Simposia en Konferensies

Metrologie – essensieel vir gehalte

Samesteller – Nicoline Basson
Nasionale Fisiese Navorsingslaboratorium, WNNR, Posbus 395, Pretoria 0001

Die Afdeling Wis- en Natuurkunde van die S.A. Akademie vir Wetenskap en Kuns in samewerking met die Nasionale Fisiese Navorsingslaboratorium het in Augustus verlede jaar 'n simposium gehou oor die essensiële rol van metrologie – die wetenskap van meting – in die samelewing. Dr. Gorra Heymann, Adjunk-President van die WNNR, het as simposium-voorsitter opgetree en die openingsrede gehou:

In alledaagse terme kan die onderwerp van die simposium opgesom word as: "Met die maat waarmee jy meet, sal vir jou gemeet word".

Van drie fundamentele eenhede vir lengte, massa en tyd kan alle ander meganiese hoeveelhede, byvoorbeeld oppervlakte, volume, versnelling en krag, afgelei word. 'n Omvattende stelsel vir praktiese metings moet nog drie ander basiseenhede insluit vir die meting van hoeveelhede in elektromagnetisme, temperatuur en stralingsintensiteit.

Die meting van enige hoeveelheid beteken die bepaling van die verhouding tussen dié hoeveelheid en 'n vaste hoeveelheid van dieselfde soort, wat natuurlik bekend is as die eenheid vir die soort hoeveelheid. 'n Eenheid vir hoeveelhede soos massa of tyd is 'n abstrakte begrip wat gedefinieer word deur verwysing na 'n willekeurige materiële standaard of na 'n natuurlike verskynsel. Byvoorbeeld: die eenheid vir lengte in die metrieke stelsel is van 1889 – 1960 gedefinieer deur die skeiding tussen twee strepe op 'n bepaalde metaalstaaf. Van 1960 tot 1983 is dit gegee as die aantal golflengtes van 'n bepaalde lyn in die spektrum van lig wat deur kripton-86 uitgegee word. Sedert 1983 word die eenheid van lengte gedefinieer in terme van die snelheid van lig in 'n vakuum, wat as 'n universele konstante aanvaar word.

Om by so 'n taamlik algemene aanvaarde eenheid van lengte uit te kom, is nie so eenvoudig nie. Selfs vandag nog word die meter nie as die uitsluitlike standaard vir lengte in lande soos Amerika en Engeland aanvaar nie. In Suid-Afrika self het die metrieke stelsel, of meer bepaald die SI-eenhede, eers sedert 1973 in werking getree.

Die afmetings van liggaamsdele het in vroeëre tye waarskynlik die gerieflikste basis vir lengtemeting gevorm, terwyl die oplig- of dravermoë van 'n man die eerste eenhede vir massa bepaal het.

Alhoewel daar aanduidings is dat baie vroeë beskawings meetstandaarde en metodes van meet bedink het, word die Egiptiese kubit as die mees aanvaarde standaard vir lineêre meting in die ou geskiedenis beskou. Dit was sedert omstreeks 3000 v.C. in gebruik en is op die lengte van die arm – van die elmboog tot by die punte van die vingers van die uitgestrekte hand – gebaseer. Die standaard was die koninklike meesterkubit, gemaak van swart graniet, waarmee alle kubitstokke wat in Egipte in gebruik was, gereeld vergelyk moes word. Die koninklike kubit (van 524 mm) is in die basiese subeenheid, die "digit", verdeel, waarvan daar 28 in 'n kubit was. Die Afrikaanse naam vir "digit" is meer beskrywend van die subeenheid, naamlik die vingerbreedte of vinger. Vier digits = 1 palm, vyf digits = 1 hand. Twaalf digits of vingerbreedtes is gelyk aan drie palms of 'n klein span. Twintig vingerbreedtes of vier hande is gelyk aan 'n klein kubit. Die vingerbreedte is selfs nog verder verdeel. Op die kubit is die 14e vingerbreedte in 16 gelyke dele verdeel, die volgende in 15, ens., tot by die 28ste vingerbreedte, wat in twee gelyke dele verdeel was. Die kleinste indeling van 1/16 van 'n vingerbreedte was gelyk aan 1/448 van 'n kubit.

Die akkuraatheid van die kubitstokke word weerspieël in die afmetings van die Groot Piramide van Gizeh. Alhoewel duisende mense betrokke was by die bou daarvan, verskil die afmetings van die sykante met nie meer as 0,05% vanaf die gemiddelde lengte van 230,36 meter nie.

Die oudste van alle bekende massaeenhede is moontlik die Babiloniese mina, wat in een oorblywende vorm 640 g en in 'n ander 978 g weeg. Die sikkel, bekend uit die Bybel as 'n standaard geld- en massaeenheid, was oorspronklik Babilonies. (In die dae voor inflasie kon jy nog die massaeenheid en geldeenheid dieselfde maak.) Die Hebreeuse standaarde was op die verhouding tussen die mina, die talent en die sikkel gebaseer. Die heilige mina was gelyk aan 60 sikkels en die heilige talent aan 3 000 sikkels of 50 heilige minas.

Alhoewel vroeëre Sjinese stelsels heeltemal onafhanklik van dié van die Midde-Ooste en Europa ontwikkel het, toon dit tog eienskappe wat soortgelyk is aan dié van Westerse stelsels. Eenhede het egter baie meer van plek tot plek gewissel. Die variasies was nie net geografies nie. 'n Eenheid van lengte met dieselfde naam mag vir die skrynwerker, die bouer en die kleremaker elkeen verskillende waardes gehad het. Shih Haung Ti wat in 221 v.C. die eerste keiser van die Sjinese Ryk geword het, was, onder andere, beroemd omdat hy regulasies uitgereik het om die waardes van basiese eenhede vas te lê. Karel die Grote – Charlemagne – het in die 9e eeu in die Weste dieselfde probeer, maar totaal misluk.

Waar konings misluk het, het handelaars tog geslaag. Byvoorbeeld: in die 12e en 13e eeu het die bestuur van Champagne se Jaarmark bepaal dat die el

van Champagne die enigste geldige meeteenheid was; dit is deur Jeper, Gent, Arras en die ander groot materiaalvervaardigers van die stede in Noordwes-Europa aanvaar, ten spyte daarvan dat hulle eie meeteenhede van hierdie ysterstandaard verskil het.

Die ontwikkeling van die metrieke stelsel word teruggevoer op Gabriël Mouton, die vikaris van die St. Pauluskerk in Lyon, wat in 1670 die volgende in verband met meeteenhede voorgestel het: desimalisasie, rasionele voorvoegsels en die afmeting van die aarde as basis. Lodewyk XVI het in 1792 uit sy tronksel 'n proklamasie uitgereik om die lengtegraad te meet wat van die Pool deur Parys tot by die ewenaar loop. In 1795 is die waarde van die meter – een tienmiljoenste van hierdie afstand – vasgestel, en in 1799 het die metrieke stelsel 'n feit geword.

Hierdie geskiedenis is nie net interessant nie, maar bevat ook die beginsels wat hier bespreek gaan word:

- Uniformiteit van eenhede is noodsaaklik.
- Disseminasie van eenhede deur vergelyking met meetstandaarde en kalibrasie is onontbeerlik.
- Akkurate meting in die industrie en landbou verseker die verhandelbaarheid van produkte.
- Internasionale vergelyking en aanvaarbaarheid van metings en meetmetodes is essensieel vir die bevordering van die handel.

Metrologie in die nywerheid

H.M. Kritzinger
Posbus 190, Broederstroom 0240

Meting op sigself het geen betekenis tensy dit teen die agtergrond van 'n duidelike doelstelling geskied nie. Die doelstelling van metrologie in die nywerheid is onafskeidbaar verbonde aan die begrip van omruilbare vervaardigde items. Dit vereis 'n ontleding van die fundamentele vereistes van passing, toelaatbare toleransies, vervaardigingsvermoë en meetakkuraatheid op vervaardigde dele, vervaardigingstoerusting en meettoerusting. Meetakkuraatheid moet altyd verband hou met die praktiese vereiste om kostedoeltreffendheid te handhaaf. Elke vervaardiging moet ontleed word om te bepaal wat die grofste toelaatbare afwerking met betrekking tot oppervlakafwerking, gelykheid, rondheid en afmetings is, om enersyds omruilbaarheid en duursaamheid te waarborg en om andersyds binne die kliënt se spesifikasies te bly. Die twee stelle vereistes is nie noodwendig dieselfde nie, en dit kan in die praktyk varieer van waar slegs 'n meetband nodig is tot waar die gevorderdste lasertegniek vereis word.

Omruilbare vervaardiging

W.A. Shewart[1] van Bell Telephone Laboratories het in 1931 beslag gegee aan die begrip van ekonomiese vervaardiging deur die gebruik van statistiese metodes om 'n praktiese sisteem van omruilbaarheid te bewerkstellig. Die distribusie van die mate van items uit serievervaardiging volg die normale distribusiekurwe. Waar twee dele inmekaar pas, kan hulle distribusiekurwes in verhouding gestel word om 'n minimum of maksimum speling met behulp van wiskundige tabelle te bepaal. Die belangrike voordeel van die metode is dat daar altyd 'n kleiner waarskynlikheid van steuring sal wees wanneer die twee onderdele saam gepas word, as wanneer slegs die afwyking van een onderdeel oorweeg word. Met behulp van hierdie gegewens kan die vervaardigingsproses aangepas word om aan die verlangde vereistes te voldoen.

Onsekerheid in meetakkuraatheid

Daar moet onderskei word tussen hoe akkuraat gemeet kan word, en hoe akkuraat werklik in enige werksplek gemeet word. Heelwat faktore het 'n invloed op meetakkuraatheid. Harrison[2] het in 1952 by die NPL in Engeland ondersoek ingestel na metings wat by verskillende organisasies gemaak is op werkstukke wat van 100 tot 2 000 mm in grootte gewissel het. Sy belangrikste gevolgtrekkings was:

1. Daar is 'n merkbare verhoging in die verspreiding van meetwaardes met vermeerdering in die meetlengte, veral in mate bo 450 mm.
2. Verskille in temperatuur tussen werkstuk en meetinstrument is belangrik. 'n Verskil van 1°C bring 'n fout in van meer as 0,2 mm op 2 000 mm.
3. 'n Bedrewe operateur kan redelike akkuraatheid en herhaalbaarheid verkry met selfs eenvoudige meettoerusting, maar waar die gevoelsintuig 'n rol speel, affekteer dit lesings wat deur verskillende operateurs verkry is.
4. Onvoldoende instandhouding van meettoerusting en werkstukke het 'n nadelige gevolg op akkuraatheid.
5. Akkurate meting van klein binnedeursneemate bly 'n probleem.
6. Distorsie van sowel werkstuk as meettoerusting vind maklik plaas wanneer groot afmetings betrokke is.
7. Meettoerusting het nie altyd die akkuraatheid waarop voorsieners aanspraak maak nie.

Die bogenoemde faktore laat voorkombare oorsake van foutiewe meting buite rekening, byvoorbeeld onvoldoende kalibrasieakkuraatheid, die gebruik van verkeerde meettoerusting, onvoldoende opleiding van operateurs. Die beste teenmaatreël om onsekerheid te verminder, is eerstens die opleiding van bekwame meetkamerpersoneel en tweedens die gereelde vergelyking van resultate tussen verskillende

operateurs en organisasies. In dié verband moet die uiters waardevolle werk van die Nasionale Kalibrasiediens genoem word, wat sowel die kwalifisering van meetkamerhoofde betref as die vergelyking van metings tussen verskillende kalibrasielaboratoria.

Neil Hatton[3] gee 'n goeie uiteensetting van hoe meetprobleme ontstaan en hoe meetfoute onder beheer gebring kan word deur die toepassing van die jongste tegnieke.

Praktiese voorbeelde uit die nywerheid

'n Goeie voorbeeld van onversoenbare afmetings was die geval van 'n 4 500 liter veselglastenk. Die inspeksiegatdeksel se deursnee was 12 mm te kort om oor die ring van die gat te pas. Die aankoopkoste van die tenk was minder as R500; die regstelling het meer as R100 beloop.

'n Ander voorbeeld wat groot onnodige finansiële verlies beteken, kom in die boubedryf voor. In Europa kan mens 'n deurraam koop met 'n deur wat daarin pas, volledig met skarniere en tappe vir die slot. Al wat op die bouperseel reggestel moet word, is om die onderkant van die deur te skaaf om by die verskil in die hoogte van die vloervlak aan te pas. In die RSA kan geen deur en raam met 'n nominale wydte van 813 mm gekoop word wat klaar pas nie. Met die inlaat van tappe vir slotte en skarniere beloop die koste van onnodige handearbeid etlike honderde rand op elke huis wat gebou word. Dit is heeltemal onnodig, want die toleransies is in volle millimeters en maklik binne bereik van sowel die raam- as deurvervaardigers.

Daar kan egter ook suksesvolle toepassings van dimensionele beheer aangehaal word. Die lengte en deursnee van elke sigaret verskil baie min en verder pas hulle presies in die pakkie. Die outomatiese vervaardigingsproses toon hoe glad die hele verpakkingsproses verloop en dit is 'n goeie voorbeeld van die toepassing van gesonde metrologiebeginsels in die praktyk.

Ratvervaardiging kombineer ook 'n hele reeks metings wat hoë akkuraatheid vereis, en dit illustreer terselfdertyd 'n paar algemene strikke. Ratte word gewoonweg volgens DIN-klassifikasie verskaf, waar Klas 1 die hoogste akkuraatheid het en in die praktyk slegs gebruik word om die akkuraatheid van ratte uit reeksvervaardiging te toets. 'n Tipiese spesifikasie van 'n rat uit 'n voertuigratkas, 100 mm deursnee en 50 mm wyd, kan die volgende maksimum afwykings vereis:

Skeefheid van tandwang	7 μm (mikrometer)
Afwyking van ware evolent	5 μm
Haaksheid	5 μm
Totale uitskop	32 μm
Tand-tot-tandvariasies	11 μm

Waar ses ratte in 'n planeetstel voorkom, vereis 'n tipiese spesifikasie 'n posisionele akkuraatheid van 8 μm vir die asse op 'n deursnee van 160 mm.

Om so akkuraat te kan meet, moet die meettoerusting 'n hoër orde van akkuraatheid toon, maar selfs moderne lasermeettegnieke gee maar 2 μm akkuraatheid van kalibrasie van 'n numeries beheerde slypmasjien. Dit word al moeiliker om prakties uitvoerbare yking van numeries beheerde masjinering te doen, waar voorsieners van hierdie masjiene op akkuraathede aanspraak maak wat op dieselfde vlak is as die noukeurigheid van meting in 'n goedtoegeruste meetkamer. Baie ander voorbeelde kan aangehaal word van akkurate meting in die nywerheid wat wissel van groot freesbanke tot bierblikke, maar die bogenoemde voorbeelde dui die verfyndheid van metrologie in die praktyk aan.

Selektiewe montering

Omdat die koste van vervaardiging parabolies verhoog met vermindering in 'n afmetingstoleransie, moet die fabrikant noukeurig kyk na die vervaardigingskoste in verhouding tot die vereiste speling tussen passende onderdele. 'n Goeie voorbeeld hiervan kom voor in die motornywerheid, waar suiers en suierpenne gegradeer word om onderskeidelik in die silinders en suiers te kan pas. Die verwagte spelings is van die orde van 12,5 μm en 5μm onderskeidelik, wat moeilik bereikbaar is met die volle spektrum van die verspreidings wat in serievervaardiging voorkom. Afhangend van die vervaardigingsproses, kan die silinders en suiers in vier of vyf grootteklasse verdeel en gepaar word om die vereiste speling te gee. Dieselfde geld vir suierpenne en onderdele vir brandstofinspuitpompe.

Selektiewe montering lewer nie praktiese probleme wanneer onderdele wat inmekaar pas as 'n paar voorsien word nie, maar dit kan herstelkoste die hoogte laat inskiet vir enkel vervangingsonderdele.

Die belangrikheid van metrologie vir die Suid-Afrikaanse nywerheid

Met uitsondering van enkele nywerhede, soos die keramiek- en rubbernywerheid en gieterye, sal 'n ontleding van die oorsprong van skrot in die meeste nywerheidsaanlegte toon dat dimensionele afwykings die grootste enkele bydraende faktor is. Die toenemende vraag by verbruikers na gehalte en die toenemende kompleksiteit van vervaardigde produkte met hulle kleiner toleransies, bring mee dat vervaardigers al meer aandag aan metrologie moet gee.

Akkuraatheid in vervaardiging en meting moet egter krities beskou word in verhouding tot produksiekoste. Om mededingend te bly in 'n wêreldmark waar die winkel om die hoek 'n digitale kwartshorlosie verkoop wat minstens 18 maande sal loop en minder as R5 kos, is geen maklike taak nie. Voeg daarby sakrekenaars, verkykers, kameras en 'n hele reeks verbruikersartikels wat vandag teen lae pryse aangebied word, veral uit die buiteland.

Die uitdaging aan die Suid-Afrikaanse nywerheid – dit is eintlik noodsaaklik vir oorlewing – is om ekonomiese vervaardiging te bewerkstellig sonder om doelmatigheid of duursaamheid prys te gee. Die regering het onlangs 'n witskrif gepubliseer met die titel *Strategie vir nywerheidsontwikkeling in die RSA*. Die geslaagde uitvoering van so 'n strategie vereis die skepping van die nodige infrastruktuur, waarin

metrologie 'n baie belangrike rol speel. Benewens die opleiding van produksie- en meetkamerpersoneel moet daar van owerheidsweë aktiewe steun vir die uitbouing van ons nasionale meetstandaarde en die kalibrasiediens wees, indien die nywerheid op elke terrein 'n mededingende posisie met sy handelsgenote wil handhaaf. Hierdie uitbouing moet in so 'n mate geskied dat die Nasionale Kalibrasiediens volle internasionale erkenning sal geniet.

VERWYSINGS

1. Shewart, W.A. (1931). *Economic control of quality of manufactured products* (D. van Nostrand, New York).
2. Harrison, P.W. (1955). An investigation into the accuracy of industrial measurement of sizes up to 80 in. *Proc. Inst. Mech. Eng.* Vol. 169, No. 47.
3. Hatton, N.G. (1985). Statistical process control of measurement. Skripsie oor finale projek vir Universiteit Stellenbosch Honneurskursus "Kwaliteit 2000".

Gehalte in vervaardiging

P. Scribante

Departement Meganiese Ingenieurswese, Suid-Afrikaanse Buro vir Standaarde, Privaatsak X191, Pretoria 0001

Wat is gehalte?

Die waarde wat aan gehalte geheg word, verskil van persoon tot persoon en uiteindelik is die eenvoudigste dog akkuraatste definisie van gehalte dat die artikel aan die verwagtinge van die gebruiker moet voldoen.

Gehaltebestuur of -versekering

Al die groot kopers dring vandag daarop aan dat hulle leweransiers gehaltebestuurstelsels in hulle fabrieke moet hê, anders koop hulle nie die produkte nie.

Voor die Industriële Rewolusie het vervaardigers meestal self tuis produkte vervaardig en het hulle gesorg dat die produk aan die vereistes van hulle kliënte voldoen het, anders kon hulle nie 'n bestaan maak nie.

Met die koms van massaproduksie vroeg in hierdie eeu het die vervaardiger 'n inspekteur aangestel om toe te sien dat sy vereistes nagekom word.

Teen die einde van die dertigerjare was inspeksie alleen nie meer voldoende om die gehalte van meer gevorderde produkte te waarborg nie, en het die gedagte van gehaltebeheer ontstaan. Dit het meer as vervaardiging ingesluit, want grondstowwe, verpakking, ens. is ook nou in ag geneem.

Die toenemende gevorderdheid van produkte het aanleiding gegee tot gehaltebestuur om die gewenste eindresultate te lewer. Die proses behels behoeftebepaling, ontwerp, voorproduksietoetsing, vervaardiging, finale toetsing, aflewering en selfs die opvolg van prestasie van die produk-in-gebruik, met die oog op 'n verbeterde produk.

Die SABS se gebruikskode SABS 0157-1979, wat in samewerking met die nywerheid opgestel is, omskryf al die elemente van 'n doeltreffende bestuursprogram om produkte van hoë gehalte te verseker. 'n Paar van die kode se bepalings word hieronder bespreek.

Organisasie

Sekere verantwoordelikhede en magte moet aan bepaalde persone toegeken en baie duidelik omskryf word. Daar moet ook onderskei word tussen verantwoordelikhede en magte. 'n Inspekteur is byvoorbeeld verantwoordelik daarvoor om alle produkte te inspekteer en mag produksielotte afkeur, maar hy mag nie die aanleg stopsit nie.

Gehaltepersoneel moet verkieslik nie aan produksiebestuur verantwoordelik wees nie, maar direk aan iemand met hoër gesag, sodat produksieoorwegings nie gehaltebesluite oorheers nie.

Die belangrikheid van die omskrywing van take kan nie oorbeklemtoon word nie. Dit geld ook nie net vir die persoon nie, maar vir die hele prosedure, sodat belangrike inligting nie tot 'n persoon beperk is nie en kontinuïteit hierdeur verseker word.

Beplanning

Elke taak moet volledig beplan word. Dit geld nie net vir die vervaardigingsmetode nie, maar ook vir elke stap van die proses, hoe toetsing en meting tydens vervaardiging gedoen gaan word, die seleksie van materiaal en geskikte toerusting. Deeglike beplanning vir gehalte kan ongedefinieerde vereistes van die kliënt na vore bring, wat dan eers opgelos moet word.

Vervaardigingsbeheer

Om 'n produk suksesvol te vervaardig, moet baie duidelik omskrewe werksopdragte opgestel word. Vervaardigingsprosedures moet haarfyn beskryf word, byvoorbeeld in watter stadium inspeksies moet geskied; deeglike beheer moet uitgeoefen word oor produkte wat nog nie geïnspekteer is nie, watter geslaag of gefaal het, want die verdere verwerking van afgekeurde produkte is onekonomies.

Waar produkte op groot maat of teen 'n hoë tempo geproduseer word, moet daar besluit word op 'n gehaltepeil. Byvoorbeeld: as daar op 'n gehaltepeil van 4% besluit word, moet die vervaardiger en kliënt weet dat tot 4% van die besending nie aan die vereistes sal voldoen nie. Hoe kleiner hierdie persentasie, hoe hoër die koste. Statistiese prosesbeheer is in hierdie geval goedkoper as lotinspeksies.

Dit is belangrik by vervaardigingsbeheer om dade-

lik korrektiewe stappe te doen as afwykings voorkom. Die oorsaak van die afwyking moet vasgestel en gedokumenteer word, en regstellings moet gemaak word sodat die afwykings nie weer voorkom nie.

Terugvoer van die kliënt is noodsaaklik as die produk verder verbeter kan word.

Dokumentasie en veranderings daaraan

Daar moet gedokumenteerde voorskrifte, werksopdragte, tekeninge, ens. wees en daar moet verseker word dat slegs die jongste en korrekte dokumentasie gebruik word. Waar daar meer as een stel tekeninge bestaan, moet sorg gedra word dat die veranderings op alle stelle aangebring word.

Waar 'n werker 'n beter metode volg as wat voorgeskryf is, en beter resultate lewer, moet hierdie inligting deurgevoer word na 'n persoon met die magtiging om die dokumentasie te verander.

Moderne fotokopieermasjiene skep 'n probleem omdat dit soms moeilik is om tussen die oorspronklike en die kopie van 'n dokument te onderskei. Oorspronklike dokumente kan met rooi gestempel word om hierdie probleem te oorkom.

Aangekoopte materiaal en dienste

Die materiaal wat gebruik word, speel net so 'n belangrike rol in die gehalte van die produk as die vervaardigingsproses. Die materiaal moet dus aan sekere spesifikasies voldoen en hiervolgens getoets word. Al kom die materiaal van dieselfde leweransier af, kan daar nie aanvaar word dat elke aflewering aan dieselfde vereistes sal voldoen nie.

Beskerming van produkgehalte

Selfs die beste produk kan weens swak verpakking tydens besending beskadig word. 'n Goeie vervaardiger moet dus na meer as net die vervaardigingsproses kyk. Sorg moet gedra word dat onderdele wat moontlik tydens gebruik aan die son blootgestel gaan word, nie byvoorbeeld van plastiek gemaak word nie.

Opleiding

Dit is belangrik dat elkeen weet wat sy taak is, en ook hoe om die werk te doen. Opleiding om 'n taak beter te kan doen, is noodsaaklik en werkers moet deeglik bewus gemaak word van die belangrikheid van gehalte en dat hulle 'n aandeel het aan die uiteindelike finansiële sukses van die firma.

Ondersoek-, meet- en toetstoerusting

Hierdie aspek is van kardinale belang en die SABS het 'n spesiale kode opgestel om die kies, gebruik, kalibrering, kontrolering en instandhouding van meetapparaat te beskryf (SABS 0159-1982).

Die bepalings van hierdie kode sluit nou aan by dié van die vervaardigingsproses. Van die belangrikste aspekte is byvoorbeeld die bepaling van die meetonsekerheid. Die apparaat waarmee gemeet word, moet minstens 10 keer meer akkuraat wees as die toelaatbare afwyking.

Individuele meetinstrumente moet identifiseerbaar wees, byvoorbeeld deur die toekenning van 'n unieke nommer sodat 'n kalibrasierekord van die instrument beskikbaar is.

Die frekwensie van kalibrasie sal afhang van hoe dikwels die apparaat gebruik word. Aanhoudende gebruik sal meer dikwels kalibrasie verg en omgekeerd. In elk geval moet elke meetinstrument wat nie 'n meestereenheid is nie, minstens een maal per jaar gekalibreer word.

Voorgeskrewe kalibrasieprosedures moet streng nagevolg word. 'n Instrument waarvan die geldigheidstydperk vir die kalibrasie verstryk het, moet byvoorbeeld aan gebruik onttrek word, verstelbare onderdele van 'n meetinstrument moet verseël word na instelling, wisselende temperatuursomstandighede van die meetomgewing moet vermy word, ens.

Algemeen

In die praktyk word daar gewoonlik onderskei tussen

1) 'n handleiding oor gehalte, wat in wese die bestuur se beleid weerspieël oor hoe daar aan die verskillende oogmerke van SABS 0157 voldoen moet word;
2) 'n prosedure, wat algemene aanwysings gee oor hoe sekere aktiwiteite uitgevoer moet word; en
3) instruksies, wat presies sê hoe elke ding gedoen moet word, sodat selfs 'n persoon wat nie bekend is met die proses nie, maar wel met die tegnologie, die proses sal kan uitvoer bloot deur te lees.

Die eersgenoemde dokument is gewoonlik so geskryf dat dit geen vervaardigingsgeheime bevat nie en dit word heel dikwels as 'n publisiteitsdokument gebruik om aan voornemende kopers te wys wat gedoen word.

Die laaste twee dokumente bevat gewoonlik vertroulike inligting en word streng beheer vir sover dit distribusie in die werkplek betref.

Ten slotte, gehaltebestuur as begrip is nie nuut nie, maar dit het in die laaste paar jaar meer en meer na vore getree as 'n absolute vereiste by die meeste vervaardigingsaanlegte.

In baie Suid-Afrikaanse fabrieke word daar nog weerstand ondervind, veral weens die administratiewe werk wat gedoen moet word. Hierdie werk is egter nóodsaaklik, want die basiese uitgangspunt van gehaltebestuur is dat niemand of niks geglo word tensy iets swart op wit geskryf staan nie.

Gehaltebestuur moet nie net ingestel word om die koper tevrede te stel nie, want tensy die besparings wat so 'n stelsel oor die langtermyn lewer meer is as die koste daaraan verbonde, is dit nie die moeite werd nie. Uit die ondervinding met sulke stelsels is dit duidelik dat, as hulle reg toegepas word, hulle altyd ekonomies regverdigbaar is.

Metrologie in die Suid-Afrikaanse Lugdiens

C.V. Lewis
Tegniese Departement, SA Lugdiens, Administrasiegebou, Jan Smutslughawe 1627

Die konsep van dimensionele standaarde het formeel in 1973 by die Lugdiens posgevat, maar voor hierdie tyd was elke tegnikus ten volle bedag daarop dat sy meetinstrumente korrek moet wees, en hy het self daarna omgesien. Die toestande wat ten tye van die toets geheers het, was natuurlik nie ideaal nie en daar was geen waarborg van herleibaarheid nie.

In 1973 stig die SA Lugdiens 'n Dimensionele Laboratorium en hy stuur personeel vir vakkundige opleiding na die buiteland. In die volgende jaar is daar nog 'n laboratorium gestig, naamlik vir elektriese en lugdrukinstrumente. Instrumente kon nou gereeld vir kalibrasie herroep word. Die volgende stap was 'n Radiolaboratorium, wat in 1978 in gebruik geneem is.

Hierop het 'n noue skakeling met die WNNR begin en sedertdien is al hierdie laboratoriums as Goedgekeurde Laboratoriums van die Nasionale Kalibrasiediens geklassifiseer. Die Dimensionele en Elektriese en Lugdruklaboratoriums doen gesamentlik sowat 8 500 kalibrasies per jaar.

Die noodsaaklikheid om selfversorgend te wees, is 'n begrip wat sedert die totstandkoming van die SA Lugdiens in 1934 ingesien is. Omdat die SAL so ver van ander rederye en verskaffers van lugvaartuie, kraginstallasies en komponente is, word alle groot versien- en herstelwerk, asook sertifisering, deur die SA Lugdiens self met behulp van sy fasiliteite by Jan Smutslughawe onderneem. Hierdie diens is nie beperk tot die redery self nie, maar is ook vir ander maatskappye beskikbaar. Dit geld ook vir ons buurstate en selfs vir Afrikastate verder noord, en die diens word aktief bemark.

Die SA Lugdiens is trots daarop dat hulle uitgebreide enjinwerk vir groot Amerikaanse maatskappye, soos World Airways, doen en dat die SA Lugdiens se ingenieursvernuf hoog aangeskryf in die wêreld staan. Een van die hoofredes hiervoor is dat die SA Lugdiens oor dimensionele standaarde beskik en op herleibaarheid kan aanspraak maak wat aanvaar word deur wêreldliggame soos die Federal Aviation Agency van die VSA, Europa se Bureau Veritas, die Britse Civil Aviation Agency, en andere.

'n Voorbeeld van hoe belangrik behoorlike instandhouding vir die SA Lugdiens is, is die styging in brandstofverbruik wanneer komponente nie optimaal gekalibreer en ingestel is nie. As een van die voorste deure byvoorbeeld nie behoorlik pas nie, word die inlynstelling van die vliegtuig beïnvloed en kos dit R10 000 per vliegtuig per jaar meer aan brandstof, teenoor die R3 145 per vliegtuig per jaar wat die behoorlike versiening van die deur sou kos. As die Machmeter maar 1% uit is, lei dit tot 'n koste van R730 000 per jaar aan bykomende brandstof.

So sterk voel die SA Lugdiens oor 'n doeltreffende nasionale kalibrasiediens dat hulle 'n jaarlikse toekenning maak aan 'n persoon wat 'n aansienlike bydrae tot die uitbouing van die NKD maak.

Noukeurige metings in die staalbedryf

J.A. Venter
Supreme Spring Systems, Posbus 1529, Nigel 1490

Staal vorm 'n integrale deel van ons moderne leefwyse. Die meeste mense beskou staal maar as 'n vorm van yster en besef nie hoe gevorderd die moderne tegnologie daarvan is nie. Gedurende die vervaardigingsproses moet, onder andere, baie parameters gereeld en noukeurig gemeet word.

Die basiese bestanddeel van staal is yster, wat in legering met koolstof (C) en mangaan sogenaamde C-stale vorm. Silikon, aluminium en titaan word as deoksideerders en greinkontroleerders gebruik. Residuele elemente wat in die vorm van onsuiwerhede voorkom, is swael, fosfor, koper en tin. Wanneer 'n C-staal met ander elemente gelegeer word, byvoorbeeld chroom, nikkel, vanadium, molibdeen en boor, word dit as 'n legeringstaal geklassifiseer. Die voordeel van legeringstale is dat verskillende kombinasies van legeerelemente die gebruiker 'n verskeidenheid meganiese eienskappe met hittebehandeling bied.

By die moderne spesiale staalvervaardigingsaanleg van USCO in Vereeniging word alle parameters wat die gehalte van die staal kan beïnvloed, in elke produksiefase gemeet, opgeteken en geanaliseer. Onakkurate metings lei tot die afkeuring van produkte en dit voorkom doeltreffende korrektiewe maatreëls. Dit is gevolglik van die uiterste belang dat akkurate

metings wat tot internasionale standaarde herleibaar is, uitgevoer moet word.

Die belangrikste metings wat gemaak word, vind in die volgende produksiefases plaas: Staalvervaardiging, staalverwerking en staalevaluering.

1. Staalvervaardiging

Skrot en sponsyster word geweeg en in 'n elektriese boogoond gelaai. Die presiese massa is krities omdat die massa gebruik word om die hoeveelheid legeerelemente wat bygevoeg word, te bepaal om die vereiste konsentrasie van die element in die staal te verkry.

Verder word akkuraatheid vereis in die analises van gesmelte staalmonsters. 'n Fout kan lei tot die afkeuring van 45 ton spesiale staal. Termokoppels moet gereeld gekalibreer word om te verseker dat die verlangde temperatuur bereik word.

Temperatuurbeheer is van die grootste belang in alle stadiums van vervaardiging, byvoorbeeld wanneer gietpotraffinering plaasvind, by ontgassing in vakuum, stringgieting, blokgieting en elektroslakraffinering. Verder moet vloeitempo's, die invoer van energie, die afkoeltempo en verskeie ander parameters akkuraat gemeet en beheer word.

2. Staalverwerking

By die verdere verwerking van staal moet gietblokke, voorblokke, knuppels en seksies tot bepaalde temperature verhit word. In gas- en elektriese herverhittingsoonde word die gasvloeitempo, gasdruk, temperatuur, oondatmosfeer, deurverhittyd en siklustyd gemeet.

Ander prosesse waarby akkurate meting 'n belangrike rol speel, is voorwalsing, die behandeling van knuppels, die herwalsing van finale profiele en seksies, smeding, hittebehandeling en masjinering.

3. Staalevaluering

Hieronder ressorteer vernietigende en nie-vernietigende evalueringstoetse. Slegs 'n klein persentasie voltooide produkte word aan vernietigende toetse onderwerp, omdat die produk na toetsing nie meer bruikbaar is nie. In hierdie kategorie word byvoorbeeld die volgende ondersoek: korrelgrootte, ontkoling, verhardbaarheid, breekvlak, segregasie, treksterkte en spanning.

Nie-vernietigende toetse word al hoe meer gewild omdat die volledige inspeksie en sertifisering van kritiese komponente moontlik is. Tegnieke in hierdie kategorie is byvoorbeeld magnetiese partikelinspeksie, waarmee oppervlakdefekte in ferromagnetiese materiale opgespoor kan word; werwelstroomtoetsing, waarmee hittebehandeling byvoorbeeld gekontroleer word; ultrasoniese toetse, waarmee interne defekte in stawe, ens. opgespoor kan word; radiografiese inspeksie, waarmee interne defekte met behulp van X- of gammastrale uitgewys kan word; en vloeistofindringingsinspeksie, waarby kleurstof gebruik word om krake aan te toon.

By al hierdie tegnieke is die betroubaarheid van evalueringstoerusting onontbeerlik. Vir die ultrasoniese toetstoerusting alleen moet die volgende funksies gereeld noukeurig gekalibreer word: lineariteit van afstand en van amplitude, aanpasbaarheid van verswakkerskakelaars, sensitiwiteit, oplosvermoë, pulsduur, sein-ruisverhouding, ens.

Ten slotte, die akkurate meting van alle parameters tydens vervaardiging is essensieel om te verseker dat die eindproduk aan die gebruiker se vereistes sal voldoen. Een verkeerde meting kan lei tot die afkeuring van 'n hele produksielot, met die gepaardgaande finansiële verlies, en onvermoë om die produk betyds te lewer; die vervaardiger kan selfs sy mededingingsposisie verloor.

Akkurate meting tydens evaluering van die produk is nou verbonde aan die beeld van die vervaardiger. Die versending van 'n foutiewe produk of die afkeuring van 'n bevredigende produk sit die hele kringloop van finansiële verlies, laat aflewering, ens. weer eens aan die gang.

Geen moderne vervaardiger van spesiale staal kan bestaan sonder die fasiliteite en tegnologie vir akkurate meting en die vermoë om hierdie meting na internasionale standaarde te kan herlei nie.

Die rol van noukeurige metings in die landbou met spesiale verwysing na sagtevrugteverbouing

W.A.G. Kotzé
Navorsingsinstituut vir Vrugte en Vrugtetegnologie, Privaatsak X5013, Stellenbosch 7600

Grondvrugbaarheid vorm die basis van alle landbouproduksie. Grondkunde behels die bestudering van fisiese en chemiese grondeienskappe wat in verband staan met plantprestasies met die doel om grondvrugbaarheid te kwantifiseer, die korrekte gewaskeuse uit te oefen en om bemestings- en bestuursriglyne op te stel om goeie plantprestasie in stand te hou.

Grond- en blaarmonsters is nodig vir die opstelling van norme. Hierby moet die toepassing van gesofistikeerde ontledingstegnieke voorafgegaan word deur deeglike studies van monsterneming om te verseker dat die resultaat aan die verwagtings voldoen.

Wat grondmonsters betref, is daar gevind dat 'n enkele monster uit ten minste 20 inkremente, versprei

oor die oppervlakte wat dit moet verteenwoordig, moet bestaan. Groot ruimtelike variasie word waargeneem wat grondeienskappe betref, en gronde wat oënskynlik morfologies van mekaar verskil, moet nie saam gemonster word nie.

Wat blaarmonstering betref, word daar vir verskillende meerjarige boomgewasse verskillende prosedures aanbeveel volgens verskille in groei- en drawyse (Tabel 1). Aangesien ontledingsresultate verskil na gelang van die plantdeel in die monster, asook die fisiologiese ouderdom daarvan, moet streng by hierdie voorskrifte gehou word.

Tabel 1
Prosedure en tyd van blaarmonstering vir verskillende vrugsoorte

Vrugsoort	Tyd	Prosedure
Wingerd	End November	Eerste volgroeide blaar tussen 3de en 5de nodium vanaf basis van loot
Sagte vrugte	End Januarie	Blaar op middel van nuwe groei aan vrugdraende tak
Avokado	Begin Maart	Basisblaar by 3de nodium op nuwe groei
Pekan	Begin Januarie	Middelste blaarskyf van die 4de saamgestelde blaar op nuwe groei

Kerntegnieke het reeds wye toepassing in landbounavorsing gevind. In grondvrugbaarheidstudies lewer L- en E-waardes waardevolle inligting en in die geval van veral boomgewasse bied dit ook die akkuraatste metode om die bydrae van elementopname uit toegediende kunsmis tot die totale elementinhoud van die boom te bepaal. Gamma-attenuasie bied 'n vinnige en akkurate metode vir die bepaling van die slik en klei-inhoud van gronde. Landboukundige studies strek dikwels oor verskeie halveringstye van 'n bepaalde nuklied, sodat dit noodsaaklik is dat halveringstye baie akkuraat bekend moet wees. Gedurende die vroeë stadia van die toepassing van kerntegniek in die landbou is daar dan ook heelwat aandag aan hierdie aspek gewy (Tabel 2).

Sagte vrugte is onderhewig aan verskeie fisiologiese kwale wat verband hou met wanbalans in voedingselementkonsentrasies in die aangetaste weefsel. Aangesien slegs 'n klein gedeelte van die vrugweefsel aangetas word, kry mikro-ontledingstegnieke voorkeur om die ontstaan van die siektes vas te stel, waarvolgens beheermaatreëls dan geformuleer kan word. Sowel proton geïnduseerde X-straalemissie (PIXE) in 'n Van de Graaf-versneller as energiespreiding-X-straalemissie (EDX) in 'n skandeerelektronmikroskoop is vir hierdie doel aangewend. Die laasgenoemde tegniek maak die bepaling van elementsamestelling moontlik, terwyl 'n visuele ondersoek

Tabel 2
Halveringstye van nukliede wat in landboukundige studies gebruik word

Nuklied	Halveringstyd
^{32}P	14,282 ± 0,005 (dae)
^{51}Cr	27,701 ± 0,006 (dae)
^{54}Mn	315,4 ± 0,1 (dae)
^{59}Fe	44,75 ± 0,04 (dae)
^{65}Zn	244,52 ± 0,07 (dae)
^{86}Rb	18,82 ± 0,02 (dae)
^{132}I	2,2842 ± 0,0004 (uur)
^{137}Ba	153,08 ± 0,04 (sek)

van die selstruktuur terselfdertyd kan plaasvind. Die tegniek is ingewikkeld en slegs relatiewe, dog bruikbare, konsentrasies kan vasgestel word.

In besproeiingstudies word daar gekyk na die effek van die grondvogregime op plantprestasie gedurende verskillende fenologiese ontwikkelingstadia in terme van groei en produksie, asook die invloed daarvan op vogverbruikpatrone en die doeltreffendheid waarmee toegediende water benut word. In Suid-Afrika met sy beperkte waterbronne is hierdie navorsing van besondere belang om die optimale benutting van beskikbare water te verseker.

Grondvog is nie ewe toeganklik tussen die arbitrêre grense van veldwaterkapasiteit en die permanente verwelkpunt nie, sodat die grondvogstatus en die grondvogspanning wat daarmee gepaard gaan, van wesenlike belang is by die plantwortel se vermoë om water op te neem. Die betroubaarste instrument vir die bepaling van die grondvoginhoud, is die neutronvogmeter waarmee 'n akkuraatheid van ongeveer 1% in 'n grondvolume van ongeveer 0,13 m^3 onder bepaalde omstandighede bereik kan word.

In tuinboukundige navorsing word die reaksie van die boom tydens verskillende manipulasies bestudeer, om deur middel van praktyke soos die plant- en opleistelsel, snoei en uitdun die verlangde resultaat van optimum produksie en vruggrootte te bereik. Albei die laasgenoemde parameters bepaal die produsent se inkomste, en vir sagte vrugte is vruggrootte van besondere belang by bemarking. Die koördinering van uitvoer vereis ook dat 'n akkurate beraming van die verwagte oes reeds in 'n vroeë stadium gemaak moet word om voldoende verskepingsruimte te kan bespreek. Met moderne metodes, wat plaaslik ontwikkel is, kan die appelgrootte byvoorbeeld binne 6 tot 7 gram voorspel word.

Om die reaksie van vrugtebome op verskillende manipulasies soos snoei, bemesting en besproeiing te kan kwantifiseer, asook hulle vermoë om te produseer, is daar vasgestel dat die stamomtrek goed korreleer met die grootte van 'n boom en sy vermoë om te produseer. Die meting kan vinnig en akkuraat in die veld uitgevoer word.

Studies van verskillende plantstelsels is gedoen om die maksimum moontlike hoeveelheid sonlig te benut, sodat die hoogste moontlike produksie per

eenheidsoppervlakte bepaal kan word.

Die volwassenheid van die vrug met oestyd is van belang weens sy vermoë om 'n aanvaarbare kwaliteit tydens langtermynopberging te behou. In hierdie verband word daar heelwat van kleur gebruik gemaak. Dit is 'n subjektiewe maatstaf en daar word tans gesoek na fisiese en chemiese vrugeienskappe wat daarmee geassosieer is, en makliker en met groter akkuraatheid gemeet kan word.

Die verbruiker heg groot waarde aan letselvrye vrugte en gevolglik word baie hoë eise aan plantbeskerming teen siektes en plae gestel. Plantbeskerming is nie slegs die aanwending van doeltreffende chemiese middels nie, maar dit vereis 'n diepgaande kennis van die bionomie van plaaginsekte en die infeksievereistes van swamme en bakterieë om doeltreffende beheer uit te oefen.

Die kwantifisering van sommige parameters in die landbou lewer steeds probleme; nogtans is akkurate meting vandag van die uiterste belang, nie alleen by navorsing nie, maar ook in die praktyk. Alhoewel daar in sagtevrugteproduksie hoofsaaklik van klonemateriaal gebruik gemaak word, is die koëffisiënt van die variasies van gemete parameters dikwels groter as 30%. Akkurate meting in studies en die praktyk waarby biologiese materiaal betrokke is, kan nie afsonderlik van monsterneming beskou word nie. As gevolg van die wyse waarop foute voortgeplant word, is dit noodsaaklik dat elke stap in die waarnemingsproses met die grootste moontlike akkuraatheid uitgevoer word om die algemene toepaslikheid van waarnemings te verseker.

Metrologie en die volksgesondheid

P.R. le Roux
Departement van Gesondheid en Welsyn, Privaatsak 399, Pretoria 0001

Die belangrikheid van die metrologie in die Geneeskunde is voor die hand liggend – van die eenvoudige termometer en bloeddrukmeter tot by die ingewikkelde metings in kerngeneeskunde, radioterapie, elektrokardiografie, enkefalografie, digitale radiografie, gerekenariseerde tomografie, ens., het dit 'n onmisbare behoefte geword in die voortbestaan van die moderne mens.

Wanneer volksgesondheid ter sprake kom, kom die kompleksiteit van die mens en sy gesondheid na vore. Die begrip *volksgesondheid* is vol paradokse. Dr. Eisenbud maak byvoorbeeld die volgende stelling:

> "Thus we developed the means, by sanitation, agriculture and medical practice, to delay the age of death – but thereby initiated a population explosion of threatening proportions. We made available vast stores of benign energy by splitting the atom but in so doing, we initiated the age of nuclear weaponry that threatens to destroy all that we have created. The basic challenge we face as a species is to learn how to enjoy the benefits made possible by innovative minds, while at the same time protecting the life support systems on which we depend."

Om die regte balans tussen risiko en voordeel in die talle programme ter bevordering van volksgesondheid te probeer vind, is die kwantifisering van data van fundamentele belang.

Optimalisasie van risiko-voordeelverhoudings

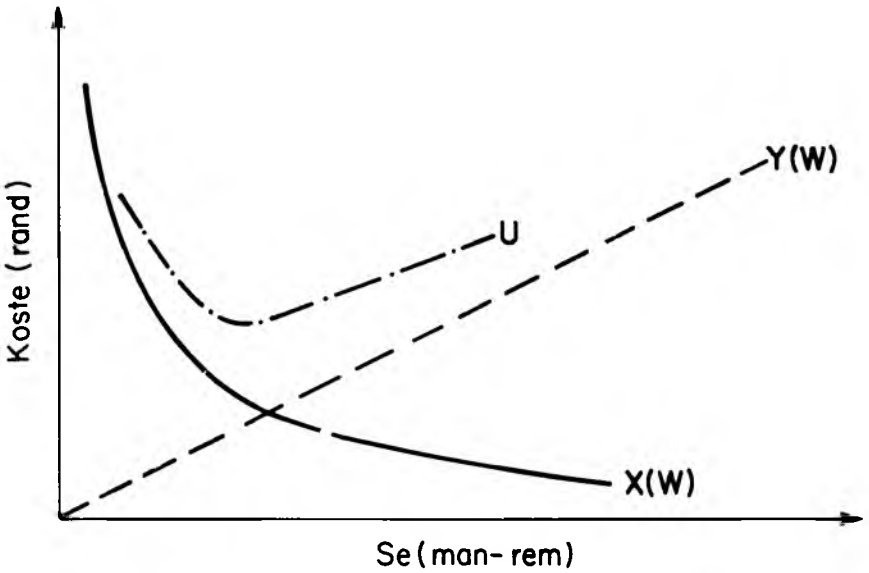
Meettegnieke het geweldig ontwikkel en verskeie fisiese parameters, soos die omgewingsbesoedelingspeile van lugbesoedeling, stralingsbesoedeling of vlakke van die kontaminasie van voedsel, water, ens., kan nou met groot akkuraatheid bepaal word. Om hierdie metings sinvol te korreleer met die biologiese effekte wat daaruit voortspruit, moet die laasgenoemde effekte eweneens gekwantifiseer word – 'n uiters gekompliseerde taak.

'n Poging tot die optimalisasie van die risiko-voordeelverhouding is byvoorbeeld die gebruik van 'n kostevoordeelanalise. Die mens verwag in ruil vir sy prestasie gewoonlik 'n teenprestasie van gelyke omvang of waarde. Ingelyks, wanneer koste aangegaan word om gesondheid te verseker, word 'n vergelykbare voordeel verwag. Die koste verbonde aan byvoorbeeld stralingsbeskerming is betreklik maklik kwantifiseerbaar, maar die norme waaraan die voordeel gemeet moet word, is dikwels vaag. 'n Ander benadering is om twee kostes teenoor mekaar te stel, naamlik dié van beheer teenoor dié van gesondheidskade. Hierdeur word dus probeer om 'n geldwaarde aan 'n mens se lewe toe te ken – 'n begrip waar emosionele faktore intree, en wat dikwels tot ongewenste subjektiwiteit aanleiding gee.

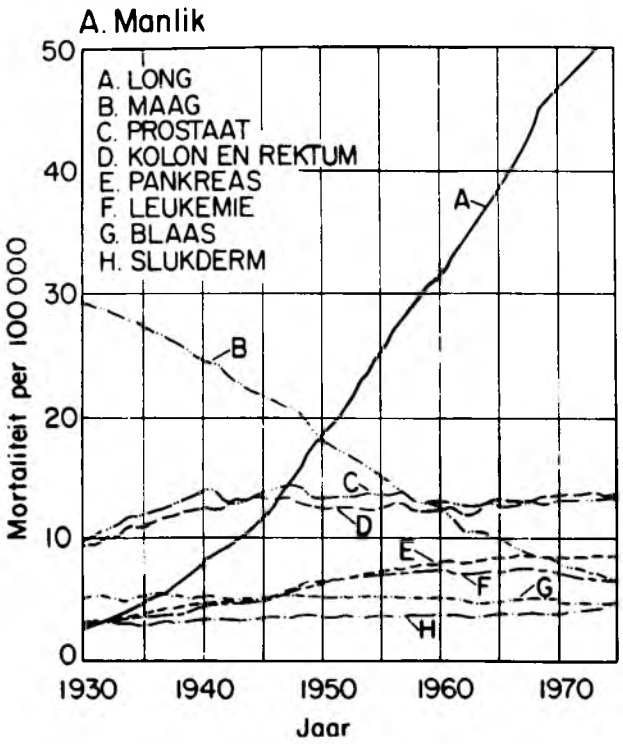
'n Objektiewe funksie in dié geval is die som (U) van twee kostevergelykings: $U = X_{(w)} + Y_{(w)}$, waar $Y_{(w)}$ die koste van stralingskade en $X_{(w)}$ die koste van die afskerming is. Dit kan ook grafies voorgestel word (sien Fig. 1). Vir die optimalisering van die twee kostes is dit dus voor die hand liggend dat ons by die minimum van die som van hierdie twee kurwes wil uitkom. Dit is 'n poging om weg te beweeg van die konvensionele benadering om metings van gesondheidsaangeleenthede bloot intuïtief te interpreteer en daarvolgens op te tree.

Maatstaf en metings

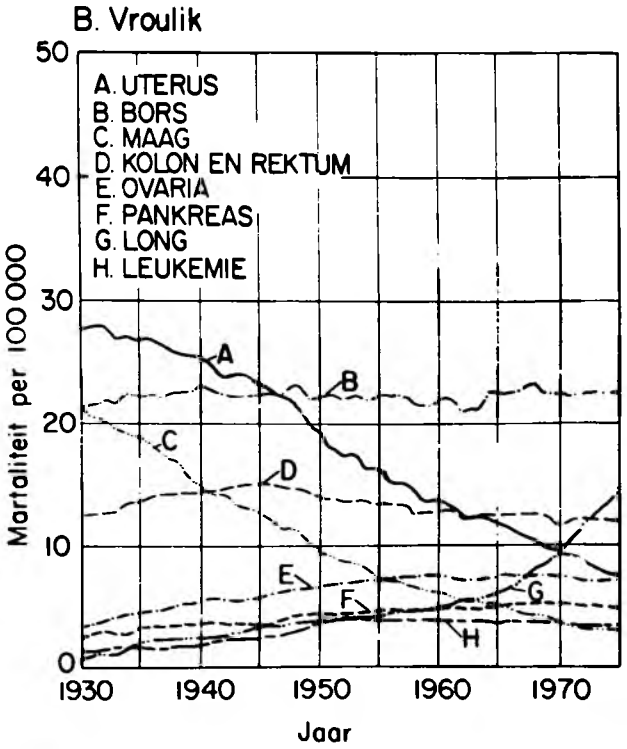
Daar moet onderskei word tussen 'n maatstaf en 'n



FIGUUR 1: Grafiese voorstelling van kostes teen kollektiewe dosis.



FIGUUR 2a: Mortaliteitstempo's vir kanker van verskillende organe vanaf 1930 vir mans.



FIGUUR 2b: Mortaliteitstempo's vir kanker van verskillende organe vanaf 1930 vir vroue.

meting, waardeur die oneksakte aard van die volksgesondheid weer eens beklemtoon word. Baie van die waarnemings wat die gesondheidsbeampte as metings beskou, voldoen hoegenaamd nie aan die definisie van die begrip in metrologiese terme nie. Hierdie waarnemings is op hulle beste maar objektiewe maatstawwe van relatiewe betroubaarheid.

Een van die belangrikste parameters om gesondheid en gesondheidsversorging te bepaal en te evalueer is byvoorbeeld die kindersterftesyfer. Dit word uitgedruk as:

$$\frac{\text{Aantal sterftes van kinders onder 1 jaar} \times 1\,000}{\text{Aantal lewende geboortes}}$$

Alhoewel dit 'n belangrike maatstaf van bepaalde tendense in die volksgesondheid is, kan dit nooit as 'n eksakte kwantitatiewe meting geklassifiseer word nie.

Kwantitatiewe metings

Metings in die nasionale gesondheidsprogram kan onder twee hoofde gegroepeer word, naamlik opnamemetings en besoedelingsmetings, waarby die kwantifisering van kontaminasie of besmetting ingesluit is.

'n Voorbeeld uit die eerste groep is die bepaling van die voedingstatus van 'n populasie. Duisende kinders word jaarliks in die land geweeg en gemeet om die voedingstatus van verskillende bevolkings-

groepe in verskillende dele van die land te bepaal. Dit word beskou as 'n goedkoop metode om die doeltreffendheid van die Departement se gesondheidsdienste te evalueer.

Nog 'n voorbeeld op die gebied van voedsel is waar metings gedoen word om die voedingswaarde van die beskikbare stapelvoedsels te bepaal. Die bepaling van die nutriëntsamestelling van 'n voedsel behels die noukeurige meting van die proteïen-, koolhidraat-, vet-, vitamien- en mineraalinhoud en die energiewaarde van die voedsel.

'n Ander voorbeeld van antropometriese metings is dié wat uitgevoer word om 'n siekte-risikoprofiel in 'n populasie of spesifieke bevolkingsgroep te bepaal. So 'n opname is byvoorbeeld die koronêre risikofaktorstudie wat onlangs op 'n plattelandse gemeenskap in die Suidwes-Kaap uitgevoer is.

'n Onlangse aktuele opname van die beskikbare water, voedsel, energie en die natuurlike hulpbronne van bepaalde gebiede en ook van die aarde as geheel is in verband gebring met demografiese tendense van die wêreldpopulasie. Die skokkende gevolgtrekking is dat, met die uitsondering van 'n volskaalse kernoorlog, bevolkingsaanwas die grootste bedreiging vir die mens se voortbestaan is.

Na raming was daar ongeveer 200 miljoen mense aan die begin van die Christelike era. Teen 1650 was daar slegs ongeveer 500 miljoen mense. Die wêreldpopulasie het in 150 jaar verdubbel tot een biljoen mense in die jaar 1800. Sedertdien het die verdubbelingsperiode progressief korter geword, sodat die wêreldpopulasie tans vier biljoen oorskry, met 'n geraamde verdubbelingstyd van minder as 40 jaar. Volgens betroubare opnamemetings is die aarde se maksimum bevolkingskapasiteit 10 biljoen mense, 'n limietwaarde wat vroeg in die volgende eeu bereik kan word.

Besoedelingsmetodes is eweneens van primêre belang vir die mens se oorlewing. 'n Laer prioriteit word daaraan toegeken omdat daar aanvaar word dat die mens, met sy ontwikkelende tegnologiese kennis en vermoëns, hierdie gevaar wel die hoof sal kan bied.

Die publiek se besorgdheid oor besoedeling het ontstaan met die publikasie van die Wêreldgesondheidsorganisasie se verslag in 1964, waarin daar onder andere aangevoer is dat tussen 60% en 90% van alle kankers aan omgewingsfaktore te wyte is. Van die belangrikste faktore wat geïdentifiseer is, is die gebruik van tabak, die voorkoms van karsinogene in voedsel, in water, karsinogeniese stowwe in die werksomgewing, en omgewingsbesoedelingsfaktore.

Die korrelasie tussen besoedelingsfaktore en kanker is beklemtoon juis in die stadium toe enersyds die sterftesyfer weens aansteeklike siektes dramaties afgeneem het, en andersyds 'n verskeidenheid nuwe meetinstrumente en meettegnieke ontwikkel is waarmee spoorkonsentrasies van karsinogeniese stowwe in die omgewing gemeet kon word, iets wat voorheen nie moontlik was nie. 'n Kankerepidemie is gevrees, dog met uitsondering van die dramatiese toename in longkanker, waarvoor die rook van sigarette byna uitsluitlik verantwoordelik is, is daar geen betekenisvolle toename in die mortaliteitsindeks van kanker oor die afgelope 50 jaar nie (sien Fig. 2a + b).

Hierdie bevinding doen nie afbreuk aan die belangrikheid van besoedelingsmetings nie. Daarvoor is daar veels te veel onweerlegbare bewyse dat chemiese en radioaktiewe besoedeling wel kanker en ander siektetoestande induseer. Dit dien slegs as waarskuwing dat die merkwaardige graad van akkuraatheid van kwantitatiewe en kwalitatiewe metings wat hedendaags moontlik is, op sigself onvoldoende is om as basis te dien vir die formulering van nuwe opspraakwekkende hipoteses op die gesondheidsforum.

Die merkwaardige verbetering in die noukeurigheid van die meetapparaat en meettegnieke het ook navorsingsmoontlikhede in gesondheidswese geskep waarvan daar 'n dekade of twee gelede geen sprake was nie.

Die kwantifisering van biologiese effekte en die formulering van verwantskappe.

Die bogenoemde is die grootste leemte wat akkurate meting in die volksgesondheid betref.

As voorbeeld kyk ons na die biologiese effekte van elektromagnetiese straling. Die energieabsorpsie per eenheidsmassa word noukeurig gemeet as 'n geabsorbeerde dosis. Hierdie dosis word met 'n kwaliteitsfaktor van die betrokke stralingstipe vermenigvuldig en 'n dosisekwivalent word bereken. So word 'n dosisnorm verkry waarvolgens biologiese effekte van verskillende tipes ioniserende straling onderling vergelyk kan word. Dit is inderdaad 'n unieke voorbeeld van 'n eksakte verwantskap tussen fisiese metings en gekwantifiseerde biologiese effekte. By ander gesondheidsmetings is dit hoegenaamd nie so noukeurig nie, of ontbreek dit selfs geheel en al.

Oor die lae frekwensiegebiede van die elektromagnetiese spektrum, byvoorbeeld, heers daar baie onsekerheid en gevolgtrekkings oor die gevaarhoudendheid van die stralingstipes is grootliks afhanklik van hoe die dosis van bestraling gedefinieer en gemeet word.

Veel meer kan gesê word oor die multidissiplinêre onderwerp van metrologie en volksgesondheid. Wat gesê is, is genoeg om ons met soveel nederigheid te laat stilstaan oor ons beperkte begrip en onvermoë, selfs in die twintigste eeu, dat ons met eerbied saam met die profeet kan vra:

Wie het die waters in die holte van Sy hand afgemeet,
met die breedte van Sy hand die maat van die hemel bepaal,
Met 'n maatemmer die grond van die aarde afgemeet,
met 'n skaal die berge en die heuwels geweeg?

Handelsmetrologie – die wetlike implikasies

A.J. Stoltz
Handelsinspeksies, Departement van Handel en Nywerheid, Posbus 431, Pretoria 0001

Daar kan geen twyfel bestaan oor die behoefte aan metings wat juis is op alle vlakke van die maatskaplike, ekonomiese en volkslewe in die algemeen nie. Sommige hiervan hou verband met publieke veiligheid en volksgesondheid en word vrywillig toegepas, sonder enige of slegs met beperkte regsvoorskrifte.

Daar bestaan wel 'n gebied waarin die gebruik of toepassing van juiste bepalings van hoeveelheid deur die proses van wetgewing voorgeskryf moet word. Hier word spesifiek na die terrein van die handel in die breë verwys.

Van die vroegste tye af was daar persone wat deur die lewering van kortmaat onregverdige voordele en onverdiende winste ten koste van hulle medemens verkry het. Verwysing na bedrieglike meetpraktyke en die streng beoordeling wat daarmee gepaard gaan, word in al die heilige geskrifte gevind. So byvoorbeeld lees ons in die Bybel, in Spreuke II, die volgende:

> "'n Valse weegskaal is vir die Here 'n gruwel, maar in 'n volle gewig het Hy behae."

Ook in die Koran, Surah 83, lees ons:

> "misfortune to those who commit fraud with weights and measures".

Dit is nie alleen om die lewering van kortmaat uit te skakel dat beheermaatreëls ten opsigte van handelsmetrologie noodsaaklik is nie. Van veel groter belang, en tot groter voordeel vir alle verbruikers, is metrologiese beheer, wat die enigste realistiese basis is om norme te bepaal wat waarde vir geld sal verseker. Selfs prysbeheer kan slegs van waarde wees indien dit deur 'n verfynde sisteem van meetwetenskap ondersteun word.

Om doeltreffende metingsbeheer in die handel te verseker is dit nodig dat alle instellings wat daarmee gemoeid is, deur deeglike en duidelike maatreëls ondersteun word. In hierdie verband is Suid-Afrika in 'n gunstige posisie, aangesien ons oor wetgewing beskik wat aan al hierdie vereistes voldoen, naamlik die Wet op Handelsmetrologie van 1973 (Wet 77 van 1973).

Administrasie van die Wet

Die Wet op Handelsmetrologie word geadministreer deur 'n Direkteur van Handelsmetrologie, 'n adjunk-direkteur en 'n inspektoraat, algemener bekend as handelsmetroloë, wat deur die Minister van Handel en Nywerheid aangestel word. Daar word ook 'n Metrologieraad deur die Minister aangestel: behalwe die voorsitter en sekretaris, bestaan die Raad uit persone wat oor die nodige wetenskaplike, tegniese, handels- of nywerheidsondervinding en kennis beskik, en wat nie in voltydse diens van die staat is nie. Die handelsektor, asook die verbruiker, kan verseker wees van 'n gesonde beleidsrigting as gevolg van die gewaardeerde teenwoordigheid en kundige leiding van die raadslede.

Instelling en instandhouding van fisiese meetstandaarde

Die standaarde wat deur die handelsmetroloë gebruik word, staan bekend as "inspeksiestandaarde". Dit is noodsaaklik dat die geloofwaardigheid van die metroloog se standaarde ten alle tye bo verdenking moet wees, sodat dit met vertroue deur sowel handelaar as verbruiker aanvaar kan word. Die wet maak voorsiening vir die instelling van die hiërargie van verwysingstandaarde waarteen die inspeksiestandaarde vergelyk kan word.

Die hoogste vlak in die hiërargie is die departementele standaarde wat elke twee jaar gebruik word om die waarde van 'n intermediêre stel standaarde, naamlik streekstandaarde, te bepaal. Die streekstandaarde word gebruik om met die inspeksiestandaarde, in sommige gevalle elke ses maande en in ander gevalle jaarliks, te vergelyk.

'n Verdere vereiste van die wet is dat die waarde van die departementele standaarde met tussenpose van hoogstens vyf jaar deur die Wetenskaplike en Nywerheidnavorsingsraad bepaal moet word.

Meetstandaarde en meetinstrumente wat in die handel gebruik word, beskik dus oor herleibaarheid na die nasionale meetstandaarde, en as gevolg daarvan verseker die wetlike proses die gemoedsrus van juistheid en gehalte ten opsigte van meting in die handel.

Beheer van meetinstrumente

Die goedkeuring van nuwe modelle of soorte meetinstrumente vorm die eerste stap in die beheerproses. Dit is noodsaaklik om te verseker dat elke nuwe model of soort instrument geskik is vir gebruik in die handel, en dat dit aan die voorskrifte van die wet voldoen.

Dit is ook nodig om te bepaal of die ontwerp of beginsel waarvolgens so 'n instrument werk, nie van so 'n aard is dat dit die pleeg van bedrog moontlik maak of vergemaklik nie. Goedkeuring van 'n meetinstrument word slegs deur die direkteur verleen nadat hy die Metrologieraad geraadpleeg het; dit is waarskynlik in hierdie taak dat die raad een van sy belangrikste funksies vervul.

Die wet bepaal verder dat enige nuwe en goedgekeurde meetinstrument gesertifiseer moet wees voordat dit in die handel gebruik word. Die sertifisering is uiters belangrik en dit is in hierdie stadium dat die handelsmetroloog moet bepaal of die standaarde van gehalte en juistheid, soos deur die raad neergelê, wel gehandhaaf word.

Aangesien meetinstrumente onderworpe aan normale slytasie is, moet periodieke toetse uitgevoer

word om te bepaal of hulle binne die voorgeskrewe onnoukeurigheidsperke funksioneer.

Die herstel van meetinstrumente is die verantwoordelikheid van die privaatsektor. Daar is voldoende voorsorgmaatreëls in die wet vervat om te verseker dat die herstel van meetinstrumente deur bevoegde persone gedoen word. Na die herstel moet die instrument deur 'n handelsmetroloog ondersoek en gesertifiseer word. Dit dien egter nie as waarborg teen misbruik nie en gereelde inspeksie of toesighouding is nog nodig.

Verkoop volgens hoeveelheid

'n Belangrike aspek van die Wet op Handelsmetrologie is die vereiste dat vooraf verpakte goedere volgens voorgeskrewe hoeveelhede verkoop moet word. In hierdie wet word daar voorsiening gemaak vir die verpakking in voorgeskrewe hoeveelhede van 131 groepe kommoditeite.

Hierdie belangrike ontwikkeling het ontstaan tydens die oorskakeling na die metrieke stelsel en dit het die voorskryf van gerasionaliseerde hoeveelhede moontlik gemaak, om te voldoen aan die vereistes van die internasionale metrieke stelsel, die SI.

Die voordele van voorgeskrewe verpakkingsgroottes is tweeledig. In die eerste plek word die hedendaagse verbruiker met 'n steeds toenemende reeks goedere gekonfronteer. Sou hierdie verpakkings in verskillende hoeveelhede wees, is dit vanselfsprekend dat die verbruiker in 'n ongunstige bedingingsposisie geplaas word ten opsigte van die bepaling van die beste waarde vir sy geld en sou hy maklik mislei kon word. Tweedens kan vervaardigers hulle verpakkings standaardiseer sonder vrees dat hulle met kort tussenpose verpakkingsgroottes sou moes verander. Hierdie beperking op verpakkingsgroottes kan slegs voordele vir alle partye inhou, asook vir die algemene ekonomiese welvaart van die land.

Misdrywe en strawwe

Kragtens die Wet op Handelsmetrologie word daar nie alleen misdrywe uiteengesit en 'n strafbepaling voorgeskryf nie, maar heelwat magte word aan die handelsmetroloog opgedra, waarvan dié van die plasing van 'n verbod op die verkoop van goedere of die gebruik van meetinstrumente wat nie aan die vereistes van die wet voldoen nie, seker die belangrikstes en verreikendstes is.

Wetgewing

Geen metrologiese beheer kan toegepas word tensy daar 'n gevestigde stelsel van meeteenhede bestaan nie. Die Wet op Handelsmetrologie moet verband hou met en onderhewig wees aan die Wet op Meeteenhede en Nasionale Meetstandaarde van 1973 (Wet 76 van 1973). Hierdie wet maak voorsiening vir die gebruik van eenvormige meeteenhede op alle terreine.

Die behoefte aan eenvormigheid van metings op internasionale vlak is in 1960 voorsien toe die Algemene Vergadering oor Mate en Gewigte (Franse akroniem CGPM) 'n basis gestel het waardeur internasionale eenvormigheid op die gebied bewerkstellig is deur die aanvaarding van die "Système Internationale", oftewel die SI.

Wetgewing word dikwels beskou as 'n noodsaaklike euwel. Wat metrologie en handelsmetrologie betref, moet dit as 'n absolute noodsaaklikheid gesien word en glad nie as ongewens nie. Die kern van hierdie wetgewing probeer nie slegs om die gemeenskap te beskerm nie, maar ook om kwaliteit en geloofwaardigheid van optrede in die handel te bevorder.

Die Suid-Afrikaanse Nasionale Kalibrasiediens

W.M.P. Marais
Afdeling Nasionale Meetstandaarde en Metrologie, Nasionale Fisiese Navorsingslaboratorium, WNNR, Posbus 395, Pretoria 0001

Ontstaan van die NKD

Luidens die Wet op Meeteenhede en Nasionale Meetstandaarde (Wet 76 van 1973) paragraaf 7(2) moet die WNNR "al die nasionale meetstandaarde bewaar en in stand hou" en par 7(5): „'n Meetstandaard . . . moet vir meting vir die doeleindes van 'n wet of 'n ander regsdoeleinde herleibaar wees tot 'n nasionale meetstandaard."

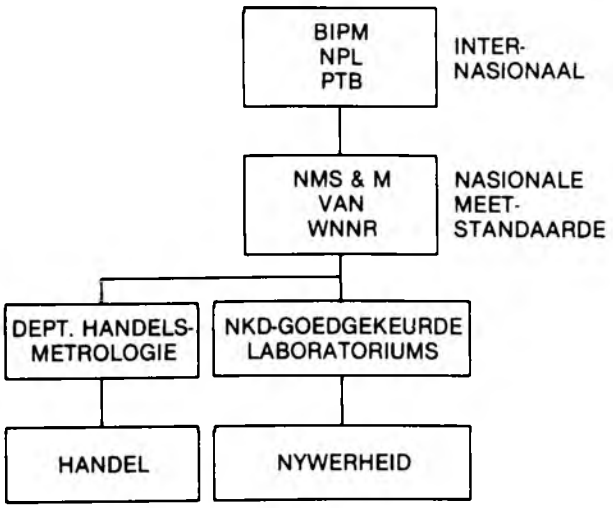
Dit sou beteken dat die WNNR alle kalibrasies in Suid-Afrika moes doen, iets wat natuurlik onmoontlik is. By Koeberg se kernkragsentrale in die Wes-Kaap alleen moet jaarliks 1 800 meetinstrumente gekalibreer word, met herleibaarheid tot die nasionale meetstandaarde by die WNNR. Die alternatief is dat elke kalibrasielaboratorium moet kan bewys dat hulle metings so herleibaar is.

Om die laasgenoemde voorwaarde na te kom, is die wysigingswet op die WNNR (Wet 59 van 1979) geproklameer. Hierdeur word die WNNR gemagtig om „fasiliteite goed te keur vir die toets en kalibrering van meetapparate . . . en om sodanige fasiliteite te monitor met die doel om akkuraatheid en betroubaarheid van hulle werk te verseker". Hieruit het die Nasionale Kalibrasiediens (NKD) amptelik in 1980 tot stand gekom.

Herleibaarheid

Die volgende diagram (Fig. 3) illustreer die begrip

van herleibaarheid.



FIGUUR 3: Die relatiewe posisies van instansies in die ketting van herleibaarheid.

Beheer van die NKD

Die WNNR se hoofbestuur is die hoogste outoriteit in die hiërargie van die NKD, gevolg deur die NKD-komitee, wat die verskillende Spesialiste Tegniese Komitees vir byvoorbeeld Elektries, Dimensioneel, ens., beheer, wat op hulle beurt verantwoordelik is vir die aanstelling van assessore.

Die bestuurder van die NKD ontvang die aansoeke van die laboratoriums en gee opdrag aan die assessore om die evaluasie te doen en aan die Spesialiste Tegniese Komitee (STK) te rapporteer. Die STK maak aanbevelings aan die NKD-komitee, wat die finale besluite neem.

Werksprosedures van die NKD

'n NKD-handleiding is saamgestel wat al die reëls en regulasies en ander inligting van die organisasie bevat. Die algemene vereistes waaraan 'n laboratorium moet voldoen, word uiteengesit, en die prosedure vir aansoeke en evaluering wat gevolg moet word, asook 'n lys van die Goedgekeurde Laboratoriums met hulle funksies, bereike en beste meetvermoëns word aangegee.

Ten minste twee assessore is elke keer verantwoordelik vir die evaluasie van laboratoriums. Hulle kyk onder andere na die fisiese uitleg, laboratoriumtemperatuur (23° ± 2°C vir elektriese en 20° ± 1°C vir dimensionele laboratoriums), standaarde en toerusting, die stelsel van rekordhouding, kalibrasieprosedures, ens.

Een van die faktore wat die laboratorium se beste meetvermoë bepaal, is die meet van ouditmonsters, waarvan die waardes slegs aan die assessore bekend is.

Met al hierdie evaluasie-inligting tot hulle beskikking, doen die assessore verslag aan die STK, wat op hulle beurt 'n aanbeveling aan die NKD-komitee vir finale goedkeuring maak.

NKD Goedgekeurde Laboratoriums

Die NKD het in 1980 begin met omtrent ses elektriese en ses dimensionele Goedgekeurde Laboratoriums. Intussen het die aantal laboratoriums uitgebrei tot ongeveer 50 en dit sluit nou sewe verskillende vakgebiede in (binnekort sal dit nege wees). Die funksies en bereike het ook uitgebrei en die beste meetvermoëns is verbeter. Op sommige gebiede bestaan daar nog leemtes en die hulp van organisasies soos EVKOM, Pos- en Telekommunikasie en Krygkor word verwelkom.

Opleiding van metroloë

'n Suksesvolle metroloog is 'n baie spesiale persoon. Hy moet oor 'n besondere temperament en persoonlikheid beskik en waar moontlik ook oor ondervinding in verwante werksituasies. So 'n persoon ontvang dan verdere onderrig in die fynere kuns van die metrologie.

Die NKD bied in samewerking met die technikons opleidingskursusse in elektriese en dimensionele metrologie aan, wat uit 'n teoretiese sowel as 'n praktiese deel bestaan, en waarin eksamens afgelê word.

Wisselwerking tussen NKD en NMS & M-afdeling

Die aktiwiteite van die WNNR se NMS & M-afdeling en die NKD is geheel en al geïntegreer. Dieselfde metroloë wat die nasionale meetstandaarde in stand hou, tree op as assessore van die NKD, reël ouditmonstermetings en bied opleidingskursusse aan.

Die NKD vorm een van die kanale waarlangs tegnologieoordrag reeds plaasvind, soos in die witskrif van die regering uiteengesit. Kalibrasietegnologie in al sy fasette behoort nog verder uitgebou te word sodat dit beskikbaar kan wees vir alle nywerhede wat kundigheid vir hulle gehalteversekeringsprogramme nodig het.

Die stand van metrologie in Suid-Afrika

R. Turner
Afdeling Nasionale Meetstandaarde en Metrologie, Nasionale Fisiese Navorsingslaboratorium, WNNR, Posbus 395, Pretoria 0001

Daar is min mense wat die belangrikheid van metrologie ten volle besef. Tot onlangs nog was dit ons taak om nywerhede te oortuig van die waarde van kalibrasie. Die situasie het nou in so 'n mate

verander dat ons nie meer in die nywerheid se vraag na kalibrasiedienste, tegniese hulp, ens., kan voorsien nie.

Op sommige gebiede is die vordering baie goed en kan die NKD as 'n besondere aanwins vir die land se nywerheidsontwikkeling beskou word. Dit vergelyk egter nie gunstig met die huidige stand van metrologie in lande soos Japan, Taiwan en Hong Kong asook die oorspronklike ontwikkelings in Engeland en Duitsland nie. In Europa en die Verre Ooste het die owerhede die noodsaaklikheid van metrologie as deel van die infrastruktuur van nywerheidsontwikkeling in 'n vroeë stadium besef en die fasiliteite is goed beplan. In Duitsland is metrologie reeds in 1890 begin ontwikkel met die stigting van die PTB en Engeland het 10 jaar later sy voorbeeld gevolg met die instelling van die NPL.

In teenstelling hiermee, is metrologie in Suid-Afrika nog nie werklik volledig beplan nie en het vooruitgang grootliks half teësinnig op aanvraag gevolg.

Die publikasie van die onlangse witskrif is 'n poging om Suid-Afrika se nywerheidstrategie te definieer. Nywerheidsontwikkeling is onmoontlik sonder 'n behoorlike infrastruktuur, waarvan metrologie 'n baie belangrike deel vorm. Die behoefte aan 'n nasionale meetsisteem was so sterk dat die ontwikkeling daarvan die witskrif ver vooruitgeloop het. Metrologie het sonder afwaartse beplanning vanself tot stand gekom en aanhou groei, maar steeds te stadig vir die nywerheidsaanvraag. Die situasie is nou so dat die nywerheid 'n nuwe vervaardigingstegnologie wil gebruik, maar nie seker is of daar voldoende meetstandaarde ter ondersteuning van die tegnologie is nie.

Suid-Afrika se nasionale meetsisteem

Die ontwikkeling van die meetsisteem het nou saamgehang met die groeiende behoeftes in die nywerheid en handel. Die doel daarvan is om kalibrasies vir die nywerheid te verskaf in 'n poging om foute in die vervaardigingsproses tot 'n minimum te beperk. Hierdie doel moet voorkeur geniet bo die entoesiasme vir metrologie, fisika, goeie apparaat, ens.

Per definisie is die kalibrasievermoë van die NMS-laboratorium die beste in die land; niemand in die land kan op groter akkuraatheid aanspraak maak nie. Die Laboratorium moet dus die beste metroloë en toerusting wat beskikbaar is, bekom op die vlak van metrologie wat die nywerheid nodig het.

Die laboratorium het al vir 'n geruime tyd noue skakeling met handelsinspeksie. Wetlike metrologie vir die handel in Suid-Afrika is goed beplan en beskik oor die nodige infrastruktuur.

Die NMS-laboratorium doen egter meer as net kalibrasies en instandhouding. Die oplossing van nywerheidsprobleme en die opleiding van metroloë, wat in direkte verband met tegnologieoordrag staan, speel 'n sleutelrol in die Suid-Afrikaanse nywerheidsopset.

Meetakkuraatheid

Wanneer mense hoor van akkuraathede van binne 'n miljoenste of meer van 'n eenheid is hulle reaksie gewoonlik dat die laboratorium na onnodige hoë akkuraathede streef. In die ketting van herleibaarheid na die nasionale meetstandaard is daar telkens toerusting nodig en elke stap bring 'n ekstra faktor van onsekerheid in. Byvoorbeeld: as 'n mens by die instrumente en meters in die nywerheid begin, is die eerste stap van kalibrasie die NKD-werkstandaarde, gevolg deur die NKD-laboratoriumstandaard, wat op sy beurt teen sekondêre of werkstandaarde van die NMS-laboratorium gekalibreer word, wat weer met die nasionale of primêre meetstandaard vergelyk word.

Die laboratorium probeer altyd om met 'n faktor van tien noukeuriger as die nywerheid te wees, maar met vandag se gevorderde produkte en prosesse is die benodigde akkuraatheid soms nie veel minder as dié van die meetstandaarde nie.

Die maatstaf van die metroloog se werk is betroubaarheid. Elke meting wat hy doen, het 'n onsekerheid en 'n vlak van betroubaarheid. Faktore wat betroubaarheid beïnvloed, is in prioriteitsorde: gehalte van meettoerusting, gehalte van personeel, bereik van vermoëns, geboue. Interne faktore is: houding teenoor kliënt, vertragings, foute, professionele voorkoms en sertifikate.

Die meetsisteem wat hier beskryf is, is 'n geïntegreerde sisteem. Die integrering word deur die NMS-laboratorium en sy personeel gedoen, wat na my mening die doeltreffendste manier is om Suid-Afrika se klein groep deskundige metroloë aan te wend, alhoewel die werk altyd te veel bly vir die handhawing van ons meetakkuraatheid.

Die NMS-laboratorium oefen beheer uit oor sekere faktore wat die vertroue in meetakkuraatheid beïnvloed, soos unieke fasiliteite, die noukeurigheidsperk, bepaling van metrologiestatus, steun vir die nywerheid, aanduiding van produksievermoë, verskaffing van geleentheid vir wetenskaplike en nywerheidsamewerking, rol in die nywerheid, ens. Een van die grootste struikelblokke in die uitvoering van die laboratorium se pligte, is die feit dat metrologie as vanselfsprekend aanvaar word.

Metrologie in Suid-Afrika het die afgelope 15 jaar goeie vordering gemaak, maar daar rus 'n geweldige verantwoordelikheid op die owerhede, die nywerheid en die NMS-metroloë om die land kompeterend te hou deur die basiese meetvermoëns genoegsaam uit te bou en te handhaaf om aan die vraag te voldoen.