



Vlaamse
overheid

VLAAMS
ENERGIE- &
KLIMAATAGENTSCHAP



Wallonie



RESCERT

Opleiding Installateurs: Opfrissingscursus verlenging certificaat van bekwaamheid

Systemen voor de productie van hernieuwbare energie - Gecombineerde zonnewarmtesystemen

Handboek

Versie 1.2 - mei 2021

INHOUDSOPGAVE

Uitleg bij dit document voor de cursist 4

Aanpak voor de lesgever 5

Verloop van het examen van de opfrissingscursus 6

Slide, Handboek, examenvragen en antwoorden: structuur 7

1. Module 5: Gecombineerde zonnearmtesystemen 9
 - Mod. 1. Onderwerp 1.Haalbare dekkingsgraden bij verwarmingsondersteuning 9
 - Mod. 1. Onderwerp 2.Profiel van warm water vraag en ruimteverwarming 9
 - Mod. 1. Onderwerp 3.Lage temperatuur verwarming: stooklijn 10
 - Mod. 1. Onderwerp 4. Lage temperatuur afgiftesystemen 11
 - Mod. 1. Onderwerp 5.Vermogen van plaatradiatoren bij andere werkingstemperaturen 14
 - Mod. 1. Onderwerp 6. ...Vermogen van ledenradiatoren bij andere werkingstemperaturen 16
 - Mod. 1. Onderwerp 7.Optimale hellingsgraad voor gecombineerde zonnearmtesystemen 17
 - Mod. 1. Onderwerp 8. Werkingsprincipe combi-zonneboiler 17
 - Mod. 1. Onderwerp 9.Gelaagdheid bij combi-zonneboiler opslagvaten 18
 - Mod. 1. Onderwerp 10..... Combizonneboiler met gemengde aansluiting 18
 - Mod. 1. Onderwerp 11..... Combizonneboiler met serieaansluiting 20
 - Mod. 1. Onderwerp 12...Combizonneboiler met gemengde aansluiting en twee CV-circuits 22
 - Mod. 1. Onderwerp 13..... Combizonneboiler met shunt aansluiting van de naverwarming 23
 - Mod. 1. Onderwerp 14.....Dimensionering van het zonneboilervolume 24
 - Mod. 1. Onderwerp 15.....Pendelen van de nageschakelde naverwarming bij tank in tank systeem 24
 - Mod. 1. Onderwerp 16..... Plaatsing temperatuursonde SWW bij tank-in-tank systeem en nageschakelde naverwarming 25
 - Mod. 1. Onderwerp 17.....Naverwarming regelen bij in-tank naverwarming 26
 - Mod. 1. Onderwerp 18..... Naverwarmingsvolume regelen bij gasketels 27
 - Mod. 1. Onderwerp 19.....Naverwarmingsvolume regelen bij biomassaketels 28

realisatie & opmaak

Versie 2021



Vertaling naar het frans



UITLEG BIJ DIT DOCUMENT VOOR DE CURSIST

Dit document is de RESCert-opfrissingscursus **Gecombineerde zonnearmtesystemen**. Deze cursus is opgemaakt in opdracht van het Vlaams Energie- en Klimaatagentschap.

De volledige opfrissingscursus **Zonthermie** is onderverdeeld in 5 modules:

- Opfrissingscursus Zonthermische installaties voor sanitair warm water:
4 gezamenlijke modules voor Zonthermische installaties voor sanitair warm water én voor Gecombineerde zonnearmtesystemen
 - Module 1: Globale aspecten en wetgeving
 - Module 2: Technische aspecten
 - Module 3: Aspecten van ontwerp voor een optimale werking
 - Module 4: Veilig werken
- Opfrissingscursus Gecombineerde zonnearmtesystemen
1 specifieke module gericht op gecombineerde zonnearmtesystemen
 - Module 5: Gecombineerde zonnearmtesystemen

Er zijn 3 documenten die samen de opfrissingscursus maken:

- Handboek met geüpdatete informatie ten opzichte van de 2018-cursus of belangrijke aspecten die hernieuwde aandacht vragen
- Slides horende bij elk handboek-deel
- Examenvragen (niet noodzakelijk bij elk onderwerp): een vraag of vragen over dit onderwerp

Uit deze vragen zal op het examen een willekeurige selectie worden voorgelegd aan de cursist. De cursist kan zich dus op basis hiervan voorbereiden.

Deze opfrissingscursus is als volwaardige cursus opgesteld, maar blijft gebaseerd op de inhoud van de basis-RESCert-cursus over zonthermie (versie 2018!). Het wordt dan ook van de docenten verwacht dat zij deze opfrissingscursus geven met kennis van de volledige cursus.

AANPAK VOOR DE LESGEVER

Van de lesgever wordt verwacht dat die tijdens de opfrissingscursus van zowel **Thermische zonne-energiesystemen voor de bereiding van sanitair warm water** als van **Thermische zonne-energiesystemen - combisystemen**:

- Alle onderwerpen van Module 1 behandeld

Voor de opfrissingscursus **Thermische zonne-energiesystemen voor de bereiding van sanitair warm water**:

- De onderwerpen van Modules 2, 3 en 4 naar eigen inzicht en op vraag van de cursisten.
- De lesgever kan eventueel op voorhand bij de cursisten polsen welke onderwerpen zij graag behandeld zien.

Voor de opfrissingscursus **Thermische zonne-energiesystemen - combisystemen**:

- De onderwerpen van Modules 2, 3, 4 en 5 naar eigen inzicht en op vraag van de cursisten.
- De onderwerpen van Module 5 moeten hierbij voorrang krijgen
- De lesgever kan eventueel op voorhand bij de cursisten polsen welke onderwerpen zij graag behandeld zien.

VERLOOP VAN HET EXAMEN VAN DE OPFRISSINGSCURSUS

De examenvragen zijn gebaseerd op de syllabus en komen uit alle modules.

- Thermische zonne-energiesystemen voor de bereiding van sanitair warm water: Modules 1, 2, 3 en 4
- Thermische zonne-energiesystemen – combisystemen: Modules 1, 2, 3, 4 en 5

De lijst met mogelijke examenvragen is beschikbaar als bijlage bij het handboek en de slides van de opfrissingscursus.

Uit de volledige lijst van examenvragen worden willekeurige 15 vragen geselecteerd door RESCERT. Het opleidingscentrum heeft op deze keuze geen invloed.

SLIDE, HANDBOEK, EXAMENVRAGEN EN ANTWOORDEN: STRUCTUUR

De slides vormen de basis voor deze cursus, het handboek geeft bij elke slide achtergrondinformatie of verwijzingen naar bronnen, en het vragenboek toont de bijhorende examenvragen.

Slide

The slide is titled "Hoe bereken je een som van twee getallen?". It contains a list of items related to the equation $1 + 2 = 3$:

- Een som van twee getallen: $x + y = z$

Four examples of the equation are shown with different parts highlighted in green boxes:

- $1 + 2 = 3$ optelling
- $1 + 2 = 3$ termen
- $1 + 2 = 3$ plusteken
- $1 + 2 = 3$ som

Annotations on the slide include:

- Slide-titel**: points to the title.
- Slide-nummer**: points to the number 115 in a circle.
- Module-nummer + gewest van toepassing**: points to "Module 0 (VI-Br-W)".
- Onderwerpnummer**: points to "Onderwerp 0".

Footer text: Rescert - Certificatie installateurs kleinschalige hernieuwbare energie, Zonthermische installatie voor sanitair warm water en gecombineerde zonnearmtesystemen, Opfrissingscursus, 02/2021

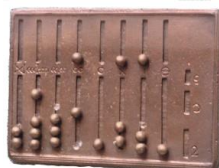
Handboek Modulenummer.Onderwerpnummer

$1 + 2 = 3$ omdat dit altijd al zo geweest is.

Het is in Indië dat de getallen notatie, zoals wij ze nu kennen, is ontstaan omstreeks 300 v.C. De Arabieren hebben het later overgenomen.

Ook de Romeinen konden tellen via hun telramen, al waren zij geen hoogvliegers in wiskunde. Hun cijfernotatie is dan ook geen positiestelsel. In een Romeins getal, zoals bv. VIII, is het de combinatie van alle tekens die het getal vormen, volgens een bepaalde afspraak. En dat is niet zo handig, want het getal IIX is hetzelfde als VIII.

In onze getalnotatie bepaalt de plaats van het cijfer de bijdrage aan het getal, bv. 12: 1 tiental en 2 eenheden. Dat is éénduidig.



Romeins telraam [https://nl.wikipedia.org/wiki/Geschiedenis_van_de_wiskunde]

Examenvragen

Vraag

Hoeveel is $1 + 1$?

Mogelijke antwoorden:

1. 2
2. 5
3. 1
4. 1.5

Antwoord

Antwoord 1 is juist: $1 + 1 = 2$, want dit is altijd al zo geweest

Vraag

Hoeveel is $9 + 3$?

Mogelijke antwoorden:

1. 3
2. 15
3. 13
4. 12

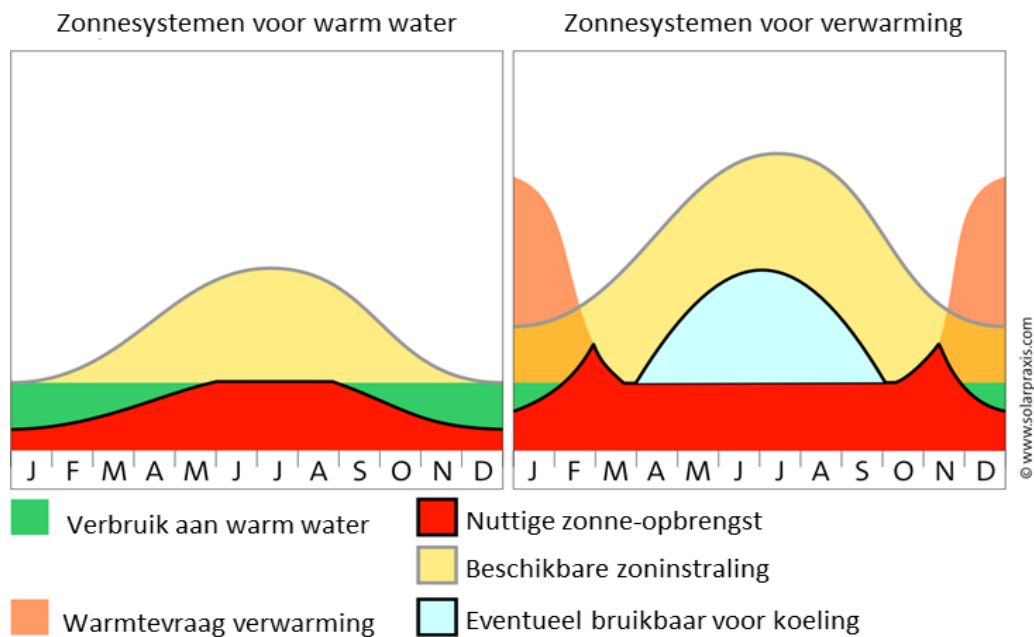
Antwoord

Antwoord 4 is juist: $9 + 3 = 12$, want dit is altijd al zo geweest

1. Module 5: Gecombineerde zonnearmtesystemen

Mod. 1. Onderwerp 1. Haalbare dekkingsgraden bij verwarmingsondersteuning

Residentiële woningen: Typisch minder dan 15 % tot meer dan 50 %

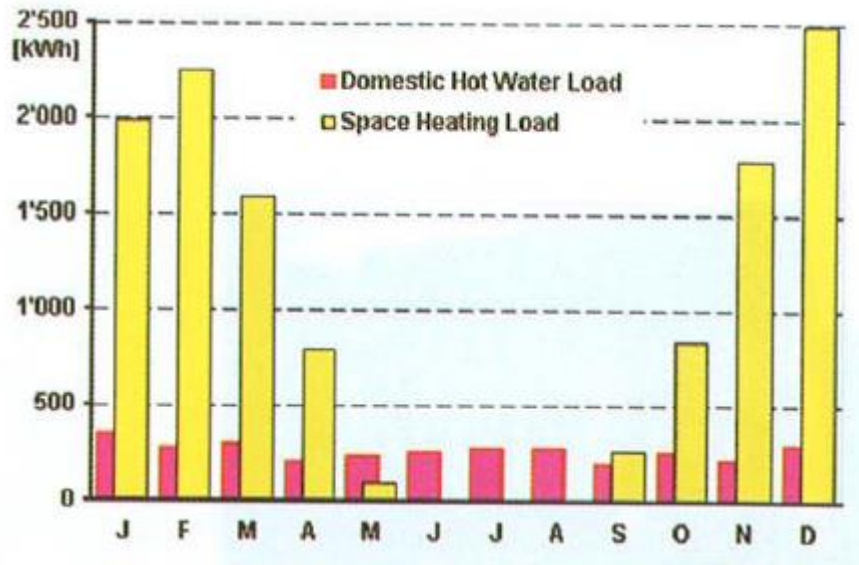


De figuur illustreert de verdeling van de zonnearmting (in geel) over twaalf maanden in België, de benodigde warmte voor de verwarming (in roze) en de productie van sanitair warm water (in groen) die eruit voortvloeit in de gebouwen. De nuttige bijdragen van een zonneboiler (figuur links) en van een gecombineerd zonnearmtesysteem (SWW/verwarming, rechts) worden weergegeven door de rode kromme. Het hier geboden potentieel voor het koelen van bepaalde tertiaire gebouwen dankzij de energie die wordt afgegeven door een gecombineerd zonnearmtesysteem tijdens de zomer, wordt weergegeven door de blauwe kromme.

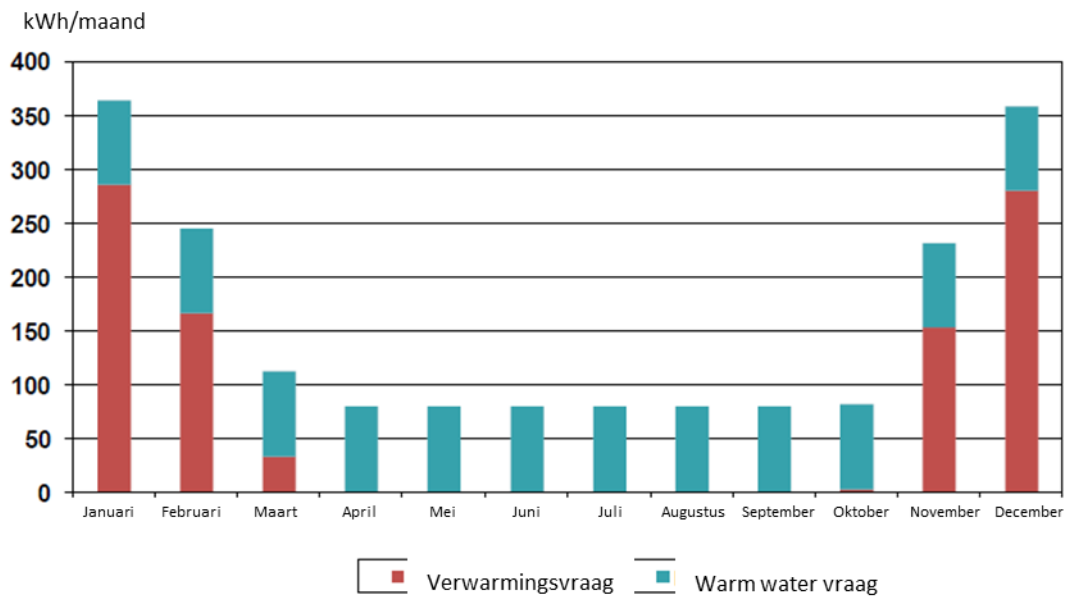
Mod. 1. Onderwerp 2. Profiel van warm water vraag en ruimteverwarming

wat betreft de behoefte, is er een groot contrast tussen het profiel van de vraag naar warmte voor de productie van sanitair warm water, dat relatief constant is gedurende het jaar, en het sterk wisselende profiel van de behoefte aan verwarming van het gebouw, zoals blijkt uit de twee onderstaande grafieken.

Voor een normale isolatie

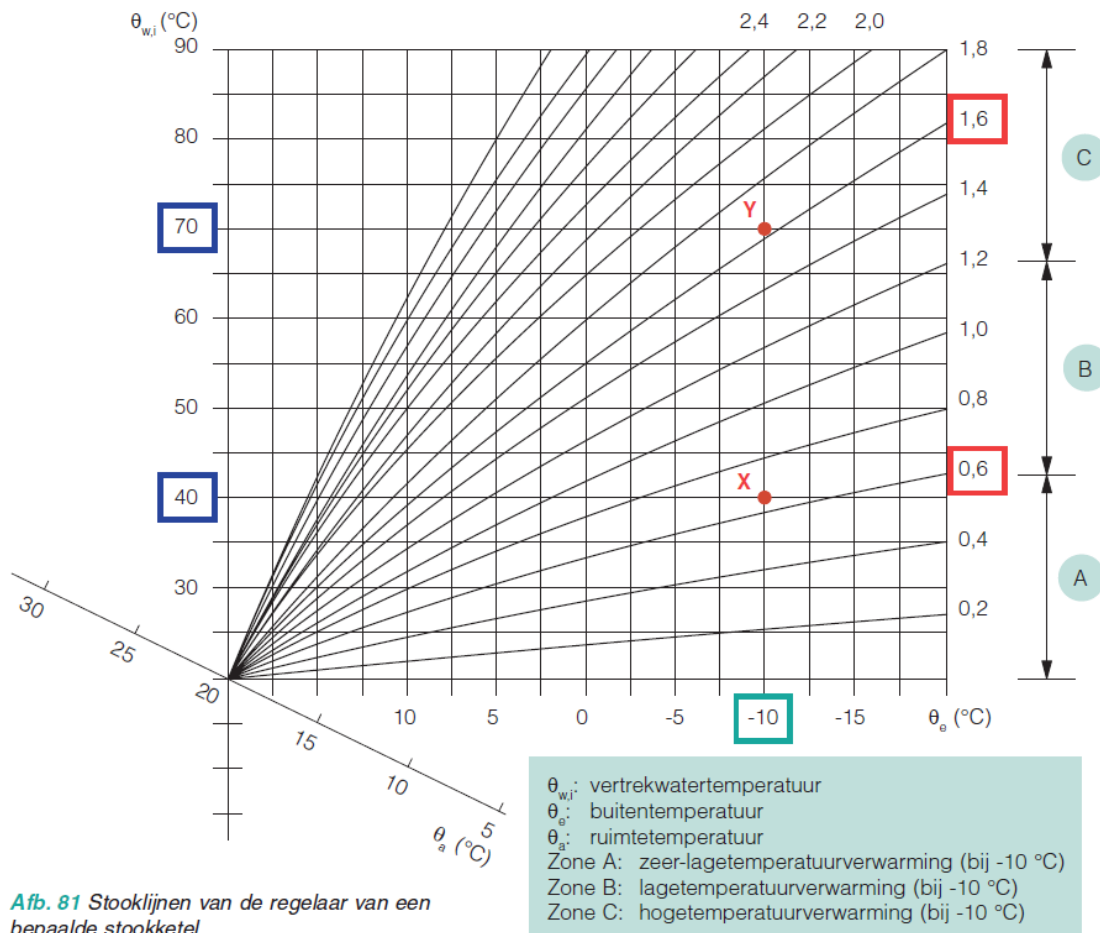


Voor een BEN of passief-niveau van isolatie



Mod. 1. Onderwerp 3. Lage temperatuur verwarming: stooklijn

- Algemeen: hoger productierendement van de installatie
- Zonnecollectoren zullen sneller de gewenste temperatuur behalen: hogere dekkingsgraad



Afb. 81 Stooklijnen van de regelaar van een bepaalde stookketel.

Mod. 1. Onderwerp 4. Lage temperatuur afgiftesystemen

Een systeem ter ondersteuning van de verwarming op zonne-energie is uiterst zinvol bij performante gebouwen op vlak van energie (goede algemene isolatie van de muren van het gebouw), omdat de behoefte aan warmte bij dergelijke gebouwen ook tijdens het tussenseizoen blijft bestaan.

Als het zonnestelsel wordt gecombineerd met een verwarmingssysteem bestaande uit conventionele afgiftesystemen (radiatoren), moeten deze gedimensioneerd zijn zodat ze bij lage temperatuur kunnen werken (foto links). Een gecombineerd zonnestelsel wordt idealiter aangevuld met een vloerverwarmingssysteem. In dat geval doet de 12 tot 15 cm dikke vloerplaat dienst als warmteopslag (foto rechts).



Vloerverwarming is bedoeld om het volledige vloerooppervlak te verwarmen tot een temperatuur van maximaal 27 °C. De overdracht van de warmte naar de omgeving verloopt hoofdzakelijk via straling (slechts 20 tot 30 % convectie), waardoor dit een erg aangename, zij het weinig reactieve verwarmingsmethode is. Wanneer de vloerplaat dienst doet als warmteopslag, moet nog enkel voor de productie van sanitair warm water een opslagvat worden voorzien.

LET OP: niet enkel de aanvoertemperatuur is belangrijk, ook het temperatuurverschil tussen aanvoer en terugvoer

Warmteafgifte- systeem	Hogetemperatuur- verwarming	Lagetemperatuur- verwarming	Zeer-lagetempera- tuurverwarming
	$\theta_{w,i} > 55 \text{ }^\circ\text{C}$ ⁽¹⁾ $15 \leq \Delta\theta_w \leq 20 \text{ K}$ ⁽²⁾	$40 \leq \theta_{w,i} \leq 55 \text{ }^\circ\text{C}$ ⁽¹⁾ $10 \leq \Delta\theta_w \leq 15 \text{ K}$ ⁽²⁾	$30 \leq \theta_{w,i} < 40 \text{ }^\circ\text{C}$ ⁽¹⁾ $5 \leq \Delta\theta_w \leq 10 \text{ K}$ ⁽²⁾
Radiator / Convector	←————→		
Vloer-, plafond- of wandverwarming		←————→	
Thermoactieve bouw- elementen			←————→
⁽¹⁾ $\theta_{w,i}$: temperatuur van het vertrekwater. ⁽²⁾ $\Delta\theta_w$: temperatuurverschil tussen het vertrek- en het retourwater.			

[bron: WTCB rapport nr. 14]

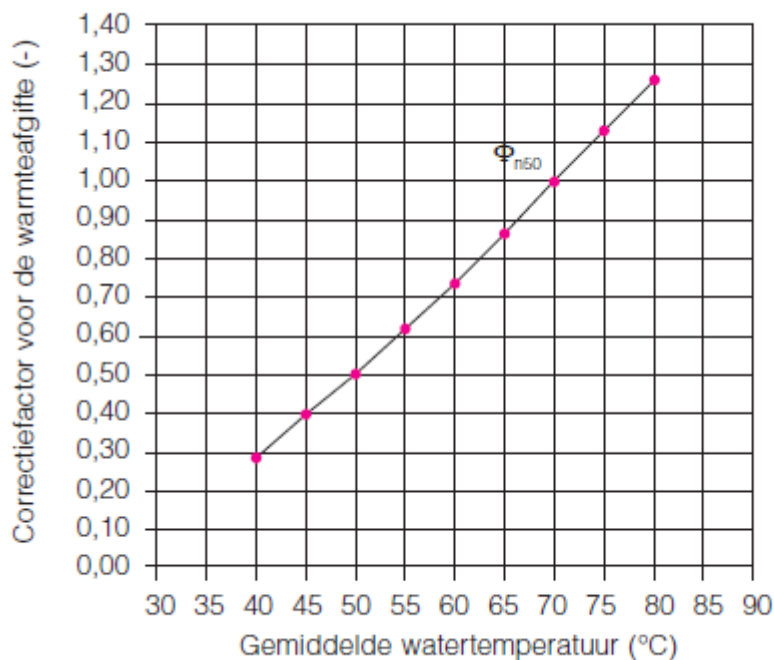
 <p>Radiator</p>	 <p>Convactor [Energiegids; Jaga]</p>
 <p>Ventilo-convector water [Jaga; Vasco]</p>	
 <p>Wandverwarming [De Nayer Instituut]</p>	 <p>Vloerverwarming</p>
 <p>Plafondverwarming [BioClina; Climatrix]</p>	

	Betonkernactivering [Nathan; Airdeck]
--	--

Mod. 1. Onderwerp 5. Vermogen van plaatradiatoren bij andere werkingstemperaturen

Het vermogen van radiatoren als ze bij een ander temperatuurregime dan 90/70/20 gebruikt worden, kan dan bepaald worden aan de hand van de omrekenfactoren in de onderstaande tabellen (voor radiatoren met 90/70/20 regime en voor radiatoren met 75/65/20 regime, geldig voor ledenradiatoren en stalen paneelradiatoren; niet geldig voor convectorkachels en wand- of vloerverwarming)

Voor radiatoren op regime 75/65/20



Afb. 11
Correctiefactoren
voor de warmteafgifte
van de radiatoren
(ruimte op 20 °C).

Tabel D.1 Waarden van Φ/Φ_{ref} voor diverse water- en omgevingstemperaturen bij een nominaal waterdebiet ($n = 1,3$).

Vertrek- watertem- peratuur $\theta_{w,i}$ (°C)	Omge- vingstem- peratuur θ_a (°C)	Retourwatertemperatuur $\theta_{w,r}$ (°C)											
		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
90	24	0,41	0,53	0,64	0,73	0,82	0,91	0,99	1,07	1,15	1,22	1,30	1,37
	22	0,47	0,59	0,69	0,79	0,88	0,96	1,05	1,12	1,20	1,28	1,35	1,43
	20	0,54	0,65	0,75	0,84	0,93	1,02	1,10	1,18	1,26	1,33	1,41	1,48
	18	0,60	0,71	0,80	0,90	0,99	1,07	1,15	1,23	1,31	1,39	1,47	1,54
	16	0,66	0,76	0,86	0,95	1,04	1,13	1,21	1,29	1,37	1,45	1,52	1,60
85	24	0,38	0,50	0,60	0,69	0,78	0,86	0,94	1,01	1,09	1,16	1,23	
	22	0,44	0,56	0,65	0,74	0,83	0,91	0,99	1,07	1,14	1,21	1,29	
	20	0,50	0,61	0,71	0,80	0,88	0,96	1,04	1,12	1,20	1,27	1,34	
	18	0,56	0,67	0,76	0,85	0,94	1,02	1,10	1,17	1,25	1,32	1,40	
	16	0,62	0,72	0,82	0,90	0,99	1,07	1,15	1,23	1,31	1,38	1,45	
80	24	0,35	0,47	0,56	0,65	0,73	0,81	0,88	0,96	1,03	1,10		
	22	0,41	0,52	0,61	0,70	0,78	0,86	0,93	1,01	1,08	1,15		
	20	0,47	0,57	0,67	0,75	0,83	0,91	0,99	1,06	1,13	1,20		
	18	0,53	0,63	0,72	0,80	0,88	0,96	1,04	1,11	1,19	1,26		
	16	0,58	0,68	0,77	0,86	0,94	1,02	1,09	1,17	1,24	1,31		
75	24	0,33	0,43	0,52	0,60	0,68	0,76	0,83	0,90	0,96			
	22	0,38	0,48	0,57	0,65	0,73	0,81	0,88	0,95	1,02			
	20	0,44	0,53	0,62	0,70	0,78	0,86	0,93	1,00	1,07			
	18	0,49	0,59	0,67	0,76	0,83	0,91	0,98	1,05	1,12			
	16	0,55	0,64	0,73	0,81	0,88	0,96	1,03	1,11	1,18			
Vertrek- watertem- peratuur $\theta_{w,i}$ (°C)	Omge- vingstem- peratuur θ_a (°C)	Retourwatertemperatuur $\theta_{w,r}$ (°C)											
		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
70	24	0,30	0,40	0,48	0,56	0,63	0,70	0,77	0,84				
	22	0,35	0,45	0,53	0,61	0,68	0,75	0,82	0,89				
	20	0,40	0,50	0,58	0,66	0,73	0,80	0,87	0,94				
	18	0,46	0,55	0,63	0,71	0,78	0,85	0,92	0,99				
	16	0,51	0,60	0,68	0,76	0,83	0,90	0,97	1,04				
65	24	0,27	0,36	0,44	0,51	0,58	0,65	0,71					
	22	0,32	0,41	0,49	0,56	0,63	0,70	0,76					
	20	0,37	0,46	0,54	0,61	0,68	0,75	0,81					
	18	0,42	0,51	0,58	0,66	0,73	0,80	0,86					
	16	0,47	0,55	0,63	0,71	0,78	0,85	0,91					
60	24	0,24	0,33	0,40	0,47	0,53	0,60						
	22	0,29	0,37	0,45	0,51	0,58	0,64						
	20	0,34	0,42	0,49	0,56	0,63	0,69						
	18	0,39	0,46	0,54	0,61	0,67	0,74						
	16	0,43	0,51	0,59	0,65	0,72	0,79						
55	24	0,21	0,29	0,36	0,42	0,48							
	22	0,26	0,33	0,40	0,47	0,53							
	20	0,30	0,38	0,45	0,51	0,57							
	18	0,35	0,42	0,49	0,56	0,62							
	16	0,40	0,47	0,54	0,60	0,67							
50	24	0,19	0,26	0,32	0,37								
	22	0,23	0,30	0,36	0,42								
	20	0,27	0,34	0,40	0,46								
	18	0,31	0,38	0,44	0,50								
	16	0,36	0,42	0,49	0,55								
45	24	0,16	0,22	0,27									
	22	0,20	0,26	0,31									
	20	0,24	0,30	0,35									
	18	0,28	0,34	0,40									
	16	0,32	0,38	0,44									
		$\Phi/\Phi_{ref} = (\Delta\theta_m/49,83)^n$ waarbij: $\Delta\theta_m = (\theta_{w,i} - \theta_{w,r})/\ln[(\theta_{w,i} - \theta_a)/(\theta_{w,r} - \theta_a)]$											

Radiatoren die oorspronkelijk op een regime 90/70/20°C werken:

Aanvoertemp. °C	Kamertemp. °C	Retourtemperatuur °C							
		35	40	45	50	55	60	65	70
90	24	2,36	1,97	1,17	1,53	1,38	1,27	1,17	1,1
	22	2,13	1,81	1,59	1,43	1,31	1,2	1,12	1,05
	20	1,94	1,68	1,49	1,35	1,24	1,14	1,07	1
	18	1,78	1,58	1,4	1,27	1,17	1,09	1,02	0,96
65	24	3,47	2,85	2,44	2,15	1,94	1,78		
	22	3,07	2,58	2,24	2,15	1,81	1,67		
	20	2,75	2,35	2,07	1,85	1,69	1,57		
	18	2,49	2,15	1,91	1,73	1,59	1,47		
60	24	3,85	3,14	2,68	2,36	2,13			
	22	3,38	2,82	2,45	2,18	1,98			
	20	3,01	2,56	2,24	2,02	1,84			
	18	2,71	2,34	2,07	1,87	1,72			
55	24	4,32	3,5	2,98	2,63				
	22	3,76	3,12	2,7	2,41				
	20	3,32	2,82	2,46	2,2				
	18	2,97	2,56	2,26	2,05				
50	24	4,92	3,97	3,38					
	22	4,24	3,51	3,04					
	20	3,72	3,14	2,76					
	18	3,3	2,83	2,52					

Mod. 1. Onderwerp 6. Vermogen van ledenradiatoren bij andere werkingstemperaturen

Staal - Gietijzer



Ledenradiator (staal)										
Hoogte	mm	1000			600			450		300
Diepte	mm	110	160	220	110	160	220	160	220	250
Verwarmingsvermogen per paneel bij gemiddelde watertemperatuur t_m	60 °C	71	95	120	42	58	75	44	58	45
	70 °C	96	127	162	56	77	102	59	77	61
	80 °C	122	157	204	73	99	128	74	99	77

Tabel 1: Verwarmingsvermogen van stalen ledenradiatoren (bij een kamertemperatuur van 20 °C, DIN 4703)

Ledenradiator (gietijzer)										
Hoogte	mm	980			580			430		280
Diepte	mm	70	160	220	110	160	220	160	220	250
Verwarmingsvermogen per paneel bij gemiddelde watertemperatuur t_m	60 °C	67	120	153	54	74	97	55	71	55
	70 °C	90	162	206	74	99	129	75	96	74
	80 °C	111	204	260	92	126	162	930	122	92

Tabel 2: Verwarmingsvermogen van stalen ledenradiatoren (bij een kamertemperatuur van 20 °C, DIN 4703)

Mod. 1. Onderwerp 7. Optimale hellingsgraad voor gecombineerde zonnearmtesystemen

De optimale hellingsgraad voor gecombineerde zonnearmtesystemen (sanitair warm water + verwarming) kan variëren tussen 30° en 90° (verticaal gemonteerde collectoren) naargelang van de duur van de verwarmingsperiode en de verhouding van de SWW-behoefte die moet worden gedekt ten opzichte van de verwarming van de lokalen.

Proefondervindelijk schatten we dat hoe korter de verwarmingsperiode is (geconcentreerd in de wintermaanden), hoe groter de hellingsgraad van de collectoren zal zijn.

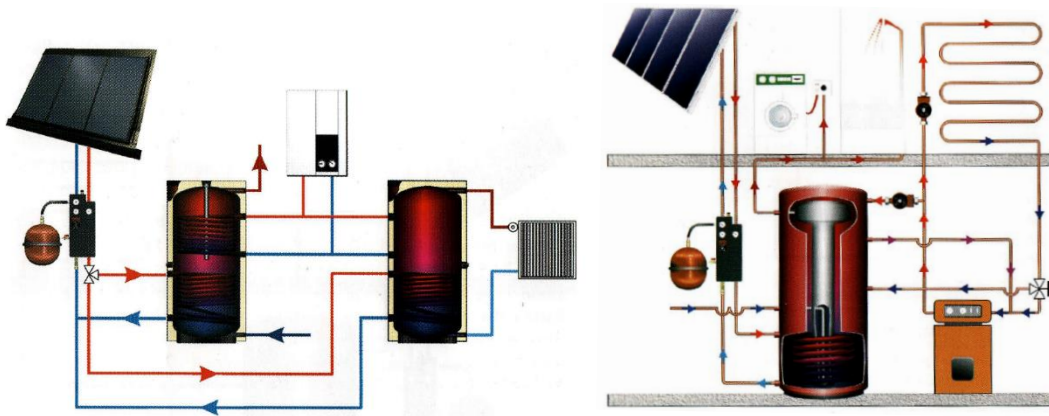
Conclusie:

- Eerder gericht op SWW-productie: lage hellingsgraad
- Eerder gericht op verwarming: hoge hellingsgraad (lage zonnestand in de winter)

Mod. 1. Onderwerp 8. Werkingsprincipe combi-zonneboiler

Doel: twee verschillende temperatuursregimes realiseren (SWW – hoog en CV – laag)

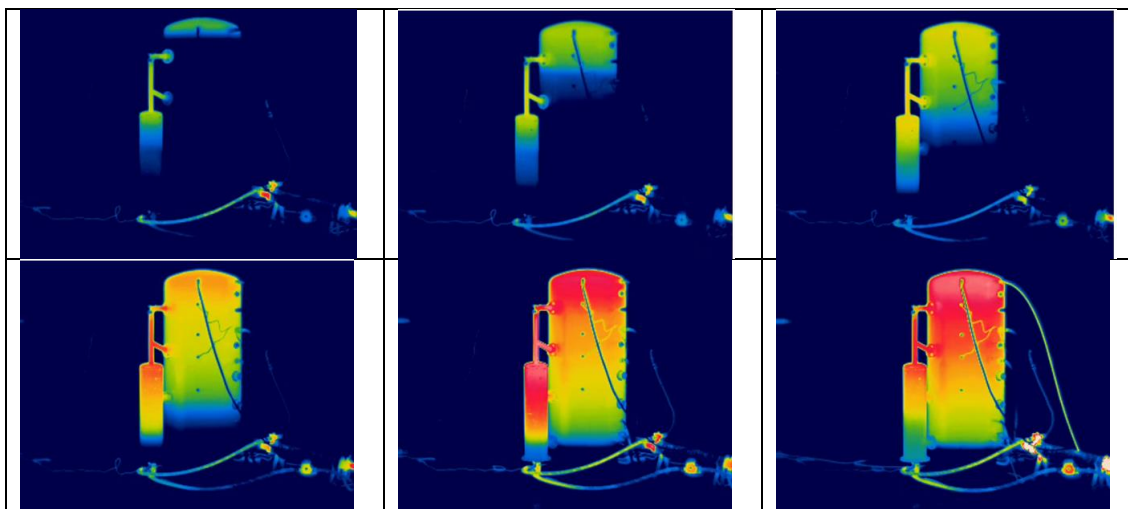
Twee opties: aparte buffervaten of combi-buffervat



Let op: de inschakeling van de ketel in het linkse systeem is niet correct, er ontbreken omschakelventielen.

Mod. 1. Onderwerp 9. Gelaagdheid bij combi-zonneboiler opslagvaten

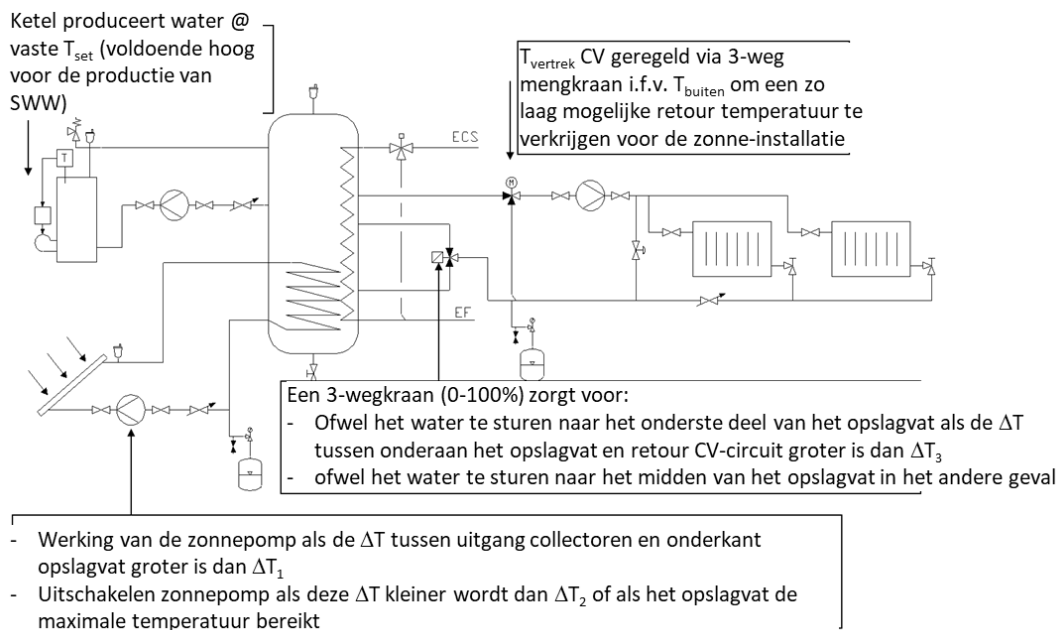
Thermische gelaagdheid is belangrijk om bovenin het vat hogere temperaturen te kunnen aanhouden (sanitair warm water) dan onderaan het vat (verwarming).



Mod. 1. Onderwerp 10. Combizonneboiler met gemengde aansluiting

Bij deze configuratie gebeurt de opslag in een opslagvat voorzien van een warmtewisselaar voor de productie van sanitair warm water.

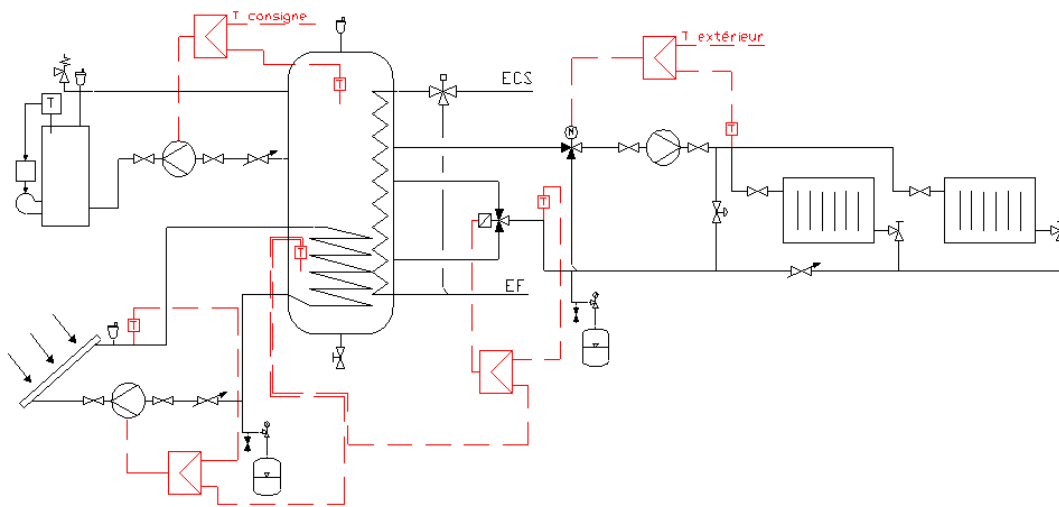
Werking



Bij dit soort configuratie wordt de regeling ingesteld volgens vier temperatuurverschillen, zoals in het rood aangegeven in het onderstaande schema:

- De circulatiepomp van het zonnestelsel wordt aangestuurd door het temperatuurverschil dat wordt gemeten tussen de sonde die ondergedompeld zit in de zonnestroomstof aan de uitgang van de warmste collector en de temperatuursonde die onderaan in het opslagvat zit.
- De circulatiepomp van het verwarmingscircuit wordt aangestuurd door het verschil tussen de ingestelde temperatuur die werd vastgelegd door de installateur en de temperatuur van het water in het bovenste deel van het opslagvat.
- De circulatie van 'dood water' tussen het opslagvat en het afgiftesysteem wordt aangestuurd door een driewegkraan, afhankelijk van het verschil tussen de temperatuur van de buitenlucht en de binnentemperatuur die wordt geregeld door de thermostaatkranen op de verwarmingselementen.
- Het 'dood water' dat terugstroomt van het circuit van de radiatoren naar het opslagvat wordt aangestuurd door een driewegkraan, afhankelijk van het temperatuurverschil tussen het water aan de retour van het afgiftecircuit en het onderste deel van het opslagvat.

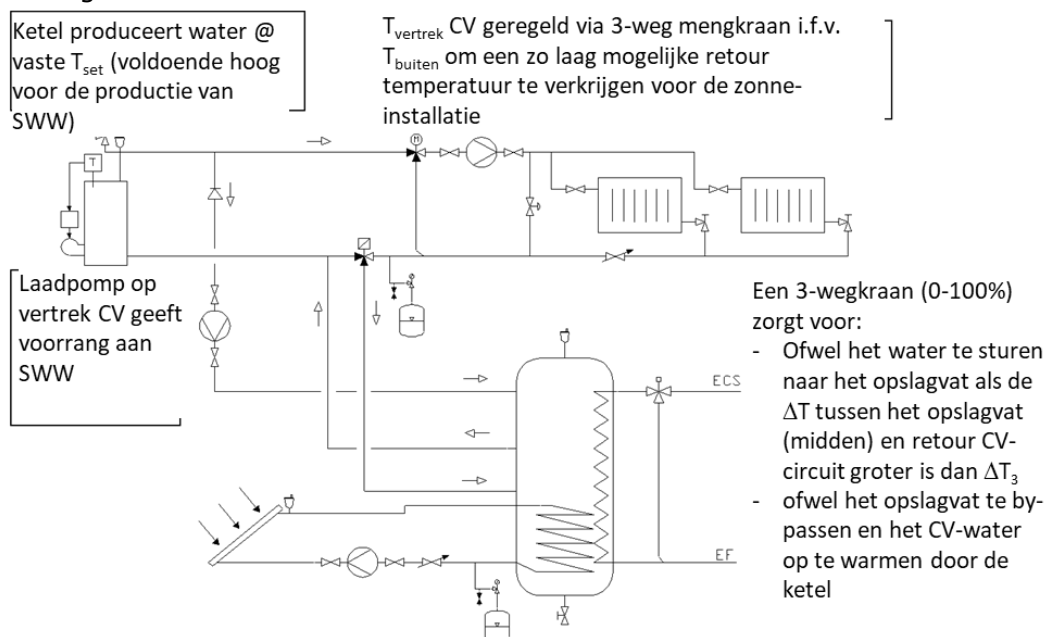
Regeling



Mod. 1. Onderwerp 11. Combizonneboiler met serieaansluiting

Bij deze configuratie gebeurt de opslag in een opslagvat voorzien van een warmtewisselaar voor de productie van sanitair warm water

Werking:



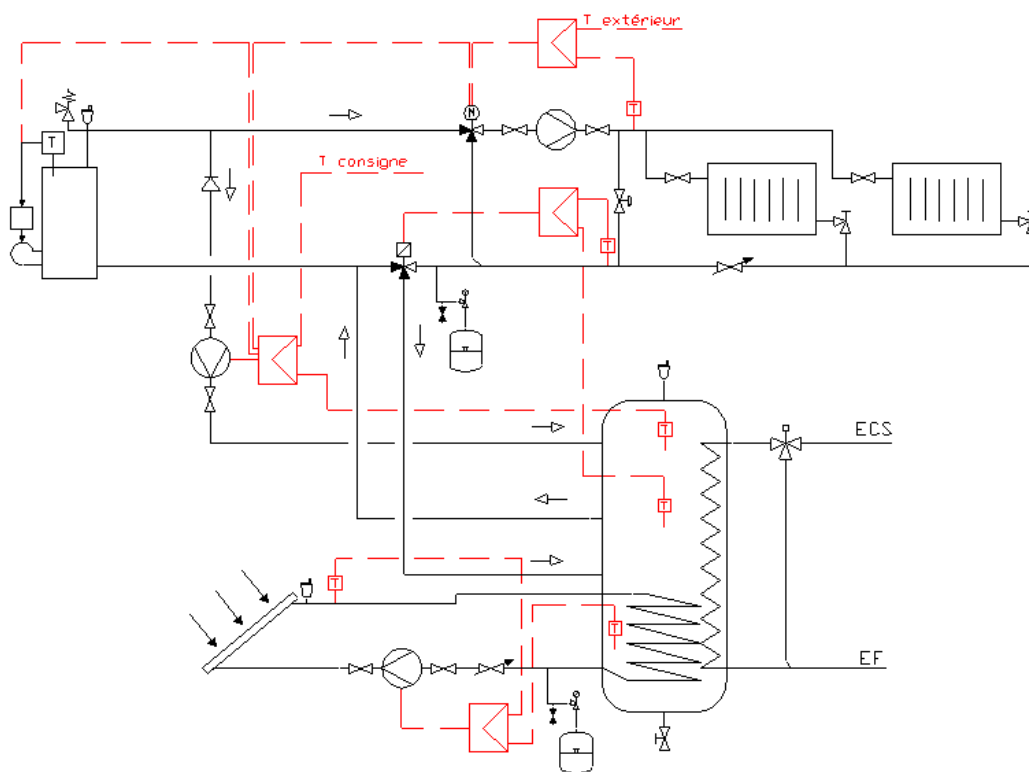
- Werking van de zonnepomp als de ΔT tussen uitgang collectoren en onderkant opslagvat groter is dan ΔT_1
- Uitschakelen zonnepomp als deze ΔT kleiner wordt dan ΔT_2 of als het opslagvat de maximale temperatuur bereikt

Bij dit soort configuratie wordt de regeling ingesteld volgens vier temperatuurverschillen, zoals in het rood aangegeven in het onderstaande schema:

- De circulatiepomp van het zonniesysteem wordt aangestuurd door het temperatuurverschil dat wordt gemeten tussen de sonde die ondergedompeld zit in de zonnenvloeistof aan de uitgang van de warmste collector en de temperatuursonde die onderaan in het opslagvat zit.

- De aanvoertemperatuur van het afgiftecircuit wordt geregeld via een driewegkraan (mengmontage), volgens het temperatuurverschil tussen de buitenlucht en de binnentemperatuur die wordt geregeld door de thermostaatkranen op de verwarmingselementen. Zo verzekert men een zo koud mogelijke retour naar het opslagvat (opslag van zonne-energie).
- Via een bypassklep gepositioneerd op de retourleiding van afgiftecircuit naar de verwarmingsketel kan het water naar het opslagvat teruggevoerd worden als het verschil tussen de temperatuur in de middelste zone van het vat en de temperatuur van het terugstromende water voldoende groot is. Als het temperatuurverschil tussen de retourleiding van de radiatoren en de middelste zone van het vat minder bedraagt dan deze ΔT , zorgt de driewegkraan ervoor dat het buffervat vermeden wordt en het water rechtstreeks naar de verwarmingsketel wordt gestuurd, zodat het rendement van de zonne-energieproductie niet wordt aangetast.
- De aanvoerpomp op de aanvoerleiding van het verwarmingscircuit stuurt het warm water dat werd geproduceerd door de verwarmingsketel prioritair naar het bovenste deel van het opslagvat. Op die manier beschikt men snel over sanitair warm water met de gewenste temperatuur.
- De brander van de verwarmingsketel wordt bediend via de regeling, afhankelijk van het verschil tussen de temperatuur van de buitenlucht en de binnentemperatuur die wordt geregeld door de thermostaatkranen op de verwarmingselementen.

Regeling:

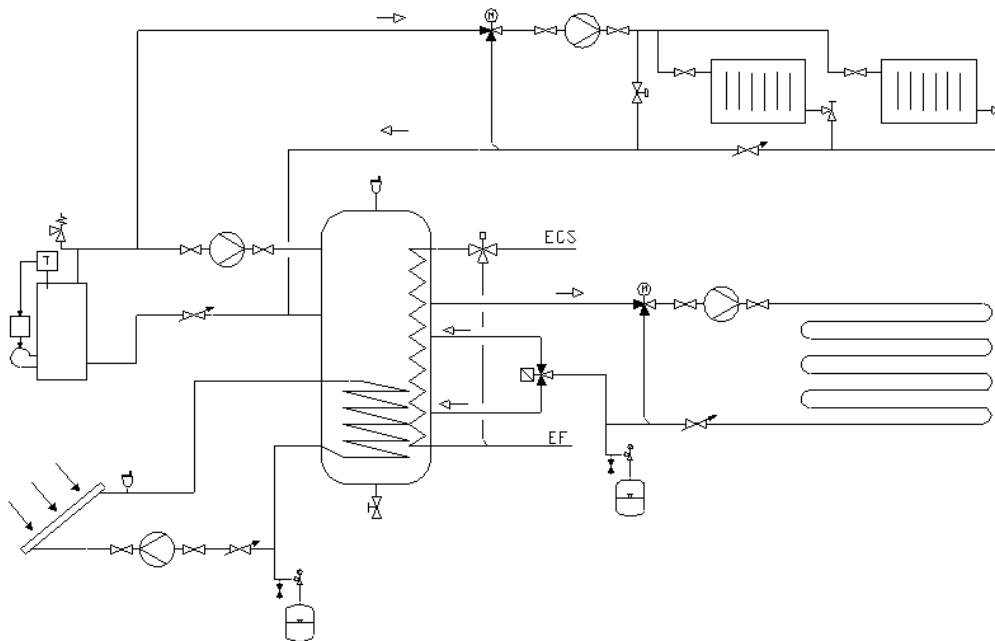


Mod. 1. Onderwerp 12. Combizonneboiler met gemengde aansluiting en twee CV-circuits

Bij deze configuratie gebeurt de opslag in een opslagvat voorzien van een warmtewisselaar voor de productie van sanitair warm water.

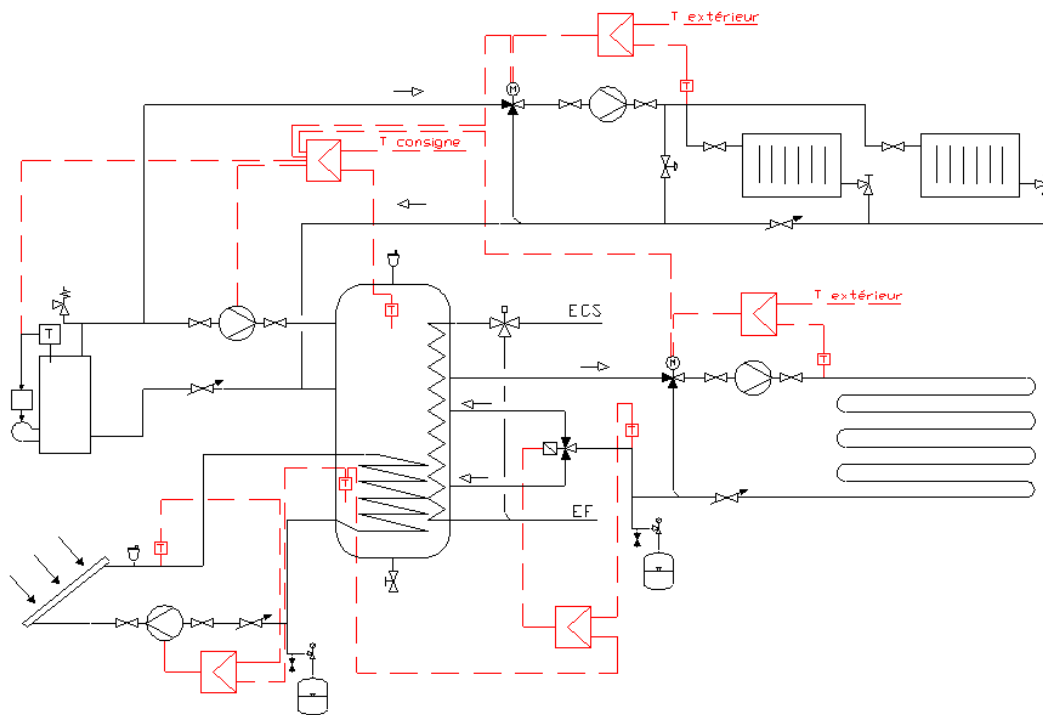
Deze montage is geschikt voor installaties met twee afzonderlijke verwarmingszones, met andere woorden: er is sprake van twee circuits voor warmteafgifte met verschillende afgiftecircuits die werken bij (lage) retourtemperaturen die dicht bij elkaar liggen, bv. een vloerverwarming en lage-temperatuurradiatoren, zoals weergegeven in het onderstaande schema

Werking:



- De circulatiepomp van het zonniesysteem wordt aangestuurd door het temperatuurverschil dat wordt gemeten tussen de sonde die ondergedompeld zit in de zonnenvloeistof aan de uitgang van de warmste collector en de temperatuursonde die onderaan in het opslagvat zit.
- De circulatiepomp van het verwarmingscircuit wordt aangestuurd door het verschil tussen de ingestelde temperatuur die werd vastgelegd door de installateur en de temperatuur van het water in het bovenste deel van het opslagvat.
- De circulatie van 'dood water' tussen het opslagvat en de twee soorten afgiftesystemen wordt aangestuurd door twee driewegkranen, afhankelijk van het verschil tussen de temperatuur van de buitenlucht en de binnentemperatuur die wordt geregeld door de thermostaatkranen op de radiatoren, alsook de aanvoertemperatuur van de vloerverwarming.
- Het 'dood water' dat terugstroomt van het afgiftecircuit naar het opslagvat wordt aangestuurd door een driewegkraan, hetzij naar het onderste deel van het vat, hetzij naar de middelste zone, afhankelijk van het temperatuurverschil tussen de retourleiding van het afgiftecircuit en het onderste deel van het opslagvat.

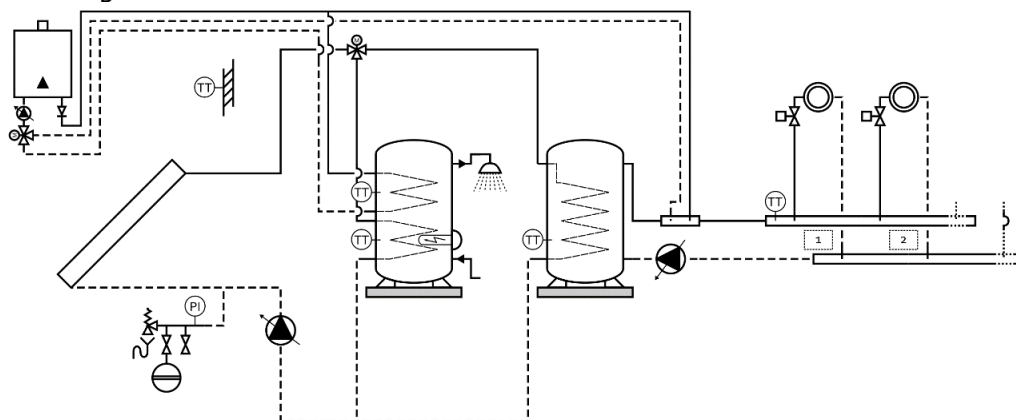
Regeling:



Mod. 1. Onderwerp 13. Combizonneboiler met shunt aansluiting van de naverwarming

Moderne naverwarmingsketels zijn goed moduleerbaar en kunnen vaak met minimale debieten werken. Dit betekent dat een 'shunt'-aansluiting, zoals die ook toegepast wordt bij koppeling van WKK's of warmtepompen met ketels, ook hier kan toegepast worden. Het onderstaande schema geeft een voorbeeld van dit type aansluiting.

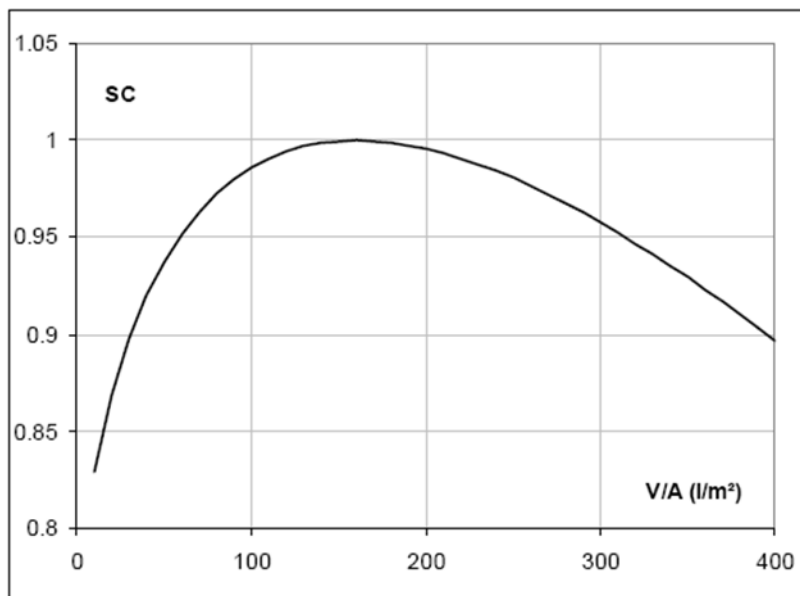
Werking:



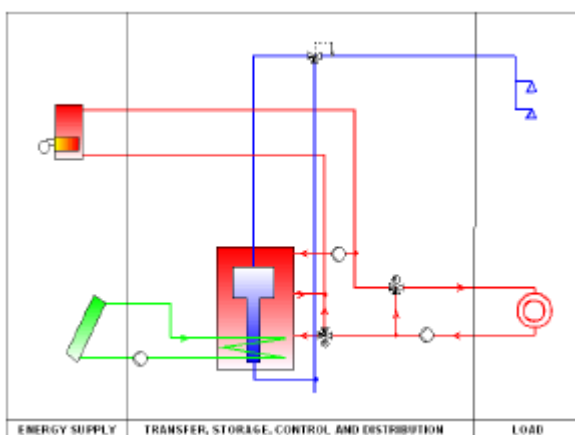
Mod. 1. Onderwerp 14. Dimensionering van het zonneboilervolume

De omvang van de opslag wordt, naargelang van het type opslagvat, ruwweg en erg benaderend geschat op:

- 50 tot 150 l warmteopslag per m² collectoren bij systemen met een watervoorraadvat;
- 400 l (constant volume) bij directe opslag in een vloerplaat.



Mod. 1. Onderwerp 15. Pendelen van de nageschakelde naverwarming bij tank in tank systeem



- Gasketel bypasst de zonnebuffer
- Bij lage CV-belasting, vaak onder minimum van gasketel
- Pendelgedrag van de ketel (zeker in tussenseizoen)

'Tank in tank'-systemen: de bijverwarming wordt slechts aangesproken wanneer het debiet in de retourleiding van de verwarming stijgt.

Tijdens de verwarmingsperiodes van het gebouw functioneert de bijkomende verwarmingsketel als een conventioneel verwarmingssysteem, zonder enige mogelijkheid om warmte in het opslagvat op te slaan.

Bijgevolg is het belangrijk dat men een verwarmingsketel kiest die zo efficiënt mogelijk is bij gedeeltelijke belasting, want een dergelijke ketel zal het grootste deel van het jaar niet bij volledige belasting werken. Het nominaal vermogen van deze ketel moet dan ook niet overgedimensioneerd zijn.

Heel vaak ligt het minimumvermogen van de verwarmingsketel in de buurt van de maximale warmtebelasting van het gebouw; bijgevolg werkt de ketel nooit constant en efficiënt, maar eerder volgens een aan/uit-modus die weinig efficiënt is.

Bij dit soort configuratie moet de temperatuur van het water in de verwarmingsketel ook worden gecontroleerd, met behulp van een externe temperatuursonde. Als de verwarmingsketel in werking is, staat hij in principe in voor de temperatuur van het water dat door het systeem stroomt en moet de mengkraan volledig geopend zijn. Hierdoor daalt de temperatuur van de verwarmingsketel en verminderen derhalve ook zijn thermische verliezen.

Vaak is vastgesteld dat de temperatuursonde die het SWW-volume in het kleine binnenopslagvat controleert, te dicht bij het extra warmwatervolume voor de verwarming werd geplaatst, waardoor deze sonde sterk beïnvloed wordt door de temperatuur van het verwarmingswater dat in het opslagvat circuleert. Hierdoor gaat de verwarmingsketel op hoge temperatuur werken (bij de modus SWW-productie), wat de condensatie beperkt of verhindert en de doeltreffendheid van het bijverwarmingssysteem vermindert.

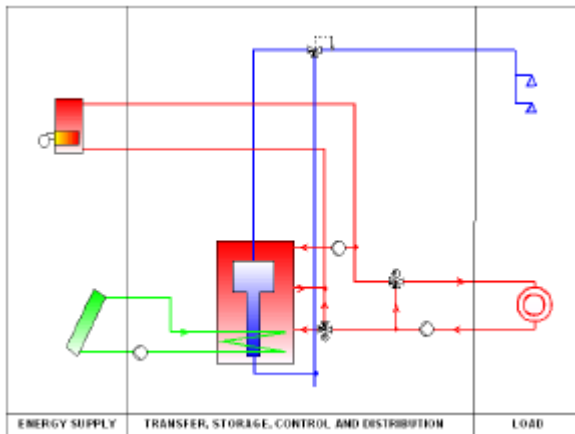
Om dit fenomeen te vermijden, zou de temperatuursonde minstens 20 (en zelfs 30) cm boven de aanvoer van de warmwaterleiding afkomstig van de verwarmingsketel moeten worden geplaatst. Aangezien het aanvullend volume sanitair warm water doorgaans 200 tot 300 liter bedraagt, is het interessant om in de regeling bepaalde tijdsbestekken te programmeren waarin de verwarmingsketel in de modus "SWW" werkt (bv. 1 uur 's morgens en 1 uur aan het eind van de namiddag, volgens het afnameprofiel van de bewoners, zoals bij de conventionele systemen voor warmwaterproductie).

Mod. 1. Onderwerp 16. Plaatsing temperatuursonde SWW bij tank-in-tank systeem en nageschakelde naverwarming

We stellen ook bij deze configuratie vast dat de temperatuursonde die het SWW-volume controleert vaak te dicht bij het bijverwarmingswatervolume wordt geplaatst, waardoor ze dus sterk wordt beïnvloed door de circulatie van het verwarmingswater, waardoor de verwarmingsketel meestal werkt op de temperatuur voor de productie van sanitair warm water. Dat verstoort het condensatieproces sterk en doet het productierendement van de verwarmingsketel naar beneden sterk dalen.

De temperatuursonde moet op minstens 20 of zelfs 30 cm van de aanvoer van de warmwaterleiding van de verwarmingsketel worden geplaatst om dergelijke effecten te vermijden. Aangezien het aanvullend volume sanitair warm water doorgaans 200

tot 300 liter bedraagt, is het interessant om in de regeling bepaalde tijdsbestekken te programmeren waarin de verwarmingsketel in de modus "SWW" werkt (bv. 1 uur 's morgens en 1 uur aan het eind van de namiddag, volgens het afnameprofiel van de bewoners).



- temperatuursonde die het SWW-volume in het kleine binnenopslagvat controleert, te dicht bij het extra warmwatervolume voor de verwarming
- deze sonde sterk beïnvloed wordt door de temperatuur van het verwarmingswater dat in het opslagvat circuleert
- de verwarmingsketel gaat op hoge temperatuur werken (bij de modus SWW-productie), wat de condensatie beperkt of verhindert (rendement daalt).
- Zeker bij warmtepompen als naverwarming geldt dit.

Mod. 1. Onderwerp 17. Naverwarming regelen bij in-tank naverwarming

Een interessante oplossing in het geval van bijverwarmingscircuits van het type 2, waarbij het zonnecircuit gecombineerd wordt met een condensatieketel op gas, bestaat erin het bijkomend SWW-volume op te warmen tot een temperatuur van 50°C (max. 55°C), los van de omgevingstemperatuur.

In deze situatie wordt het sanitair warmwatervolume permanent op temperatuur gehouden en dankzij het debiet van de circulatiepomp rond het binnenopslagvat of van de ondergedompelde SWW-warmtewisselaar wanneer de verwarmingsketel in bedrijf is, neemt de warmteoverdracht die noodzakelijk is voor de productie van sanitair warm water zodanig toe dat zelfs de grootste vraag naar sanitair warm water kan worden gedekt.

Het voordeel van deze strategie is dat de verwarmingsketel niet doorlopend overschakelt tussen productie van sanitair warm water en verwarming, maar daarentegen constant in een van beide modi werkt, met een constante circulatietemperatuur die laag genoeg is (in combinatie met de geringere retourtemperatuur) om condensatie toe te laten, en hoog genoeg is om een toereikende temperatuur van het sanitair warm water te halen.

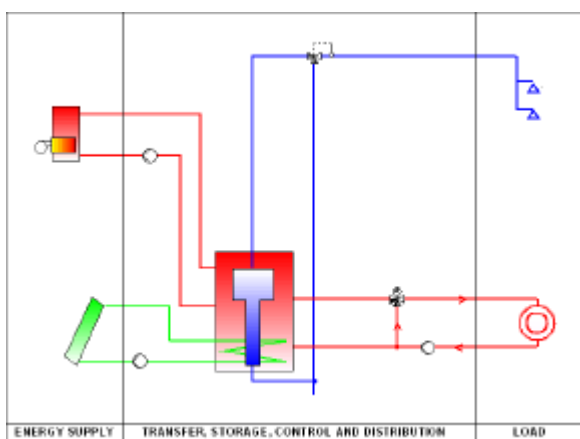
Daarenboven is het mogelijk om het debiet van de verwarmingsketel aan te passen in functie van het maximaal vermogen dat nodig is voor de verwarming van het

gebouw, waardoor de verwarmingsketel verplicht is om minstens tot dit vermogen te moduleren.

Bij een piek in de vraag naar sanitair warm water daalt de retourtemperatuur in de verwarmingsketel en verhoogt de verwarmingsketel op aardgas automatisch zijn vermogen, om de ingestelde temperatuur te bereiken.

Aangezien bij een gecombineerd zonnensysteem altijd een mengkraan vereist is om de temperatuur van het water van het verwarmingscircuit te regelen, hoeft de verwarmingsketel daar niet voor in te staan, zoals het geval is bij een conventioneel verwarmingssysteem.

Het hydraulisch circuit van de verwarmingsketel met de externe plaatwarmtewisselaars van het sanitair warm water onder een temperatuur van 55°C houden, kan problemen geven indien de vereiste temperatuur bij een piek in de vraag naar sanitair warm water hoger ligt dan 48°C.



Goede strategie:

- bijkomend SWW-volume op warmen tot een temperatuur van 50 °C (max. 55 °C), los van de omgevingstemperatuur
- Zodoende altijd condensatie gegarandeerd én voldoende warmteoverdracht voor SWW-productie
- Afgiftesysteem moet wel op 50-55°C max. kunnen werken.

Mod. 1. Onderwerp 18. Naverwarmingsvolume regelen bij gasketels

In principe maken we hiervoor een onderscheid tussen twee soorten verwarmingsketels:

- ketels die ontworpen zijn om hun bedrijfstemperatuur te regelen op het ogenblik waarop de vraag naar warmte zich voordoet en binnen hetzelfde temperatuurinterval (verwarmingsketel op aardgas of stookolie, stadsverwarmingsnet, warmtepompen, elektrische verwarming ...);
- ketels die gevoed worden met biomassa (pellets, briketten, blokken brandhout) en doorgaans een minimale productietemperatuur hebben die hoger is dan de gevraagde temperatuur voor de verwarming van de lokalen en/of het sanitair warm water.

Regeling van de meeste verwarmingsketels: de mogelijkheid opgenomen om slechts één temperatuursonde te gebruiken, die doorgaans in het onderste deel van het extra volume gemonteerd is

Richttemperatuur van het extra volume typisch in op een hogere waarde dan de gevraagde temperatuur voor warm water.

Gevolg: hoge werkingstemperaturen → lager rendement

Ook: één enkele temperatuursonde en lage hysteresis → het watervolume dat effectief als buffer rond de temperatuursonde wordt gebruikt, is erg beperkt

Oplossing 1:

- temperatuursonde positioneren aan de bovenkant van het extra volume en
- de ingestelde temperatuur voor het uitvallen van de verwarmingsketel iets hoger vastleggen dan de ingestelde temperatuur voor de start van de verwarmingsketel

Oplossing 2:

- 2 temperatuursondes gebruiken, waarbij de ene wordt aangebracht aan de bovenkant en de andere aan de onderkant van het bepaalde extra volume in het opslagvat. Deze sondes kunnen elders worden aangebracht dan op de aansluitingsplaatsen van de aanvoer-/retourleiding van de verwarmingsketel.
- In dat geval kan
 - de ingestelde temperatuur voor de start van de verwarmingsketel (= T-sonde bovenaan) kan lager worden vastgelegd dan de temperatuur voor de vraag naar warmte (zodat het extra volume volledig afkoelt), en
 - de ingestelde temperatuur voor het uitschakelen van de verwarmingsketel (= T-sonde onderaan) kan iets hoger worden vastgelegd dan de retourtemperatuur voor de verwarming van de lokalen om zo te garanderen dat de retourtemperatuur naar de verwarmingsketel eerder laag blijft tot deze uitschakelt (om de condensatie te bevorderen tot het eind van het proces)

Mod. 1. Onderwerp 19. Naverwarmingsvolume regelen bij biomassaketels

In principe maken we hiervoor een onderscheid tussen twee soorten verwarmingsketels:

- ketels die ontworpen zijn om hun bedrijfstemperatuur te regelen op het ogenblik waarop de vraag naar warmte zich voordoet en binnen hetzelfde temperatuurinterval (verwarmingsketel op aardgas of stookolie, stadsverwarmingsnet, warmtepompen, elektrische verwarming ...);
- ketels die gevoed worden met biomassa (pellets, briketten, blokken brandhout) en doorgaans een minimale productietemperatuur hebben die hoger is dan de gevraagde temperatuur voor de verwarming van de lokalen en/of het sanitair warm water.

De hysteresis van de interne regeling is doorgaans redelijk hoog (10 °C of meer),

De parameters kunnen makkelijker worden ingesteld wanneer de temperatuursonde aan de bovenkant van het extra volume is gepositioneerd