

# Ervaringen met het bepalen van het vermogen van radiatoren en convertoren volgens NEN 5065

**Citation for published version (APA):**

Laurense, J. T. M. (1986). Ervaringen met het bepalen van het vermogen van radiatoren en convertoren volgens NEN 5065. *Klimaatbeheersing*, 15(10), 359-362.

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 01/01/1986

**Document Version:**

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

**Please check the document version of this publication:**

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

**General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.tue.nl/taverne](http://www.tue.nl/taverne)

**Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

# Ervaringen met het bepalen van het vermogen van radiatoren en convectoren volgens NEN 5065

Ing. J. T. M. Laurens\*

## Inleiding

In eerste instantie is de testopstelling volgens NEN 5065 bedoeld om vast te stellen wat het normvermogen van verwarmingslichamen is. De te hanteren meetmethode en de meetprocedure staat volledig beschreven in de norm.

Wat zijn nu de gebruiksmogelijkheden van en de ervaringen met een dergelijke installatie, gezien door de ogen van een onderzoeker. Zoals gezegd is deze testopstelling opgezet om standaardmeetprocedures te doen.

In tweede instantie (en dat is voor de onderzoeker veel uitdagender) kan men grensverleggend onderzoek doen en produktontwikkeling opzetten op basis van warmte- en stromingstechnische inzichten. Een voorbeeld kan duidelijk maken wat daarmee wordt bedoeld. Elk verwarmingslichaam geeft zijn warmte af door straling en door convectie. Welk percentage straling en welk percentage convectie van het totale vermogen is afhankelijk van het apparaat en dus afhankelijk van het doel dat men met het apparaat voor ogen heeft.

Het doel kan niet alleen het afgeven van een specifiek vermogen zijn. Er dient ook te worden nagegaan op welke manier dit gebeurt, zowel op kwalitatief als op kwantitatief gebied.

Inzichten in stralingspercentages of convectie-aandeel, verplaatste luchthoeveelheden, gekoppeld aan uitlaatluchttemperaturen, kortom circulatievoud, zijn zaken die energetisch en comforttechnische gevolgen kunnen hebben.

Al deze zaken kunnen onderdeel uitmaken van een onderzoekprogramma dat in de testopstelling NEN 5065 kan worden uitgevoerd. Bij het meten aan convectoren en radiatoren kunnen we onderscheid maken tussen ervaringen bij het meten volgens afgesproken procedures, maar ook inzichten verkregen door contractresearch in opdracht van fabrikanten die hun produkten hebben geoptimaliseerd.

Uit de literatuurstudie en aanvullend onderzoek t.b.v. de nu verschenen ISSO 1 publikatie is komen vast te staan dat er in de afgelopen 10 jaar erg veel gedaan is om ons warmte- en stromingstechnische inzicht t.a.v. onze verwarmingslichamen uit te breiden.

Diverse gedegen promotieonderzoeken op het gebied van radiatoren en convectoren (Klan, Caspary, Schlapmann, Hesslinger e.a.) [1, 2, 3, 4] hebben geleid tot nieuwe ontwerperegels voor optimale produkten.

## Samenvatting

Om een centraal verwarmingssysteem optimaal te ontwerpen is het nodig om over *alle* relevante gegevens te beschikken. Minimaal noodzakelijk zijn: de karakteristieke relatie, de normhoeveelheid en de weerstandwaarde van het verwarmingselement.

De ontwerper is in de ontwerpfase, met als noodzakelijke gereedschappen o.a. een goede catalogus, de ISSO 1 publicatie en beschikbare programmatuur, in staat één systeem

te berekenen dat niet overgedimensioneerd hoeft te zijn en dat qua comfort voldoet aan de eisen van deze tijd.

## Ervaringen

Uit eerder verschenen publicaties [5,6,7,8] heeft U kunnen lezen dat er reeksen metingen zijn uitgevoerd aan convectoren in wand- en in putopstelling naast metingen aan radiatoren van diverse typen en afmetingen. Al gauw bleek bij

de bepaling van de karakteristieken (het verloop van het afgegeven vermogen t.o.v. de overtemperatuur) dat het ene produkt een steil verloop en dat het andere produkt een beduidend minder steile karakteristiek kende (Figuur 1). De gemeten karakteristieken zijn om te zetten in een formule waarbij de constante 'C' en de macht 'n' specifiek zijn voor een type produkt.

De verkregen relatie  $Q = C \Delta\theta^n$

Waarin Q = afgegeven vermogen in Watt.

$\Delta\theta$  = overtemperatuur in grd C.

C = constante

n = tangens hellingshoek v.d. karakteristiek

geven dus wisselende waarden van de macht 'n'.

Gebruikelijk is het om de waarde  $n = 1.3$  te hanteren en dit voor het gehele produktenscala.

Door dit te doen is de kans op afwijkingen t.o.v. het werkelijke afgegeven vermogen groot.

Beter is de produktenreeks, met als enige variabele de lengte, te voorzien van een bijbehorende relatie.

Want waar is deze n-faktor in hoofdzaak van afhankelijk?

Kort gezegd is deze n-faktor afhankelijk van de totale luchtzijdige weerstand.

## Voorbeeld:

Bij radiatoren met een groot convectieaandeel zal de n-faktor in het tweede cijfer achter de komma variëren afhankelijk van de radiatorhoogte (van 1.25 tot 1.40).

Vooraf bij convectoren is duidelijk aantoonbaar welke invloed de luchtzijdige weerstand heeft. Veel onderzoek is o.a. door de TUE verricht om deze invloedsfactoren in kaart te brengen.

Denk aan de:

- buizen met lamellen (onderlinge afstand en afmetingen);
- omkastingen (obstakels en hoogteafhankelijkheid);
- roosters (vrije doorlaat en richting van de luchtstroom);
- aansluitmogelijkheden waterzijdig;
- plaats t.o.v. de bodem en de vensterbank;
- speciale toepassingen (plaatsing in putten).

Alvorens hier nog wat nader op in te gaan wil ik de volgende stelling poneren:

*Een goed verwarmingssysteem met convectoren is, afgezien van mechanische ventilatie, te beschouwen als een indirect gestookt luchtverwarmingssysteem afgestemd op de lokale warmte behoefte.*



Ing. J. T. M. Laurens

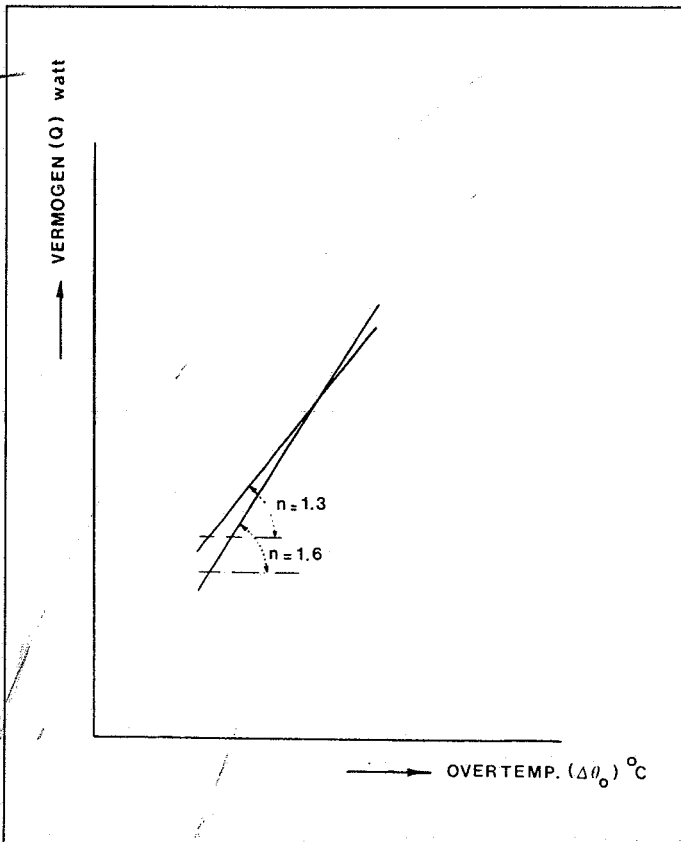
\* Technische Universiteit Eindhoven vakgroep W.O.P. faculteit Werktuigbouwkunde

Om deze stelling te onderbouwen moeten we twee typen convectoren naast elkaar zetten.

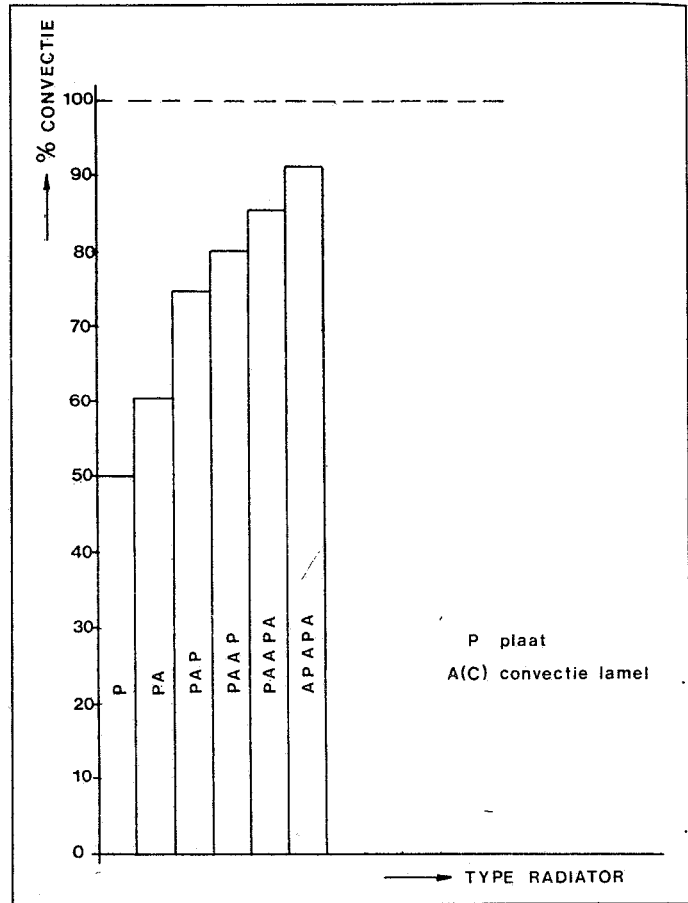
| OULD                                  | NIEUW  |
|---------------------------------------|--|
| Veel vinnen per strekkende meter buis | minder, maar optimaal                              |
| kast                                  | via stromingsonderzoek minder weerstand en         |
| rooster                               | betere snelheidsverdeling                          |
| lange verblijftijd van de lucht       | relatief korte verblijftijd van de lucht           |
| kleine hoeveelheid lucht              | grote hoeveelheid lucht (uittredesnelheid < 1 m/s) |
| T lucht hoog                          | T lucht laag                                       |
| grote T gradiënt                      | kleine T gradiënt                                  |
| n = 1.5 tot 1.6                       | n ~ 1.3  |

**Voordelen van nieuw**

- groot luchtzijdig circulatievoud (zie berekeningsvoorbeeld);
- kleine temperatuurgadiënt;
- goede verdeling in de ruimte mogelijk;
- algemeen bij convectoren: vanwege kleine waterinhoud,



**Figuur 1**



**Figuur 2 (bron: Caspary)**

en dus ook hier een hoog circulatievoud is snel in te spelen op veranderingen in de belasting. Denk aan zoninstraling en verandering van de interne warmtelast.

- beter dan voorheen te combineren met radiatoren met nagenoeg gelijke n-factoren (ook wel stooklijn genoemd).

**Nadeel t.o.v. radiatoren**

- nauwelijks of geen straling.

Nu is de stralingsbijdrage van een verwarmingselement een relatief begrip getuige de in een grafiek verwerkte gegevens van de Hr. Caspary (Figuur 2). Hieruit blijkt dat een radiator (straler) al erg snel een convectieplaat moet worden genoemd.

Opm: In Duitse proefschriften wordt voor het begrip radiator in de meeste gevallen 'Konvektionsplatte' gebruikt.

**Berekeningsvoorbeeld**

Gewenste lucht opwarming Δθ lucht ± 25°C.  
 Geschatte capaciteit verwarmingselementen bij een kamer van bijv. 8 x 4 x 2.5 m Q = 3000 W  
 Soortelijke warmte bij θ gemiddeld = 32.5°C = 1000 J/Kg K

$$\text{Massastroom } \dot{m} = \frac{3000}{1000 \times 25} = 0.12 \text{ kg/s}$$

$$\text{Dichtheid van de lucht} = 1.16 \text{ kg/m}^3$$

$$\dot{v} = \frac{0.12 \times 3600}{1.16} = 372 \text{ m}^3/\text{h}$$

Het circulatievoud is dan  $372 : 80 = 4.65$

Bij de voordelen van convectoren met lage n-factor is genoemd: Beter combinatie mogelijkheden met radiatoren. Dit heeft vooral betrekking op dat deel van de karakteristiek waar we, gemiddeld gezien, de installatie qua watertemperatuur het meest op bedrijven.

Bij nagenoeg gelijke n-factoren neemt de warmte afgifte in gelijke verhoudingen af bij lagere overtemperaturen en is bij goed ontworpen of ingeregeld systeem de gewenste kamertemperatuur gewaarborgd.

### Ontwerpen van een goed systeem of inregelen

Bij het ontwerpen van een centraal verwarmingssysteem gaat de installateur uit van gegevens die hij in de catalogi van de fabrikanten kan vinden. Deze gegevens beperken zich vaak tot de gemiddelde watertemperatuur t.o.v. de luchttemperatuur en het afgegeven vermogen.

In de meeste gevallen worden de warmteverliezen niet vermeld en in lang niet alle gevallen de drukverliezen van de verwarmingslichamen.

*Noot:*

De fabrikant gaat er vanuit dat de waterhoeveelheid is af te leiden uit het vermogen en het gewenste temperatuurverschil van het water (meestal 20°C). Deze 20°C geldt echter alleen onder dimensionerende omstandigheden:

-10°C buiten, geen zoninstraling en geen interne warmte-last.

Na het juist kiezen van de verwarmingslichamen vanuit de catalogi (correcties met ISSO 1) dient vervolgens een complete leidingnetberekening plaats te vinden om er zeker van te zijn dat de verwarmingslichamen onder de juiste condities worden bedreven. De weerstandswaarden van alle componenten moeten bekend zijn om vandaar uit een berekening te maken, met juiste volumestroomverdelingen naar de elementen toe, om vervolgens een juiste pompkeuze te doen. Dit is eigenlijk de enige manier om een optimaal werkend systeem af te leveren, want inregelen m.b.v. iteratieve handelingen is een arbeidsintensieve aangelegenheid.

### Verklaring

In een gemonteerd systeem is, zonder extra daarvoor bedoelde voorzieningen, geen volumestroommeting uit te voeren en het volume is derhalve dan ook moeilijk, verantwoord, in te stellen.

Er zijn nu twee gevallen te onderscheiden:

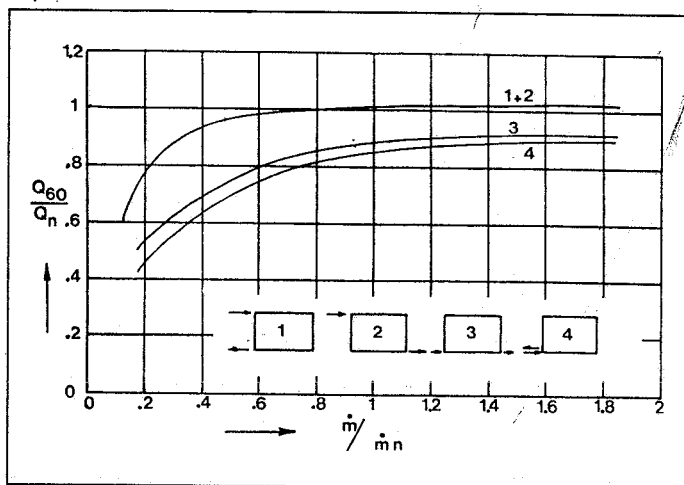
- a) alleen tabellen (oude vorm);
- b) tabellen + karakteristieken of formules (gewenste vorm).

ad a)

Alleen aanvoer- en retourtemperatuurmeting (nog afgezien van het juist meten) biedt geen zekerheid, daar de 90/70 situatie alleen bij -10°C buiten hoeft worden gehaald.

In alle andere gevallen zal de  $\Delta\theta$  water anders zijn en voor de installateur onbekend. Om op safe te spelen zal men voor een overgedimensioneerd systeem kiezen, wat onnodig duur is.

Gokt men, dan kan, getuige de onderzoeken van de Hr. Schlapmann, (figuur 3) de capaciteit fors teruglopen en komt de aansprakelijkheid van de installateur in het geding.



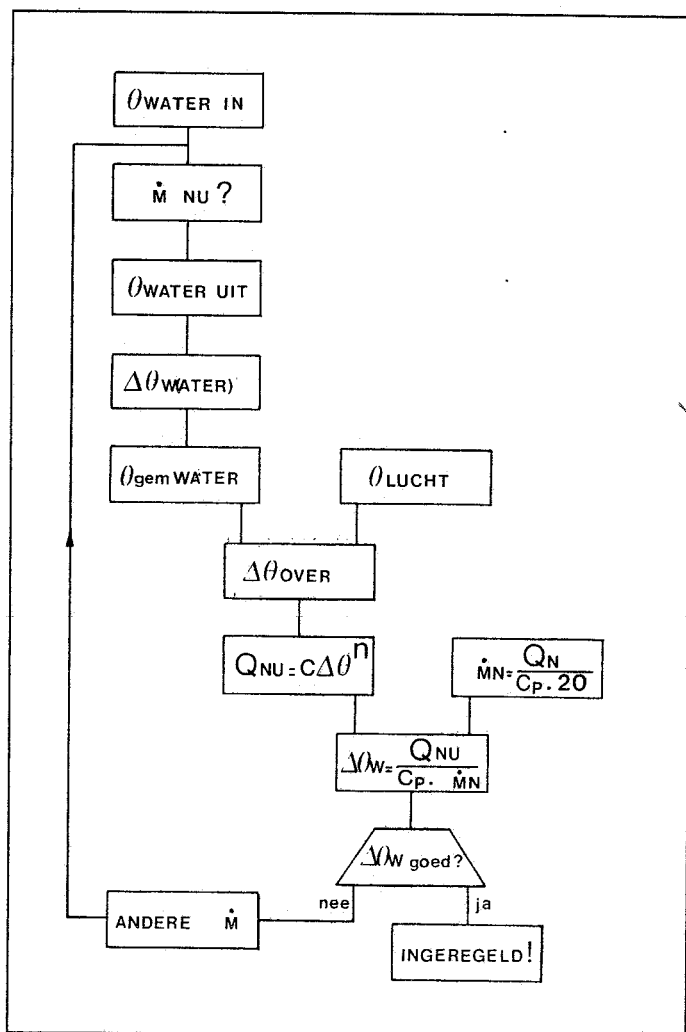
Figuur 3 (bron: Schlapmann)

ad b)

Indien de karakteristiek wel gegeven is kan bij benadering d.m.v. temperatuurmetingen:

- gemiddelde watertemperatuur  $\frac{\theta \text{ aanvoer} + \theta \text{ retour}}{2}$

- luchttemperatuur op 75 cm van de vloer en op 1.5 meter van het verwarmingslichaam.



Figuur 4: Element en formule

de heersende 'overtemperatuur' worden bepaald. Dan is de momentane capaciteit (Q) te bepalen. Gebruikmakend van de normhoeveelheid water (te berekenen uit de tabelwaarden of opgegeven door de fabrikant) is de daarbij behorende  $\Delta\theta$  water te vinden. Indien deze getalwaarde afwijkt van de ervoor gemeten waarde dient te worden gecorrigeerd. (Figuur 4) Vanwege de traagheid van het systeem zal de tijd, die met zo'n meting gemoeid is, van doorslaggevende betekenis zijn of een dergelijke procedure al dan niet wordt uitgevoerd. Een goed ontworpen systeem is, mijns inziens, eerst berekend en wordt vervolgens gecontroleerd (eventueel steekproefsgewijs).

### Conclusie

De fabrikant zal er toe moeten worden aangezet om zoveel mogelijk relevante gegevens in zijn catalogus te vermelden. Naast tabellen van vermogens en overtemperaturen, afhankelijk van type en afmetingen, moeten telkens de karakteristieke relaties worden vermeld. Erg plezierig zou zijn, de normhoeveelheden en drukverliezen (zeta-waarden) te kennen. Voor het ISSO ligt er nog een taak om 'n publicatie over leidingnetberekeningen te laten verschijnen, gekoppeld aan

programmatuur. Juist de ontwerper (installateur) heeft dan een extra instrument om een optimale installatie te kunnen maken.

### Literatuurverwijzing

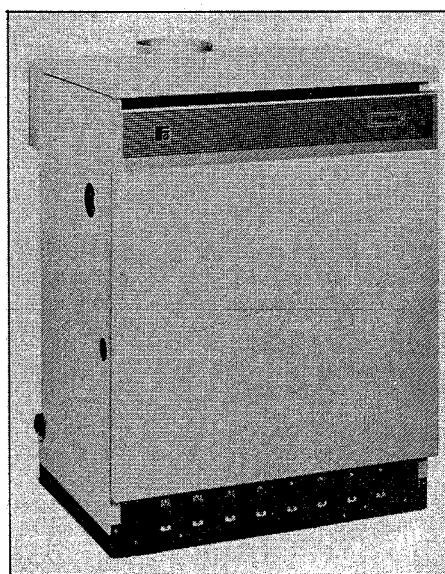
- [1] Klan  
Über den Wärmeübergang bei freier Konvektion von Luft in beheizten senkrechten Kanälen.
- [2] Caspary  
Über die Wärmeübertragung von plattenförmigen Raumheizkörpern mit indirekten Heizflächen in Abhängigkeit von ihren geometrischen Abmessungen.
- [3] Schlapmann  
Einfluss der Einbauanordnung Anschlussart und Betriebsbedingungen auf die Wärmeabgabe von Raumheizkörpern.
- [4] Hesslinger  
Betrag zur Berechnung der Wärmeleistung von Konvektoren.
- [5] Weele v., Laurens  
Luchtstromingen in en boven een convectieput.  
V en V1979 no. 12 no. 9
- [6] Weele v., Laurens  
Vormgeving en dimensionering van een convectieput.  
V en V1980 no. 9
- [7] Nieuwenhuizen  
Een andere methode om capaciteitsgegevens van convectoren te rapporteren.  
V en V1980 no. 5
- [8] Laurens  
Convectoren in putopstelling (resultaten).  
V en V 1981 no. 9

## PRODUKTEN

### Nieuwe middelgrote VR-ketels van AGPO zijn in verschillende opzichten bijzonder economisch

Speciaal ten behoeve van de verwarming van middelgrote tot grote ruimtes heeft het Bredase bedrijf Agpo-Enertec B.V. een geheel nieuwe serie gasgestookte C.V.-ketels met verbeterd rendement geïntroduceerd. Deze serie omvat een drietal ketels met vermogens van resp. 46,4 kW, 60,3kW en 73,3 kW. De nieuwe VR-ketels (overeenkomstig het aantal leden getypeerd met de aanduiding LNE 4, LNE 5 en LNE 6) vallen in de eerste plaats op door een gering gasverbruik. Door een waterzijdig rendement van 81% op bovengenoemde zijn ze zonder meer zeer zuinig te noemen.

Zo is er bij het ontwerp en de uitvoering vooral veel aandacht besteed aan het minimaliseren van de installatiekosten. De units worden geheel compleet



VR-LNE ketel van AGPO

geleverd met regel- en beveiligingsblok, een regel- en een maximaalthermostaat, manothermometer, vul/aftapkraan, bemanteling en elektrische bedrading. Ze kunnen dan ook zonder

verdere ketelmontagekosten direct worden geïnstalleerd. De gas- en waterzijdige aansluitingen bevinden zich alle aan de linkerzijde; het betreft hier een 1 1/2" aanvoer- en 1 1/2" retouraansluiting, alsmede een 1" gasaansluiting. In de mantel is een trekonderbreker ingebouwd.

De met vijf, zes en acht branders uitgeruste gasketels zijn alle 950 mm hoog en hebben een totale diepte van 697,5 mm. Afhankelijk van het type bedraagt de breedte resp. 522 mm, 635 mm of 748 mm. Het eigen gewicht varieert van 185 kg bij het kleinste model tot 260 kg bij het grootste.

De LNE ketels zijn simpel en robuust uitgevoerd. Ook op langere termijn vergen ze daardoor weinig onderhoud. De gasketels zijn uitgerust met een gietijzeren ketelblok en leden, alsmede een uitschuifbaar branderstel.

### Informatie:

Agpo-Enertec B.V., Postbus 3364, 4800 DJ Breda, tel. 076-879324.