

DE VERWARMING VAN HET REIZI

ALVORENS de inrichting te beschrijven die gebruikt wordt om het reizigersmaterieel te verwarmen, is het nuttig de rol van de verwarming nader te omschrijven en te wijzen op de moeilijkheden die zich voordoen wanneer ze bij de spoorweg moet worden uitgevoerd.

De verwarming van het reizigersmaterieel is een bijzonder stekelig probleem, en wel om twee redenen.

Het is een probleem dat, uit technisch oogpunt, moeilijk op te lossen valt. Opzoekingen en proefnemingen waarvoor talrijke netten uiteindelijk hun ondervindingen hebben samengevoegd, hebben geleid tot oplossingen die steeds meer de volmaaktheid benaderen. De warmwaterstof die destijds onder de voeten der reizigers werd geïnstalleerd, is inderdaad, een museumstuk geworden. Maar indien elke verbetering thans door de gebruikers op prijs wordt gesteld, dient ze vaak als uitgangspunt voor nieuwe eisen, zo dat men eigenlijk nooit op zijn lauweren kan rusten!

Voor de technici zou de andere reden bijzonder ontmoedigend zijn, indien ze, in de loop der jaren, niet een zekere dosis levenswijsheid hadden verworven. De ene reiziger veegt opzichtig de zweetdruppels af die op zijn voorhoofd gaan parelen zodra de temperatuur 18° overschrijdt, terwijl zijn reisgezel met een waardig en ontevreden gebaar zijn overjas weer aantrekt zodra de temperatuur onder 22° daalt. Het is dus zo dat, voor een zelfde, gemiddelde temperatuur van 20°, beide reizigers ontevreden zijn, de ene omdat hij het te warm heeft, de andere omdat hij het te koud heeft. Daar dit vraagstuk onoplosbaar is, zullen wij het aan zijn droevig lot overlaten om

alleen maar de technische kant van de zaak onder ogen te nemen.

Het begrip

« thermisch comfort ».

In zijn meest algemene betekenis, hangt het comfort in een rijtuig af van talrijke factoren zoals de wijze van rijden, het geluidsniveau, de afmetingen en de vorm der zitplaatsen, de verlichting, de verluchting en de thermische omstandigheden. Wij zullen alleen die thermische omstandigheden bespreken, en in de tekst die volgt moet het woord *comfort* steeds in de beperkende zin van *thermisch comfort* worden begrepen.

Uit thermisch oogpunt zou het een verkeerde vereenvoudiging zijn de begrippen *comfort* en *temperatuur* van de omgevende lucht te verwarren.

Een comfortabele omgeving is een omgeving waarin het menselijk lichaam zich « behaaglijk » voelt. Welnu, het menselijk lichaam voelt zich behaaglijk wanneer er evenwicht bestaat tussen de hoeveelheid calorieën (1) die het moet afgeven en die welke de omgeving kan opslorpen.

Binnen in het menselijk lichaam wordt het voedsel langzaam verbrand, wat warmte ontwikkelt. De werking van die verbranding is veranderlijk volgens de persoon, zijn leeftijd, zijn geslacht en zijn toestand van rust of arbeid (bij een buitentemperatuur van 20° C., ontwikkelt een mens in rusttoestand ongeveer 100 kcl/uur, wat overeenstemt met een verwarmingsver-

(1) Een grote calorie of kilocalorie (kcl) is de hoeveelheid warmte nodig om 1 kg. water, met een temperatuur van 15° centigrad en een druk van 760 mm. kwik, 1° centigrad in temperatuur te verhogen.

mogen van 115 watt; bij zware arbeid kan diezelfde persoon ongeveer 330 kcl/uur ontwikkelen, wat overeenstemt met 380 watt). Welnu, om goed gezond te zijn is een constante, inwendige temperatuur van om en bij de 36,5° C. onontbeerlijk. De hoeveelheid af te geven warmte is dus voor sterke schommeling vatbaar, wat een wijziging van de omgevende omstandigheden vergt. Zo zal een omgeving die voor een persoon in rusttoestand comfortabel is, te warm worden voor dezelfde persoon die een intense, fysische activiteit ontwikkelt en omgekeerd.

Bovendien zijn de opslorpmogelijkheden van warmte door de omgeving veranderlijk. Het menselijk lichaam geeft zijn warmte droog af (door convectie en straling langs de huid) ofwel vochtig (uitademing, transpireren). De omgeving slorpt dus des te minder de door het menselijk lichaam afgegeven warmte op naarmate ze warm en vochtig is. Daarbij komt dat die opslorpmogelijkheden worden geregeld door de rust- of bewegingstoestand van de lucht; iedereen weet dat, in een lokaal waar de lucht dezelfde temperatuur heeft, men het koud of warm kan hebben naar gelang men zich al dan niet in een tocht bevindt.

In een gesloten ruimte speelt de temperatuur van de wanden een grote rol. Zo heeft men, in een lokaal dat afgekoeld is ten gevolge van een langdurige afwezigheid van elke warmtebron, een onbehaaglijk gevoel, zelfs bij een hoge temperatuur van de lucht, zolang de muren koud blijven; evenzo heeft men, bij een lage buitentemperatuur, een gevoel van koude wanneer men naast een venster met enkelvoudige ruiten plaatsneemt in

SMATERIEEL

de omgeving waarvan er nochtans niet de minste tocht aanwezig is. Dat verschijnsel komt voort uit het feit dat het menselijk lichaam warmte uitstraalt naar de massa's die kouder zijn dan dat lichaam.

De toestand kan dus als volgt worden samengevat. Enerzijds verschilt de door het menselijk lichaam af te geven warmte van persoon tot persoon en, voor een zelfde persoon, volgens de omstandigheden. Anderzijds veranderen de warmteopsloringsmogelijkheden van de omgeving met haar temperatuur, haar vochtigheidsgraad, met de rust- of bewegingstoestand van de lucht en de temperatuur van de wanden.

Het menselijk lichaam beschikt over een chemisch en fysisch regelingsstelsel dat er naar streeft de warmtewisselingen te regelen met inachtneming van de hogergenoemde elementen, derwijze dat het zich in een normale toestand handhaaft. Maar buiten het feit dat de werking van dat regelingsstelsel beperkt is, uit ze zich, wanneer ze te intens is, op onaangename wijze door gevoelens van warmte of koude, door rillen (kippenvel) of door transpireren. Het zijn deze onaangename uitingen die een gevoel van onbehagen verwekken. Laten wij daar nog aan toevoegen dat, indien de omgeving tegelijk warm en vochtig is, zowel de droge als de vochtige warmtewisselingen beperkt blijven; in dat geval spreekt men van een « verstikkende warmte » die de fysische mogelijkheden van de mens verzwakt en tot bezwijming leiden kan.

Een omgeving zal dus comfortabel zijn voor een bepaalde persoon die zich in bepaalde omstandigheden bevindt wanneer er een



De foto van deze befaamde sportman, genomen in een onzer comfortabele rijtuigen, is een mooi voorbeeld van een geslaagde thermische isolatie: wat een evenwicht tussen de warmte die van zijn persoon uitstraalt en de hoeveelheid warmte die zijn mooie omgeving kan opnemen.

evenwicht zal bestaan tussen de door zijn lichaam af te geven hoeveelheid warmte en de door de omgeving opslorpbare warmte, zonder dat het regelingsstelsel van het lichaam op gevoelige wijze in werking treedt.

Uitvoering van het thermisch comfort.

Er bestaat een eenvoudig middel om het lichaam tegenover de uit-

Het comfort kan dus enkel worden bekomen wanneer de omgeving ingericht wordt door juiste waarden te geven aan de verschillende elementen die haar beïnvloeden, d.w.z. de temperatuur van de lucht, de temperatuur van de wanden, de vochtigheid van de lucht en de snelheid waarmee deze zich verplaatst.

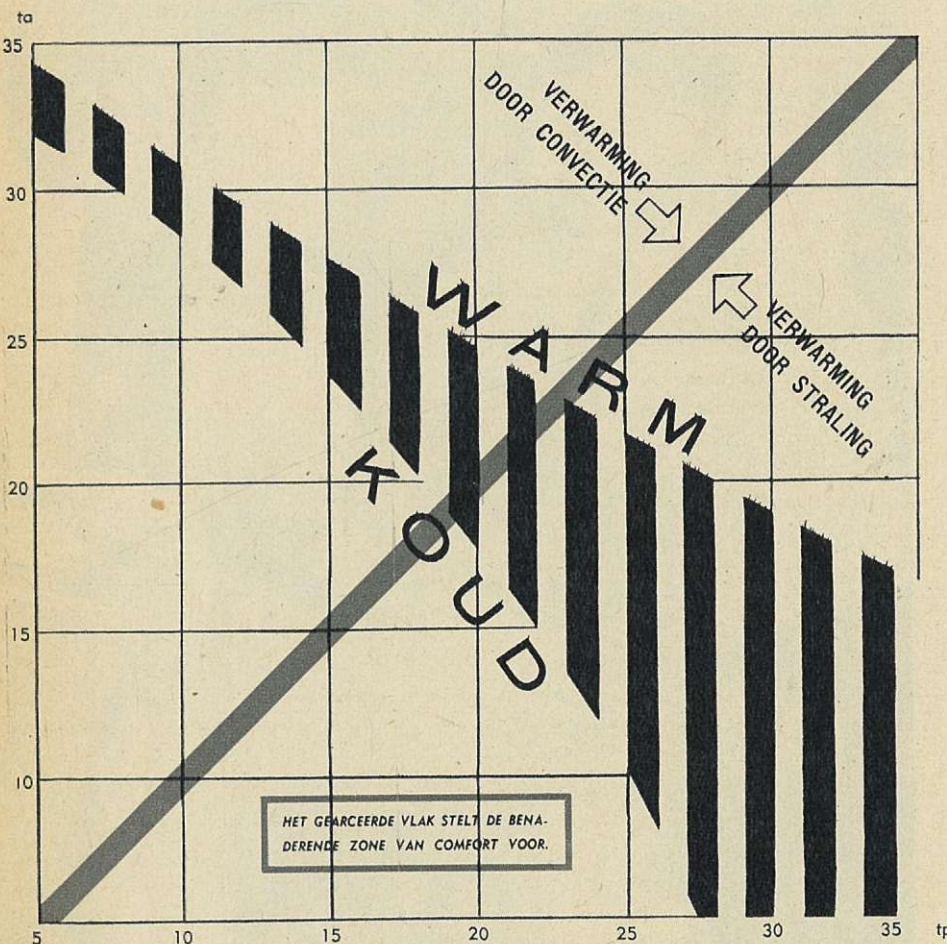
De optimale waarde van de temperatuur van de lucht bedraagt, in normale omstandigheden, ongeveer

relatieve waarde. Een enquête, waarbij meer dan 10.000 personen werden betrokken die zich, op 't stuk van omgeving, in vergelijkbare omstandigheden bevonden, heeft inderdaad aangetoond dat geen enkele temperatuur begrepen tussen 16° C. en 22° C. unaniem als ideaal beschouwd werd, dat geen enkele temperatuur neutraal werd bevonden door 47 % der ondervraagde personen, dat 7 % van die personen een temperatuur van 16° C. warm vonden en 1,5 % onder hen het koud hadden bij een temperatuur van 22° C.

De temperatuur van de wanden is een essentieel element van het comfort. Ze beïnvloedt de temperatuur van de lucht gezien deze warmer moet zijn naarmate de wanden kouder zijn of omgekeerd. Maar het bekomen van het comfort door een behoorlijke koppeling van de temperatuur van de lucht aan die van de wanden is slechts mogelijk binnen zekere perken die bij benadering worden bepaald door het gearceerde vlak van de hierbijgaande grafiek. Hierop ziet men bv. dat, voor een temperatuur t_a van de lucht van 20° C., het comfort slechts bereikt wordt indien de temperatuur van de wanden t_p gelegen is tussen 18° C. en 28° C. en dat, bovendien, een temperatuur van de wanden van 10° C. een temperatuur van de lucht van ongeveer 30° C. zou vergen.

De betrekkelijke vochtigheid van de lucht moet niet dalen onder 30 % wanneer de lucht zuiver is; het is raadzaam ze tot 50 % op te voeren wanneer de lucht bezoedeld is (tabaksrook, stofdeeltjes, enz.). Ze mag evenwel geen overdreven waarde bereiken op gevaar af van een verstikkende warmte te veroorzaken.

De in beweging zijnde lucht geeft een gevoel van koude dat des te intenser is naarmate haar snelheid groter is, wat betekent dat de temperatuur van de lucht moet verhoogd worden naarmate haar verplaatsingssnelheid verhoogt. Om een maximaal comfort te bereiken



wendige omgeving te beschutten : de kleding. Maar de uitwerking ervan geldt enkel tegenover een te koude omgeving, en haar doelmatigheid is beperkt, al ware het maar door het feit dat ze zich niet automatisch aanpast aan de verschillende omstandigheden waarin de mens zich achtereenvolgens kan bevinden (1).

20°, voor zover de temperatuur van de wanden bijna overal dezelfde is en er geen enkele merkbare tocht aanwezig is. Dat is slechts een

(1) Laten wij aanstippen dat de kleding een ander voordeel biedt. Wegens haar thermische inertie, vertraagt ze de uitwerking op het lichaam van een verandering van omgeving, maakt ze het mogelijk dat het regelingsstelsel geleidelijk in beweging wordt gebracht en vermijdt ze dat men kou vat.

schat men dat de snelheid waarmee de lucht zich verplaatst niet hoger dan 0,2 m./sec. mag zijn, wat evenzeer waar is voor een volledige beweging als voor plaatselijke tochten.

De meest volmaakte oplossing om het comfort te bereiken is de luchtverversingsinstallatie. In dat geval zendt men lucht volgens gewenste hoeveelheid, op de gewenste temperatuur en, wanneer het een volledige air-conditioning betreft, met een gecontroleerde vochtigheidsgraad. De hoeveelheid in te stuwen lucht is gebaseerd op de noodzakelijkheid dat elke persoon, wil hij zich behaaglijk voelen, over 20 m³ verse lucht per uur moet beschikken.

Maar zeer dikwijls stelt men zich tevreden met de verwarming, terwijl de luchtverversing geschiedt door natuurlijke of kunstmatige verluchting en de eventuele bevochtiging met hulpstoelen wordt onderhouden.

Toepassing bij de spoorwegen.

In Europa wordt de klimaatregeling in het spoorwegmaterieel slechts op zeer beperkte wijze aangewend. Op dit ogenblik zijn er slechts enkele honderden rijtuigen die erover beschikken; daarbij gaat het dan nog bijna uitsluitend om rijtuigen van speciale treinen met een ver doorgedreven comfort, om restauratie- of slaaprijtuigen. Deze stand van zaken vindt zijn verklaring in het feit dat het gemiddelde klimaat van Europa, in tegenstelling met de andere streken van de aardbol, slechts gedurende een betrekkelijk gering aantal dagen per jaar (dat overigens varieert van streek tot streek) het gebruik van de air-conditioning rechtvaardigt. Daarentegen brengt het installeren van de air-conditioning bijkomende lasten met zich op het gebied van de uitrusting, het onderhoud, het energieverbruik en het gewicht.

De uitvoering van een comfortabele verwarming van een spoorrijtuig doet problemen rijzen die

beslist ingewikkelder zijn dan het aanleggen van de verwarming in een gewoon gebouw.

Van de verwarming van een rijtuig wordt geëist dat de temperatuur van de coupé's nauwkeurig gespreid is en dat deze nagenoeg constant blijft en gelijk aan de gekozen waarde, dit bij elke buitentemperatuur begrepen tussen +20° C. en -20° C., en voor alle snelheden begrepen tussen 0 en 140 of 160 km/h, welke ook de bezettings- of andere omstandigheden zijn.

Die eisen, welke op zichzelf zeer streng zijn, worden nog verzaamd door bepaalde bijzonderheden.

Het verwarmingsvermogen kan erg wisselvallig zijn. Zo wordt bij de N.M.B.S., voor de elektrische verwarming, de spanning van de bovenleiding aangewend. Die spanning, waarvan de nominale waarde 3.000 volt bedraagt, schommelt in feite tussen de benaderende grenzen van 2.800 en 3.600 volt, wat tot gevolg heeft dat het vermogen van een radiator (dat evenredig is aan het vierkant van de spanning) kan schommelen naar verhouding van 1 tot 1,65.

De bezettingsgraad van het rijtuig wijzigt aanzienlijk de aanvoer van calorieën. Zo wordt, in een coupé met 8 plaatsen met een nominaal geïnstalleerd verwarmingsvermogen van 2 kW, dat zelfde vermogen opgevoerd tot $2 + (8 \times 0,115) = 2,920$ kW wanneer hij volledig bezet is, wat overeenstemt met een verhoging van het verwarmingsvermogen met 46 %, een percentage dat voor geen enkele regeling vatbaar is. In sommige rijtuigen van de N.M.B.S., die vóór het eerste vertrek van de trein vóórverwarmd worden en van bij de afreis volledig bezet zijn, blijft de temperatuur bij zacht weer, zelfs na de afsluiting van de verwarming, en alleen wegens hun bezetting, zodanig stijgen, dat ze ondraaglijk wordt indien er geen intense ventilatie aanwezig is.

In een spoorrijtuig wordt de spreiding van de warmte bemoei-

lijkt wegens de engheid van de lokalen, wegens de geringe vrijheid bij de keuze van de vorm en de opstelling der warmtebronnen, wegens de eisen van de luchtverversing, wegens de hinder die de overbrenging van de warmte ondergaat door de min of meer belangrijke bezetting der coupé's, wegens de min of meer voorkomende storingen ten gevolge van het openen der deuren en der venster-ramen, enz.

In een spoorrijtuig beschikt elke reiziger over een volume van ongeveer 1,5 tot 1,75 m³. Indien men aan een reiziger 20 m³ verse lucht per uur wil leveren, wat door de hygiënisten als een minimum beschouwd wordt, moet men 11 tot 12 maal per uur het volume van de in het rijtuig aanwezige lucht verversen, zonder aldus de reizigers aan hinderlijke luchttochten bloot te stellen.

Tijdens de rit, ten slotte, kunnen de rijtuigen met betrekkelijk korte tussenpozen zeer uiteenlopende omstandigheden doormaken (snelheid, buitentemperatuur, windsnelheid en -richting, slecht weer, « blootstelling aan de zon », besneeuwing, enz.) die in staat zijn het thermisch niveau in het rijtuig sterk te beïnvloeden.

In een volgend artikel zullen wij zien hoe men al die moeilijkheden op een min of meer volmaakte wijze kan oplossen.

Laten wij er evenwel op wijzen dat de verwarming, hoe goed ze op zichzelf ook weze, niet het gewenste comfort kan opleveren indien het rijtuig niet dicht en de thermische isolatie niet degelijk is. Inderdaad, bij ontoereikende thermische isolatie kunnen de wanden op geen voldoende temperatuur gebracht worden, terwijl een gebrekkige dichtheid luchtstromingen veroorzaakt die calorieën meevoeren en de reizigers die eraan blootstaan, een gevoel van koude bezorgen.

P. FRENAY,
hoofdingenieur.