



Hydraulisch schakelen

978 90 5636 304 8



verdiep | verbreed | verander

ISBN 978-90-5636-304-8



9 789056 363048 >



verder in technisch vakmanschap

Hydraulisch schakelen

Uit de serie Meet- en regeltechnieken

978 90 5636 304 8





Dit is een uitgave van Kenteq.

© **Kenteq 2003**

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

De uitgever kan niet aansprakelijk worden gesteld voor persoonlijke of materiële schade, veroorzaakt door onjuistheden in deze uitgave.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	Schakelingen in warmtecentrale	7
2.1	Installaties met meerdere gebruikermodulen	7
2.2	Installaties met meerdere warmteopwekkers	17
2.3	Warmtebuffers	33
2.4	Regelstrategie bij ketelvolgorde-schakelingen	35
3	Warmtegebruikermodulen op warmtecentrale	41
3.1	Aansluiten van een warmtapwatertoestel	42
3.2	Aansluiten van groepen radiatoren/convectoren	44
3.3	Aansluiten van LTV-groepen	46
4	Warmtegebruikermodulen op transportleiding	49
4.1	Variabele volumestroom transportleiding en gebruiker	49
4.2	Variabele volumestroom transportleiding en constante volumestroom gebruiker	54
4.3	Constance volumestroom transportleiding en gebruiker	56
4.4	Constance volumestroom in transportleiding en variabele volumestroom gebruiker	58
4.5	Toerenregelingen van circulatiepompen	59
5	Schakelingen in koudecentrale	63
5.1	Vermogensregeling koelmachine	63
5.2	Keuze tweeweg- en driewegregelaarsluiters bij koelmachines	68
5.3	Koudecentrale met twee of meer koelmachines	68
5.4	Koeltoren en condensor	74
5.5	Koelmachine, distributie en afnemer	77
6	Dimensioneren (in-)regelaarsluiters	81
6.1	Regelaarsluiters	81
6.2	Inregelaarsluiters	87
6.3	Drukverschilregelaars	93
7	Balanceren	95
7.1	Voorinstelmethode	95
7.2	Compensatiemethode	95
7.3	Proportionele methode	100
7.4	Temperatuurmethode	103
7.5	Inregelprocedures hydraulische schakelingen	104
7.6	Meetprotocol	109
8	Vragen en opdrachten	111
	Bijlage 1 Selectiegegevens regelaarsluiters	115
	Bijlage 2 Selectiegegevens inregelaarsluiters	119
	Bijlage 3 Selectiegegevens drukverschilregelaars	121
	Bijlage 4 Overzicht modulen	123
	Bijlage 5 Meetprotocol	133
	Ter verantwoording	139
	Trefwoordenregister	141



1 Inleiding

Algemeen

In de praktijk blijkt dat regelaars vaak niet naar behoren functioneren. Meestal is dit niet aan de regelaar zelf te wijten. De oorzaak is vaak dat de regelaar niet de juiste bedrijfsvoorwaarden toebedeeld heeft gekregen. Regelaars kunnen alleen goed regelen, als de installatie de juiste mediumtransportvoorzieningen heeft gekregen en als in elk deel van de installatie steeds de volumestroom heerst volgens het ontwerp. Met name de hydraulische schakeling is verantwoordelijk voor de distributie van 'warmte-' of 'koude-' vermogens van de opwekkers naar de gebruikers, die zijn opgesteld in de verschillende vertrekken van een gebouw. Door de hydraulische schakeling zijn nagenoeg alle componenten van een klimaatinstallatie met elkaar verbonden. Dit betekent dat deze componenten en de hydraulische schakeling elkaar onderling beïnvloeden waardoor hun afzonderlijke eigenschappen worden beïnvloed. Een goed gefundeerde ontwerpmethode voor de hydraulische schakeling lijkt dus vanzelfsprekend.

Doelgroep

Dit boek is bedoeld voor cursisten aan werktuigbouwkundige en installatietechnische opleidingen op MBO- en HBO-niveau.

Wat weet je al?

Je bent bekend met de basisbeginselen zoals beschreven in het boek Regeltechniek:

- processchema's
- hydraulische basisschakelingen
- begrip autoriteit
- opwekker- en gebruikermodulen
- veldapparatuur en regelaars

In dit boek gaan we voorbij deze basis; hydraulische schakelingen van veel voorkomende warmwater-cv-installaties en koelinstallaties komen hierbij aan de orde. Daarnaast besteden we ook aandacht aan hydraulische schakelingen in cv-installaties met warmtepompen en warmte-/ krachttunits.

In dit boek verwijzen we regelmatig naar nummers van de opwekker-, distributie- en gebruikermodulen uit ISSO-publicatie 44. In Bijlage 4 vind je een overzicht van deze modulen. Raadpleeg deze als je meer wilt weten over de toepassingen en eigenschappen van een bepaald moduul. Ook de regels voor het samenstellen van modulen tot hydraulische schakelingen is bijgevoegd in deze bijlage.

Wat leer je?

- Hydraulische schakelingen opzetten van veel voorkomende cv- en gekoeldwatersystemen vanaf de warmte- of koude opwekkers tot aan de verbruikers;
- De regel- en beveiligingsstrategie aangeven van:
 - a warmte- en koude opwekkers
 - b koeltorens
 - c warmtewisselaars
 - d radiatoren
 - e vloer- en stralingverwarming
- Inregelvoorzieningen projecteren, dimensioneren en de instelling bepalen;
- Regelafsluiters projecteren en dimensioneren.

Hoe is de lesstof opgebouwd?

In de inhoudsopgave zie je de opbouw van dit boek. Aan het eind van de leerstof vind je een aantal vragen en opdrachten waarmee je kunt toetsen of je de leerstof begrepen hebt.

2 Schakelingen in warmtecentrale

warmtecentrale

Bij hydraulische schakelingen in verwarmingsinstallaties maken we onderscheid in:

- de schakeling van de warmteopwekkers in de warmtecentrale;
- de schakeling van de groepen en/of transportleidingen, die op de verdeler/verzamelaar zijn aangesloten (als die aanwezig is).

In dit hoofdstuk gaan we ervan uit dat je bekend bent met hydraulische basisschakelingen die bestaan uit een combinatie van 1 opwekkermoduul en 1 gebruikermoduul.

We behandelen de regeltechnische aspecten voor schakelingen in een warmtecentrale voor installaties:

- met meerdere gebruikermodulen en de bijbehorende verdeler/verzamelaar-principes;
- met meerdere warmteopwekkers

We geven meerdere toepassingsvoorbeelden met een ketel als warmteopwekker. Hierbij worden de ketels afgebeeld met en zonder ketelcirculatiepomp. Het is belangrijk vooraf te realiseren welk type ketel we bedoelen:

- 1 Een ketel zonder circulatiepomp is meestal een ketel met een grote waterinhoud en een voorzetbrander. Door deze grote waterinhoud kan deze ketel langs natuurlijke weg de watercirculatie op gang brengen. Het vermogen is groot. Dit type ketel wordt gebruikt in utiliteitsinstallaties.
- 2 Een ketel met een circulatiepomp heeft meestal een hoge waterzijdige weerstand, die door deze pomp wordt overbrugd. De ketelleverancier heeft dit type ketel (doorstroomketel) al voorzien van de benodigde circulatiepomp. Dit type ketel wordt gebruikt in de woninginstallaties.

In het gebied tussen deze twee uitersten moet je dus zelf bepalen of je een ketel zonder of met (toerengeregelde) circulatiepomp kunt toepassen.

In hoofdstuk 3 gaan we in op de schakelingen van groepen op de verdeler/verzamelaar.

2.1 Installaties met meerdere gebruikermodulen

De keuze van de hydraulische schakeling wordt bepaald door de volgende aspecten:

- variabele of constante volumestroom door de warmteopwekker
- het aantal warmteopwekkers
- de volgorderegeling van de opwekkers
- een eventueel vereiste minimale retourtemperatuur
- een eventueel vereiste lage retourtemperatuur

distributie- moduul

- het drukverlies over het warmteopwekkercircuit
- variabele of constante volumestroom over de groepen

Uitvoeringen van de distributiemodulaal

In deze paragraaf onderscheiden we twee soorten distributiemodulen:

- distributiemodulaal 1 en 2:
gescheiden verdeler/verzamelaar = passief
- distributiemodulaal 4
doorverbonden verdeler/verzamelaar = neutraal

Gescheiden verdeler/verzamelaar

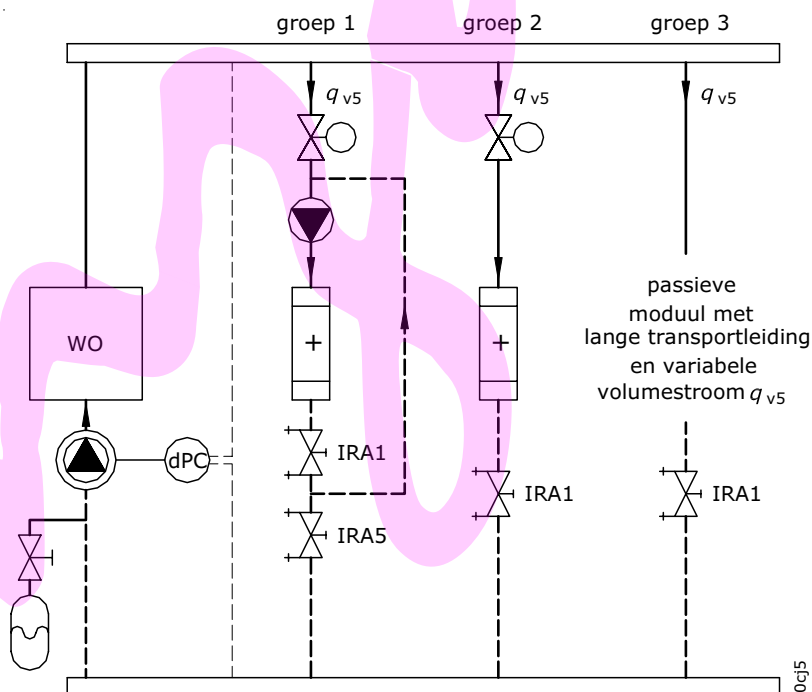
Bij een gescheiden verdeler bestaat er een drukverschil tussen de verdeler en verzamelaar.

De gescheiden verdeler met variabele volumestroom wordt bijvoorbeeld toegepast in installaties, waarvan het drukverlies in het warmteopwekkercircuit klein is en waarbij een lage retourtemperatuur toelaatbaar of juist gewenst is (bijv. een HR-ketel).

Een andere toepassing is die, waarbij de warmteopwekker een groot vermogen heeft en een variabele volumestroom accepteert (bijv. een TSA of een grootvolumeketel met voldoende inwendige circulatie).

Daardoor wordt een pompregeling interessant en is het tevens mogelijk om een zo laag mogelijke retourtemperatuur te verkrijgen.

In afbeelding 1 is een dergelijke installatie weergegeven.



Afbeelding 1. Installatie met pompregeling en gescheiden verdeler

De afnemers zijn uitgevoerd met tweeweg-regelafsluiters. Er moet een pomp met variabel toerental worden toegepast om het drukverschil van de regelafsluiters te overwinnen. In de praktijk zul je dit weinig aantreffen. Vaak zijn er alleen mengschakelingen toegepast

bij de afnemers en wordt het benodigde (dus bij grootvolumeketels) lage drukverschil voor de ketel opgebracht door de pomp van de afnemer. Zie hiervoor de volgende paragraaf: Passieve opwekkermoduul zonder pomp.

Een nadeel van de gescheiden verdeler met variabele volumestroom is dat een verandering van de stand van één van de regelafsluiters een verandering van de volumestroom in het primaire opwekkercircuit veroorzaakt.

Is het drukverlies in het primaire circuit groot ten opzichte van het drukverlies in de secundaire circuits, dan is dit van invloed op de volumestroom in de andere groepen.

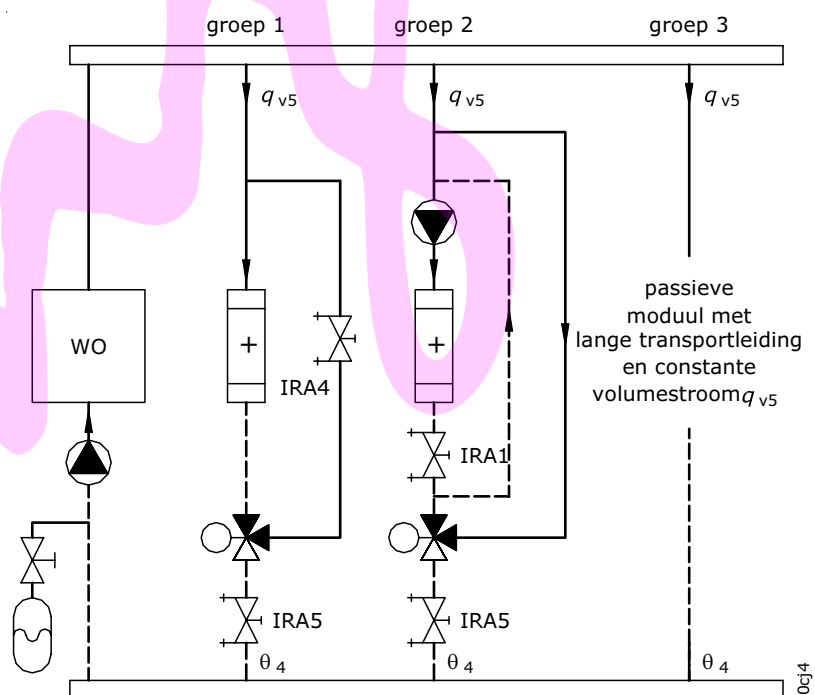
Deze regelafsluiters moeten dan een correctie uitvoeren. Kortom, er ontstaat een onrustig regelgedrag. Vooral bij groepen met een 'snel' regelgedrag, bijvoorbeeld luchtverhitters en warmtapwatertoestellen, komt de regeling zelden tot rust.

gescheiden verdeler

Het kenmerk van een gescheiden verdeler is dus, dat zonder extra maatregelen de verschillende aangesloten groepen elkaar beïnvloeden.

Met bepaalde maatregelen kun je de onderlinge beïnvloeding van groepen voorkomen:

- door de groepen met een aanvoertemperatuurregeling via gebruikermoduul 2 aan te sluiten, zie groep 2 in afbeelding 2;
- door de groepen met een volumestroomregeling via een verdeelschakeling gebruikermoduul 4 aan te sluiten, zie groep 1 in afbeelding 2.



Afbeelding 2. installatie met meerdere groepen, die elkaar hydraulisch niet beïnvloeden

Actieve opwekkermoduul

In afbeelding 2 is een installatie weergegeven met een actieve opwekkermoduul met groepen die elkaar hydraulisch niet beïnvloeden.

actieve opwekkermoduul

Een dergelijke installatie wordt toegepast bij:

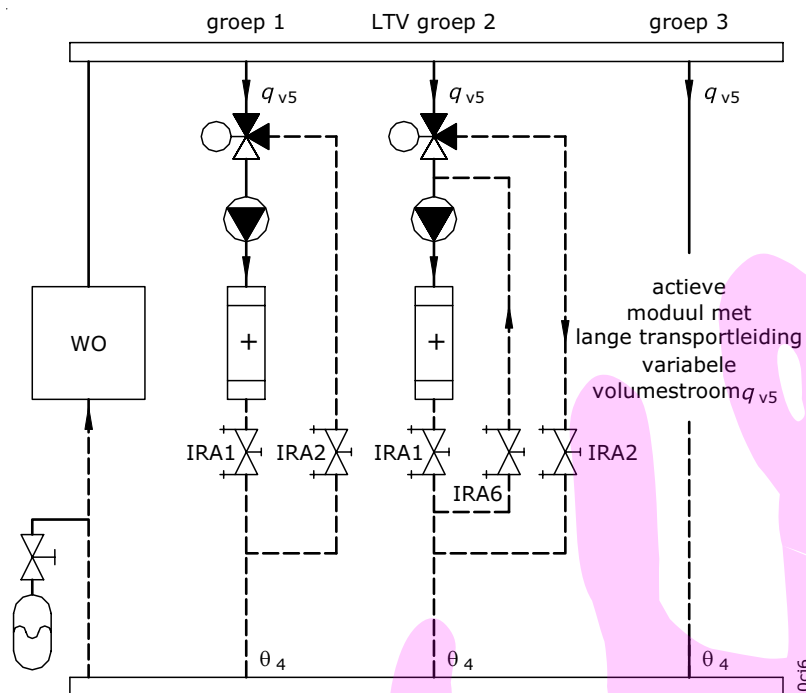
- installaties met een constante volumestroom over de warmteopwekker;
- installaties met een warmteopwekker die niet geschikt is voor een lage retourtemperatuur;
- installaties met eventueel een aantal groepen zonder eigen pomp;
- installaties met een afstandsleiding met een constante volumestroom en groepen aangesloten op gebruikermoduul 1 of 2.

De kenmerken van zo'n installatie zijn:

- de volumestroom in het primaire circuit is vrijwel constant, omdat q_{v5} van de gebruikermodulen constant is;
- geen onderlinge beïnvloeding van de aangesloten groepen;
- eenvoudig in te regelen;
- indien gewenst geen lage retourtemperaturen tijdens bedrijf (de retourtemperatuur θ_4 stijgt bij dalende belasting);
- lage retourtemperatuur tijdens opstarten;
- er is een hoofdpomp nodig in het primaire circuit;
- het drukverlies over de warmteopwekker mag groot zijn;
- er zijn géén groepspompen nodig in groepen die met een verdeelschakeling zijn aangesloten.
- bij een verdeelschakeling is wel een inregelafsluiter nodig in de bypassbuis als Δp over de gebruiker groot is ten opzichte van het totale drukverlies in de groep;
- hydraulisch zijn geen extra maatregelen nodig voor retourtemperatuurbegrenzing tijdens bedrijf.

Passieve opwekkermoduul zonder pomp

In afbeelding 3 is een installatie weergegeven met een passieve opwekkermoduul zonder pomp. Het benodigde drukverschil over de warmteopwekker wordt geleverd door de pomp(en) van de afnemer(s).



Afbeelding 3. Installatie met passieve opwekkermoduul zonder pomp

passieve opwekkermoduul zonder pomp

Een dergelijke installatie wordt toegepast bij:

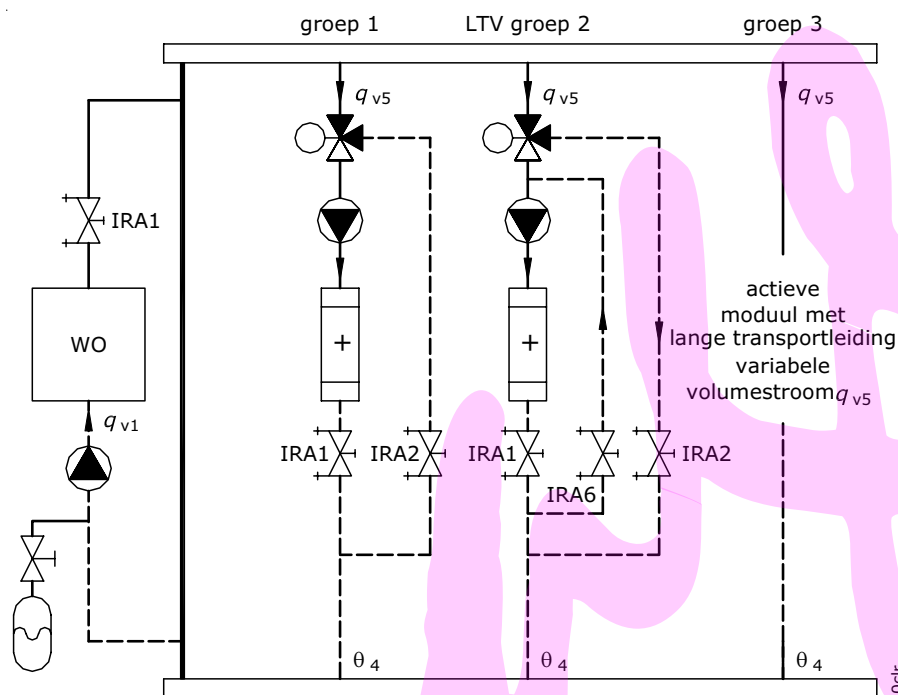
- bij voorkeur installaties met een klein drukverlies in het primaire circuit ($\Delta p_{\text{primair}} < 0,1 \cdot \Delta p_{\text{secundair}}$);
- installaties waarvan de warmteopwekker geschikt is voor een lage retourtemperatuur en/of een kleine volumestroom;
- installaties met een buffervat;
- groepen, aangesloten via een mengschakeling;
- groepen met een gelijksoortig regelgedrag.

Kenmerken van zo'n installatie zijn:

- variabele volumestroom q_{v5} in het primaire circuit;
- de retourtemperatuur θ_4 daalt bij afnemende vermogensvraag;
- onderlinge beïnvloeding van de aangesloten groepen;
- lage retourtemperaturen tijdens opstarten;
- lage retourtemperaturen en kleine primaire volumestromen mogelijk tijdens bedrijf; indien niet toelaatbaar, dan kan eventueel een shuntpomp worden toegepast (opwekkermoduul 2);
- eenvoudig in te regelen.

Passieve opwekkermoduul met pomp

In afbeelding 4 is een installatie weergegeven met een passieve opwekkermoduul met pomp. Door het toepassen van een open verdeler/verzamelaar levert de pomp van de warmteopwekker geen drukverschil over de aansluitpunten van de groepen. Er is dus sprake van een passieve opwekkermoduul.



Afbeelding 4. Installatie met passieve opwekkermoduul met pomp

passieve opwekkermoduul met pomp

Een dergelijke installatie wordt toegepast bij:

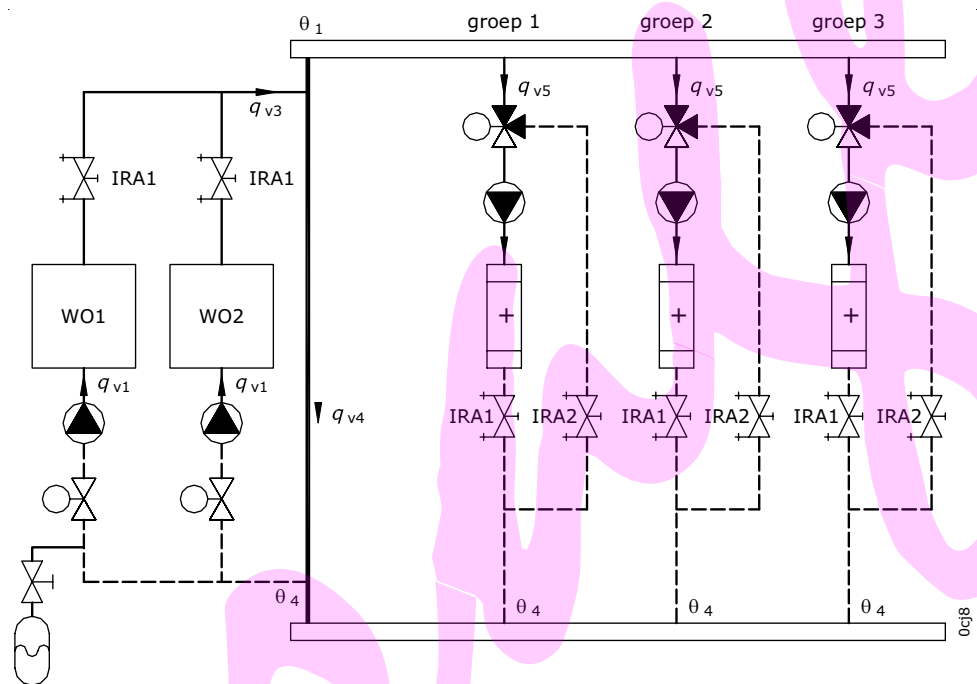
- installaties met constante volumestroom en/of groot drukverlies over de warmteopwekker;
- installaties met een warmteopwekker die niet geschikt is voor een lage retourtemperatuur;
- installaties met groepen, aangesloten via een mengschakeling en/of een transportpomp (transportleiding);
- installaties met groepen met een onderling sterk afwijkend regelgedrag.

Kenmerken van zo'n installatie zijn:

- constante volumestroom q_{v1} in het primaire circuit;
- géén onderlinge beïnvloeding van aangesloten groepen;
- indien gewenst geen lage retourtemperaturen tijdens bedrijf;
- lage retourtemperaturen tijdens opstarten, eventueel te voorkomen door driewegregelafsluiter in opwekkermoduul (vanwege de grote doorlaat van de driewegregelafsluiter is dit een dure oplossing!);
- afstandsleiding heeft een eigen pomp nodig;
- eenvoudig in te regelen.

We beschouwen een installatie met twee warmteopwekkers met pompen (passief). Zie afbeelding 5.

Normaal gesproken is tijdens deellast de volumestroom q_{v5} kleiner dan q_{v3} . Hierdoor ontstaat een volumestroom q_{v4} vanuit de aanvoer direct terug naar de retour van de opwekker. De retourwatertemperatuur van de opwekker stijgt hierdoor. Staan er meerdere opwekkers parallel geschakeld (afbeelding 5), dan bestaat de mogelijkheid dat bij afschakelen van een opwekker q_{v5} groter is dan q_{v3} . Hierdoor verandert de volumestroom q_{v4} van richting (dus naar boven in afbeelding 5)



Afbeelding 5. Installatie met passieve opwekkermodule, twee warmteopwekkers

Daardoor wordt in de aanvoer warm water van de opwekkers gemengd met retourwater van de warmtegebruikers. De aanvoertemperatuur θ_1 daalt hierdoor, wat tot ongewenste situaties kan leiden.

Hierdoor moet de in bedrijf zijnde warmteopwekker een hogere aanvoertemperatuur maken zodat de mengtemperatuur weer volgens het ontwerp is.

Het voordeel van deze schakeling is dat alle groepen altijd dezelfde aanvoerwatertemperatuur krijgen aangeboden.

Doorverbonden verdeler/verzamelaar

In feite is een doorverbonden verdeler/verzamelaar niets anders dan een overgedimensioneerde ($\Delta p = \text{klein}$) doorverbinding van aanvoer en retour.

Met behulp van een pomp in het primaire circuit wordt continu iets meer dan de totale ontwerp-volumestroom van de aangesloten groepen gecirculeerd.