

BEREKENEN VAN DE CAPACITEIT VAN EEN CV-KETEL

Gerard van Gelswijk



Inleiding.

Een jaar of 10 geleden begon mijn badgeiser kuren te vertonen. Natuurlijk is het zo, dat elk technisch systeem in leven gehouden kan worden zolang er reserve onderdelen beschikbaar zijn, maar voor een inmiddels 50 jaar oude geiser begon dat toch problemen op te leveren. Er werd besloten een moderne HR-ketel met een tapwaterfunctie aan te schaffen, ook omdat de CV-ketel op dat moment al 30 jaar in bedrijf was.

Al deze jaren had de ketel nooit problemen opgeleverd en het onderhoud beperkte zich tot het aan het einde van het stookseizoen demonteren van de gasbrander, deze schoonmaken met een harde borstel, de ketel inwendig met de stofzuiger schoonzuigen en de brander weer monteren. Ter controle de ketel even starten en als de gasvlammetjes mooi blauw waren was alles in orde: ketel uitschakelen, spanning er af en als het wat killer werd gewoon aansteken en behaaglijk de winter doorkomen.

In de loop der jaren werden er diverse voorzieningen getroffen om energie te besparen: spouwmuur-, dak- en vloerisolatie werden aangebracht, ook bijna overal dubbelglas of voorzetramen en niet te vergeten tochtstrippen.

Deze inspanningen leverden echt geld op. Verbruikten we begin jaren zeventig ca. 5100 m³ gas, later schommelde dit rond de 3360 m³; ons huishouden bestond in die periode uit 5 personen. Nadat twee van onze zoons op zichzelf gingen wonen, bedroeg het verbruik van 1995 t/m 2004 gemiddeld 3550 m³.

Dit laatste getal (3550) is hoger dan het voorgaande (3360), omdat er in 1995 een nieuwe rekenmethode werd ingevoerd. Er werd altijd al gas gebruikt uit verschillende bronnen - en dus met verschillende verbrandingswaarden - en met elkaar gemengd. De verbrandingswaarde van dit menggas wordt nu voor volume gecorrigeerd naar de verbrandingswaarde van het zogenaamde Slochterengas en deze berekende (virtuele) waarde wordt gebruikt voor de jaarafrekening.

Vóór 1995 werd deze correctie uitgevoerd op de prijs, maar met deze nieuwe methodiek ontstond een betere basis voor de vergelijking van de jaarverbruiken in m³

Bepaling capaciteit nieuwe ketel

Er moest dus een nieuwe ketel komen en ik besloot advies in te winnen bij mijn energieleverancier, die ons bestookte met veelkleurige folders met onder meer de opmerking "In een dag uw nieuwe ketel geïnstalleerd door onze vakkundige monteurs".

Er kwam een adviseur langs, een keurige heer, die de bestaande situatie in ogenschouw nam. Toen ontwikkelde zich de volgende dialoog (Hierin is A de adviseur, wie G is, is wel duidelijk):

A: Ja het kan in een dag als alles opgeruimd is.

G: Maar wat doen de monteurs dan?

A: Die maken een frame tegen de wand, sluiten de ketel gas- en waterzijdig aan en doen de stekker in het stopcontact.

G: Wie verzorgt dan de rookgas- en condenswaterafvoer?

A: Daar moet u een aannemer/loodgieter voor laten komen.

G: Het slopen en afvoeren van ketel en geiser daar moet ik dus zelf voor zorgen?

A: Ja, als de monteurs komen moet alles weg zijn, anders lukt het niet in een dag.

G: O, en hoe groot moet de ketel worden?

A: Even kijken, er staat nu een 34 kW ketel, dat is altijd voldoende geweest?

G: Ja, maar er is in de loop der jaren veel aan de isolatie verbeterd, zoals dak- en spouwmuurisolatie, dubbel glas e.d.

A: Ik speel graag op zeker en daarom moet het maar zo blijven.

G: Ik denk er nog eens over na, bedankt voor de informatie en een prettige dag verder.

A: Insgelijks, maar wacht u niet te lang met uw beslissing, want onze aanbieding is maar korte tijd geldig.

Na deze ervaring besloot ik om allereerst de benodigde capaciteit van de ketel te gaan bepalen.

In mijn verzameling bevindt zich *Wärmebedarfsberechnung von Raumen von Ernst Gerber Ingenieur S.I.A.*

Hierin wordt een berekeningsmethode voor conventionele centrale verwarmingsinstallaties beschreven. Deze map werd als eerste opgezocht en bleek te bevatten (fig. 1):

- Verschillende formulieren om allerlei gegevens op in te vullen.
- Een handleiding voor de berekening.
- Twee overdrukken uit tijdschriften: één met een methode om de temperatuur van onverwarmde ruimten te bepalen; de andere is een handleiding voor het met de Gerberschijf bepalen van de warmtebehoefte van de diverse ruimten.
- De Gerberschijf zelf, een tweezijdige rekenschijf (fig. 2 en 3)

De methode bleek bij nadere bestudering een veel te diepgaande - en daarmee tijdrovende - methode te zijn om de warmtebehoefte van verschillende ruimten en daarmee de radiatorgroottes te bepalen. De rekenschijf bevatte onder meer een drietal curven (fig. 4) voor de kwaliteit en dus de K-waarde van de voegen in het metselwerk.

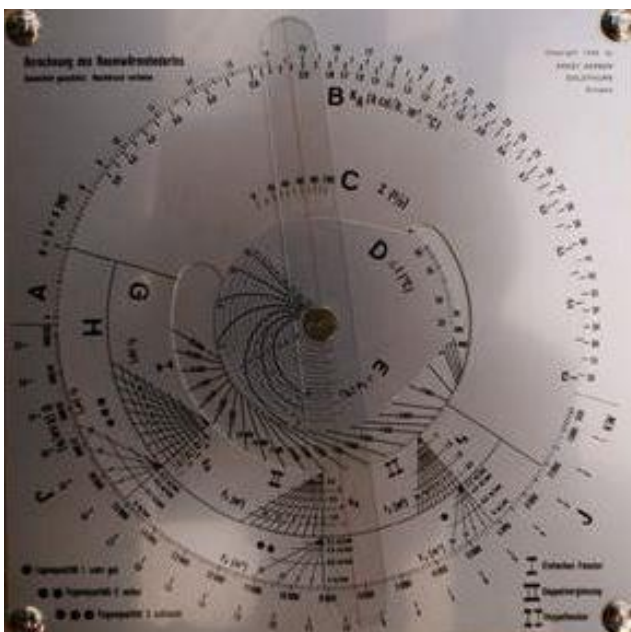
Bij het bestuderen van deze methode realiseerde ik mij, dat niet moest worden vergeten dat het in dertig jaar tijd nooit een probleem was geweest, ook niet bij strenge winters, om een comfortabele temperatuur binnenshuis te bereiken. De capaciteit van de radiatoren is dus blijkbaar altijd voldoende geweest; het ging in principe alleen om de capaciteitsbepaling van een nieuwe ketel.

Ook begon ik te begrijpen waarom alles er nog als nieuw en ongebruikt uitzag, en dat voor een handleiding uit 1954. De vorige eigenaar had waarschijnlijk hetzelfde als ik en wel zoiets van:

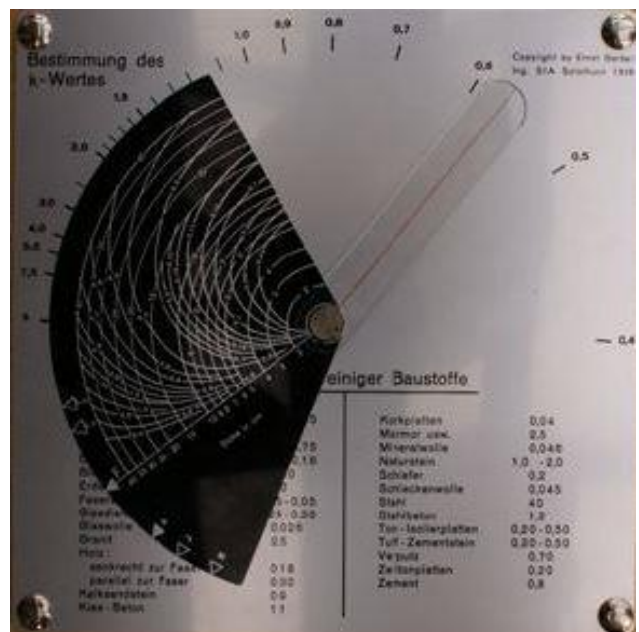
“Wat is dat ingewikkeld” (fig. 5) en is teruggevallen op zijn bekende en beproefde rekenwijzen.



Figuur 1: Inhoud map

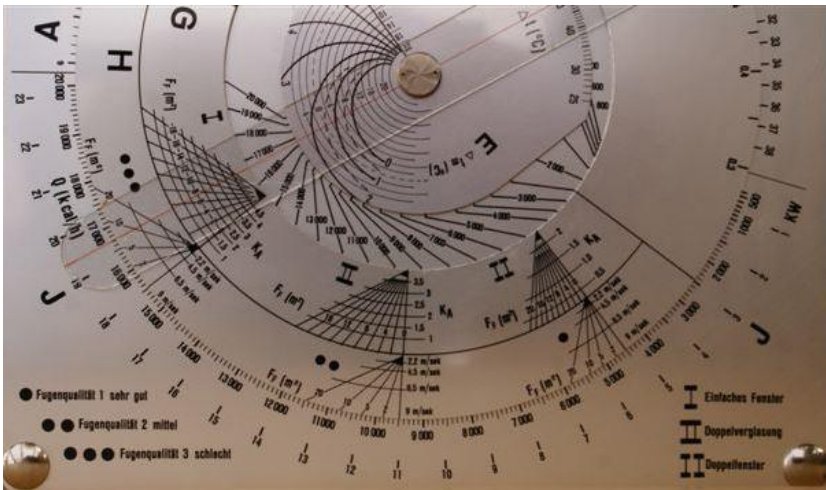


Figuur 2: Voorzijde rekenschijf



Figuur 3: Achterzijde rekenschijf

Het lijkt mij niet zinvol om dieper in te gaan op de berekeningsmethode en het gebruik van de schijf, omdat dit zal neerkomen op het vertalen van de instructies. Maar het is misschien wel verduidelijkend om even in te gaan op de berekeningswijze.



Figuur 4. Verschillende schalen voor 3 voegen- en vensterkwaliteiten

Multiplizieren wir diesen Wärmeverlust noch mit dem Eventualmultiplikanden

$$(2) 1 + \frac{Z}{100}$$

(Z = Zuschläge in %).

so ist unser Ergebnis bereits den besonderen Verhältnissen des zu berechnenden Raumes angepaßt. Die kleineren Wärmeverluste der Innenwände können durch einen Abzug in Form eines Multiplikanden berücksichtigt werden.

$$(3) 1 - \frac{n (T_N - T_A)}{6 (T_E - T_A)}$$

n = Anzahl der angrenzenden Räume inklusive obere und untere,
 T_N = Durchschnittstemperatur aller angrenzenden Räume in °C.

Der Näherungsraum, dessen Wärmeverlust wir bis jetzt errechnet haben, ist jedoch noch fenster- und türlos. Addieren wir

$$(4) F_f (T_E - T_A) (k_f - k_d) + 0,31 \cdot V_a \cdot (T_E - T_A)$$

F_f = totale Fensterfläche in m²,
 k_f = Wärmedurchgangszahl der Fenster in kcal/h, m², °C,
 V_a = stündlich einfallende Luft in m³/h.

so erhalten wir einen Wärmeverlust, der demjenigen des wirklichen Raumes sehr ähnlich ist. Unsere Formel aus (1) bis (4) lautet also:

Skala A B C D

$$Q = 6 \left(\frac{a + b + c}{3} \right)^2 \cdot k_d \cdot \left(1 + \frac{Z}{100} \right) \cdot (T_E - T_A) \cdot \left[1 - \frac{n \cdot 1,05 (T_N - T_A)}{6 \cdot (T_E - T_A)} \right] + F_f \cdot (T_E - T_A) (k_f - k_d) + 0,31 V_a \cdot (T_E - T_A)$$

E G H

Nun bilden die ersten 5 Glieder A bis E der Formel Produkte; die 2 letzten Glieder sind Summanden. Wir können durch Logarithmieren des Produktes folgende Ungleichung aus lauter Summanden bilden:

24

Figuur 5. Wat is dit ingewikkeld ...

In het algemeen ging de berekening van een kleine conventionele CV-installatie als volgt:

- Bepaling van de gewenste temperatuur in de verschillende ruimten.
- Bepaling van de warmteverliezen. Deze zijn afhankelijk van de temperatuur in de naastliggende ruimten en worden berekend met de zogenaamde K-waarde. Dit is de warmtedoorgangscoefficiënt en hij wordt uitgedrukt in kcal/uur/m²/°C. Deze K-waarde kan – afhankelijk van het materiaal - zeer verschillende grootte hebben (zie tabel)
- Bepaling van de buitenluchttemperatuur; tegenwoordig meestal -10, vroeger vaak -12 °C.
- Bepaling van de inhoud en het vloeroppervlak van de verschillende ruimten.

Ook werd rekening gehouden met het ventilatievoud van de desbetreffende ruimte, ramen, zoninstraling e.d.

Op basis van deze gegevens werd dan de warmtebehoefte van de ruimten bepaald en daarmee de grootte en plaats van de radiatoren. Na de installatie- en montagewerkzaamheden werd de CV-installatie in bedrijf gesteld en zo nodig ingeregeld.

Omdat ik dat bijna allemaal dertig jaar geleden, met behulp van het Polytechnisch Zakboekje van PBNA (een toentertijd een veel gebruikte informatiebron), al een keer gedaan had en er geen problemen waren geweest, bleef dus feitelijk alleen maar de bepaling van de grootte van de ketel over.

Tijdens een discussie in de huiselijke kring maakte een van mijn zoons de opmerking, dat volgens hem in de meeste gevallen bij huisinstallaties de ketelcapaciteit bepaald wordt door de tapwatervraag. Een bevriende deskundige bevestigde deze opmerking en toen werd het eenvoudig.

De familie had maar één probleem met het douchewater, namelijk dat de temperatuur veel te hoog was en er altijd koud water bijgemengd moest worden. Met een emmer, een personenweegschaal, een thermometer en een stopwatch en wat omrekenen in verband met de verschillende eenhedenstelsels (vroeger calorieën nu joules), was toen snel de capaciteit van de ketel berekend.

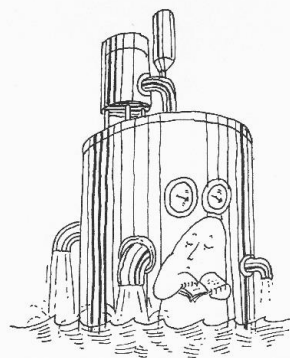
Deze bleek 22 kW te moeten zijn. Voor de zekerheid werd een trapje hoger, dus 24 kW, gekozen. En omdat ik al zoveel zelf moest doen ook maar een keurig keteltje gekocht en rustig gemonteerd.

Wärmeleitzahlen einiger Baustoffe

Backsteinmauerwerk aus:			
a) Normallochsteinen	0,50 - 0,55	Korkplatten	0,04
b) Spezialhohlsteinen	0,45	Marmor usw.	2,5
c) Voll - Backsteinen	0,60 - 0,75	Mineralwolle	0,046
Bauplatten	0,60 - 0,16	Naturstein	1,0 - 2,0
Bimsbeton	0,40	Schiefer	0,2
Erde oder Sand, feucht	2,0	Schlackenwolle	0,045
Faserstoffplatten	0,045 - 0,05	Stahl	40
Gipsdiele	0,25 - 0,30	Stahlbeton	1,3
Glaswolle	0,026	Ton - Isolierplatten	0,20 - 0,50
Granit	2,5	Tuff - Zementstein	0,30 - 0,50
Holz:		Verputz	0,70
senkrecht zur Faser	0,18	Zelltonplatten	0,20
parallel zur Faser	0,30	Zement	0,8
Kalksandstein	0,9		
Kies - Beton	1,1		

Het gasverbruik is intussen gedaald naar 2540 m³ - gemiddelde over de afgelopen 5 jaar. Dat is ca.72% van het gasverbruik in de oude situatie (3550).

Een nadeel is, dat ik een onderhoudscontract á € 125,- per jaar heb moeten afsluiten omdat je nergens meer krijgt, net als bij moderne auto's. Maar om een bekende filosoof te citeren: "Elk nadeel heft z'n voordeel", want in de vrijgekomen ruimte heb ik een mooi rek kunnen timmeren om een deel van mijn fotografica verzameling in onder te brengen.



NO MATTER WHAT GOES WRONG,
THERE IS ALWAYS SOMEBODY
WHO KNEW IT WOULD.

(Evan's and Bjorn's Law)