

**kenteq**

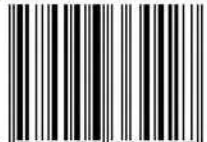
# Verwarmingstechniek 8

978 90 5636 442 7



**verdiep | verbreed | verander**

ISBN 978-90-5636-442-7



9 789056 364427 >



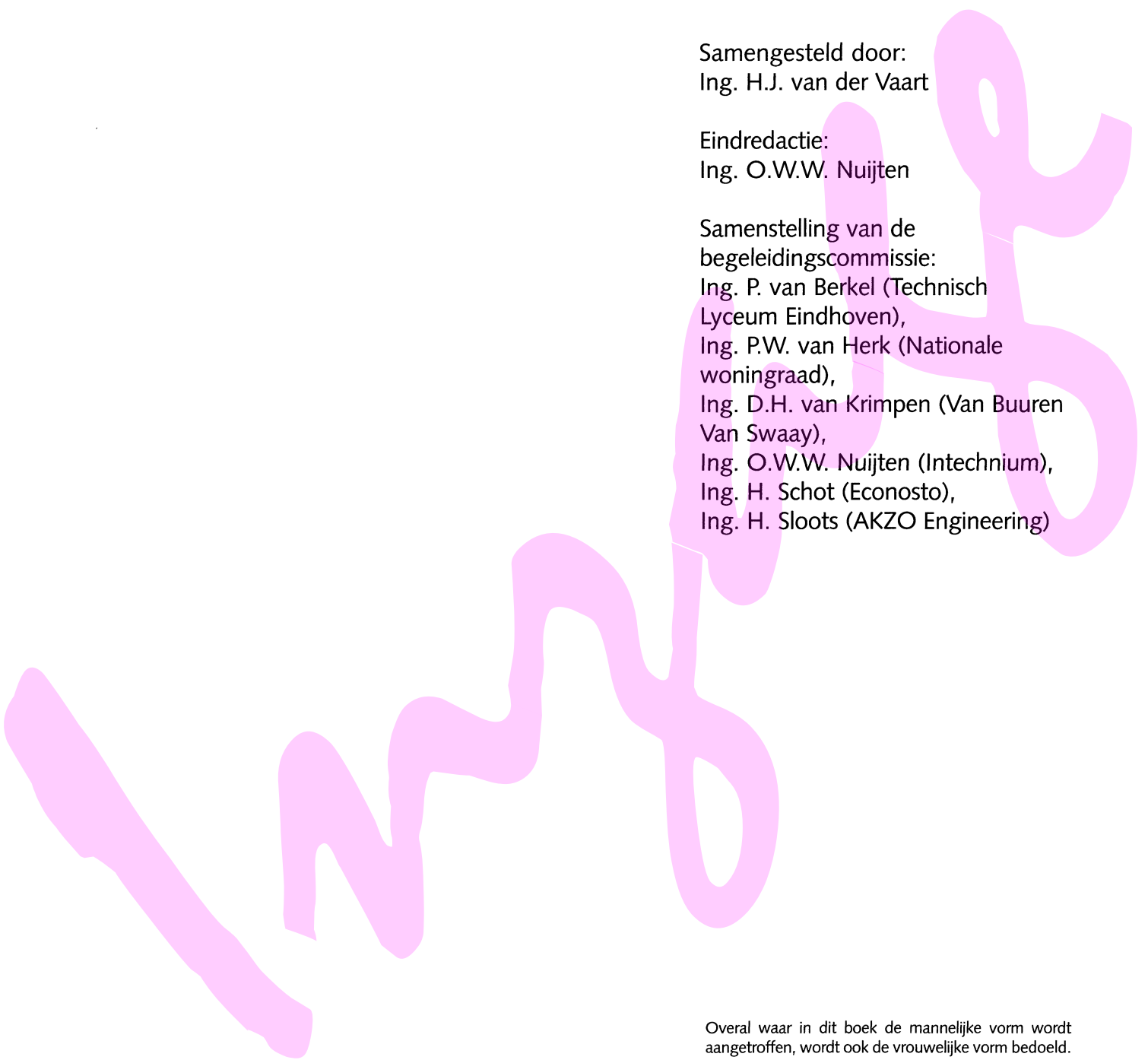
verder in technisch vakmanschap



# Verwarmingstechniek 8

Stoom-, heetwater- en  
thermische vloeistof-installaties





Samengesteld door:  
Ing. H.J. van der Vaart

Eindredactie:  
Ing. O.W.W. Nuijten

Samenstelling van de  
begeleidingscommissie:  
Ing. P. van Berkel (Technisch  
Lyceum Eindhoven),  
Ing. P.W. van Herk (Nationale  
woningraad),  
Ing. D.H. van Krimpen (Van Buuren  
Van Swaay),  
Ing. O.W.W. Nuijten (Intechnium),  
Ing. H. Schot (Econosto),  
Ing. H. Sloots (AKZO Engineering)

Overal waar in dit boek de mannelijke vorm wordt  
aangetroffen, wordt ook de vrouwelijke vorm bedoeld.

© Kenteq

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd  
en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-  
kopie, microfilm of op andere wijze ook, zonder voor-  
afgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

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

## INHOUD

1	SYMBOLENLIJST	5
2	LITERATUURLIJST	7
3	INLEIDING	9
4	ALGEMEEN	11
4.1	Overzicht van verwarmingsmedia	11
4.2	Eigenschappen en toepassingen van de verschillende verwarmingsmedia	11
4.3	Warmte-opwekking	12
4.4	Omzetting van warmte	12
4.5	Transport van warmte	12
5	STOOM	13
5.1	De stoominstallatie	13
5.2	Voedingwater	16
5.3	Stoomproductie	16
5.4	Leidingaanleg	18
5.5	Het in bedrijf nemen van de stoominstallatie	27
5.6	Dimensioneren van stoomleidingen	28
5.7	Reduceerstations	32
5.8	Warmtewisselaars	35
5.9	Condenspotten	47
5.10	Ontluchting	52
6	CONDENSAATSYSTEEM	55
6.1	Druk in het condensaatnet	55
6.2	Condensaat-afvoersystemen	56
6.3	Dimensioneren van condensaatleidingen	61
6.4	Condensaatbehandeling	64
6.5	Benutting van de restwarmte	65
7	HEETWATER	71
7.1	Algemeen	71
7.2	Productie	75
7.3	Warmte-opslag	77
7.4	Handhaving van de druk	78
7.5	Leidingaanleg	80
7.6	Dimensionering van koudwaterleidingen	87
7.7	Onderstations	91
8	THERMISCHE VLOEISTOF	101
8.1	Algemeen	101
8.2	De thermische vloeistof-installatie	102
8.3	Vloeistofverlies en milieu	109
8.4	Maatregelen tegen verandering van samenstelling van de thermische vloeistof (ontleden)	111
8.5	Corrosie en materiaalkeuze	111
8.6	Principe van de regeling	112



<b>9</b>	<b>VOORSCHRIFTEN EN VEILIGHEID</b>	<b>113</b>
9.1	Algemeen	113
9.2	Stoom	114
9.3	Heetwater	120
9.4	Thermische vloeistoffen	122
<b>10</b>	<b>OEFENVRAAGSTUKKEN</b>	<b>125</b>
<b>11</b>	<b>BIJLAGEN</b>	<b>129</b>
11.1	Stoomtabel	129
11.2	Indeling van cv-ketels volgens de stoomwet	130
11.3	Vereiste aantal veiligheidskleppen	131





# 1 SYMBOLENLIJST

Symbol	Betekenis	Eenheid
$A$	oppervlakte	$m^2$
$c$	soortelijke warmte	J/kg
$d$	binnenmiddellijn, dikte	m
$D$	buitenmiddellijn	m
$DN$	nominale binnenmiddellijn	mm
$f$	correctiefactor voor luchtsnelheid	–
$g$	sterkte van het zwaarteveld	N/kg
$h'$	soortelijke enthalpie (warmte-inhoud) van water	J/kg
$h''$	soortelijke enthalpie (warmte-inhoud) van verzadigde stoom	J/kg
$U$	warmtedoorgangscoefficiënt	$W/(m^2.K)$
$l$	lengte	m
$m$	massa	kg
$p$	absolute druk	bar (Pa)
$p_o$	overdruk (effectieve druk)	bar (Pa)
$\Delta p_w$	drukverlies (weerstand)	Pa
$P$	vermogen	W
$q_m$	massastroom	kg/s
$q_v$	volumestroom	$m^3/s$
$r$	verdampingswarmte	J/kg
$R$	drukverlies per meter	Pa/m
$t$	tijd	s
$T$	temperatuur	$^{\circ}C$
$T_m$	gemiddelde temperatuur	$^{\circ}C$
$T_p$	temperatuur primair	$^{\circ}C$
$T_s$	temperatuur secundair	$^{\circ}C$
$T_{sat}$	verzadigingstemperatuur	$^{\circ}C$
$\Delta T_m$	gemiddelde temperatuurverschil tussen primair en secundair medium	K
$v$	snelheid	m/s
$v'$	soortelijk volume van water	$m^3/kg$
$v''$	soortelijk volume van verzadigde stoom	$m^3/kg$
$V$	volume	$m^3$
$VO$	verwarmd oppervlak	$m^2$
$Z$	drukverlies t.g.v. plaatselijke weerstanden	Pa
$\zeta$	factor voor plaatselijke weerstanden	–
$\rho'$	soortelijke massa van water	$kg/m^3$
$\rho''$	soortelijke massa van verzadigde stoom	$kg/m^3$
$\Phi$	warmtestroom/warmteverlies	W



---

## 2 LITERATUURLIJST

1. Cursus Stoom- en Condensaattechniek, Spirax Sarco, vertaling en bewerking door Econosto, 1988
2. Basic Steam Engineering Guidelines, Spirax Sarco, Cheltenham U.K., 1989
3. Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik, Recknagel-Sprenger-Hönmann, R. Oldenburg, München/Wien, 1992-1993
4. Handboek Technische Informatie, Klima-Eindhoven, 1992
5. Wärmeträger Technik, Walter Wagner
6. VDI - Wärme Atlas
7. Artikelen van de heren Ferwerda en van Schaik, Verwarming en Ventilatie, 1963 en 1964.



### 3 INLEIDING

Stoom, heetwater en thermische vloeistoffen zijn naast warmwater de meest toegepaste media voor warmtetransport.

Het betreft warmte die nodig is voor zowel individuele als collectieve ruimteverwarming, warmtapwatervoorziening en diverse industriële processen.

Elk medium heeft zijn eigen specifieke toepassingsmogelijkheden en deze zullen, dan ook uitgebreid aan de orde komen.

Het doel van dit leerstofblok is de verwarmingstechnicus richtlijnen te geven voor het ontwerpen en construeren van verwarmingsinstallaties, die werken met de bovengenoemde media. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de cursist uitgebreid op de hoogte is van de richtlijnen voor het ontwerpen van verwarmingsinstallaties met warmwater als transportmedium.

Na bestudering van het leerstofvlak dient de cursist in staat te zijn om voor de media stoom (en condensaat), heetwater en thermische vloeistoffen

- de eigenschappen en toepassingen te noemen;
- de opwekking, omzetting en transport van warmte te beschrijven;
- de leidingloop en leidingaanleg te beschrijven;
- de leidingen te dimensioneren;
- de technisch aspecten te verklaren bij het in bedrijf stellen en houden van de betreffende installaties;
- de veiligheids- en milieu-aspecten te beschrijven;
- de veiligheidsvoorschriften te hanteren.



## 4 ALGEMEEN

### 4.1 Overzicht van verwarmingsmedia

In de verwarmingstechniek komen naast elektriciteit, hete lucht en de diverse kou-demiddelen, de volgende transportmedia van warmte voor:

- warmwater;
- heetwater;
- stoom (hoge druk- en lage drukstoom)
- thermische vloeistoffen.

### 4.2 Eigenschappen en toepassingen van de verschillende verwarmingsmedia

#### *Warmwater*

Warmwater heeft in het algemeen een temperatuur lager dan 100°C. De meest bekende toepassing is warmwater voor cv-installaties in woningen en gebouwen.

#### *Heetwater*

Heetwater heeft in het algemeen een temperatuur die gelijk is aan of lager dan de volgens de stoomtabel erop uitgeoefende druk. Men spreekt van heetwater als de temperatuur hoger is dan 100°C, met een maximum van 180° à 200°C.

Toepassing van heetwater ligt vooral in de stadsverwarming, verwarming van sommige industriële processen en in het algemeen daar waar warmte over grotere afstanden moet worden getransporteerd.

#### *Stoom*

In de verwarmingstechniek wordt gebruik gemaakt van verzadigde stoom. Verzadigde stoom heeft een druk, die gelijk is aan de maximum dampspanning van water, bij een temperatuur gelijk aan die van de stoom. Wanneer een installatie bijvoorbeeld werkt met verzadigde stoom onder een overdruk van 10 bar dan is de stoomtemperatuur 184°C (zie de stoomtabel in bijlage 11.1).

Stoom kan volgens de grenzen genoemd in de Stoomwet en het Stoombesluit worden onderverdeeld in LD-stoom (lage druk-stoom) en HD-stoom (hoge druk-stoom). LD-stoom heeft een overdruk tot maximaal 0,5 bar, terwijl de druk van HD-stoom ligt tussen 0,5 en 16 bar.

#### *Opmerking:*

In andere industrieën dan de verwarmingsindustrie liggen deze grenzen in het spraakgebruik op een ander niveau.

LD-stoominstallaties zijn volgens het Drukvatenbesluit vrij van een akte van vergunning.

LD-stoom wordt voornamelijk toegepast voor:

- keukens en wasserijen van instellingen;
- sommige industriële processen;
- voor indirecte verwarming van tapwater;
- bevochtiging van lucht;
- in steeds mindere mate voor centrale verwarming.