

Die bedryfsfisioloog en lugbesoedeling*

N. B. STRYDOM†, Ph.D. (Phys.) (Illinois) (Genoot)

SAMEVATTING

Alhoewel die bedryfsfisioloog vandag nog as 'n rareiteit in die Suid-Afrikaanse nywerheid beskou kan word is dit duidelik dat hy 'n positiewe bydrae kan lewer tot die bekamping van lugbesoedeling. Die goudmynindustrie maak alreeds die afgelope 22 jaar gebruik van bedryfsfisioloë om hulle behulpsaam te wees met die verskillende probleme wat gedurig opduik in die meer doeltreffende en veiliger gebruiksmaking van hulle arbeidsmag. Lugbesoedeling is maar een faset waaraan aandag gegee word. Dit kan met nadruk gesê word dat ander industrië ook veel voordeel kan trek uit die indiensneming van hierdie tipe van vakkundige. Vanweë 'n agterstand op universitêre vlak mag daar vandag nie genoeg bedryfsfisioloë beskikbaar wees om al die moontlike poste in die industrie te vul nie, maar die vertroue word uitgespreek dat belangstellendes eendag 'n volle universiteitskursus in hierdie rigting sal kan volg.

SYNOPSIS

Although the industrial physiologist can still be regarded as a rarity in South African industry, it is obvious that he could make a positive contribution to the control of air pollution. For the past twenty-two years, the gold-mining industry has invoked the aid of industrial physiologists in solving various problems that continually crop up in the more effective and safer utilization of man-power. Air pollution is only one facet that has received attention. It can be stated emphatically that other industries could gain many advantages from the employment of this type of specialist. Because of inadequate opportunities for academic training, however, the industrial physiologists available might not be enough to fill all the possible posts in industry at present, but confidence is expressed that interested persons will soon be able to follow a full university course in this field of study.

INLEIDING

Daar heers tans in die Republiek van Suid-Afrika 'n intense belangstelling in lugbesoedeling. Met die ontsagtelike ontwikkeling van die mynbou, en sy ondersteunende industrieë, gedurende die afgelope aantal dekades het Suid-Afrika as 't ware geen ander keuse gehad as om besoedelingbewus te word nie. Dit is lofwaardig om te sien wat alreeds bereik is en watter hoë vereistes daar gestel word vir die voorsiening van suiwer lug aan arbeiders veral in die mynbedryf. Dit wil verder voorkom asof ons in die bekamping van lugbesoedeling vandag veral te doen het met toegewyde persone wat op hul eie veel verrig om hierdie moderne euwel die hoof te bied.

Ongelukkig is daar ook aspekte wat mens met jammerte moet waarneem, onder andere, die gebrek aan opleidingsgeriewe en die gevolglike mannekragtekort in besoedelingsbekamping en voorkomende maatreëls. So verwys die *S.A. Mediese Tydskrif* onlangs¹ daarna dat daar slegs een universiteit in die Republiek is wat 'n kursus in Bedryfsgeeneskunde aanbied. Hier en daar word daar wel gepeusel aan kursusse verwant aan nywerheidshigiëne en/of -fisiologie, maar volgens beskikbare inligting is daar nêrens 'n volledige

universiteitskursus in hierdie rigtings nie. Suid-Afrika tel vandag onder die eerste tien nywerheidslande in die wêreld maar proporsioneel skiet ons ver tekort aan opgeleide vakkundiges oor besoedeling. Dit wil dus voorkom asof nywerheidsontwikkeling hier vinniger ontplooi het as die beskikbaarheid van opgeleide personeel en asof ons universiteite nog nie ten volle by hierdie ontwikkeling aangepas het nie.

Dit is dan ook geen wonder dat daar by ons nog geen vaste patroon neergelê is met betrekking tot die spesifieke verantwoordelikhede van byvoorbeeld die bedryfsgeneesheer, die bedryfsingenieur, die bedryfsfisioloog en die bedryfshigiënis ten opsigte van lugbesoedeling nie. Anders as in die V.S.A. waar ons 'n groot mate van afbakening tussen hierdie groepe vind, karring elk van die betrokkenes hier maar op hul eie manier aan. Gevolglik kry ons, ten goede of ten kwade, 'n geweldige oorvleueling van take en verantwoordelikhede in 'n poging om te probeer regstel waar sake verkeerd loop. Miskien moet hier gepleit word vir nouer skakeling en samewerking tussen al hierdie groepe. In elk geval sal die skrywer sekerlik verskoon word indien hy vryelik standpunt inneem oor die bedryfsfisioloog en sy betrokkenheid by lugbesoedeling. Die sienswyses wat die skrywer vertolk is sy eie en dra nie noodwendig enige verband met die instansies waaraan hy verbonde is nie.

RASIONAAL

Lugbesoedeling vanaf 'n fisiologiese sienswyse sluit in al daardie bykomstighede in die omgewingsatmosfeer wat dit vir die mens onbehaaglik of ongewens maak om daarin te werk of te beweeg. Die lug kan met ander woorde besoedel word deur

- (i) vaste materie bestaande uit stof, roet of vloeistofdeeltjies,
- (ii) gasse en dampe,
- (iii) geraas en
- (iv) hitte.

Dit is duidelik dat ons moet onderskei tussen besoedeling van menslike oorsprong en besoedeling deur die natuur self. Daar is natuurlike besoedelingsprosesse waaraan die mens bloedweinig kan doen soos byvoorbeeld vulkaniese uitbarstings, die geraas gedurende elektriese donderstorms en die hitte van die tropiese gebiede. Sommige besoedelingsprosesse mag selfs tot voordeel en genot van die mens wees of as sulks ingespan word. Dink maar net aan die voordeel van reën en hael, die genot van brandergeraas of popmusiek en die plesier wat stoombaddens verskaf—almal volgens ons definisie bronne van besoedeling. Ons moet ons dus beperk tot die ongewenste soorte van mensgemaakte of industriële besoedeling.

Hier het die fisioloog verskillende keuses van optrede: hy kan behulpsaam wees met die vaslegging van maksimale toelaatbare waardes (MTW) deur proewe uit te voer op mense, of liefs diere, en die invloed

*A summary in English appears at the end of the paper.

†Ere-Professor in Bedryfsfisiologie, Potchefstroomse Universiteit vir C.H.O., en Hoof, Afdeling Toegepaste Fisiologie, Laboratorium vir Lewenswetenskappe, Kamer van Mynwese, Johannesburg.

van spesifieke besoedelings-elemente op weefsels en sisteme na te gaan; hy kan help om deur seleksieprosesse die meer sensitiewe persone uit te skakel uit besoedelde omgewings; hy kan gebruik maak van die menslike vermoë om aan te pas by ongunstige omstandighede; met behulp van die nywerheidsingenieur en -chemikus kan hy hom beywer om besoedeling uit te skakel; en waar uitskakeling nie moontlik is nie kan die fisioloog bydra tot die ontwikkeling van beskermingstoestelle of die daarstelling van mikro-omgewings vir arbeiders. Elk van hierdie keuses sal kortliks omskryf word.

MAKSIMALE TOELAATBARE WAARDES

Alhoewel die skrywer uiters skepties staan teenoor die algemene gebruik van MTW as maatstaf van besoedeling of van die effek van teenmaatreëls, dien dit tog ook 'n besondere doel en kan veel daardeur bereik word. Hier word veral gedink aan metodes om omgewingstoestande meer aanvaarbaar vir mens, dier en plant te maak en waar MTW kan dien as tydelike mikpunte om na te strew in 'n reeds besoedelde omgewing. Dit is dus uiters noodsaaklik dat ons hier in Suid-Afrika ook moet navorsing doen op hierdie gebied. Indien u enigszins onder die wandinruk verkeer dat ons nie die weelde van dergelike navorsing kan bekostig nie en goedsmoeds byvoorbeeld die MTW van ander lande moet aanvaar dan wag daar op 'n groot ontnugtering. As tydelike maatreël mag dergelike aanvaardings verdedigbaar wees maar ons sal ons eie standarde moet vasstel indien ons op die lange duur wetenskaplik korrek wil wees. Daar moet opgelet word dat daar geen definitiewe ooreenstemming tussen die verskillende lande bestaan oor wat toelaatbaar is al dan nie. So reken die Swede byvoorbeeld dat geen MTW vasgestel behoort te word vir enige item wat moontlik kankervormend kan wees nie en hulle gebruik asbes en benseen as voorbeelde—die konsentrasie van hierdie twee items moet nul wees voordat die omgewing as veilig beskou kan word². In sy veroordeling van sy eie land se hoë MTW in vergelyking met dié van

Rusland stel Stofen³ van Wes-Duitsland dit besonder sterk en sê dat die Duitse waardes geen wetenskaplike agtergrond het nie. Aanvaarding van dergelike waardes is dus moeilik verdedigbaar.

Verder dien daar op gewys te word dat ons hier te lande te doen het met faktore wat nie in aanmerking geneem kan of sal word in sommige oorsese lande nie. Neem maar byvoorbeeld die geweldige samedromming in ons nywerhede van verskillende etniese groepe, elk met sy eie sosiologiese agtergrond. Tot tyd en wyl hierdie verskille uit die weg geruim is, moet hulle as sulks aanvaar word en dus in aanmerking geneem word in die vaslegging van MTW. As voorbeeld kan die kwessie van donkeradaptasie by ons Bantoes in die minimum toelaatbare ligintensiteit by fabriekse genoem word. Vanweë 'n gebrek aan voldoende inname van vitamine A neem dit Bantoes veel langer om by donkerte aan te pas as Blankes⁴. Die internasionale minimum ligintensiteit vir bogrondse werksplekke is 65 lux, maar dit mag onrealisties laag wees vir Bantoes vanweë hul stadiger aanpassingsvermoë. Dieselfde argumente mag dalk ook geldig wees ten opsigte van besoedelings-elemente.

Suid-Afrika is verder in 'n besonder goeie posisie om meer lig te werp op knelpunte in die huidige MTW, en wel in die volgende opsigte.

Eksperimente met diere

Omtrent al die navorsingswerk oor MTW is uitgevoer op rotte, hase en marmotjies—diere met spysverterings-, sirkulatoriese-, en asemhaling-sisteme wat hemelsbreed verskil van die mens. Die hoofrede waarom hierdie diere gebruik is, is die gebrek aan meer verwante materiaal soos byvoorbeeld ape en bobbejane en hiervan het ons tans nog meer as genoeg beskikbaar. Dit is nie om dowe neutse of pure bravado dat Suid-Afrika 'n leidende wêreldrol speel in die oorplanting van harte en ander organe nie. Indien ons enige waarde wil heg aan MTW moet ons ons navorsing baseer op dierspesies wat so na verwant is aan mense as wat prakties moontlik is. Ook moet daarop gelet word dat hierdie diere verskillende grade van ouderdom,

gesondheid, en sensitiwiteit verteenwoordig, en dat hulle aktief gehou moet word gedurende blootstelling. Ten spyte van geweldige vooruitgang in meganisasie word daar in baie nywerhede in die Republiek nog steeds hoofsaaklik van hande-arbeid gebruik gemaak. MTW wat bepaal is op gesonde, onaktiewe diere is van beperkte toepassing op die algemene arbeiderpopulasie.

Hoogte bo seevlak

Gedurende die onlangse Internasionale Kongres vir Arbeidsgeneeskunde in Buenos Aires het dr. A. Gastanage Coll van Peru sy misnoë uitgespreek oor die feit dat Peruviaanse mynwerkers myntering opgedoen het by stofkonsentrasies ver benede die erkende veilige MTW. Die hoofrede vir hierdie verskynsel lê opgesluit in die bevindings van Suid-Afrikaanse navorsers⁵. Met die 30 persent hoër longventilasie wat waargeneem is by werkende arbeiders in Johannesburg in vergelyking met dié van arbeiders op seevlak is dit vanselfsprekend dat by dieselfde stofkonsentrasies die opname van stofdeeltjies in die long ook 30 persent meer sal wees. Dieselfde redenasie geld vir Peruviaanse arbeiders wat op nog hoër vlakke bo seevlak moet werk en dus nog hoër longventilasies het.

Dit is nie alleen stofdeeltjies wat hier in aanmerking geneem moet word nie maar alle besoedelings-elemente. Blootstelling aan die dun lug van Johannesburg veroorsaak 'n 10-15 persent daling van die maksimale kapasiteit vir suurstof opname en die gevolg is dat anaerobiese metabolisme nou by 'n laer werkintensiteit intree as by seevlak, 'n vernane aspek wanneer ons te doen het met enige besoedelings-element wat 'n invloed uitoefen op die suurstofdravermoë van die bloed. 'n Legio ander prosesse en aanpassings word ook geaffekteer: die vermoë om aan te pas by hitte (akklimatisering) word byvoorbeeld verlaag en die effek van relatief onskadelike gasse word verhoog. By seevlak het die inaseming van 2 persent koolstofdioksied oor 'n tydperk van 8 ure geen waarneembare fisiologiese invloed op die normale mens nie. By 2000 meter hoogte het dieselfde CO₂-konsentrasie 'n na-

delige invloed gelykstaande aan die inaseming van 4-5 persent CO₂ by seevlak. Dit is dus duidelik dat MTW wat by seevlak as veilig bepaal is nie van toepassing kan wees in Johannesburg of Pretoria nie.

Klimaatfaktore

Klimaatstoestande in die Republiek wissel van die een uiterste tot die ander, van ultra droog tot klam en vogtig, van ysig koud tot snikkend warm. Hierdie verskillende klimaatfaktore het 'n groot invloed op die verspreiding van besoedelings-elemente in die atmosfeer. Hulle moet ook 'n invloed uitoefen op die toksikologiese aspek van hierdie elemente. Swaweldioksied en stikstofdiksied is byvoorbeeld meer skadelik in 'n klam, vogtige klimaat as in 'n droë een. Navorsing oor die invloed van kombinasies van klimaatstoestande op die nadelige invloed van besoedelings-elemente is nog heeltemal ontoereikend en Suid-Afrika is in 'n uitstekende posisie om hier 'n bydrae te lewer.

SELEKSIE

Mense verskil van mekaar in baie opsigte en sommige van hierdie verskille kan gebruik word om alleen die geskikte persone uit te kies vir arbeid in toestande waar sekere vorme van lugbesoedeling onvermydelik is. Hier word veral gedink aan verskille in maksimale suurstofkapasiteit, ouderdom, liggaamsoppervlak, sensitiwiteit van die asemhalingsorgane en van die gehoorsisteam. Gewoonlik word aan die reaksies van 'n groep mense tot enige prikkel gedink in terme van 'n normale distribusiekurwe. Navorsing in toegepaste fisiologie het egter getoon dat dit 'n wanbegrip is en dat die meeste menslike reaksies op 'n skuins kurwe weergee kan word⁶. Dit is daardie groepie mense op die eindpunt van die skuins kurwe wat as abnormaal beskou en dus uitgeskakel moet word.

Maksimale suurstofkapasiteit kan deesdae maklik deur indirekte metodes bepaal word⁷. Op werkende persone met besonder lae kapasiteite sal enige fisiologiese benadering 'n groter uitwerking hê as op diegene met 'n hoër kapasiteit. Laasgenoemdes vertoon 'n laer hartspoed per minuut sowel as 'n laer ventilasievolume by dieselfde werktempo

as diegene met 'n lae kapasiteit. Die gevolgtrekkings is ooglopend—besoedelingskonsentrasies wat normaalweg as veilig beskou word sal 'n groter uitwerking op hierdie groep mense hê. So is daar daadwerklike bewyse dat mense met 'n lae kapasiteit nie in staat is om by hitte aan te pas nie⁸. Aangesien ouderdom gepaard gaan met 'n verlaging in maksimale suurstofkapasiteit⁹, 'n vertraging in sweetreaksie en 'n hoër opname van stralingshitte (bloedvate wat meer oppervlakkig lê)¹⁰ is dit vanselfsprekend dat diegene wat ouer as 45 jaar is nie onnodiglik aan arbeid in hitte blootgestel moet word nie.

Omdat die hoofbron van hitteverlies gedurende arbeid in warm toestande uit sweetverlies vanaf die liggaamsoppervlakte bestaan en omdat sekere arbeidstake dieselfde metaboliese hitte vrystel vanaf persone met normale liggaamsbou as van diegene met 'n abnormale klein liggaamsbou of oormatige vet struktuur, is dit nie raadsaam om laasgenoemde twee tipes in hitte te gebruik nie⁸. Die klein persoon het net eenvoudig nie 'n groot genoeg liggaamsoppervlakte om van die opgehoopte hitte ontslae te raak nie, sy veltemperatuur styg onnodiglik en dus ook sy liggaamstemperatuur. Die isolasielaag van vet wat gewoonlik swak bedeed is met bloedvate maak die oorgewig-individu ook maar 'n swak risiko in hitte.

Voortdurende blootstelling aan geraasvlakke van bo 90 dBA vir agt ure per dag sal enige arbeider uiteindelik 'n gehoorverlies besorg. By sommige persone sal dergelike gehoorverlies egter reeds intree by blootstelling aan geraas van 5-10 dBA laer as hierdie MTW. Hierdie mense het 'n baie meer sensitiewe gehoorsisteam as die normale en hulle kan blykbaar uitgeken word deur gebruik te maak van 'n eenvoudige toets om die tydelike verskuiwing van drumpelwaarde van gehoor te bepaal. Verdere navorsing in hierdie verband is egter nog noodsaaklik.

Skrwyer is self van die ongelukkige persone met neigings tot asma en ook 'n baie gevoelige reukorgaan. Lank voordat enige verklikker sal reageer op die teenwoordigheid van

ammoniakgas in die atmosfeer sal hy alreeds 'n reaksie toon. So is daar baie mense [wat orgevoelig is vir sekere lugbesoedelings-elemente en veral vir sulke skadelike gasse soos swaweldioksied, swawelwaterstof en stikstofdiksied. Dit bly vir my 'n bron van verbasing om te sien dat drafentoesiaste hulself blykbaar geniet langs besige motorweë en eensins belemmer word deur die uitlaatgasse van motors en busse nie. Dit behoort betreklik maklik te wees om fisiologiese toetse te ontwikkel om alle sensitiewe reageerders uit te skakel en sodoende meer realistiese standaarde te stel vir die 'normale' arbeiders.

AKKLIMATISERING

Die aanpasbaarheidsvermoë van die menslike liggaam by sy omgewing is met een woord gesê: fantasties. Hoeveel kere het u nie al by 'n kamer vol mense ingestap waar die rookdampe en vuil lug jou soos 'n baksteen in die gesig tref nie. Tog kla niemand in die kamer daarvoor nie, hulle het eenvoudig by die atmosfeer aangepas.

Wanneer ons fisiologiese aanpassings van arbeiders by hitte op die keper beskou dan is die feite nog meer verstommend. Waar die ongeakklimatiseerde individue wat blootgestel word aan arbeid in 'n warm omgewing binne die eerste uur onder die uiterste fisiologiese en psigologiese stremming verkeer kan die ten volle geakklimatiseerde vir 4 tot 8 ure werk sonder dat hy hom daarvoor bekommer¹¹. Die verskil tussen hierdie twee groepe kan duidelik gesien word in Fig. 1 en 2. Die gemiddelde rektaaltemperatuur van 'n groep ongeakklimatiseerde persone styg van 37,0°C by rustoestande tot 38,6°C in die eerste uur en klim dan verder tot 39,6°C by die vierde uur. Wat nie hier getoon word nie is dat sommige onaangepaste proefpersone alreeds teen die einde van die tweede uur onttrek moes word omdat hulle temperature bo 40,0°C gestyg het. By die geakklimatiseerde groep kry ons 'n styging van ongeveer een graad en dan 'n afplating vir die res van die blootstellingstydperk.

Die hartspoedprentjie is omtrent dieselfde; 'n drastiese vermeerdering binne die eerste uur tot ongeveer 150

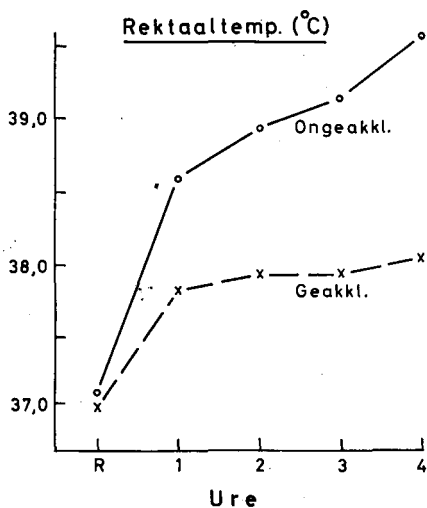


Fig. 1

slae per minuut en dan 'n finale hartspeod van 160 slae per minuut. Hierteenoor bly die hartspeod van die geakklimatiseerde groep onder 110 slae per minuut vir die hele vier ure van blootstelling. Sweetafskieding by die ongeakklimatiseerde groep was minder as die helfte van die aangepaste groep.

Hierdie proses van akklimatisering word nie ornag en sonder arbeid verkry nie. Huidige akklimatiseringsmetodes soos deur die mynindustrie toegepas verg vier ure van blootstelling aan werk in hitte per dag vir 'n tydperk van agt dae. Akklimatisering is egter geen vermorsing van tyd nie want dit word gekoppel met die nodige opleidingsprosedures, seleksie-toetse en onderrig van nuwe arbeiders. As 'n arbeider egter hierdie prosesse suksesvol deurloop het, is daar min gevaar dat hy later aan enige hitesiekte soos hitte-steek of hitte-uitputting sal ly. Dit moet weereens beklemtoon word dat die ouer individu, die ondergewig-arbeider en diegene met 'n lae maksimale suurstofkapasiteit uitgeskakel moet word van hittewerk, al sou hulle ook suksesvol gewees het met hitte-aanpassing. Interessantheidshalwe kan genoem word dat hierdie akklimatiseringsproses as 'n uitstekende sif vir enige onontdekte siektetoestand en veral dié in die beginstadium dien. Diegene wat 'n hoë temperatuur opbou en dan nie reageer op 'n rusperiode van 30-60 minute nie word direk hospitaal-toegestuur. Menige malaria-, bronchitus-, longontsteking- en selfs ruggraatontstekings-gevälle, word in die

klimatekamer uitgeken¹².

Hierdie akklimatisering van arbeiders word noodsaaklik sodra die omgewingstemperatuur 27,5°C (natbol) oortref en hoef nie net beperk te word tot die mynindustrie nie. Daar is baie industrië soos byvoorbeeld glas- en staalfabrieke, pottebakkerie en selfs die spin- en weefindustrie waar hittetoestande dergelike aanpassing of seleksie regverdig. Ongelukkig kan die mens nie teen alle vorms van lugbesoedeling geakklimatiseer word nie.

UITSKAKELING VAN BESOEDILING

Vanweë die feit dat die bedryfsfisioloog belas is met roetinewaanemings in die nywerheid kom hy in noue kontak met die arbeidsmag, asook met die toestande waaronder hulle werkzaam is. Met sy agtergrond en begrip van die moontlike uitwerking van stremmende faktore op die menslike liggaamsprosesse is hy in 'n uitstekende posisie om hierdie faktore uit te ken en hul omvang te ontlee. Geen wonder dus nie dat bedryfsfisioloë dikwels genader word om opnames te maak van besoedelingsfaktore en hul invloed op arbeiders. Dit is dus vanselfsprekend dat hulle die nodige apparaat moet aanskaaf om hierdie opnames te maak. Dit is op dié vlak waar oorvleueling tussen die pligte van die bedryfsingenieur, bedryfshigiënis en bedryfsfisioloog miskien die meeste plaasvind en waar samewerking so uiters noodsaaklik is.

Op sy eie het die bedryfsfisioloog al baie geleer hoe om doeltreffend

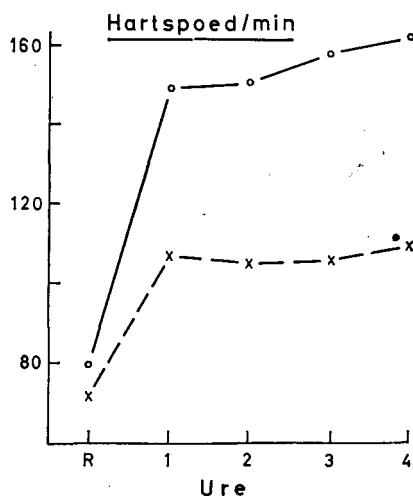


Fig. 2

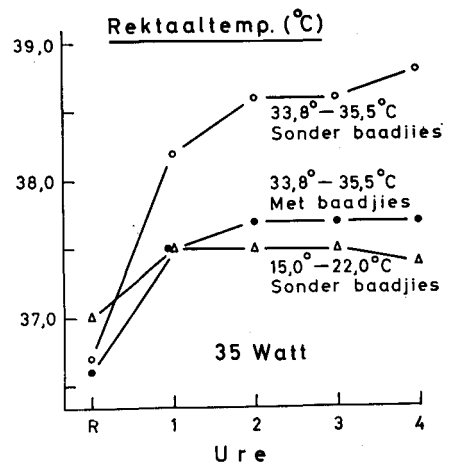


Fig. 3

ontslae te raak van gasse en dampe uit 'n gewone werkswinkel, hoe om die geraas van masjienerie, waaiers, saaglemme, ens. te demp en watter metodes gevolg moet word om onnodige stralingshitte tot 'n absolute minimum te beperk¹³. Uit ondervinding weet hy dat 'n natboltemperatuur van hoër as 25°C onwenslik is en lei tot buitengewone fisiologiese reaksies. As die voggehalte van die atmosfeer verlaag word deur die bedekking van waterslote, die toestop van lekplekke en die verhoging van die ventilasiespeod kan dergelike toestande aansienlik verbeter word.

BESKERMING TEEN LUGBESOEDILING

Beskerming van arbeiders teen besoedeling moet beskoud word as die laaste vesting in voorkomende optrede. Dit moet onthou word dat waar toestande so erg is dat gasmaskers of gehoorbeskermers gedra moet word die omgewing buite die fabriek en dus ook die algemene publiek en die natuur aan lugbesoedeling blootgestel kan word. Nogtans is dit nodig om in sommige situasies beskermingsmaatreëls toe te pas soos in die volgende voorbeeld.

Die voorsiening van oop of geslotebaan asemhalingsapparate en die nodige beskermende klerasie vir diegene wat vure moet beveg of hoogoonde moet herstel, sluit nog nie die moontlikheid van oorverhitting van hierdie mense uit nie. Metaboliese hitte-produksie mag hoër wees as die hitte wat vanaf die omgewing opgeneem word en met die hele liggaam bedek deur beskermende

klerasie is die moontlikheid van hitte-verlies uiters skraal. Die daarstelling van 'n mikroklimaat om hierdie werkers¹⁴ skakel egter die gevaar van oorverhitting uit en stel die mense in staat om hul taak vinniger, veiliger en doeltreffender uit te voer. Die waarde van hierdie ontwikkeling word duidelik getoon in Fig. 3. Proefpersone wat eers ten volle aan hitte aangepas is moes vir vier ure teen 35 W werk in 'n omgewingstemperatuur van 33,8°C natbol, 35,5°C droëbol, asook by gewone kamertemperatuur. Sonder die beskerming van 'n voorafgevriesde koelbaadjie het hul gemiddelde rektaaltemperatuur gestyg tot plus minus 39°C. Met die nodige beskerming was hulle in staat om hul liggaamstemperatuur vir die volle vier ure van blootstelling te beheer by 37,7°C, dit wil sê binne die perke van die waardes wat by kamertemperatuur gemeet is. Hierdie ontwikkeling is oorspronklik aangepak deur 'n groep bedryfsfisioloë, -fisikusse en -ingenieurs, en dien as voorbeeld van vele dergelike probleme in die beskerming van arbeiders wat deur samewerking opgelos kan word.

SUMMARY: THE INDUSTRIAL PHYSIOLOGIST AND AIR POLLUTION

In South Africa there is a lack of academic training facilities in the field of pollution control. Consequently, there is a lack of trained personnel, and this is further aggravated by inefficient use of the existing personnel. Inefficiencies

arise from the overlapping and duplication of tasks simply because there is no generally accepted clear definition of the field. A plea is made for co-ordination and co-operation.

The contribution of the industrial physiologist to air-pollution control can be set out as follows.

- (1) He can assist in determining the maximum permissible levels of various pollutants. In this task he must be wary of making generalizations, and must consider factors such as height above sea level, climatic conditions, and test material used.
- (2) He can assist in ensuring that more-sensitive people are kept away from polluted areas.
- (3) He can make use of his knowledge of man's ability to adjust to unfavourable conditions.
- (4) He can assist other workers in eliminating pollution or can at least ensure that the microclimate is suitable for workers.

The above emphasize the important functions of the physiologist and the positive role he can play in combating pollution.

For the past twenty-two years, the gold mining industry has used the services of the industrial physiologist in numerous problems of which air pollution is a single facet. Other industries should also make use of his services.

VERWYSINGS

1. Redaksioneel 'Bedryfsgeneeskunde'. *S.A. Med. T.*, vol. 46. 1972. bl. 1065.
2. GERHARDSSON, G. Paneelbesprekings *Int. Kongres Arbeidsgeneesk.*, Buenos Aires, Sep. 1972.

3. STOFEN, D. Höchstwerte für Luftverunreinigungen in Wohngebieten (Mik Werte). *Stadtehygiene*, vol. 23. 1972. bl. 51-54.
4. VAN GRAAN, C. H. The effect of blood vitamin A levels on the dark adaptation of South African Bantu mine workers. *Physiol. Biochem. Soc. S. Afr.*, 2nd Sci. Congress, Cape Town, Sep. 1972.
5. WYNDHAM, C. H., and LEARY, W. The effect of medium altitude on exercise physiology. *Revue Suisse de Med. Sportive*, vol. 14. 1966. bl. 117-123.
6. WYNDHAM, C. H. *et al.* The temperature responses of men after two methods of acclimatisation. *Int. Z. angew. Physiol.*, vol. 18. 1960. bl. 112-122.
7. WYNDHAM, C. H. *et al.* Studies of the maximum capacity of men for physical effort. *Int. Z. angew. Physiol.*, vol. 22. 1966. bl. 285-295.
8. STRYDOM, N. B. *et al.* The responses of men weighing less than 50 kg to the standard climatic room acclimatization procedure. *J. S. Afr. Inst. Min. Metall.*, vol. 72. 1971. bl. 101-104.
9. STRYDOM, N. B. *et al.* Capacity for physical work of Bantu recruits weighing less than 50 kg. *J. S. Afr. Inst. Min. Metall.*, vol. 72. 1971. bl. 108-111.
10. HELLON, R. F., and LIND, A. R. Activity of sweat glands with special reference to the influence of ageing. *J. Physiol. (Lond.)*, vol. 133. 1956. bl. 132-144.
11. STRYDOM, N. B. Fisiologiese en ander aspekte van akklimatisering. *Geneeskunde*, vol. 6. 1964. bl. 192-197.
12. STRYDOM, N. B. *et al.* A six-months survey of the two-stage acclimatization method. *J. Chem. Met. Min. Soc.*, vol. 56. 1955. bl. 43-48.
13. MORRISON, J. F. *et al.* The determination of the heat load on labourers when near submerged arc furnaces. *J. S. Afr. Inst. Min. Metall.*, vol. 67. 1966. bl. 115-121.
14. STRYDOM, N. B. Microclimate cooling for men working in hot environments. *Proc. 17th Int. Congr. Occup. Hlth.*, Buenos Aires, Sep. 1972.