

Vooruit naar het verleden

Vijftig jaar warmtetechniek

In dit jubileumjaar, met als motto 'terug naar de toekomst', een artikel dat de lezer meeneemt 'vooruit naar het verleden'. Over een tijdsperiode van vijftig jaar waarin veel veranderingen plaatsvonden; want toen de 'Nederlandse Technische Vereniging voor Verwarming en Luchtbehandeling' werd opgericht was onze samenleving een geheel andere dan die van nu. Er waren geen mobieltjes, Internet lag nog in een ver verschiet en zelfs de fax bestond nog niet. Brieven werden met de hand getypt en elke dag door 'tante post' thuis bezorgd. Voor spoed was er de expresse brief en voor lange afstanden luchtpost. Er werden zelfs nog telegrammen verzonden. Wel was er de telex of verreschrijver, waarmee geschreven berichten over een speciale telefoonlijn met typesnelheid konden worden verzonden. Maar lang niet elk bedrijf had een dergelijk duur apparaat op kantoor. [4] In die tijd behoorde Nederland met West-Europa nog tot de lagelonenlanden; onze levensstandaard begon inmiddels wel te stijgen. Met hedendaagse ogen bezien een heel andere wereld. Daarvan wil dit artikel een beeld schetsen, met als rode draad in het verhaal ontwikkelingsprocessen op het gebied van verwarming en luchtverversing.

- door G.W. Draijer*

De oudst bekende toepassing van centrale verwarming is het hypocausten-systeem. Een combinatie van lucht- en vloerverwarming. Door Grieken en Romeinen ontwikkeld en zelfs in onze streken nog toegepast. De moderne vormen van centrale verwarming zijn omstreeks 1750 bedacht; de stoomverwarming in Engeland, en in Frankrijk de warmwaterverwarming.

WAT ERAAN VOORAFGING

De stoomtechniek was niet nieuw, en stoom is een ideaal medium voor warmtetransport. Met eenvoudig te vervaardigen metalen warmtewisselaars kon in fabrieken, die door gebruik van een stoommachine over 'afgewerkte stoom' beschikten, nagenoeg direct al lage druk stoomverwarming worden

toegepast. Opmaat naar centrale stoomverwarming. Hoe anders verliep dit voor de warmwaterverwarming. Een systeem 'met verwarming door ijzeren buizen waarin warmwater circuleert om kunstmatige warmte te verspreiden'. De techniek was nieuw en de werking voor velen nog een raadsel. De eenvoudigste uitvoering bestond uit een ketel die aan de bovenzijde open was, met een laag horizontaal leidingnet als warmteafgevend verbruikersdeel. [3] Voor het eerst toegepast als serreverwarming. Men was onzeker of dit principe ook in grotere installaties nog wel zou werken. In het algemeen werd gedacht dat de zwaartekracht het water deed circuleren; deze theorie probeerde men aan de hand van tests ook aan te tonen.

De meeste kennis over de warmwaterverwarming berustte toen nog bij een select groepje ingenieurs in Frankrijk; waar dit nieuwe systeem rond 1780 al is toegepast (nog voor de revolutie). Het was de Fransman 'Bonnemain' die de werking op correcte wijze verklaarde als: "een natuurkundig verschijnsel waarbij het in een thermosyphon (ketel) verwarmde water via een verticale leiding opstijgt en in een daarmee verbonden buizensysteem door afkoeling circuleert en terugkeert in de ketel, om na verwarming weer verder te circuleren". Hij gaf er de naam Thermosyphone aan, later omschreven als 'natuurlijke circulatie'. Het ingeburgerde begrip 'zwaartekracht circulatie' is onjuist, de zwaartekracht is immers een constante factor.

Leon Duvoir Leblanc was de eerste die over de technische kennis beschikte voor de constructie van grote 'hydro-pyrotechnische' apparaten. Speciale verwarmingsketels met appendages, bestemd voor de toepassing met het thermosyphon systeem in grote gebouwen. En Leblanc heeft dit verwarmingsprincipe ook met succes in Frankrijk toegepast. [7]

In het begin van de 19^e eeuw waren de inzichten over de noodzaak van luchtverversing nogal tegenstrijdig, en niet iedereen was overtuigd van het nut. Deskundigen waren het er wel over eens dat mensen (of dieren) die in een gesloten ruimte verbleven behoefte hebben aan verse lucht. Maar ventilatie was meestal afhankelijk van toevallige factoren, zoals lucht lekken in de bouwconstructie of extra luchtcirculatie opgewekt door open haarden. En de toegestroomde koude lucht veroorzaakte tochtverschijnselen. Ingenieurs bestudeerden wel technieken om verwarming en luchtverversing

* Gepensioneerd TVVL lid

in een gebouw met elkaar te combineren, maar door de vele praktische problemen was dat nog niemand gelukt. Leblanc vond een oplossing voor dit probleem. Uit beschrijvingen volgt dat hij daarvoor valleidingen van zijn thermosyphonverwarming in verticale luchttoevoerkanalen liet aanbrengen; om deze als voorverwarmer voor de ventilatielucht te benutten en ter ondersteuning van de natuurlijke luchtcirculatie. Zo combineerde Leblanc verwarming met luchtverversing; een doelmatig systeem dat in die tijd met succes in een aantal gebouwen in Parijs is toegepast.

De combinatie van mechanische ventilatie met stoomverwarming is voor het eerst in Engeland gebruikt; dat was in 1836 voor de gebouwen van het Lagerhuis in Londen. Een luchtverversingssysteem uitgevoerd met een door een stoommachine aangedreven grote ventilator, dat ook nog voor een primitieve vorm van koeling kon worden gebruikt (met ijsblokken). Afvoeren van de gebruikte lucht via een aantal verticale kanalen, waarvan één in de toren van de Big Ben. Een 'stoomheater' in het stij kanaal zorgde voor extra thermische trek.

Warmwaterverwarming met zijn gelijkmatige temperatuurverdeling en goede regelbaarheid, werd overwegend in kassen en serres toegepast voor het kweken en bewaren van exotische planten. In kader A een korte beschrijving van een Engels kasproject uit 1834. Opvallend is dat serre- en kasverwarming tot begin 20^e eeuw de belangrijkste toepassing van de warmwaterverwarming is gebleven; ook in ons land. Voor de 'hortus botanicus' bij de universiteiten; maar ook op buitenplaatsen, waar de heer des huizes

zijn gasten al vroeg in het jaar wilde verrassen met verse groenten op het menu. Later ontwikkelde zich hieruit onze glastuinbouw.

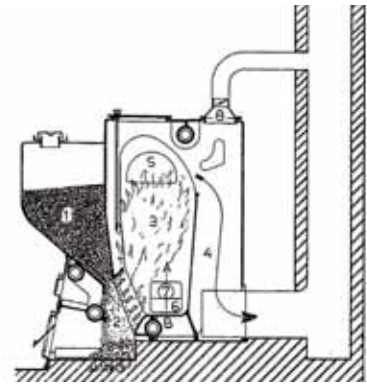
Lage- en middeldruk stoomverwarming zou vanwege de eenvoud in uitvoering en de lage aanschaffingskosten nog tot begin jaren zestig in de 20^e eeuw worden toegepast. Uiteindelijk heeft de warmwaterverwarming de competitie met lucht- en stoomverwarming op kwaliteitspunten, zoals aangename ruimtetemperatuur, goede warmteregeling en levensduur, ruimschoots gewonnen.

EEN GELEIDELIJKE ONTWIKKELING

Tot eind jaren vijftig van de 20^e eeuw was de gebruikelijke woningverwarming in ons land nog met een kachel of een haard. En voor de warmwatervoorziening kwamen er keukengeisers. Oudere woonhuizen beschikten nog over 'kamers en suite' (achter elkaar) en daarmee over twee stookplaatsen. Als brandstof gebruikte men antraciet, of een mengsel van cokes en antraciet. De kachelcapaciteit werd aan de hand van tabellen vastgesteld. Voor het onderhoud en veilig gebruik zorgden de kachelsmid en schoorsteenveger. Pas in de jaren zestig zou de uit Amerika overgenomen oliekachel populair worden.

Centrale verwarming konden alleen welgestelden en bepaalde beroepsgroepen zich veroorloven. Grote gebouwen, zoals kantoren, ziekenhuizen en ook scholen, waren meestal voorzien van cv-installaties. In enkele grote steden werden ook nieuwbouwflats met centrale verwarming uitgevoerd. En voor luxe appartementen was er 'etageverwarming' met een kleine cv-ketel, ook wel waterkachel genoemd. Het stoken van vaste brandstoffen was

tijdrovend en diende vakkundig te gebeuren, en daar ontbrak het nogal eens aan. Vooral in woonhuizen was dat een netelig probleem. De eenvoudige bedienen nootjesketels brachten daar verbetering in (figuur 1). Nieuw was oliestook, door het volkomen automatisch stookbedrijf en automatische regeling ideaal voor villa's genoemd. En de prijs voor huisbrandolie was niet veel hoger dan voor cokes of nootjes. De gemeente Utrecht kende vanaf 1923 al een vorm van stadsverwarming, door warmtelevering (stoom) in combinatie met elektriciteitsopwekking. Vanaf 1930 begon de levering



Nootjesketel met automatische brandstoftoevoer [10]

- FIGUUR 1 -

van 'verwarmingswater' voor het verwarmen van woningen en gebouwen in de binnenstad. Huisinstallaties met thermosyphon circulatie kregen een speciaal mengvat ter vervanging van de cv-ketel. In 1938 waren al belangrijke delen van de stad aangesloten. Rotterdam zou pas na de 2^e Wereldoorlog stadsverwarming krijgen, een hogedruk heetwatersysteem met bij de gebruikers automatisch geregelde warmtewisselaars.

Centrale verwarming werd zowel in de bestaande bouw als in nieuwbouw aangelegd. Bij de keuze van het cv-systeem speelde de prijsverhouding tussen de beschikbare brandstoffen al vroeg een rol, zo ook de mogelijkheid van automatische brandstoftoevoer. In figuur 2 ter illustratie het verloop van brandstofprijzen over de periode 1927 tot 1968. De uitvoering was eerst nog in handen van gespecialiseerde bedrijven. Maar door snelle technische ontwikkelingen en uitgebreide toepassing, werd dit steeds meer een taak voor de verwarmingsinstallateur. Dat waren van oorsprong meestal gemengde ondernemingen, zoals een

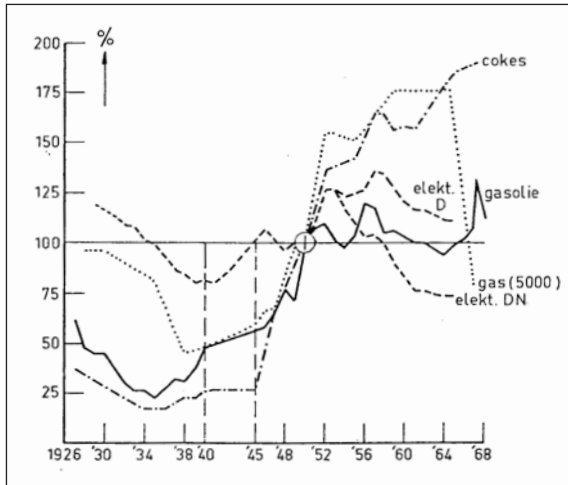
TECHNISCHE DETAILS KASVERWARMING UIT 1834 [7]

Afmetingen kas ca. 32 x 8 meter. Warmwaterverwarmingscircuit, lengte ca. 130 meter, bestaande uit gietijzeren buizen, buitendiameter 6 inch (15 cm), binnendiameter 5½ inch (13,75 cm) met schroefverbindingen aan elkaar gezet. Pakkingmateriaal, kalfshaar, vernis en vulmassa. Warmtebron, een uit twee gietijzeren delen samengestelde ketel (klokmodel) ondersteund door een gemetselde constructie, met daarin de roosterstaven en vuurhaard. Brandstof afvalhout. Met dit warmwaterverwarmingsstelsel kon de kastemperatuur ook in zeer koude winters op 15 tot 18 °C worden gehouden. Interessant is het bovenin de ketel aangebracht koperen reservoir, dat diende voor verwarming van het gebruikswater in de kas. Voorloper van de combiketel.

- KADER A -

constructiewerkplaats, loodgieterszaak of smederij, die de aanleg centrale verwarming als een welkome uitbreiding van hun activiteiten zagen.

Veel van de benodigde kennis voor het verwarmingsvak, kwam uit Duitsland. Er waren inmiddels ook Nederlandse handboeken op dit vakgebied, en vanaf 1940 organiseerde de Algemene



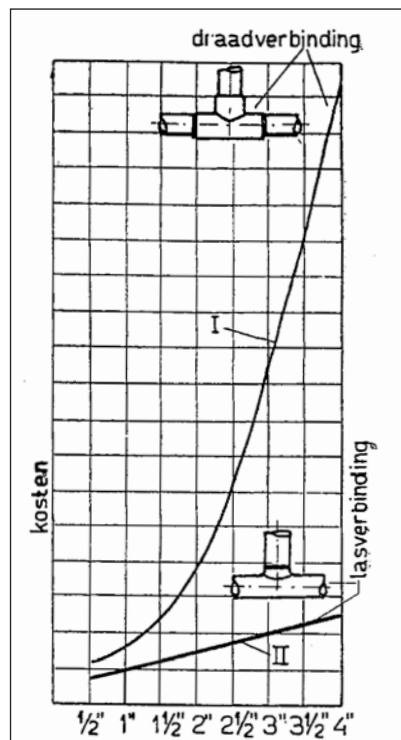
Verloop van brandstof en elektriciteitsprijzen tussen 1927 en 1968 met als maatstaf brandstofprijzen voor centrale verwarming in woningen [1].
- FIGUUR 2 -

Vereniging voor de Centrale Verwarmings Industrie (ACI) opleidingen voor de verschillende technische niveaus. Goede opleidingen en een in 1941 ingestelde vestigingsregeling voor het centraleverwarmingsbedrijf, vormden in ons land de basis voor verdere groei van deze nieuwe bedrijfstak.

HET VERWARMINGSVAK

Het verwarmingsvak was in veel opzichten nog een ambachtelijk beroep; zeker voor kleine projecten. Denk daarbij aan het ter plaatse pas maken, opstellen en samenbouwen van de onderdelen die samen de verwarmingsinstallatie vormde. Werkzaamheden die kennis van zaken en vakmanschap vereisten. Het ontwerpen was ook nog handwerk; met schetsblok, tabellen, rekenliniaal of rekenschijf en telmachine als hulpmiddelen. Natuurlijke circulatie was standaard. Voor berekeningen was het 'technische eenhedenstelsel' inmiddels vervangen door het 'praktische eenhedenstelsel'. Het zou nog jaren duren voordat de vertrouwde 'calorie' als eenheid van warmte plaats zou maken voor de 'joule' als eenheid voor thermische energie. Met de transmissieberekening, voor het bepalen van het benodigde VO en

de keuze van het type ketel, was de leidingberekening een van de belangrijkste taken. Want voor het slagen van de centrale verwarming was een correct gedimensioneerd leidingnet essentieel. Zo ook een vakkundige uitvoering en goede inregeling. Daar kwamen nogal eens vuistregels aan te pas, over wat wel en vooral wat niet te doen. In de handboeken werd er ten overvloede op gewezen dat aan (transmissie)berekeningen geen absolute waarde mocht worden toegekend. Een verwarmings-techniker diende van tekortkomingen op de hoogte te zijn, zodat hij klachten over een cv-installatie op de juiste merites kon beoordelen, om deze door aanpassing en/of inregeling binnen redelijke grenzen terug te brengen. In de beginfase werden voor de uitvoering van het verwarmingscircuit stalen buizen met draad- of flensverbindingen toegepast. En voor buigwerk beschikte de monteur over een veldsmidse. De aanleg was vrij kostbaar en de kans op lekkage met gefitte verbindingen reëel. De inzet van autogene lastechniek en het gebruik van flessengas, is voor de groei van de verwarmingsbranche van doorslaggevend betekenis geweest. Kwalitatief door duurzaam dichte verbindingen en lagere leidingweerstand, en economisch door aanzienlijke kostenbesparingen op loon en materiaal.



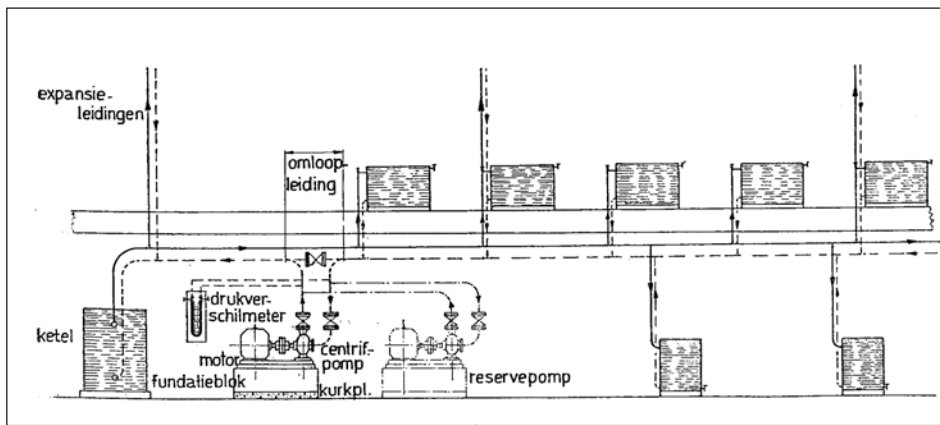
Kostenvergelijking tussen fit- en laswerk voor een T-verbinding [10]
- FIGUUR 3 -

Het lassen moest wel zorgvuldig geschieden, omdat slechte lassen extra weerstand in de leidingen veroorzaakte. Om die reden werden kleine diameters meestal nog gefit, met hennep en hessoriet als pakking. In figuur 3 een kostenvergelijking voor een T-verbinding. Voor koperen buizen in tapwatercircuits werden bij voorkeur soldeerfittingen toegepast. Verwarmingsinstallaties werden als standaard met een hoog geplaatst open expansievat uitgevoerd. Zowel als beveiliging tegen te hoge druk, als tegen oververhitting. Want koken door het ongewenst doorbranden van een afgedekt kolenvuur kon bij de met vaste brandstoffen gestookte installaties nog wel eens voorkomen. Voor grote en/of uitgestrekte verwarmingsinstallaties was natuurlijke circulatie minder geschikt. Grote buisdiameters en ingewikkelde leidingloop, maakte de aanleg kostbaar. Vandaar dat in grote gebouwen zoals ziekenhuizen nog heel lang stoomverwarming zou worden toegepast.

Het alternatief was om in grote gebouwen meerdere cv-installaties te plaatsen. Dat bood dan weer de mogelijkheid van indeling naar windrichting. Uitgestrekte leidingnetten vereiste 'versnelde circulatie' een probleem dat pas na de komst van betrouwbare elektrisch aangedreven centrifugaalpompen op economisch wijze kon worden opgelost (figuur 4).

Verbeteringen in de kwaliteit van metalen, staal en de metaalbewerking, maakten doelmatiger warmtetechnische constructies mogelijk. Moesten eerst nog de losse leden van gietijzeren ketels en radiatoren op het werk worden samengebouwd en getest, de nieuwe stalen ketels en plaatradiatoren maakten deze tijdrovende werkzaamheden overbodig. Ook het onderhoud werd eenvoudiger.

Door aanzienlijke technische verbeteringen en gunstiger prijs, ging de circulatiepomp steeds meer een onmisbaar onderdeel vormen van de cv-installatie. Deze ontwikkeling opende de mogelijkheid voor (weersafhankelijke) mengregeling van individuele verwarmingsgroepen. De overstap van handgestookte kolenketels naar volautomatische olie- en gasketels, heeft daaraan ongetwijfeld bijgedragen. Het aantal installatiebedrijven groeide gestaag. Door schaalvergroting van de installaties en toenemende complexi-



Centrale verwarming met pompcirculatie [10].

- FIGUUR 4 -

teit, kwamen er grote installatiebedrijven en toeleveranciers; waaronder fabrikanten van ketels en radiatoren. Daarmee kreeg het verwarmingsvak een industrieel karakter. Hoewel het ambachtelijke daardoor steeds meer op de achtergrond raakte, zullen ook in de toekomst kennis en vakbekwaamheid voor het vakgebied van doorslaggevende betekenis blijven.

LUCHTVERVERSING

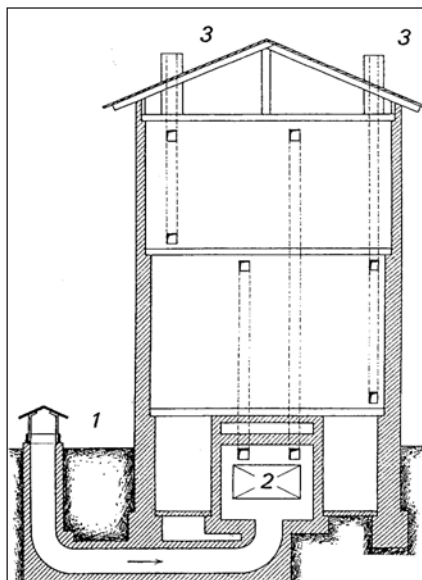
In de loop van de 19^e eeuw werd het aan deskundigen duidelijk dat de beste remedie tegen wat men 'slechte lucht' noemde, regelmatige luchtverversing was. Het parfumeren en ozoniseren had afgedaan. In Duitsland deden Pettenkofer en Rubner onderzoek naar de mate waarin ventilatie noodzakelijk was. Vanaf 1888 werd daarover in de 'Gesundheits Ingenieur' regelmatig gepubliceerd. [2 en 9]

Ruimten waarin veel personen verbleven dienden om gezondheids- en hygiënische redenen te worden geventileerd. Dat gold ook voor woningen. Ventilatie moet ook voor afvoer van de plaatselijk ontwikkelde warmte en schadelijke stoffen zorgen. Het advies werd om in de buitenwanden van gesloten ruimten vensters aan te brengen voor het toetreden van licht- en lucht. En waar nodig luchtafvoerkanalen tot boven het dak.

In de winter moest de toegevoerde buitenlucht worden voorverwarmd, en dat was technisch gezien niet zo eenvoudig. In figuur 5 een voorbeeld voor een groot woonhuis. Het met vaste brandstoffen gestookte luchtverwarmingstoestel stond laag opgesteld (in de kelder). Toevoer van buitenlucht via een gemetseld ondergronds luchtkanaal met verticale inlaat in een schone omgeving (tuin). Een luchtverversingssysteem met ventilatorloze

techniek, dat kon worden gecombineerd met (hete)luchtverwarming. Zulke systemen zijn in Duitsland nog lang in gebruik geweest.

De ventilatie in woningen en gebouwen zou tot ver in de 20^e eeuw nog afhankelijk blijven van toevallige factoren, zoals luchtlekken door naden en kieren in de bouwconstructie.



- 1= toevoer buitenlucht
- 2= verwarmingskamer
- 3= afvoer ventilatie

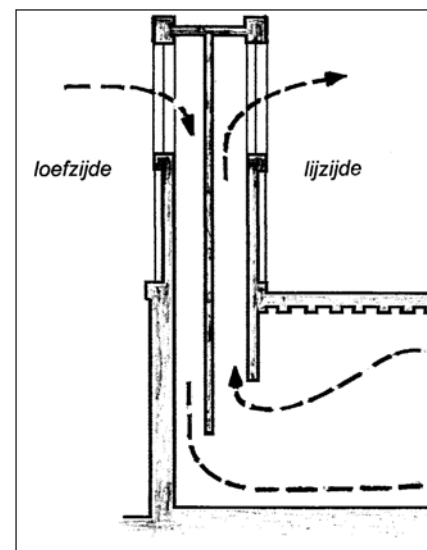
Luchtverversingssysteem met thermische circulatie[2].

- FIGUUR 5 -

Voor 's winters bleven ramen en deuren praktisch de gehele tijd dicht; want geopende ramen veroorzaakten ongemakken zoals tochtverschijnselen en lage luchttemperaturen bij de vloer. Daarbij kwam het onvermogen van gebruikers om door het manipuleren met vensters onder wisselende weersinvloeden, de mate van luchtverversing naar wens te regelen. Vandaar het bouwkundig advies: 'Ondanks degelijke uitvoering van vensters in gesloten toestand, een zekere lucht-

lekkage mogelijk moesten blijven'. Bij transmissieberekeningen werd een infiltratie en een ventilatietoeslag toegepast. De bewoners voegden daar het zogenaamde 'luchten' nog aan toe; het gedurende korte tijd tegen elkaar openzetten van ramen en deuren. In grote gebouwen gebeurde dit voor aanvang van de kantoor tijd door de schoonmaakkploeg. Voor de dikwijls nogal rokerige lokalen geen overbodige luxe. Mechanische ventilatie moest de oplossing brengen.

Dat luchtverversing 's nachts voor verkoeling kan zorgen, was bij bewoners van woestijnachtige gebieden al vroeg bekend. Maar ventilatie via deuren en ramen in hun overwegend



Schematische tekening van een windtoren.

- FIGUUR 6 -

gesloten gebouwen, had weinig effect. Daarom bedachten zij een eenvoudige techniek met windtoren, die van de windkracht gebruik maakten om de benodigde ventilatielucht te onderscheppen. (figuur 6). Een interessant systeem dat luchtverversing, nachtkoeling en warmteaccumulatie combineerde. Elementen die wij recent weer hebben herontdekt (zie tekst in kader B op de volgende pagina).

MECHANISCHE VENTILATIE EN AIR-CONDITIONING

Inzet van elektrisch aangedreven ventilatoren maakte het 'bewust ventileren' mogelijk; dus het aan een ruimte toeven/of afvoeren van de gewenste luchthoeveelheid. Deze ventilatie moest ook in staat zijn de lokaal ontwikkelde warmte en luchtverontreinigingen af te voeren.

Een primitieve wijze voor mechanisch

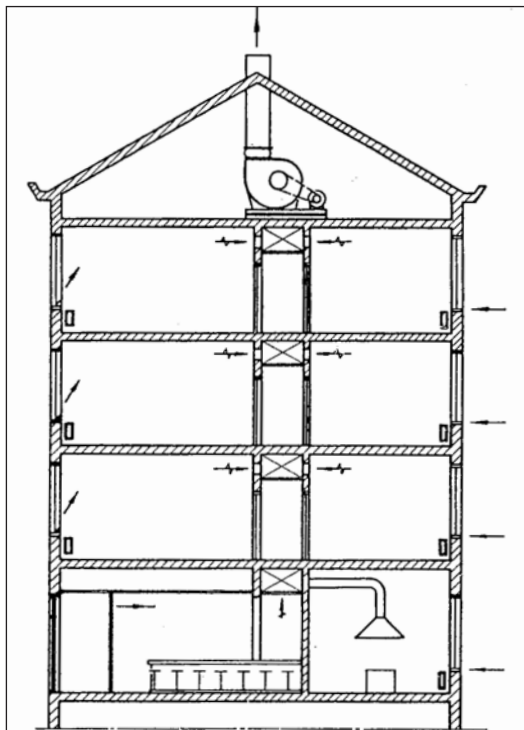
WINDTORENS

Windtorens werden toegepast in gebieden met een prevalerende windrichting. Een dergelijke toren stak vijf à zes meter boven het gebouw uit, om de luchtsnelheid op hoger niveau te benutten voor ventilatie van de daaronder gelegen verblijfsruimten. Deze torens, gemaakt van leem en versterkt met een houtconstructie, waren meestal vierkant in doorsnede en door een tussenschot verdeeld in twee verticale kanalen. Aan de bovenkant werd de toren voorzien van een afdekplaat, met daaronder aan de loef- en lijzijde grote rechthoekige openingen. De werking berust op het door de (nacht)wind opgewekt dynamisch drukverschil over de toren, ondersteund door het temperatuurverschil tussen de koude toevoer- en warme afvoerlucht. Een methode ook al bekend bij de oude Grieken. (zie figuur 6)

Daarmee wisten de bewoners van woestijngebieden - bewust of onbewust - gebruik te maken van het warmteaccumulerend vermogen van de dikke lemen muren, om zo de grote verschillen in luchttemperatuur tussen dag en nacht te temperen. Succesvolle toepassing vereiste empirische kennis van de natuurkundige verschijnselen waarop deze techniek is gebaseerd. Maar ook adequate technische uitvoering, deskundige bediening en regelmatig onderhoud. Factoren die in de loop der eeuwen weinig zijn veranderd.

- KADER B -

ventileren was het per lokaal aanbrengen van kleine raam- of ringventilatoren, een methode die alleen bij windstil weer het gewenste effect had. Doelmatiger is een centrale afzuigventilator met luchtkanalen (figuur 7). Maar ook bij dit onderdrukstelsel is het de wind die de ventilatiever-



Kunstmatige ventilatie met centrale afvoerventilator [6].

- FIGUUR 7 -

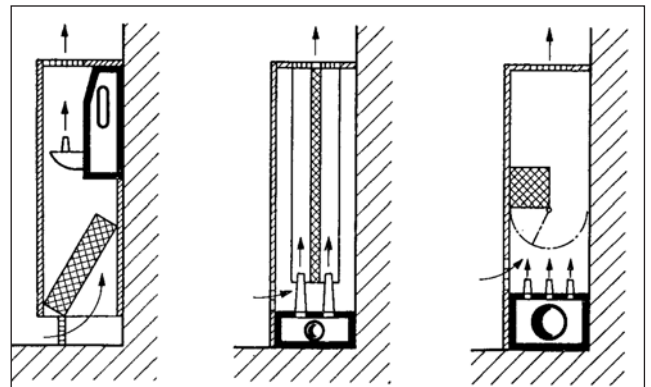
houdingen in het gebouw danig kan verstoren. De oplossing moest worden gezocht in een overdrukstelsel met een centrale

toevoerventilator, en het voorverwarmen van de toegevoerde buitenlucht. De benodigde luchtverhitter werd zo mogelijk direct op het ketelcircuit aangesloten. Eerst nog met handregeling. De verwarmingsbatterij werd daarvoor in afsluitbare secties verdeeld, of als alternatief met een verstelbare luchtklep afgedekt. Deze regeling van het verwarmd oppervlak was niet zonder problemen; maar waterzijdige automatische regeling vond men te duur. De combinatie van luchtverwarming met ventilatie, en gebruik van elektrische regelapparatuur, was economisch gezien weer wel interessant. Dit systeem voldeed goed in grotere ruimten zoals gymzalen en aula's; maar veroorzaakte in kantoorruimten klachten door koude luchtstromingen langs de ramen en over de vloer. Een goed uitgevoerde installatie vereiste echter ruim bemeten luchtkanalen, en dat ging ten koste van nuttige bouwruimte. En in hogere gebouwen was een dergelijk lagedrukstelsel erg gevoelig voor thermische invloeden en variërende winddruk.

In de warme jaargetijden speelde de combinatie gebouwmassa, kleine vensteroppervlakken, te openen ramen, en buitenzonwering, een belangrijke rol voor het handhaven van een aanvaard-

baar binnenklimaat. Over de wens voor koeling werd in de jaren zestig uitvoerig gediscussieerd. Maar een koelinstallatie was kostbaar in aanschaf en verhoogde het energiegebruik. En zo meende men, airconditioning is in ons gematigd zeeklimaat een overbodige luxe. Uit een vergelijkend onderzoek tussen kantoorgebouwen met natuurlijke ventilatie versus mechanische ventilatie en beperkte koeling, volgde dat gebruikers (vooralsnog) de voorkeur gaven aan het gebouw met natuurlijke ventilatie en te openen ramen. Dit ondanks de soms hoge ruimtetemperaturen. Dus een omgeving met een adaptief binnenklimaat.

Luchttechnische installaties werden in die tijd nog ter plaatse uit losse delen samengebouwd; zoals klepsectie, filter, luchtverhitter en ventilator. En de zogenaamde luchtwassers bestonden uit een gemetselde kamer. Luchtbehandelingsunits op maat waren nog niet in de handel. Nieuw was het uit de Verenigde Staten afkomstige hogedruk inductiesysteem.



Verschillende uitvoeringen inductie-units [6].
V.I.n.r. Carrier, Luwa en Svenska Flakt

- FIGUUR 8 -

Een door Carrier ontworpen lucht/watersysteem voor toepassing in hoge gebouwen. Bestaande uit een primair luchtsysteem voor het toevoeren van de vereiste hoeveelheid ventilatielucht, en een watercircuit met warmtewisselaars voor de transmissieverliezen. De centraal voorbehandelde primaire lucht wordt via een hogedruk kanaalsysteem met relatief hoge snelheid getransporteerd naar lokaal opgestelde 'inductie-units' (figuur 8). De onderdruk instromende ventilatielucht zorgt door injectiewerking voor de benodigde secundaire luchtcirculatie. De luchttoevoerkanalen met kleine diameter, kunnen op eenvoudige wijze

langs de gevels worden aangebracht. Met dit lucht/water systeem is ook koeling mogelijk.

Een andere interessante ontwikkeling uit Amerika was het 'tweekanalensysteem'. Een 'all air' systeem, waarbij per zone of ruimte via een mengkast warme- en/of koudelucht wordt toegevoerd. Een ingebouwde debietregelaar zorgt voor een constante luchttoevoer. Later volgden nog het 'variabel volume systeem', waarbij niet de inblaastemperatuur maar de hoeveelheid ingeblazen lucht wordt geregeld. Al deze systemen maakte individuele regeling van de ruimtetemperatuur mogelijk. De gebouwen werden steeds hoger en bouwconstructies lichter; met de vliesgevel als nieuwste trend. Een buitenzonwering - inclusief de kosten voor onderhoud - werd een kostbare aangelegenheid. Dat zou het doorslaggevende argument worden voor binnenzonwering en koeling. Volledige airconditioning werd steeds meer een eis. In dat kader volgde in 1973 de start van de succesvolle TVVL-cursus Luchtbehandeling. Automatische regeling en besturing van warmtetech- nische installaties waren inmiddels standaard geworden de aanzet naar technisch gebouwbeheer en gebouw- automatisering.

ENERGIE

In de jaren vijftig nam steenkool in onze energievoorziening nog een centrale plaats in, met olie als goed alternatief. Men ging zuinig om met brandstoffen; omdat de kosten voor koken, verwarming en elektra beslag legde op een aanzienlijk deel van het toch al krappe gezinsbudget. Ook voor bedrijven speelden de brandstofkosten een rol van betekenis. De reden waarom - ondanks hogere investeringen - grotere verwarmingsinstallaties voor het stoken met goedkope zware olie werden ingericht, en meestal ook van extra regelapparatuur werden voorzien. Kolen bleven in prijs stijgen. Dankzij de aanhoudende economische groei in de jaren zestig (rond 10 % per jaar) en constante olieprijsen, werd stookolie relatief goedkoop. Stoken met huisbrandolie werd standaard en comfort belangrijker dan brandstof- besparing. En toen kwam het schone en goedkope aardgas. De gasvoorziening in ons land was vanouds een gemeentelijke aange- legenheid, en de elektriciteitsvoorzie-

ning werd provinciaal geregeld. [5] Door de komst van het 'Slochterengas' veranderden er veel. In april 1963 was conform de 'nota inzake het aardgas' de Nederlandse Gasunie opgericht. Begin 1964 werd al begonnen met de aanleg van het landelijk hoofdtrans- portnet (450 km), dat nog in datzelfde jaar zou worden opgeleverd. Een topprestatie. De 'ombouwklus' van de huishoudelijke markt op aardgas werd binnen de geplande vijf jaar geklaard. De huishoudelijke- of kleinverbrui- kersmarkt voor koken en warmwater kreeg voorrang bij de levering van het aardgas. Levering aan industrie, glas- tuinbouw en voor elektriciteitsopwek- king zou later aan de orde komen. Basis voor het promoten van aardgas voor woningverwarming was de door de Gasunie voorgestelde gunstige prijs- stelling ($f 0,06/m^3$). Een doorslaand succes. Binnen enkele jaren werden veel kolen- en oliekachels vervangen door een gashaard, en het comfortabel verwarmen van meerdere kamers met gasgevelkachels kwam voor veel mensen binnen bereik. Voorbode van het op grote schaal installeren van cen- trale verwarming in onze woningen, toen nog geen 10 %. De kolenmijnen gingen dicht en aardgas werd onze be- langrijkste brandstof. De gasconsump- tie zou navenant gaan stijgen. Was er voor het met kolen verwarmen van de woonkamer aan aardgasequivalent ongeveer 1.200 m³ per jaar benodigd, centrale verwarming gebruikte al gauw het drievoudige. Opvallend was de toename in gasverbruik voor warm water (van 150 naar 450 m³/jaar). Pas na de oliecrisis in 1973 en die van 1980, kwam het besef dat spaarzaam met grondstoffen en energie moest worden omgesprongen, en kwam er aandacht voor het gebruik van alterna- tieve energiebronnen. In de daaropvolgende decennia zou warmte-economie en brandstofecono- mie een steeds belangrijker rol gaan spelen. De behoefte aan informatie over het functioneren van warmte- technische installaties bij deelbelasting werd actueel. Omdat wiskundige be- rekeningen te tijdrovend waren, werd de hulp van de 'empirie' ingeroepen. Het beproeven van (schaal)model- len volgens de modellenleer. Daaruit ontstond de gedachte het gebouw met een analoog elektrisch netwerk te imiteren; om onder gesimuleerde omstandigheden de benodigde in-

formatie te verkrijgen. Een analoog model als voorloper van het digitaal modelleren. Wel met de kanttekening dat de ontwerper kritisch met de uitkomsten moest omgaan; deze waren immers afhankelijk van de gebruikte rekenmethoden en de nauwkeurigheid van de ingevoerde data. En terwijl een toekomstige brandstofschaarste tot besparingen noodde, bleef onze ener- giebehoefte exponentieel stijgen.

NABESCHOUWING

De ontwikkelingen in de warmtetechniek en de snelle groei van de verwar- mingbranche in ons land, kunnen niet los worden gezien van wat er op dit gebied in verschillende West Europese landen gebeurde. Daar waren gro- tere afzetmarkten en bevonden zich gespecialiseerde industrieën voor deze bedrijfstak. Het belang van contacten met vakgenoten in het buitenland werd door de TVVL al direct onder- kend. Kort na de oprichting was er al overleg met gelijkgestemde verenigin- gen in Amerika en de ons omringende landen. En in 1963 kreeg de REHVA - de overkoepelende Europese vereni- ging - al haar officiële status met negen leden, waaronder de TVVL. In die jaren begon de economische sa- menwerking in Europa op gang te ko- men [5]. Een geleidelijk proces, dat de technische ontwikkelingen aanzienlijk zou versnellen en in veel sectoren tot schaalvergroting leidde. Het vrije ver- keer van goederen en diensten vereiste harmonisatie van de in die tijd nogal uiteenlopende normen en standaards. Zo ook voor keurings- en veiligheids- eisen; en dat heeft de invoering van ons aardgas als energiebron aanzienlijk bespoedigd. Maar ook de digitalisering in de jaren tachtig en de opkomst van de informatie technologie met Internet en GSM, zou zonder de EEG en EU heel anders zijn verlopen.

Op onze denkbeeldige weg 'vooruit naar het verleden' moeten veel techni- sche verworvenheden worden inge- leverd. Wat overblijft, ziet er in onze ogen nogal pover uit. Maar zo drama- tisch als het lijkt is dit nu ook weer niet. Ook vroeger beschikten technici over hulpmiddelen en technieken die hun bruikbaarheid hadden bewezen. De moderne techniek is immers een afgeleide van voorafgaande ontwikke- lingen. Vakkennis en inzicht en niet de middelen, zijn sleutel tot succes.

Fouten zullen er altijd worden gemaakt. Opvallend is dat het dikwijls dezelfde fouten zijn die binnen een vakgebied met enige regelmaat weer opduiken. Een bestuurslid van onze vereniging die ik daarover sprak vond dat niet onlogisch. Dit komt, zo postuleerde hij, door de periodieke generatiewisseling van technici. Hij noemde dit een 'zevenjaars cyclus' en baseerde zijn stelling op het oude gezegde 'al doende leert men'. Een van de opmerkelijkste veranderingen in de laatste halve eeuw is de pro-

Fouten hebben een aanwijsbare oorzaak, die te vinden is de crux! Voor de geduldige lezer in kader C een voorbeeld uit de oude doos. Over het gecombineerd aansluiten van twee radiatoren op een onderverdeling.

bleemstelling voor de uitvoering van warmtetechnische installaties. Moest

het ontwerp eerst nog voldoen aan meetbare criteria, zoals temperatuurgrenzen voor binnen- en buitentemperatuur, inmiddels gaat het om zaken zoals binnenmilieu en werkklimaat. Subjectieve criteria die veel verder gaan dan 'thermisch comfort'.

Een verandering die niet los kan worden gezien van de grootschalige inzet van luchtbehandeling in gebouwen. Daardoor zijn immers steeds grotere aantallen gebruikers het gehele jaar door afhankelijk geworden van een kunstmatig klimaat. De kans op klachten over het niet naar wens functioneren van technische installaties is daarmee aanzienlijk toegenomen. Onderzoek naar het 'Sick building syndrome' heeft uitgewezen dat veel klachten niets met de installaties of het functioneren daarvan te maken hebben.

Zaken die op de in januari gehouden nieuwjaarsreceptie aan de orde kwamen. Was het vroeger normaal dat de

technische installaties aan een gebouw werden toegevoegd, inmiddels zijn de zaken gekeerd. Het is nu de techniek die de bouwkunde ondersteunt, en niet andersom. Opgemerkt werd nog dat het stellen van hogere eisen aan het binnenklimaat op zich geen bezwaar is: "zolang wij niet worden als de prinses op de erwt". Het verzorgen van een goed binnenklimaat is geleidelijk aan een speciale wetenschap geworden. Daarvoor passende oplossingen bedenken, met de wens voor energiezuinig en duurzaam, is een belangrijke uitdaging voor de bouw- en de installatiesector 'terug in de toekomst'. Hoe het verder met de TVVL is vergaan kunt u lezen in 'TVVL 50 jaar' een jubileum uitgave met interessante bijdragen over oorsprong, ontwikkeling en toekomst van de TVVL. 

LITERATUUR

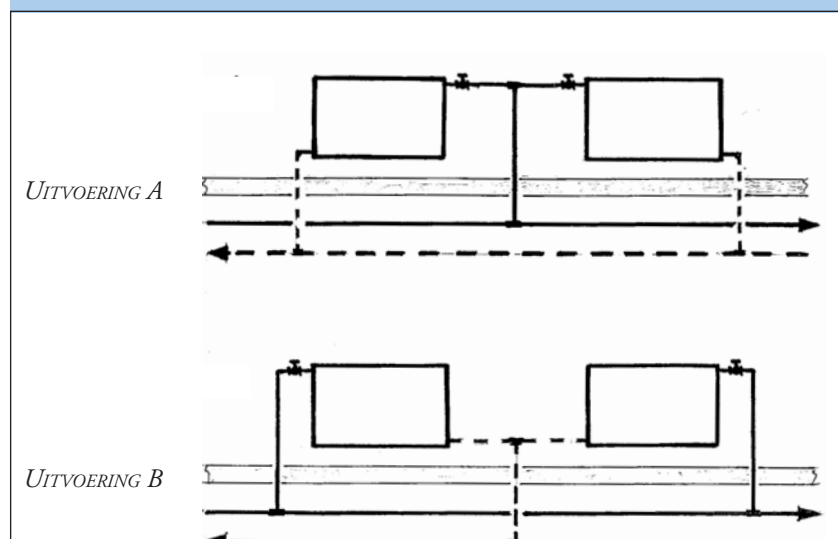
1. Adam, A. Ontwikkelingen in de warmtetechniek, vakantieleergang voor Warmtetechniek 1958.
2. Draijer, G.W. Installatiearme gebouwen, techniek van vroeger, TVVL Magazine 4/2001.
3. Draijer, G.W. Een veiliger techniek, historische schets over veiligheidsdenken in de warmtetechniek, TVVL Magazine 1/2006.
4. Draijer, G.W. Over Hardware, Software, en Firmware, of hoe de digitale revolutie op gang kwam, TVVL Magazine 12/2007.
5. Draijer, G.W. De geschiedenis van de elektriciteits- en gasvoorziening in ons land, in het kort beschreven in enkele Columns geplaatst in het TVVL Magazine, zie Actueel katern 04+05/2006 en 02+03/2007. Voor Europa zie 06/2004 (blz.43).
6. Fuchs, A.G. van der Heijde, A.A.N. en Mulder, L.L. Het Verwarmingsboek, 3^e druk 1963.
7. Hood, Charles Die Warmwasserheizung mit Ventilation, 2^e druk met aanvullingen 1847 in het Duits vertaald door dr. G.S.Schmidt.
8. Knoll, W.H. en Wagenaar, E.J. Handboek Installatietechniek, eerste uitgave 1994.
9. Rietschel, Herman Leidfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- und Heizungs- Anlagen, 4^e druk 1913, eerste uitgaven 1893.
10. Wisse, L.E. en van Weel, P.M. Centrale Verwarming, 4e druk 1949, eerste uitgave 1932.

ZOEK DE FOUT

Radiatoren in de met vaste brandstoffen gestookte cv-installaties met natuurlijke circulatie, werden bij voorkeur afzonderlijk op het leidingnet aangesloten. Soms werd de aansluiting van twee radiatoren uit praktische overwegingen gecombineerd. Daar kon je mee in de fout gaan. In figuur 9 twee geschetste voorbeelden voor aansluiting op een onderverdeling. Bij één van de uitvoeringen kan onder bepaalde omstandigheden verstoring van de circulatie optreden. Is dit in figuur 9 A of B, en waarom?

Hoewel het genoemde probleem het eenvoudigst te verklaren is bij natuurlijke circulatie, kan het zich ook bij pompcirculatie voordoen. Aanwijzing: Voor het optreden van de klacht dient één van beide radiatoren geruime tijd afgesloten te zijn, en pas weer geopend nadat het verwarmingscircuit op temperatuur is. Bijvoorbeeld na een nachtperiode.

- KADER C -



Gecombineerde aansluiting van twee radiatoren op een onderverdeling.

- FIGUUR 9 A EN B -