwarmingsbedrijf kan dan de watertemperatuur verlaagd worden om het gewenste vermogen af te geven.

Om een gelijkmatige verdeling van het water te krijgen, is het wenselijk dat de volumestroom voor koeling hetzelfde is als de volumestroom voor verwarming.



Afb. 2.6 Grafiek t.b.v. dimensionering vloerkoeling. Afhankelijk van de vloerafwerking ( $R_b$ ), de buisafstand ( $T$ ) en het benodigde koelvermogen wordt met behulp van de grafiek het temperatuurverschil  $\Delta\theta_w$  bepaald.

Gezien het voorgaande dient het ontwerp van de temperatuurniveaus als volgt te gebeuren.

- 1 Stel het uitgangspunt voor koeling vast; bijvoorbeeld  $20 \text{ W/m}^2$ .
- 2 Bepaal aan de hand van de grafiek van de leverancier de temperaturen die daarbij horen; zie als voorbeeld de weergegeven grafiek waaruit de volgende gegevens ontleend kunnen worden:
  - a Buisafstand  $15 \text{ cm}$  ( $T$ );
  - b Afgifte  $20 \text{ W/m}^2$ ;
  - c  $R_b=0,1$  (afhankelijk van keuze van vloerafwerking);
  - d Temperatuurverschil tussen ruimtetemperatuur en gemiddelde temperatuur gekoeld water ( $\Delta\theta_w$ ) van  $6,5 \text{ K}$ ;
  - e Vloertemperatuur van  $22^\circ\text{C}$ ;
  - f Temperatuurverschil aanvoer en retour gekoeld water van  $3 \text{ K}$  (keuze);
  - g Hieruit volgt dat bij een ruimtetemperatuur van  $25^\circ\text{C}$  de gemiddelde watertemperatuur  $18,5^\circ\text{C}$  bedraagt ( $25-6,5$ ), de aanvoer- en retourtemperatuur bedragen dan respectievelijk  $17^\circ\text{C}$  en  $20^\circ\text{C}$ .
- 3 Bepaal met deze gegevens de volumestroom; deze bedraagt per  $\text{m}^2$   $1,6 \text{ kg/s}$  (berekend met behulp van vermogen van  $20 \text{ W/m}^2$  en temperatuurverschil van  $3 \text{ K}$ ).
- 4 Stel het uitgangspunten voor verwarming vast; bijvoorbeeld  $60 \text{ W/m}^2$  (volgt uit berekeningen benodigde vermogen in § 2.3).
- 5 Bepaal aan de hand van de gegevens van de fabrikant wat het afgiftevermogen voor verwarming is van de vloerverwarming; het uitgangspunt hiervoor is de geselecteerde buisafstand van  $15 \text{ cm}$  voor koeling:
  - a Zelfde buisafstand als bij koeling van  $15 \text{ cm}$ ;

- b Volumestroom is hetzelfde als bij koeling en is berekend op  $1,6 \text{ kg/s}$ ;
- c Uit de grafiek (afbeelding 2.5) blijkt dat de ontwerpvoertemperatuur ( $\Delta\theta_h$ )  $17,5 \text{ K}$  bedraagt;
- d Bij een ruimtetemperatuur van  $20^\circ\text{C}$  bedraagt de gemiddelde watertemperatuur dan  $37,5^\circ\text{C}$  ( $20+17,5$ ).

- 6 Bepaal het temperatuurverschil van het warme water met behulp van het afgiftevermogen van  $60 \text{ W/m}^2$  en de volumestroom van  $1,6 \text{ kg/s}$  per  $\text{m}^2$  (zelfde als bij koeling); het temperatuurverschil bedraagt dan  $9 \text{ K}$ . Het temperatuurtraject voor verwarming wordt dan  $41-33^\circ\text{C}$  (gemiddelde watertemperatuur van  $37,5 \pm 4,5 \text{ K}$ ). Dit temperatuur-traject kan enigszins afwijken van de temperatuurklassen zoals in de programma-fase gekozen.

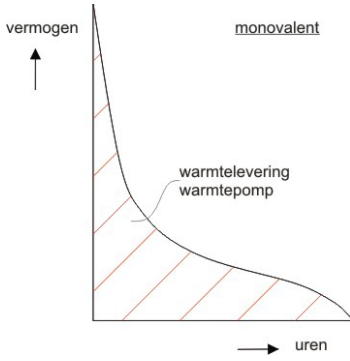
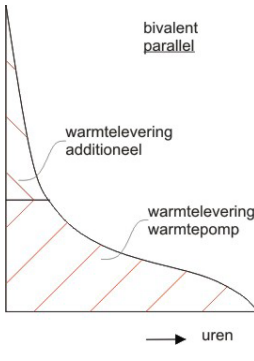
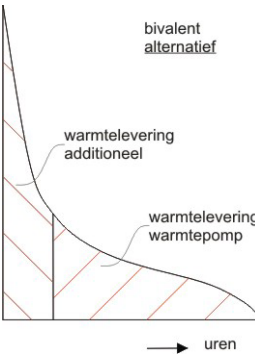


### Wandverwarming / koeling

Deze uitvoeringsvorm komt in de utiliteitsbouw relatief weinig voor en blijft hier verder buiten beschouwing. Het belangrijkste verschil met vloerverwarming is de afdeklaag. Bij wandverwarming is deze minder dik, waardoor de thermische traagheid ook wat minder is. Om de afgiftevermogens en temperatuurniveaus te bepalen zijn andere grafieken nodig. Deze worden door de leverancier/fabrikant verstrekt. De procedure verloopt op dezelfde wijze als hiervoor omschreven.

### 2.4.2 Betonkernactivering

Betonkernactivering (BKA) duidt op het thermisch activeren van de betonnen gebouwconstructie. In de utiliteitsbouw worden de vloeren voor betonkernactivering gebruikt. Er bestaan vele uitvoeringsvormen zoals in onderstaand overzicht weergegeven.

Monovalent	Bivalent parallelbedrijf	Bivalent alternatief bedrijf
 <p>monovalent</p> <p>warmtelevering warmtepomp</p>	 <p>bivalent parallel</p> <p>warmtelevering additioneel</p> <p>warmtelevering warmtepomp</p>	 <p>bivalent alternatief</p> <p>warmtelevering additioneel</p> <p>warmtelevering warmtepomp</p>
<p>Warmtepomp levert 100% van het benodigde aansluitvermogen en 100% van de benodigde warmte zonder additionele verwarming.</p>	<p>Warmtepomp levert altijd een bepaald basisvermogen. Bij vermogensvraag groter dan warmtepompvermogen wordt additionele verwarming geleverd. Warmtepomp en additionele verwarming leveren samen het benodigde aansluitvermogen.</p>	<p>Warmtepomp levert tot een bepaalde minimum buitentemperatuur warmte. Bij lagere buitentemperatuur wordt warmtepomp uitgeschakeld en wordt volledige vermogen en warmtevraag door additionele verwarming geleverd. Additionele verwarming moet 100% van benodigde aansluitvermogen kunnen leveren.</p>

Bij de bivalente systemen kan additionele verwarming op de volgende manieren uitgevoerd worden:

- elektrisch: dit gebeurt met name bij combiwarmtepompen in woningen; in de utiliteit wordt dit vrijwel niet toegepast;
- verwarmingsketel (of eventueel stadsverwarming): dit gebeurt met name bij de centrale warmtepompen.

### β-FACTOR

Bij bivalent bedrijf van de warmtepomp, dient gekozen te worden voor een bepaald vermogen dat de warmtepomp kan leveren. Afhankelijk van de grootte van de warmtepomp zal deze een bepaald aandeel ( $f_{\text{warmtepomp}}$ ) hebben in de totale warmtelevering. Het vermogen van de warmtepomp ten opzichte van het totaal geïnstalleerde vermogen (maximaal bruto verwarmingsvermogen) wordt de  $\beta$ -factor genoemd. In de afbeelding is voor een specifieke situatie het aandeel van de warmtepomp in de totale warmtelevering ( $f_{\text{warmtepomp}}$ ) uitgezet tegen de  $\beta$ -factor. De weergegeven grafiek is dus niet in het algemeen toepasbaar. Door voor de specifieke projecten een dergelijke grafiek vast te stellen kan bepaald worden of vergroting of verkleining van de warmtepomp zinvol is.