

4/5
JAARGANG 146
SEPTEMBER 1977

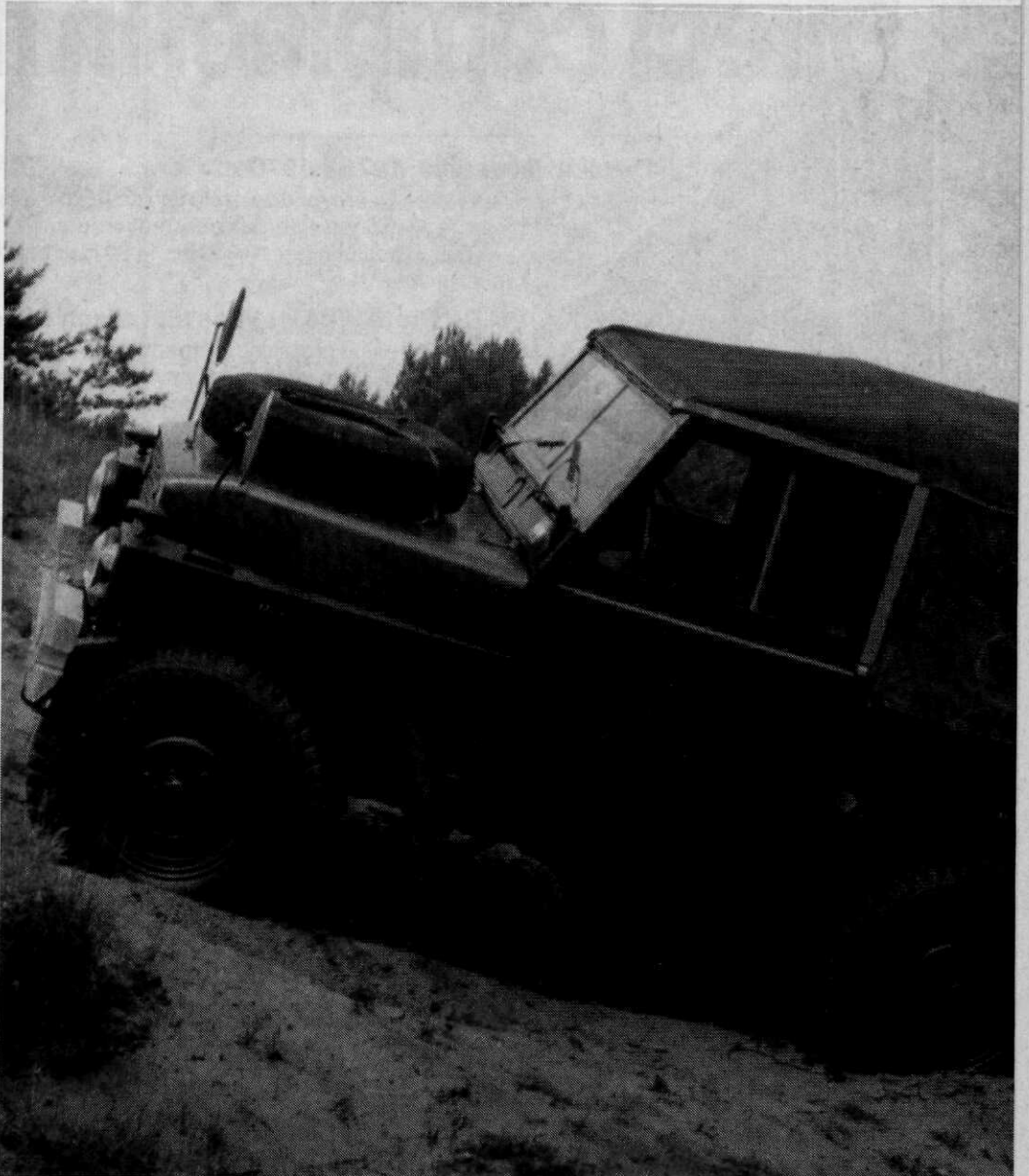
II



KON. MIL.ACADEMIE
BIBLIOTHEEK
Postbus 90.154
4800 RG. BREDA

militaire spectator

WAARIN OPGENOMEN
DE OFFICIELE
MEDEDELINGEN VAN
DE KONINKLIJKE
LANDMACHT EN DE
KONINKLIJKE
LUCHTMACHT



Eén der vele
projecten van de
Technische Staf

(zie o.a. blz. 414)



militaire spectator

MAANDBLAD

waarin opgenomen de officiële mededelingen van de Koninklijke landmacht en de Koninklijke luchtmacht

UITGAVE:

Koninklijke Vereniging ter beoefening van de Krijgswetenschap

HOOFDREDACTEUR:

W. Walthuis
brigade-generaal der Infanterie b.d.

ADJ.-HOOFDREDACTEUR:

H. A. Baaij
kolonel van de Koninklijke luchtmacht

REDACTEUREN:

P. Huysman
majoor der Infanterie

ir. H. Lankhorst
kolonel van de technische staf

W. C. Louwse
luitenant-kolonel van de Koninklijke luchtmacht

CORRESPONDENTIE:

Adm. Militaire Spectator
Spui 32, Den Haag
Tel.: (070) 72 14 64

ABONNEMENTEN:

f 25,—, buitenland f 30,— per jaar, losse nummers f 2,50

ADVERTENTIES:

Frankenhorst 28, Sassenhelm
Tel.: (02522) 1 06 46
Contractprijzen op aanvraag

NADRUK VERBODEN

inhoud

- 390 Officiële mededelingen van de Koninklijke landmacht en de Koninklijke luchtmacht
-
- 391 Gebrevetteerde specialisten
-
- 394 Plaats en functie van de officier van de Technische Staf, door ir. H. Lankhorst, kolonel van de technische staf
-
- 397 Standaardisatie binnen de NAVO, door ir. P. H. H. Scharp, luitenant-kolonel van de technische staf
-
- 406 Wapensystemen en ballistiek, door ir. J. T. Kramer en ir. A. J. Stomp, luitenant-kolonels van de technische staf
-
- 411 Het verschijnsel elektromagnetische puls (EMP) en de gevolgen daarvan voor militaire apparatuur, door ir. T. Ritzema, kolonel van de technische staf
-
- 414 Landrover vervangt Munga en Nekaf, door ir. J. C. M. Hendriks, luitenant-kolonel van de technische staf
-
- 419 Spraakvercijfering, door ir. K. de Vries, majoor van de technische staf
-
- 426 Normering van de invloed van veranderlijke wind op projectielbanen, door ir. C. J. B. H. van der Pols, luitenant-kolonel van de technische staf

OFFICIELE MEDEDELINGEN

KONINKLIJKE LANDMACHT - KONINKLIJKE LUCHTMACHT



Uit de landmacht- en luchtmachtorders

LaO 62041 (51.15/60) / LuO 62546 (51.15/58). Verlof en vervoer voor rijksrekening bij verlof voor in het buitenland verblijvende militairen alsmede voor uit het buitenland afkomstige militairen die in Nederland hun militaire dienstplicht vervullen (herdruk, juni 1977).

LaO 73005 (55.17/84) / LuO 73504 (55.17/81). Regeling dagelijks reizen tussen de woning en de plaats van tewerkstelling militairen land- en luchtmacht 1972 (herdruk, mei 1977).

LaO 73020 (82.2/12) / LuO 73517 (82.2/12). Regeling van vervoer ter zake van gezinsbezoek voor in de Bondsrepubliek Duitsland en België wonende militairen die om redenen van dienst tijdelijk in Nederland verblijven (herdruk, juni 1977).

LaO 77016 (02/35) / LuO 77509 (02/34). Voorhanden hebben van vuurwapenen door vrijwilligers en reserve-officieren van de nationale reserve.

LaO 77018 (78/421a) / LuO 77513 (78/152a). Interimregeling examens Koninklijke militaire academie 1977.

LaO 77019 (51.16/28) / LuO 77514

(51.16/29). Regeling inzake het doorbrengen van verlof en bewegingsvrijheid door militairen buiten het land van plaatsing.

LaO 77020 (51.2/114) / LuO 77510 (51.2/87). Duur eerste oefening; groot en klein verlof in afwachting van groot verlof.

LuO 77511 (78/105d). Wijziging samenstelling commissie studie economische wetenschappen beroepsofficieren KLu.



Lamed 004-77 (78/433). Opleiding tot beroepsofficier.

Lamed 006-77 (78/434). Opleiding lo- en sportinstructeur.

Lamed 009-77 (78/385b). Studie aan de Hogere Krijgsschool 1977/1979.

Lamed 010-77 (78/397e). Cursus voortgezette militaire vorming aan de Hogere Krijgsschool.

Lumed 507-77 (23.1/76c). Commissie van advies inzake opleiding tot officier voor speciale diensten van de Koninklijke luchtmacht.

Lumed 508-77 (78/147c). Opleiding algemene ontwikkeling voor toelating tot de opleiding tot officier voor speciale diensten van de Koninklijke luchtmacht.

Lumed 511-77 (78/155). Intrekking regelingen betreffende toelating tot de opleiding voor beroepsofficier ten behoeve van gegadigden uit Suriname en de Nederlandse Antillen.

Mededelingen van het Commando Opleidingen Koninklijke landmacht

VS 6-40 / 2 F-5 (De bediening van het rekentoestel richten geschut M18 FADAC). Het thans in omloop zijnde VS 6-40/2F blijft t.b.v. AMX-afdelingen onverkort gehandhaafd. De toevoeging "5" aan het nieuwe voorschrift houdt in dat hierin de issue 5 is verwerkt.

VS 17-227/1 (Handboek schutter/lader Centurion, 2e druk). De herziening van de 1e druk is noodzakelijk geworden door:

- gewijzigde correctiemethoden in de schiettechniek;
- de ingebruikneming van de nieuwe radio-installatie RT-3600 serie in de Centuriontank;
- de daling van de aanwezige voorraad bij de DKMG/SBG, brief 11/76, zodat een herdruk noodzakelijk werd.

De 1e druk is hiermee vervallen.

2e opgave van wijzigingen op VS 44-124/1 (Bediening van de radar-voortleidsinstallatie KL/MMS-3012, 3e druk). Deze wijziging is o.a. nodig i.v.m. het in de organisatie opgenomen kompasrichttoestel AI-71 type C.

De aandacht wordt erop gevestigd, dat officieren, die maandelijks van Rijksweg de „Militaire Spectator” ontvangen, bij wijziging van hun adres, dit schriftelijk kenbaar dienen te maken bij het Ministerie van Defensie, Afdeling CPD, Bagijnestraat 36, Den Haag.

Gebrevetteerde specialisten

* * Een moderne krijgsmacht kan het niet stellen zonder een uitgebreid arsenaal van technische hulpmiddelen van de grootste verscheidenheid. In de oorlogvoering is de rol van de techniek steeds belangrijker geworden en in de voorbereiding op de oorlogstaken neemt dat zelfde element dan ook een essentiële plaats in. Bijgevolg is ook de behoefte aan technisch geschoold personeel gegroeid, zowel op de lagere niveaus waar de middelen moeten worden gebruikt en onderhouden, als in de staven waar de tactische en technische eisen worden geformuleerd aan welke het aan te schaffen materieel zal moeten voldoen. Zoals zo vaak het geval is, schort er ook hier wel het een en ander aan de gewenste goede verstandhouding tussen het stafechelon en het gebruikersniveau; de communicatie is niet altijd optimaal en het is bepaald geen zeldzaamheid als de gespecialiseerde technicus uit de lagere regio's zijn gebrevetteerde pendant met terughoudendheid en een zekere mate van argwaan bejegt. Ook de meer algemeen geschoolde collega's blijken vaak behept met een overeenkomstige instelling tegenover hen die een hogere technische vorming prefereerden boven een voortzetting van hun loopbaan in tactiek en logistiek en aan wie daarom niet zelden het etiket wordt opgeplakt dat zij die keuze maakten omdat zij zich ongeschikt hadden betoond voor een reguliere managersfunctie. Stellig zijn er gevallen aan te wijzen waarin een dergelijk oordeel gegrond mag worden genoemd, maar uiteraard gaat het niet aan allen die in een later stadium voor specialisatie kozen over één kam te scheren: er dient terdege onderscheid te worden gemaakt tussen wat regel is, en wat uitzondering.

Het gezegde „onbekend maakt onbemind” lijkt zeer wel van toepassing op het dienstvak van de Technische Staf, waarin de bovenbedoelde „technische specialisten” zijn ondergebracht. Voor het geven van voorlichting met het oogmerk die onbekendheid weg te nemen doet zich slechts sporadisch een passende gelegenheid voor. Dat dit

nummer van de Militaire Spectator vrijwel geheel is gewijd aan de Technische Staf en de activiteiten van de tot dat dienstvak behorenden is dan ook gevolg van een weloverwogen zóéken naar een aanleiding om de redactionele schijnwerper te kunnen richten op dit specialisme. Die aanleiding vond de redactie in het derde lustrum van de vereniging waarin de onderwerpelijkke categorie zich heeft verzameld.

Het Dienstvak van de Technische Staf werd bij Koninklijk Besluit nr 28 van 12 oktober 1954 opgericht per 1 november 1954. Eerst acht jaren later, in september 1962, kwam het tot de oprichting van een vereniging zoals ook andere wapens en dienstvakken die kennen. In de welluidende en niet minder welsprekende naam van deze Vereniging van Hoger Technisch gevormde Officieren van de Koninklijke Landmacht, „Arte Pugnantis Adsum”, ligt tevens besloten welke taak de officieren van de Technische Staf is opgelegd. Immers, in gewoon Nederlands vertaald betekent dat zoveel als „ik sta de strijder bij met kennis”. Begrijpelijkerwijze telt de vereniging, die op 24 maart 1965 Koninklijke goedkeuring mocht verwerven, slechts weinig leden. De exclusiviteit van het dienstvak houdt uiteraard de kwantiteit binnen nauwe grenzen en dientengevolge is ook het ledental beperkt. Gewone leden zijn de in werkelijke dienst zijnde officieren van de Koninklijke landmacht die een hogere technische vorming hebben genoten; hun aantal bedraagt ruim zeventig. Bijzondere leden kunnen zijn gewezen officieren die vroeger gewoon lid zijn geweest, en bovendien staat dat lidmaatschap open voor bij de KL werkzame burgeringenieurs; het totale aantal bijzondere leden bedraagt meer dan dertig.

Zoals reeds in de eerste alinea van dit editoriaal werd aangegeven, is de behoefte aan technisch geschoold personeel sterk gegroeid. Dat verschijnsel kan worden vastgesteld in vrijwel elke hedendaagse krijgsmacht. Doordat de bewapening in

haar geavanceerde wapensystemen steeds hogere eisen stelt, de voertuigen en het verbindingsmaterieel steeds gecompliceerder zijn geworden en in het bijzonder de noodzaak tot vooruitdenken om steeds hoogwaardiger adviseurs doet vragen, is ook de functie van de officier van de Technische Staf meer op de voorgrond gekomen, hoewel zijn werkzaamheden in het algemeen niet op het eerste plan worden verricht. In de Nederlandse krijgsmacht heeft hij zich dan ook een niet meer weg te denken plaats verworven.

De ontwikkelingen na de Tweede Wereldoorlog hebben daartoe wel zeer in het bijzonder bijgedragen. In die periode van wederopbouw van de Nederlandse strijdkrachten werd de materiële problematiek aanvankelijk hoogst eenvoudig opgelost: bewapening en verdere materiële uitrusting werden kant en klaar uit het buitenland ontvangen, in het kader van de bondgenootschappelijke hulpverlening. De troepenorganisatie, de tactiek en de logistiek werden tegelijkertijd vrijwel ongewijzigd overgenomen, en van een eigen Nederlands eisenpakket kon bijgevolg maar nauwelijks worden gesproken. Met het beëindigen van het buitenlandse hulpprogramma diende zich de noodzaak aan dat ons land te eniger tijd zelf zou moeten gaan aanschaffen en derhalve ook doordachte keuzen zou moeten kunnen maken uit hetgeen door de concurrerende producenten werd aangeboden; ergo, het adviseren over die keuze meer dan ooit tevoren een taak waarvoor het onafhankelijke, kritische en deskundige oordeel van de vakman de doorslag ging geven. Die vakman was en is de officier-ingenieur, de functionaris die beide kwaliteiten in zich verenigt en die zowel voor zijn militaire status als voor zijn technische hoedanigheid de vereiste hoogwaardige opleiding heeft voltooid.

De verwervingssector is dan ook het werkterrein voor verreweg de meeste officieren van de Technische Staf, zij het niet het enige. (Voor nadere informatie moge worden verwezen naar het hierna geplaatste artikel „Plaats en functie van de officier van de Technische Staf”). Enkele van de grote aanschaffingen die mogen worden geschreven op het conto van de verschillende projectbureaus die door officieren van de Technische Staf worden geleid, zijn de Leopard, de 35 mm mechlua, de Tow, de Lance, het 25 mm boordwapen, en de pantserrupsfamilie. De buitenstaander — en zelfs ook wel een enkele insider — beseft vaak nauwelijks de hoeveelheid werk die aan een dergelijk project moet worden besteed; een globaal idee kan hieruit worden verkregen dat

voor de Leopard in totaal acht jaren lagen tussen het begin van de marktverkenning in 1963 en de voltooiing van de instroming van 1969 tot 1971; het aanzienlijk complexere mechluisstelsel, waarmee eveneens een begin werd gemaakt in 1963, zal nog veel langere tijd in beslag nemen want de instroming daarvan zal eerst over enkele jaren plaatsvinden!

In kringen van de Technische Staf heerst de mening dat het aantal officieren-ingenieur sterk zou moeten worden uitgebreid. Als een der argumenten daarvoor wordt dan aangevoerd dat andere krijgsmachten, met name de grotere, op ministeries, in staven en ter bemanning van hun onderzoeks- en beproevingsorganen en -installaties beschikken over grote aantallen overeenkomstig gekwalificeerd personeel, terwijl nochtans het materieelpakket qua grootte en variatie nauwelijks verschilt. Tegen een dergelijke redenering behoort evenwel te worden ingebracht dat het de voorkeur zou verdienen als er een gedegen behoeftebepaling zou worden uitgevoerd ter vaststelling van de aantallen officieren die nodig zijn om een verantwoord bestand aan officieren van de Technische Staf op te bouwen en in stand te houden: bedacht moet immers worden dat een mogelijke vergroting van het aantal gebrevetteerde „technische specialisten” altijd zal neerkomen op een overeenkomstige adering van het bestand aan voor de gebruikelijke, niet-gespecialiseerde functiegebieden bestemde beroepsofficieren. In dat verband ware het wellicht zelfs dienstig de vraag te bezien of alsdan bepaalde delen van het gespecialiseerde takenpakket niet beter zouden kunnen worden afgestoten dan wel worden verricht door daartoe zg. horizontaal instromende specialisten, zulks bij wijze van vergelijking met de karakteristieke militaire functies die onder geen beding kunnen worden afgestoten en waarvoor horizontale instroming niet mogelijk is door het ontbreken van overeenkomstige opleiding en vorming elders dan in de krijgsmacht.

Een ander aspect dat nauw met het vorenstaande is verbonden, verdient al evenzeer vermelding. Daarbij gaat het om de feitelijke beperktheid van de carrièremogelijkheden van de officier van de Technische Staf. Weliswaar kan soms een zekere afgunst worden geconstateerd bij hen die menen dat hij „toch maar mooi in rijkstijd en op rijkskosten ingenieur is kunnen worden en bovendien nog moeiteloos kolonel of hoger zal worden”, dat neemt niet weg dat daartegenover staat dat de krijgsmachtorganisatie weinig neiging aan de

dag legt af te wijken van het beleid dat haar leden betitelen als „afstraffen van specialisatie”. De mogelijkheden voor *job rotation* binnen het specialistische gebied zijn dan ook beperkt, niet in de laatste plaats omdat de organisatie voor bepaalde functies een dermate grote technische deskundigheid moet eisen dat die niet in de waagschaal mag worden gesteld door een frequente wisseling van de betrokken functionarissen. Het ligt in de rede dat het personeelsbeleid niet altijd een ideale oplossing kan garanderen voor de man wiens loopbaan op dood spoor dreigt te komen omdat discontinuïteit in de vervulling van zijn functie onaanvaardbaar wordt geacht. Gelijksoortige overwegingen gelden al evenzeer waar het gaat om de wens van de officier van de Technische Staf, te worden beschouwd als een potentiële manager voor de bezetting van de schaarse topfuncties elders in de militaire organisatie: in het algemeen worden zijn managerskwaliteiten óf ontkend, óf ernstig betwijfeld op grond van zijn hoofdzakelijk ánders gerichte hogere vorming en daarna volgende tewerkstelling. Anders gezegd, zijn kans op een meer „generalistische” topfunctie is bedenkelijk klein.

Het zal de lezer van dit aan de Technische Staf

gewijde nummer misschien ietwat vreemd aandoen dat in het begeleidende editoriaal een nogal sobere beschouwing ten beste wordt gegeven, waarin met het oog op een eventueel gewenste uitbreiding van het personeelsbestand van dat dienstvak een duidelijke limietstelling wordt bepleit en waarin voorts wordt gewezen op de relatief kleine afmetingen van de personeelspiramide en de beperkte carrièremogelijkheden daarin. Verondersteld wordt echter dat ook de lezer zelf wel tot gelijke gevolgtrekkingen had kunnen komen. Hoofdzaak is, te bedenken wat de thans jubilerende vereniging in haar zinspreuk tot uitdrukking brengt, namelijk dat haar leden zich verplichten tot het verlenen van *bijstand*. Dat houdt derhalve in dat de hóófdinspanning, en dus ook het zwaartepunt, elders ligt. Met alle consequenties van dien.

Naar waarheid behoort bij dat alles wel te worden erkend dat de Koninklijke landmacht van die bijstand van haar gebrevetteerde specialisten tot dusverre ruimschoots heeft kunnen profiteren.

Daarom is het „onbekend” betreurenswaard, en het „onbemind” niet rechtvaardig; verbetering van beide is geboden, en tot dat doel moge dit nummer een bijdrage leveren!



Plaats en functie van de officier van de Technische Staf

ir. H. Lankhorst

kolonel van de technische staf

Dezer dagen is het 15 jaar geleden dat werd opgericht *Arte Pugnantibus Adsum* (met kennis sta ik de strijdenden bij), een vereniging, waarvan de gewone leden worden gevormd door de actief dienende officieren van het dienstvak van de Technische Staf.

Daar een van de belangrijke doelstellingen van deze vereniging is: het bevorderen van de uitbreiding van de wetenschappelijke kennis van de leden, is door een aantal leden van de vereniging in het kader van deze viering een bijdrage geleverd in de vorm van een artikel over een onderwerp, dat nauw verband houdt met het technische gebeuren in de Koninklijke landmacht.

Het is wellicht nuttig, deze gelegenheid tevens aan te grijpen om een korte beschouwing te wijden aan de plaats en functie in de Koninklijke landmacht van deze categorie officieren.

Ofschoon dit artikel geen historische beschouwing wil zijn, is het toch goed, even een blik in het verleden te werpen. Daarbij willen wij niet zover teruggaan als tot illustere voorgangers zoals Leonardo Da Vinci of Simon Stevin, daar het niet zo eenvoudig is een rechte lijn door te trekken naar de tegenwoordige krijgskundige technici van de Koninklijke landmacht — vooral van Da Vinci af zou dit een moeizame taak zijn — doch het is wellicht goed erop te wijzen dat het toch *Simon Stevin*, Kwartiermeester-Generaal onder Prins Maurits, was die de stoot gaf tot het eerste technisch-wetenschappelijke onderwijs in Nederland, aanvankelijk te Leiden, en in principe gericht op de opleiding van krijgskundigen.

Wij willen niet de daarop volgende bindingen en splitsingen volgen van de burgerlijke en militaire ingenieursopleidingen, noch de verplaatsingen van deze opleidingen naar Amersfoort, Breda en Delft, maar volstaan met te constateren dat sinds vele eeuwen de techniek een integrerend deel van de krijgskunde uitmaakt, en dat de krijgsmacht altijd gebruik heeft gemaakt van technici met een zo hoog mogelijk opleidingsniveau. In Nederland

worden dan ook sinds ruim een halve eeuw officieren gedetacheerd in Delft — en thans ook elders — om aan de Technische Hogeschool een „hogere technische vorming” te volgen, en sinds enkele tientallen jaren is het behalen van het ingenieursexamen een vereiste voor een succesvolle voltooiing van deze vorming.

Op grond van dit examen wordt ten slotte uitgereikt het „brevet voor Hogere Technische Bekwaamheid” (HTB) waarna in de Koninklijke landmacht de betrokken officier kan overgaan naar het dienstvak van de Technische Staf.

Deze korte historische inleiding moge dienen om duidelijk te maken dat de officier-ingenieur, zoals wij die thans niet alleen in de Nederlandse krijgsmacht doch ook in vele andere — moderne — krijgsmachten kennen, geen uitvinding is van deze tijd, en zeker geen verlegenheidsoplossing voor een aantal netelige, vervelende en specialistische vraagstukken, doch dat de officier-ingenieur van oudsher een onmisbaar vakgebied in de krijgsmacht bestrijkt, nl. dat van de krijgskundige techniek. Naarmate de techniek een grotere rol gaat spelen in de krijgsmacht zal de kwaliteit en de kwantiteit van degenen, die zich daarmee bezighouden eveneens moeten toenemen om aan de voorkomende problemen het hoofd te kunnen bieden.

Het is in dit verband evenwel van groot belang ook nog op het volgende te wijzen: de cursus hogere technische vorming staat open voor hen die zes jaren als officier hebben gediend. Dit zijn derhalve mensen, die bewust hebben gekozen voor een carrière als officier, en naderhand — binnen deze carrière — als het ware een keuzerichting hebben bepaald die sterk technisch is georiënteerd. De officier-ingenieur is derhalve in de eerste plaats officier en in de tweede plaats ingenieur. Dit lijkt enigszins een gemeenplaats, doch voor al degenen die bij de KL op enigerlei wijze zijn betrokken bij de plaats en functie van de

officier van de Technische Staf is het goed dat zij dit feit steeds voor ogen houden.

De functies

In de inleiding is, enigszins apodictisch, gesteld dat de officier-ingenieur een onmisbaar vakgebied in de krijgsmacht bestrijkt; het wordt nu tijd dit, althans voor de Koninklijke landmacht, nader te bezien. Men kan zich dan de vraag stellen: Waar hebben wij bij de Koninklijke landmacht met techniek te maken? Helaas een enigszins oeverloze vraag. „Waar niet?” zou waarschijnlijk eenvoudiger te beantwoorden zijn. Een pragmatische benadering lijkt dan ook de aangewezen weg die sneller tot een doel voert. Wij bekijken die takenpakketten waarin de techniek op geprononceerde wijze een rol speelt, en verontschuldigen ons bij voorbaat voor de fijne detailleringen die hier worden weggelaten.

Als eerste takencomplex waarmee de officier van de Technische Staf is belast, springt dan duidelijk in het oog de *materieelverwerving*.

In de materieelcyclus komen in de eerste plaats aan de orde de *research* en *ontwikkeling*. Ofschon dit niet in de Koninklijke landmacht zelf wordt verricht, doch in de laboratoria van de Rijksverdedigingsorganisatie — waaronder het Laboratorium Elektronische Ontwikkeling van de Krijgsmacht — of bij de industrie, vergt dit een begeleiding die van landmachtzijde moet worden gegeven door gesprekspartners, die over een adequate militaire ervaring beschikken en een technisch-wetenschappelijke opleiding hebben voltooid. Ook het volgen van buitenlandse ontwikkelingen behoort tot dit deel van de taak, daar immers een groot deel van de bewapening in het buitenland wordt verworven.

Een andere taak is het *evalueren van nieuw materieel*, waarbij veelal enkele gelijksoortige materiële systemen voor een keuze in aanmerking komen. Dit is vaak een zeer veel omvattende taak, waarbij het technische aspect slechts een van de vele is, zodat de officier van de Technische Staf reeds vroegtijdig op zeer indringende wijze wordt geconfronteerd met een multidisciplinaire aanpak van een bepaald probleem.

Als afzonderlijk deel van zo'n evaluatie moet de *technische beproeving* worden vermeld, die beoogt het materieel op een — zo mogelijk — reproduceerbare wijze te onderwerpen aan omstandigheden, die het werkelijke gebruik zoveel mogelijk nabijkomen. De resultaten van een dergelijke

beproeving worden verwerkt in de evaluatie, en nadat op het vereiste niveau een keuze is gemaakt, volgt de *technische voorbereiding van de aanschaffing*.

Het zal de lezer inmiddels duidelijk zijn, dat hier niet het proces van de materieelverwerving wordt besproken, wat veel meer omvat dan de hier genoemde activiteiten, doch dat uit dit proces enkele taken zijn gelicht die typerend zijn voor de werkzaamheden van de officieren van de Technische Staf. Deze laatste opmerking is dan tevens aanleiding erop te wijzen dat voor grotere aanschaffingsvoornemens doorgaans een *projectbureau* wordt aangewezen, als regel onder leiding van een officier HTB. Deze is verantwoordelijk voor alle aspecten van een aanschaffing en hij zal zich dan ook tevens een oordeel moeten vormen over bv. de financiële mogelijkheden, zoals de financieringsregeling, de logistieke consequenties, opleidingsaspecten, de invoering van het materieel en eventueel de uitfasering van het te vervangen materieel, enz. Het zal duidelijk zijn dat hij dit niet alleen kan doen, zodat vrij gecompliceerde samenwerkingsverbanden ontstaan met andere delen van de organisatie van de Koninklijke landmacht en soms daarbuiten. De vermelding daarvan in dit kader is van belang omdat een dergelijke werkzaamheid een uitstekende voorbereiding vormt voor hogere functies in de grote organisatie die de Koninklijke landmacht in feite is.

Ten slotte mag niet onvermeld blijven de *afnamekeuring*, waarbij met name het keuren van de nul-serie, of het proeflot, of de eerste exemplaren bepaald geen routinebezigheid is, doch integendeel één die veelal een intensieve en deskundige technische begeleiding behoeft. Reeds een aantal jaren worden bij deze activiteit modernere wegen ingeslagen: in plaats van een gedetailleerde keuring gaat men thans over op een systeem van *kwaliteitszorg*, waarbij op meer afstandelijke wijze erop wordt toegezien, dat de leverancier de gewenste kwaliteit levert. Deze werkwijze voorkomt een — ongewenste — vermenging van verantwoordelijkheden van leverancier en afnemer. Met de introductie van dit systeem, zowel bij de krijgsmacht als bij het bedrijfsleven, houden zich enkele officieren HTB bezig.

Een ander takenpakket ligt in de *onderhoudssector*. Daarin heeft zowel op uitvoerend als op beleidsniveau een aantal officieren HTB een taak. In het recente verleden is dat in mindere mate het geval geweest, vooral ook wegens het te geringe aantal beschikbare officieren, doch het

grote belang dat aan de onderhoudssituatie wordt gehecht, heeft een verschuiving van Technische Stafofficieren in de richting van deze sector, weliswaar ten koste van de verwervingssector, teweeggebracht. Thans vindt men in diverse — grote — onderhoudsinstallaties, doch ook in de logistieke staf van 1 LK en de DMKL, officieren HTB in functies, variërende van uitvoerend tot leidinggevend en beleidsvormend niveau. Voor de toekomst komt dit zeker nog voor uitbreiding in aanmerking, zij het dan dat een verdere „drain” van de verwervingssector vrijwel niet meer mogelijk is.

Ook op het gebied van de *opleidingen* zien wij een geleidelijke toeneming van het aantal officieren HTB. Er zijn er thans werkzaam als bv. docent aan de Hogere Krijgsschool en de KMA, en zeer recent, als COCTD. Ook in deze sector zou het niet alleen mogelijk doch tevens nuttig zijn als deze aantallen konden worden uitgebreid om een betere wisselwerking te krijgen tussen verkregen ervaring op het zuivere materieel-technische gebeuren en de opleidingsaspecten, doch ook hier spelen ernstige tekorten weer een overheersende rol.

Ten slotte zou nog een aantal andere taken kunnen worden genoemd, die bij een oppervlakkige beschouwing minder in het oog springen, zoals o.a. de *leiding van keuringsploegen in het buitenland* bij zeer grote verwervingen en overige buitenlandse functies, de planning bij de Directie Materieel Koninklijke landmacht, de „*bedrijfsvoering*” binnen genoemde Directie en, last but not least, de taken op krijgsmachtniveau bij het Directoraat-Generaal Materieel, doch een com-

plete opgave van taken kan niet de bedoeling van dit artikel zijn.

In elk geval is het aan de hand van de genoemde takenpakketten duidelijk, op welke wijze officieren HTB zijn tewerkgesteld. Hierbij is een aantal topfuncties buiten beschouwing gebleven, hetgeen niet per ongeluk is: dit houdt o.m. verband met het feit, dat hieronder een aantal functies is, die in bepaalde gevallen ook door officieren van andere krijgsmachtdelen kunnen worden vervuld. Deze kunnen in dit verband dus onbesproken blijven, doch het zal duidelijk zijn dat in een systeem van job rotation — waarbij een gevarieerde ervaring wordt opgedaan — en verder dank zij management-opleidingen, een aantal officieren uit deze categorie in de loop van hun carrière de kennis en ervaring, nodig voor deze topfuncties zal kunnen opdoen.

Slotwoord

In het begin van dit artikel is uitgegaan van het begrip „militair ingenieur” als een entiteit of, zo men wil: een officier met een speciale bekwaamheid; aan het einde van dit artikel wil ik nog eens met nadruk erop wijzen dat de officier van de Technische Staf in de eerste plaats officier is doch daarbij, wegens zijn opleiding en bekwaamheden, in het bijzonder de aangewezen functionaris voor vele materieel-technische functies, zonder dat dit andere mogelijkheden uitsluit.

Als ik dan hiermee een globaal overzicht heb gegeven over de plaats en de functie van de Technische-Stafofficier, zou ik, zeer in het kort samenvattend, willen besluiten met zijn lijfspreuk: *Arte Pugnantibus Adsum*.

Staatsuitgeverij, Den Haag (1955).

C. J. van Tatenhove — De beroepsofficier als ingenieur in de Koninklijke Landmacht c.q. de Koninklijke Luchtmacht. *Mil. Spect.* 137(1968)(6)322.

Literatuur

H. J. van der Schroef — *Leiding en organisatie van het bedrijf*. Kosmos, Amsterdam (1961).

A. F. Kamp — *Technische Hogeschool 1905-1955*.



Standaardisatie binnen de NAVO

ir. P. H. H. Scharp

luitenant-kolonel van de technische staf

In de laatste jaren werd en wordt van vele zijden, waaronder de Nederlandse defensieleiding, aangedrongen op standaardisatie van het materieel binnen de NAVO.

In dit artikel wordt op basis van een literatuurstudie een overzicht gegeven van de moeilijkheden om tot standaardisatie te komen. Aan het slot wordt een aantal mogelijke oplossingen in beschouwing genomen.

WAT IS STANDAARDISATIE?

Aangezien het woord standaardisatie verschillende gedachten kan oproepen, is het gewenst een aantal begrippen te bezien. [1] [2]

Standaardisatie

Het vaststellen en aannemen van bepaalde, gelijke vormen en afmetingen, waardoor een zo groot mogelijke uniformiteit van het produkt wordt verkregen: de standaardisatie van de Westeuropese militaire uitrusting (definitie en voorbeeld volgens Van Dale).

Verenigbaarheid (compatibility)

Verenigbaarheid is een zodanige overeenkomst tussen verschillende materieelsoorten, dat deze ongestoord binnen elkaars invloedssfeer kunnen functioneren. Dit betreft vooral telecommunicatie- en vuurleidings(geleidings)apparatuur.

Uitwisselbaarheid (interchangeability)

Uitwisselbaarheid is een zodanige overeenkomst tussen verschillende materieelsoorten of componenten daarvan, dat deze elkaar kunnen vervangen. Uitwisselbaarheid treft men o.a. aan bij vliegtuigbewapening en tankgeschut; zij wordt momenteel nagestreefd tussen componenten van de Amerikaanse XM1 en de Duitse Leopard-2 gevechtstank.

Samenwerkzaamheid (interoperability)

Samenwerkzaamheid, ook wel interoperabiliteit

genoemd, is een zodanige overeenkomst tussen verschillende materieelsoorten, dat deze in één systeem geïntegreerd kunnen functioneren. Samenwerkzaamheid treft men o.a. aan bij telecommunicatieapparatuur en tussen diverse munitie- en geschuttypen.

Identiteit (commonality/identity)

Identiteit is de toepassing van hetzelfde type materieel bij verschillende krijgsmachtdelen.

In dit artikel zal het woord standaardisatie algemeen worden gebruikt, echter met de nadruk op identiteit.

Natuurlijk wordt perfecte standaardisatie verkregen als alle NAVO-eenheden in één operatietoneel zijn uitgerust met identiek materieel. Dit is zeker in het komende decennium nog geen haalbare kaart.

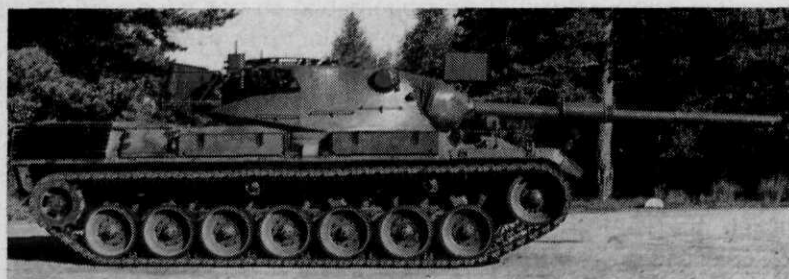
De NAVO omschrijft het doel van standaardisatie als volgt: *The aim of standardization is to enable NATO-forces to operate together in the most effective manner.*

Behalve identiteit voor de gehele NAVO is ook gedeeltelijke standaardisatie mogelijk, waarmee beperkte voordelen kunnen worden verkregen. Deze gedeeltelijke standaardisatie kan zich tot multinationaal, nationaal (interkrijgsmacht) en krijgsmacht-intern gebied beperken.

Multinationale standaardisatie treedt op als enkele NAVO-partners hetzelfde materieel invoeren, bijvoorbeeld de F-16 of de Leopardfamilie.

Interkrijgsmacht-standaardisatie wordt momenteel in Nederland sterk nagestreefd door de Defensieleiding. Door het Directoraat-generaal materieel, vroeger de Materieelraad, worden in deze richting de nodige activiteiten ontplooid. Men zou hier bijvoorbeeld kunnen denken aan identieke of uitwisselbare wapensystemen tegen luchtdoelen.

Krijgsmachtinterne standaardisatie wordt door de leiding van de krijgsmachtdelen op logistieke gronden altijd wel nagestreefd. In de huidige omstan-



Leopard, Standardpanzer? Wel een sterke mate van uitwisselbaarheid, geen identiteit

digheden is deze vorm van standaardisatie vaak strijdig met identiteit, multinationale en/of interkrijgsmachtstandaardisatie. [3] Zo doet bijvoorbeeld het gebruik van KL-gestandaardiseerde verbindingsmiddelen of brandblussers afbreuk aan de multinationale standaardisatie van verscheidene uitrustingsstukken, o.a. de Leopard.

WAAROM STANDAARDISATIE?

Van militaire zijde wordt veel nadruk gelegd op de noodzaak van standaardisatie, wegens de volgende voordelen:

- identiteit en/of uitwisselbaarheid bieden mogelijkheden tot uitwisseling van materieel en reservedelen. Zeker onder crisissomstandigheden kan dit de inzetbaarheid en gevechtskracht van de eenheden bevorderen;
- standaardisatie kan de aantallen specialismen bij het onderhoudspersoneel — en daarmee de kwetsbaarheid — verminderen;
- standaardisatie kan de diversiteit in werkplaatsuitrustingen, speciaal gereedschap en meetapparatuur beperken en daarmee de beweeglijkheid verhogen;
- standaardisatie maakt het gebruik van wederzijdse onderhouds- en opleidingsfaciliteiten mogelijk.

Hoewel deze voordelen reeds lang bekend zijn, heeft de nationale logistieke verantwoordelijkheid binnen de NAVO ertoe geleid dat andere, hierna te noemen, aspecten meer invloed hebben gekregen binnen de nationale beslissingsprocedures. De laatste jaren wordt echter in de literatuur een aantal aspecten genoemd, die de noodzaak van standaardisatie steeds sterker onderstrepen. Dit zijn onder meer de volgende.

1. De kosten van het materieel ([4] blz. 86, [5] blz. 21)

a. De defensiebegrotingen zijn begrensd; binnen deze begrotingen stijgen de personeelskosten rela-

tief sterker dan de overige kosten. Relatieve bezuinigingen op de materieelkosten zijn daarom noodzakelijk.

b. De ontwikkelingskosten van modern materieel zijn zeer hoog, doordat de technieken vaak vooruitlopen op die in de civiele techniek. Een tweede kostenverhogend aspect tijdens de ontwikkeling is de neiging de uiterst mogelijke prestaties te eisen, ten einde beter te zijn dan een eventuele tegenstander. Als het verhogen van de snelheid van een civiel vliegtuig met 15% de aanschaffingskosten vervieftvoudigd, wordt dit alleen onder Concorde-achtige toestanden uitgevoerd. Deze 15% kan echter in de militaire sfeer het verschil uitmaken tussen wel of geen luchtoverwicht en daarmee de kans op overleving van het bondgenootschap sterk beïnvloeden. De internationale samenwerking bij de ontwikkeling van materieel, meestal leidende tot standaardisatie, zal verspilling van defensiegelden voorkomen.

c. Een verlaging van de stuksprijs van het materieel, door vergrote serieproductie indien meer landen hetzelfde materieel invoeren, maakt bezuinigingen mogelijk.

2. Gevechtskrachtverhoging

Indien de materieelkosten dalen kan behalve de gewenste bezuinigingen ook worden overwogen bij gelijkblijvende defensielasten de gevechtskracht te verhogen. [6] Generaal *Goodpaster* [7] schatte dat standaardisatie en taakverdeling samen de doeltreffendheid van de NAVO-strijdkrachten met ca. 30% kunnen verhogen.

3. Mobilisatieopbouw

Bij een onverhoopt uitbreken van oorlogshandelingen in West-Europa zullen de Europese strijdkrachten des te effectiever kunnen worden gesteund door het overbrengen en de opbouw van Amerikaanse strijdkrachten en voorraden naarmate de standaardisatie verder is gevorderd. ([4] blz. 88) Bij voldoende standaardisatie kan de ope-

rationele commandant de aangevoerde reserves naar behoefte inzetten, zonder problemen te creëren voor de logistieke ondersteuning. Callaghan [6] stelt over standaardisatie binnen de NAVO het volgende.

In de afgelopen kwarteeuw heeft een niet vast te stellen verspilling van Amerikaanse en Europese defensie-inspanning aan mankracht, geld, energie, materialen en infrastructuur plaatsgevonden, doordat de NAVO heeft gefaald in het tot stand brengen van:

— gemeenschappelijke Generale-Stafconcepten, gebaseerd op een gemeenschappelijke tactische doctrine;
— elkaar aanvullende onderzoek- en ontwikkelingsprojecten door het rationaliseren van de ontwikkelingstaken en specialisatie in ontwikkelingsgebieden (research);

— een verscheidenheid in wapensystemen via een Amerikaans/Europese technologische achtergrond;

— grotere materieelinvesteringen bij een lagere stuksprijs door rationalisatie van de produktie en door seriegrootte, gebaseerd op een gemeenschappelijke Amerikaans/Europese behoefte;

— wederzijdse logistieke ondersteuning ten behoeve van gestandaardiseerd materieel, met behulp van gemeenschappelijke reservedelen en onderhoudsapparatuur;

— een evenwichtige, gemeenschappelijke, conventionele krijgsmacht, door een gemeenschappelijk militair, technisch en industrieel systeem te smeden, door een

op het bereiken van het gestelde doel gerichte bundeling van alle beschikbare economische middelen;
— onpartijdige financiële lastenverdeling over alle defensiegebieden;
— werkgelegenheid voor de defensie-industrie.

PROBLEMATIEK

In het voorgaande is gememoreerd dat enkele aspecten een negatieve invloed op de standaardisatie hebben uitgeoefend. Deze aspecten worden nu nader bezien.

a. De Generale-Staffeisen

Wil men tot standaardisatie kunnen komen, dan zal het in te voeren materieel aan de GS-eisen van alle betrokken landen moeten voldoen. Dit kan worden bereikt door de GS-eisen van deze landen in onderling overleg op elkaar af te stemmen of door een „kleinste gemene veelvoud” van alle eisen op te stellen. Cary ([5] blz. 23) stelt dat standaardisatieproblemen alleen kunnen worden opgelost als de betrokken staven vooraf overeenstemming bereiken over de GS-eisen, het prijsniveau en de gewenste termijnplanning.

1. Tot de jaren 1965/66 heeft binnen de NAVO een procedure bestaan om tot onderlinge afstem-



Identieke patroon 7,62 mm met, van boven naar beneden: geweer 7,62 mm x 51, HK/G3 (Bondsrep. Duitsland), geweer 7,62 mm, L1A1 FN (België/Groot-Brittannië), mitrailleur 7,62 mm, MG3 (Bondsrep. Duitsland), en mitrailleur 7,62 mm, NF1 (Frankrijk)

ming van de GS-eisen te komen. Deze NATO Basic Military Requirement (NBMR) procedure is jammerlijk mislukt.

2. De „kleinste gemene veelvoud“-oplossing is o.a. toegepast bij de MRCA (Tornado) en de getrokken 155 mm houwitser FH 70. Deze oplossing heeft geleid tot duurder ontwerpen; zelfs zó dat Nederland, als initiatiefnemer van de MRCA, uit dit project is gestapt. Kennelijk is het kleinste gemene veelvoud in die gevallen zoveel uitgebreider dan de afzonderlijke GS-eisen, dat samenwerking niet meer acceptabel is.

Verscheidene auteurs, waaronder *dr. Mann* ([9] blz. 205), beklemtonen dat gelijke, eventueel vergelijkbare GS-eisen alleen te bereiken zijn indien de tactische en strategische concepten en doctrines overeenstemmen. Persoonlijk acht ik het voldoende als zij in grote lijn overeenstemmen.

De politiek en geografisch verschillende inzet van de strijdkrachten van de diverse NAVO-partners zal het altijd wel moeilijk blijven maken tot eenheid van GS-eisen te komen. ([10] blz. 430) Mogelijk dat het verschil tussen „geëist“ (need to have) en „gewenst“ (nice to have) kan leiden tot één basisuitvoering met „opties“ voor de gewenste uitvoeringsvormen. Het „kleinste gemene veelvoud“ kan dan worden beperkt tot de noodzakelijk geachte GS-eisen; in de loop der jaren zou men dan tot gemeenschappelijke GS-eisen kunnen komen.

b. Termijnplanning

De vervangings- of invoeringsschema's van de diverse NAVO-partners voor gelijksoortig materieel komen meestal niet overeen. Willen de economische voordelen van standaardisatie tot hun recht komen, dan moeten de gewenste levertermijnen voor de diverse landen zodanig op elkaar worden afgestemd dat een regelmatige productie is verzekerd. ([10] blz. 830) Hierbij kan men zich voorstellen dat tussen „rijke“ en „arme“ landen een overlappend schema wordt opgesteld, waarmee gedeeltelijk verouderd materieel wordt doorgeschoven van de „rijke“ naar de „arme“ landen. ([11] blz. 431).

Voor de meeste landen geldt reeds dat de vervangingschema's van de diverse materieelsoorten intern op elkaar zijn afgestemd, zoals in Nederland o.a. heeft plaatsgevonden in de Defensienota 1974. Het is onvermijdelijk dat dergelijke vervangingschema's binnen de NAVO zullen moeten worden gecoördineerd. ([8] blz. 448)

c. Soevereiniteitsproblemen

Volgens het NAVO-handvest heeft de verdragsorganisatie geen supranationale bevoegdheden. Dit heeft o.a. tot gevolg dat de lidstaten zelf verantwoordelijk zijn voor de logistieke ondersteuning van hun „assigned forces“. De meeste landen hebben vroeger getracht een zelfstandige defensie-industrie op te bouwen, omdat in crisissituaties niet meer op buitenlandse leveringen kon worden gerekend. Na de Tweede Wereldoorlog is het aantal naties, dat hiertoe nog volledig in staat is, steeds kleiner geworden. ([5] blz. 21) Persoonlijk ga ik ervan uit dat de NAVO-landen erop rekenen dat in crisissituaties wederzijdse leveringen doorgang zullen vinden.

Er bestaat echter, misschien mede als erfenis van de zelfstandigheidspolitiek, nog een remming om militaire know-how te delen met anderen. ([8] blz. 450) Samenwerking bij materieelaanschaffingen leidt tot verlies van zelfstandigheid. De graduele verschillen die bestaan tussen alleenspraak, samenspraak, inspraak en medezeggenschap komen ook bij samenwerking tot uitdrukking. Het optreden van deze gradaties is het gevolg van de onderlinge verschillen in grootte en invloedssfeer tussen de landen. Daaruit ontstaan weer verschillende verplichtingen die leiden tot verschillende

Boven: Flakpanzer, 35 mm, Typ 5-PFZ-B2, onder: prlu 35 mm, type 5-PFZ-CA... geen identiteit, wel verenigbaarheid en gedeeltelijke uitwisselbaarheid





F-16 op Volkel, multinationale standaardisatie (foto De Vliegende Hollander)

behoefte, zowel kwalitatief (GS-eisen) als kwantitatief. Bij grote behoefteverschillen zal het „kleine” land al of niet moeten meedoen met het „grote” land, en het zal slechts een geringe inspraak of medezeggenschap krijgen. (Dit kan overigens voor de voortgang van het project zeer gunstig zijn.) Hoe kleiner de behoefteverschillen, des te meer medezeggenschap voor de afzonderlijke deelnemers.

Deze soevereiniteitsproblematiek vormt, samen met de hierna te bespreken, veelal parallel lopende, industriële problematiek het grote struikelblok voor de materieelsamenwerking tussen de Verenigde Staten en de Europese landen.

d. Invloed van de industrie

De sterke industrie binnen de westerse wereld is een van de oorzaken van de standaardisatieproblematiek. Doordat meer bedrijven in staat zijn materieel aan te bieden dat aan de militaire eisen voldoet, bestaat er een keuzemogelijkheid. ([4] blz. 85) Dit heeft als voordeel dat er geen of weinig monopolieposities zijn.

De werkgelegenheid zal voor de industrie in de westerse landen een argument vormen om de nationale overheden te overreden nationaal te kopen. De reeds genoemde, voorop lopende, stand van de militaire techniek maakt het voor de nationale industrie eveneens gewenst ontwikkelings- en productieopdrachten te verwerven. Daarmee kan op de internationale markt een vooraanstaande positie worden behouden, eventueel veroverd. ([10] blz. 828)

De Europese industrie is, in tegenstelling tot de Amerikaanse, zo verdeeld dat zij in het algemeen

te weinig capaciteit heeft om voor de gehele NAVO te produceren. ([12] blz. 13) Bij eventuele standaardisatie op Europese producten zal daarvoor een oplossing moeten worden gevonden.

Dr. Mann ([9] blz. 206) noemt een groot aantal factoren van invloed op de samenwerking, die zowel op soevereiniteitsproblemen als op de invloed van de industrie betrekking hebben:

- onafhankelijke industrie tegenover staatsbedrijven;
- variabele overheidsinvloed op de industrie;
- ontbrekende, beperkte of niet goed gerichte know-how bij de industrie;
- verschillend gericht industriepotentieel;
- economisch gebruik van het beschikbare industriële potentieel;
- verschillende wetgeving;
- conjunctuurprobleem (werkloosheid, betalingsbalans);
- exportpolitiek;
- nationaal prestigegevoel.

In de huidige aanschaffingspolitiek van enkele naties kan de invloed van compensatieorders (ten bate van de nationale werkgelegenheid) groter zijn dan die van de zo gewenste materieelstandaardisatie. ([11] blz. 430)

e. Contractuele problemen

De reeds aangehaalde factor „verschillende wetgeving” heeft zowel betrekking op het handelsrecht als op de comptabiliteitswetten. Tenzij door de samenwerkende landen een bijzondere regeling wordt getroffen, leidt het soevereiniteitsbeginsel al snel ertoe dat bij bestelling van identiek mate-

riël bij één firma, toch parallel lopende contracten worden afgesloten, met verschillende voorwaarden voor de diverse opdrachtgevers. Samenwerking van de opdrachtgevers is dan een eerste vereiste om niet door de opdrachtnemer tegen elkaar te worden uitgespeeld.

POLITIEKE STELLINGNAME

De Nederlandse regering spreekt zich al vele jaren met toenemende nadruk uit voor standaardisatie, veelal in relatie tot taakverdeling. [13] e.a. De bereidheid van Duitsland blijkt o.a. uit het artikel van Mann. [9] Ook in de Verenigde Staten wordt standaardisatie ondersteund, bijvoorbeeld met het Culver-Nunn Amendment van 19 mei 1975. [12] Overigens heeft de XM-1/Leopard-2AV-wedloop aangetoond dat er meer nodig is om tot standaardisatie te komen.

De ministers van defensie van de Europese NAVO-landen minus Frankrijk, verenigd in de Eurogroup, hebben op 23 mei 1972 een intentieverklaring afgegeven waaruit blijkt dat zij standaardisatie willen bevorderen. Er bestaat kennelijk een algemene bereidheid om tot standaardisatie te komen; in de komende jaren zullen de politici van alle NAVO-partners moeten tonen dat het hen ernst is met het waarmaken van hun standpunt.

MOGELIJKE OPLOSSING

Stoehrmann ([14] blz. 29) noemt een aantal algemeen geaccepteerde conclusies inzake het standaardisatieprobleem:

— centrale budgettering is vereist, in elk geval tijdens onderzoek- en ontwerpfase;

— projecten moeten door multinationale (bv. NAVO-)organen worden geïnitieerd;

— zorgvuldige plannings en kostenramingen moeten worden opgesteld, terwijl de overheden bij het bereiken van vooraf vastgestelde knooppunten in de planning zich moeten verplichten tot (verdere) deelneming;

— tactische conceptie en GS-eisen moeten door alle deelnemers worden geaccepteerd, waarna het materieel zo wordt ontwikkeld, dat het eraan voldoet;

— samenwerkingsprojecten moeten technologisch interessant zijn (NB. Naar mijn mening is dit in de huidige tijd wel opportuun, echter militair gezien niet relevant);

— de gewenste levertermijnen moeten op elkaar worden afgestemd;

— de bestaande politieke organisatie biedt geen goed kader voor samenwerking in een gemeenschappelijke materieelverwerving.

De volgende mogelijkheden voldoen alle voor een deel aan deze conclusies en lossen een deel van de problematiek op.

a. Internationaal industrieel samenwerkingsverband (IIS) ([8] blz. 444)

Indien industrieën uit verscheidene landen samenwerken in één organisatie is standaardisatie mogelijk. Ervan uitgaande dat de afzonderlijke GS-eisen van de in aanmerking komende landen een acceptabel kleinste gemene veelvoud vormen, kan zo'n IIS zorgen voor een evenredige spreiding van ontwikkeling (know-how) en productie (werkgelegenheid/compensatie). Zonder samenwerking van de betrokken nationale overheden is succes van het project echter nog niet verzekerd. Om tot identiteit



Hr Ms Tromp, geleide-wapenregat met gestandaardiseerde Seasparrow-raketten, pijl (foto Marvo)



Hawk-launcher, multinationale standaardisatie (foto De Vliegende Hollander)

te komen zal een strakke organisatie moeten worden opgebouwd met een identiek tekeningenpakket voor alle deelnemende industrieën.

b. Licentieproductie ([8] blz. 444)

Indien een overheid besluit dat een buitenlands produkt aan haar GS-eisen voldoet, en indien de fabrikant bereid wordt gevonden zijn produkt door een andere firma in licentie te laten nabouwen, kan ook identiteit worden bereikt. Het ontvangende land komt in het bezit van een beperkte know-how, maar verkrijgt niet de ervaring die de produktontwikkeling in totaal heeft opgeleverd. Werkgelegenheid en handelsbalans zullen met licentieproductie in het algemeen op acceptabele wijze worden gesteund. Als nadelen kunnen worden genoemd de hogere kosten voor licentierechten en eventuele outillage van het in licentie producerende bedrijf, alsmede de problemen rond het behouden van de identiteit.

c. Uitwisselbaarheid van componenten

Een deel van de standaardisatieproblematiek kan worden opgelost door componenten zover te standaardiseren dat zij uitwisselbaar worden. Met behulp van Stanags is reeds veel genormaliseerd, echter voornamelijk op procedureel gebied, waarbij verenigbaarheid en samenwerkbaarheid ter sprake komen. Uitbreiding van het Stanag-pakket met normen voor componenten, bij voorkeur ge-

baseerd op ISO-normen, verhoogt met het verloop der jaren de logistieke uitwisselbaarheid. Men kan zich voorstellen dat van een reeks gelijksoortige componenten de functionele eigenschappen, de bevestigingspunten, buitenafmetingen, enz., worden vastgelegd. In de landmachtsfeer kan men denken aan motoren, generatoren, toendraaikranen, voertuigperiscopen met HV- en IR-apparaatuur, enz. ([15] blz. 212)

d. Beperkte multinationale samenwerking

Dr. Mann ([9] blz. 206) noemt drie reeds toegepaste mogelijkheden voor samenwerking tussen een beperkt aantal landen.

1. Stuurlanden (Pilot countries)

Eén land is verantwoordelijk voor de materieelvoorziening, de andere doen mee. Deze vorm geeft weinig managementproblemen.

2. Samenwerkingsorganen

In werkgroepen en/of beslissingsraden worden mogelijke oplossingen besproken en taakverdelingen vastgesteld. Over verdragen resp. bestelorders wordt op nationaal niveau onderhandeld. De aldus verkregen uitbreiding van inspraak gaat gepaard met aanmerkelijke coördinatieproblemen en voortdurende compromissen.

3. Zelfstandige geïntegreerde organen

De multinationaal samengestelde organen verkrijgen financiële handelingsbevoegdheden en een juridische status. Het reeds genoemde IIS valt over het algemeen ook hieronder. Deze geïntegreerde organen hebben het voordeel van ondubbelzinnige leiding en hoge reactiesnelheid. Nadelig zijn de extra organisatorische kosten voor verdrags-, financiële, personele en dergelijke afdelingen.

Van deze drie oplossingen vindt men o.a. voorbeelden bij de 155 mm houwtser FH-70, de MRCA (Tornado) en de Roland.

e. Multinationale ontwikkeling van materieel

Minister *Vredeling* [16] heeft binnen de NAVO voorgesteld dat de Europese landen een gemeenschappelijk fonds stichten voor onderzoek en ontwikkeling op het gebied van materieel. Ook *Simpson* en *Gregory* ([8] blz. 461) wijzen in deze richting. Dit voorstel heeft als voordelen dat:

— verkwisting van ontwikkelingsfondsen kan worden voorkomen;

— de diverse landen eerder op de hoogte zijn van nieuwe ontwikkelingen.

Van de Eurogroep uit wordt dit voorstel sinds februari 1976 uitgewerkt in de independent European Programme Group (iEPG), waarin ook Frankrijk zitting heeft. De iEPG werkt met drie Panels, die weer werkgroepen onder zich hebben.

Panel 1 coördineert en synchroniseert de nationale vervangingsschema's en selecteert mogelijke samenwerkingsprojecten.

Panel 2 coördineert momenteel reeds de werkzaamheden van vier ad-hocwerkgroepen voor lopende projecten en zes verkennende werkgroepen ter zake van mogelijke samenwerkingsprojecten.

Panel 3 is belast met het opstellen van principes, regels en procedures.

Een vijftal werkgroepen houdt zich bezig met

- procedures;
- compensatie (interproject-);
- concurrentie en verdeling van de werkzaamheden;
- industriële samenwerking;
- bewapeningsexport.

Mijns inziens zal rekening moeten worden gehouden met de noodzakelijke spreiding van de ontwikkelingsopdrachten. De produktie kan eventueel via IIS of licenties worden geregeld. Het voorstel maakt de door *Simpson* ([8] blz. 451) noodzakelijk geachte gescheiden verrekening van ontwikkelings- en produktiekosten mogelijk. De verantwoordelijkheid voor de uiteindelijke standaardisatie blijft hier op nationaal niveau.

f. Multinationale materieeldienst (MMD)

Zodra meer NAVO-landen bereid zijn hun verantwoordelijkheden over te dragen aan een MMD, wordt identiteit tussen deze landen bereikbaar.

Nadat uit het operationele functiegebied een algemeen geaccepteerd GS-eisenpakket is vastgesteld, zou een MMD moeten worden belast met: planning, onderzoek, ontwikkeling, beproeving, produktie en logistieke ondersteuning.

Een MMD zal civiele en overheidsinstellingen of bedrijven opdrachten moeten kunnen geven tot het uitvoeren van deeltaken (bv. onderzoek of produktie). Competitie en concurrentiestelling zul-

len daarbij eerder mogelijk zijn door het grotere beschikbare potentieel. Een MMD zal de opdrachten over de deelnemende landen moeten verdelen; dit zou ongeveer in evenredigheid met de bijdragen aan, of aankopen bij, MMD kunnen plaatsvinden. *Vredeling* [17] heeft echter gewaarschuwd tegen de ontwikkeling van een enge „militaire handelsbalans” binnen de normale.

Een MMD zal bij de verdeling van de opdrachten ook de diverse technologische vakgebieden in de betrokken landen een gelijkwaardige kans moeten bieden.

Voor het parlementaire toezicht op deze samenwerkingsvorm zullen speciale regelingen moeten worden getroffen.

Verdragstechnisch zouden de deelnemende landen met de MMD kunnen onderhandelen, de MMD onderhandelt dan met zijn opdrachtnemers.

Labohm ([18] blz. 169) geeft een MMD voorlopig alleen nog maar kans van slagen binnen Europa; *Callaghan* ([6] blz. 121, [12] blz. 13) stelt echter een „European Defence Procurement Agency” voor, dat de MMD-taken zou verrichten in samenwerking met de VS. Een op volle toeren draaiende MMD zou de taak van de nationale materieeldiensten grotendeels kunnen overnemen. Het zou wel een groot en log apparaat worden, dat echter integraal gezien een personeelsbesparing moet opleveren.

Zowel de door *Callaghan* [6] genoemde doelstellingen als de door *Stoehrmann* ([14] blz. 29) verzamelde conclusies passen in een MMD-conceptie. *Stoehrmann's* laatste conclusie betreffende het ontbreken van een politiek kader zal door de politici ongedaan moeten worden gemaakt.

SLOTBESCHOUWING

Zonder volledigheid te willen pretenderen is in dit artikel getracht een overzicht te geven van de problematiek rondom standaardisatie van materieel.

De grote knelpunten liggen bij de GS-eisen, de economische invloeden en de politieke bereidheid zelfstandigheid op te geven. De bestaande, min of meer vrijblijvende, samenwerking zal moeten worden verdiept en uitgebreid om een zodanige graad van standaardisatie te bereiken dat werkelijk „NATO forces may operate together in the most effective manner”.

Literatuur

1. S. H. van Dam — (niet gepubliceerd). Centrale Dir. materieel.

2. N. L. Dodd — *Mil. Spect.* 144(1975)(5)229; *Wehrkunde* (1975)(7)342.

3. E. C. Conford — *Wehrtechnik* (1975)(7)323.

4. J. A. Huston — *Mil. Rev.* (1970)(8)83.
5. M. Cary — *J. Roy. United Serv. Inst. Def. Studies* (1974)(1)18.
6. T. A. Callaghan jr. — *Survival* (1975)(3)129.
7. A. J. Goodpaster — *Telegraaf* (1974)(3 juli).
8. J. Simpson en F. Gregory — *Orbio* 16(1972)(2)435.
9. S. Mann — *Wehrtechnik* (1974)(5)204.
10. J. H. J. M. Lohmeyer — *Marineblad* (1971)811.
11. H. H. J. Labohm — *Mil. Spect.* 138(1969)(9)428.
12. T. A. Callaghan jr. — *Nato Rev.* (1975)(4)11.
13. *Mem. v. toelichting bij de Rijksbegroting, dienstjaren 1972, 1973 en 1974, hfdst. V — Buitenl. zaken, resp. 1973 en 1974, hfdst. X — Defensie.*
14. K. C. Stoehrmann — *Air Univ. Rev.* 25(1974)(2)23.
15. N. L. Dodd — *Nat. Def.* (1975)(11/12)210.
16. H. Vredeling — *Knipselnieuws; ANP-telex* (1974) (9 dec.).
17. H. Vredeling — *Knipselnieuws; ANP-telex* (1975) (22 mei).
18. H. H. J. Labohm — *Mil. Spect.* 139(1970)(4)161.



Maandelijks wordt de Militaire Spectator toegezonden aan alle leden van de Koninklijke Vereniging ter beoefening van de Krijgswetenschap.

Ten einde de toezending aan thans nog actief dienende officieren van Land- en Luchtmacht, tevens lid van de Koninklijke Vereniging ter beoefening van de Krijgswetenschap, ook na hun dienstverlating zeker te stellen, wordt belanghebbenden verzocht de secretaris-penningmeester van de Koninklijke Vereniging (Nassaulaan 6, Zoetermeer) in voorkomend geval ter zake in te lichten.

Wapensystemen en ballistiek

ir. J. T. Kramer en ir. A. J. Stomp

luitenant-kolonels van de technische staf

Iedereen — ik herhaal iedereen — die 's Konings rok draagt moet in staat zijn te vechten, al was het maar met een pistool of een tommy-gun.
CHURCHILL, 1945

De dienst van de Directeur materieel KL is als hoogste logistieke autoriteit in de KL belast met het ontwerpen en bewaken van het materieelpakket KL. Dat in dit pakket de bewapening een belangrijke — zo niet de belangrijkste — plaats inneemt, behoeft nauwelijks betoog.

Heden ten dage wordt veelvuldig gesproken en geschreven over wapensystemen in plaats van over wapens. Dat vindt zijn oorzaak in enerzijds het steeds complexer worden van de wapens en anderzijds door de introductie van de systeemtheorie. De systeemtheorie beoogt systemen als één geheel te beschrijven en de methodologieën van de verschillende disciplines te generaliseren.

In dit artikel wordt het begrip „wapensysteem” wat uitgediept en bovendien wordt een van de belangrijkste, aan wapensystemen gerelateerde, vakgebieden — namelijk dat van de ballistiek — nader toegelicht.

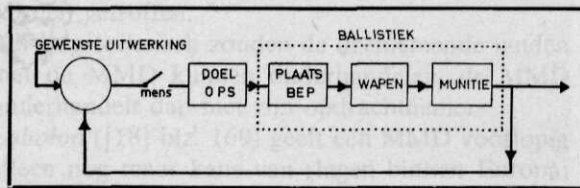
Wapensysteem

Het aantal definities van „systeem” is bijna oneindig groot. Een zeer bruikbare lijkt de volgende, van prof. Doorman.

Een systeem is een, afhankelijk van het door de onderzoeker gestelde doel, binnen de totale werkelijkheid te onderscheiden verzameling elementen. Deze elementen hebben onderlinge relaties en (eventueel) relaties met andere elementen uit de totale werkelijkheid.

In de Winkler-Prins-encyclopedie vindt men onder wapensysteem:

Een functioneel geheel van materieel met als doelstelling de mogelijkheid om op afstand, en in zekere mate gecontroleerd, vernieling teweeg te brengen. De afbakening van het begrip is tamelijk arbitrair; veelal beperkt tot het samenspel van sensor(en), reken- en regelapparatuur, lanceer- of schietinrichting(en) en munitie. (Soms worden wapenplatform en/of -personeel erbij inbegrepen.)



Afb. 1 Wapensysteem

Wat de schrijvers verstaan onder een wapensysteem wordt tot uitdrukking gebracht in afb. 1.

Aan een wapensysteem kunnen we de volgende elementen onderscheiden:

- doelopsporing en waarneming;
- nauwkeurige plaatsbepaling van het doel ten opzichte van het wapen;
- nauwkeurige berekening van de schietgegevens naar het doel;
- het wapen zelf (of de wapens);
- de munitie die met dit wapen zal worden ingezet;
- het resultaat van de inzet van een wapensysteem wordt veelal waargenomen en vergeleken met de gewenste uitwerking op het doel, waarna de mens in het systeem kan besluiten tot een al dan niet hernieuwde inzet van het wapensysteem, ten einde alsnog het gewenste effect te bereiken.

In principe is dit blokschema te hanteren voor elk denkbaar wapensysteem, van pistool tot een 35 mm prluasysteem, en van een peloton 120 mm mortieren tot een aantal afdelingen veldartillerie.

Vanzelfsprekend zullen de in de afb. 1 weergegeven blokken zeer sterk van inhoud verschillen al naar gelang het beschouwde wapensysteem. Zo zullen voor een geweer de doelopsporing, de vuurleiding en het richten bestaan uit één doorlopende menselijke handeling; daarentegen zijn bij een 35 mm prlua te onderscheiden: doelopsporing met behulp van de opsporingsradar, richten met behulp van de opsporingsradar en richten met behulp van

de vuurleidingsradar, en voorts is voor de vuurleiding een analoge rekenaar in het systeem opgenomen. Voor een afdeling veldartillerie worden de doelopsparing en plaatsbepaling uitgevoerd door een voorwaartse waarnemer, en de vuurleiding bestaat uit een digitale rekenaar (FADAC); aan de hand van de doelinformatie kan in de toekomst een keuze worden gemaakt uit een grote verscheidenheid van munitie.

Voor de veldartillerie wordt momenteel overwogen of de gehele veldartillerie van 1 LK kan worden beschouwd als één groot wapensysteem, waarin VUIST (vuursteun informatie systeem) niet alleen de technische vuurleiding op zich neemt maar ook facetten als doeltoewijzing, inzet van de beschikbare middelen (wapens en munitie) en de logistieke consequenties. Een vergelijkbaar systeem vindt men aan boord van de schepen van de KM.

Vele van de hier aangegeven elementen zijn, al dan niet geïntegreerd, onderwerp van beproeving binnen de KL.

Waartoe moeten de resultaten van deze deelbeproevingen nu leiden?

Gestreefd wordt naar de juiste afstemming van de verschillende componenten op elkaar, zodat bij een minimaal gebruik van de middelen een maximaal resultaat wordt verkregen. Kortom, getracht wordt het wapensysteem te optimaliseren. Om een en ander toe te lichten, enkele voorbeelden.

Van de 35 mm prlua, waarbij uit proeven blijkt dat de nauwkeurigheid van de vuurleidingsradar ± 2 m bedraagt, is het ongunstig voor de trefkans de spreiding van de wapens kleiner te willen maken dan $\pm 1,3$ m. Wordt de spreiding van de wapens kleiner gekozen, dan wordt de kans te groot dat de kanonnen zeer nauwkeurig misschieten; maakt men de spreiding groter, dan daalt de trefkans van het enkele schot aanzienlijk.

Voor de 155 mm hw, vurende met brisantgranaten op een oppervlakte-doel, behoeft de plaatsbepaling van het midden van de batterij niet nauwkeuriger te zijn dan ± 25 m; daarentegen dient de wind als functie van de hoogte ieder uur te worden gemeten ten einde een zo groot mogelijke effectiviteit te verkrijgen.

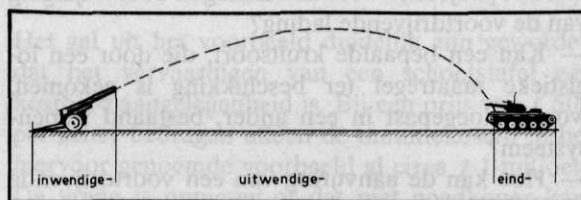
Dit zijn maar twee voorbeelden uit een groot aantal; het zal duidelijk zijn dat het onderling afwegen van beproevingsresultaten van deelbeproevingen kan leiden tot grote consequenties voor de aan nieuw aan te schaffen materieel te stellen eisen en voor de prioriteiten bij vervanging van bestaand materieel. Dat daaraan tevens een belangrijk kos-

tenaspect kan zijn verbonden laat zich eenvoudig raden.

Door een scherpe definiëring van een wapensysteem wordt bereikt dat behalve de elementen ook de relaties tussen de elementen kunnen worden onderkend. Dat leidt tot een zodanig inzicht dat men bepaalde, als ongewenst beschouwde, eigenschappen kan veranderen en andere wel wenselijke eigenschappen kan verbeteren.

Ballistiek

De ballistiek, de wetenschap die zich bezighoudt



Afb. 2 Ballistiek

met de gedragingen van de munitie, van het ontsteken van de lading tot en met de uitwerking op het doel, wordt teruggevonden in vier deelgebieden van een wapensysteem, zoals aangegeven in afb. 1.

Gewoonlijk echter wordt de ballistiek verdeeld in drie gebieden (zie afb. 2):

- de *inwendige ballistiek*, die zich bezighoudt met de gedragingen van voortdrijvende lading en projectiel, van het moment van de ontsteking tot en met het moment dat het projectiel de monding verlaat;
- de *uitwendige ballistiek*, die de gedragingen van het projectiel bestudeert van het verlaten van de monding tot aan het treffen van het doel;
- de *eind- of uitwerkingsballistiek*, die zich bepaalt tot de uitwerking van het projectiel op het doel.

Verwante wetenschappen zijn de raketballistiek, die de gedragingen van de raket tijdens de startfase en de vluchtfase tot onderwerp heeft, en de bommenballistiek die het uitwerpen van bommen bestudeert in samenhang met wat daarop volgt. In het kader van dit artikel zullen deze raket- en de bommenballistiek buiten beschouwing worden gelaten.

a. Inwendige ballistiek

De inwendige ballistiek was (en is gedeeltelijk nog) een wetenschap waarbij voor de praktische toepassing de parameters voor het merendeel empirisch worden bepaald. Gebaseerd op ervaring,

inzicht, intuïtie en voorzichtigheid worden alle inwendig ballistische modellen getoetst en wordt daaraan een praktische uitvoering gegeven.

De beproeving is steeds noodzakelijk voor het beantwoorden van praktische vragen. Bij routinevragen, zoals het bepalen van kruittladinggewichten, temperatuurcoëfficiënten, hulzenkeuringen door overdrukschieten, e.d., gaf dat geen problemen. Op meer principiële vragen is een antwoord echter vaak moeilijk te geven. Voorbeelden van dit soort vragen zijn de volgende.

— Kan met een wapensysteem een grotere dracht van het projectiel worden verkregen door wijziging van de voortdrijvende lading?

— Kan een bepaalde kruitsort, die door een logistische maatregel ter beschikking is gekomen, worden toegepast in een ander, bestaand wapensysteem?

— Hoe kan de aanvuring van een voortdrijvende lading worden aangepast om bij hoge temperaturen piekdrukken in de kamer te voorkomen, zonder dat bij lage temperaturen onvolledige verbranding optreedt?

Van de inwendige ballistiek is een fysisch-chemisch model op te stellen. De mathematische evaluatie van dit model geeft een stelsel differentiaalvergelijkingen te zien, dat analytisch niet oplosbaar is.

Met de komst van de elektronische rekenapparatuur kwamen er ook nieuwe mogelijkheden. Numerieke oplossingsmethoden kwamen binnen bereik, hetgeen bijschaving van het fysisch-chemische model noodzakelijk maakte. Internationaal wordt sinds ca. 15 jaar gewerkt aan dit inwendig-ballistische computermodel, met als doel:

— de fundamentele vragen meer algemeen en meer theoretisch te kunnen beantwoorden en het model te optimaliseren;

— de routineproblemen *sneller* en vooral *goedkoper* te kunnen oplossen.

Het beter karakteriseren van de voortdrijvende lading als inputgegeven voor dit computerprogramma is daarbij noodzaak. Het betreft hier:

1. fysisch-chemische gegevens (chemische samenstelling e.d.);
2. mechanische en geometrische gegevens;
3. verbrandingsgegevens (hoe verbrandt het kruit?).

De gegevens ad 1 en 2 worden in principe reeds gemeten zolang er kruit bestaat, het verkrijgen van de juiste gegevens ad 3 is nog in ontwikkeling. De

verbrandingskarakteristieken van kruit worden (behalve in het wapen) „statisch” bepaald in bijvoorbeeld:

— „closed vessel” (gesloten bom);

— „vented vessel” (membraan bom).

Hoewel het inwendig-ballistische gebeuren in de komende decennia zeker niet exact genoeg (ondanks een nauwkeurigheid van ca. 99%) zal kunnen worden berekend op de computer, is het wel zo dat met behulp van deze technieken semi-kwantitatieve antwoorden kunnen worden gegeven op fundamentele vragen.

Verwacht mag worden dat op deze wijze bezuinigingen kunnen worden bereikt op de huidige schietprogramma's voor de beproevingen. Als voorbeeld van dit laatste diene het volgende.

Van ieder nieuw „kruitlot” wordt de temperatuurcoëfficiënt, noodzakelijk voor de controle van de toepasbaarheid van dit lot in de schootstafel, bepaald. Dat kost per lot en per lading ten minste 29 schoten, ofwel alleen aan munitiekosten reeds ca. f 10.000. De verwachting is dat, zodra de „closed vessel” goed functioneert, de bepaling van de temperatuurcoëfficiënt als regel zonder schieten zal kunnen gebeuren.

b. *Uitwendige ballistiek*

Met de door de voortdrijvende lading veroorzaakte en via metingen bepaalde aanvangssnelheid van het projectiel wordt in de uitwendige ballistiek de schootstafel bepaald. Daarbij wordt gebruikgemaakt van aërodynamische modellen. Het uitgebreidste model, momenteel in gebruik, is het zg. „Modified Point Mass Model”. Dit model vereist enige toelichting.

Met de klassieke mechanica kunnen kogelbanen in het luchtledige worden berekend. Tot omstreeks 15 jaar geleden werden kogelbanen in de atmosfeer met een variant op dit klassieke model berekend, waarbij het projectiel als stoffelijk punt werd beschouwd en de luchtweerstand tegengesteld aan de bewegingsrichting werd genomen. Tot een dracht van 15 km gaf dat redelijk nauwkeurige resultaten.

Voor grotere drachten moet gebruik worden gemaakt van het „Modified Point Mass Model”, waarbij rotatie en geometrie van het projectiel alsmede de hoek tussen de lengteas van het projectiel en de baan in rekening worden gebracht. Dit model heeft 4 graden van vrijheid en vormt een middenweg tussen de 2 graden van vrijheid van het klassieke model en de 6 graden van vrijheid van

het aërodynamische model dat voor raketten wordt gebruikt.

Het „Modified Point Mass Model” heeft bij de NAVO-landen algemeen ingang gevonden.

Welke gegevens bevat de schootstafel? Het verband tussen de aanvangssnelheid (V_0) en elevatie enerzijds en de dracht, zijdelingse afwijking en vluchttijd anderzijds, dat alles onder standaardomstandigheden (d.w.z. standaard V_0 , standaard-projectieelgewicht en standaard meteorologische condities). Bovendien staan de spreidingsgegevens vermeld, die van belang zijn voor de bepaling van de trefkans.

De „lay-out” van de schootstafels is binnen de NAVO gestandaardiseerd. Om de schootstafels te kunnen berekenen moeten tijdens de schietproef de volgende gegevens worden vastgelegd:

- V_0 (aanvangssnelheid van het projectiel);
- m (massa van het projectiel);
- kruittemperatuur;
- dracht;
- zijdelingse afwijking;
- vluchttijd;
- meteo (ieder uur P , T , u en wind als functie van de hoogte).

Wat omvat nu zo'n schietproef en volgens welke methode wordt zij uitgevoerd?

Per lading wordt op 5 elevaties geschoten met minimaal 10 schoten per elevatie. Twee elevaties worden gekozen in het vlakbaangebied, twee in het steilbaangebied en met de vijfde elevatie wordt op maximumdracht geschoten. Begonnen wordt met de hoogste, geëindigd met de laagste lading. Om eventuele invloeden van de vuurmond te elimineren wordt het gehele programma met drie verschillende vuurmonden afgewerkt. Ten slotte wordt de gehele schietproef eenmaal herhaald om een betrouwbare statistische uitspraak te kunnen doen. Voor een schootstafel voor de 155 mm hw M109 A1 omvat het schootstafelschieten 2400 schoten.

Na afloop van de proef worden de verkregen gegevens gecorrigeerd naar de NAVO-standaardomstandigheden die voor alle schootstafels gelden. De dracht, zijdelingse afwijking en vluchttijd worden berekend voor de geschoten punten. Ten slotte volgen dan de berekening van de schootstafel, met behulp van een computer, en de productie van de software voor de verschillende vuurleidingsmiddelen (FADAC, VUIST, 35 mm prlua, enz.). Behalve dat door middel van de schietproef de

relatie tussen V_0 en elevatie enerzijds, en de dracht, vluchttijd en zijdelingse afwijking anderzijds worden bepaald, worden tevens gegevens verkregen over de spreiding van de schoten rondom het gemiddelde trefpunt. Voor klein-kaliberwapens, tanks en luchtdoelartillerie zullen dit spreidingsgegevens zijn in een vlak loodrecht op de baan (schijven of vliegtuigen) en voor veldartillerie en mortieren de spreiding in een horizontaal vlak. Deze spreidingsgegevens staan vermeld in de schootstafels en vormen tevens de „input” voor de effectiviteitsstudies die het gehele wapensysteem betreffen.

Het zal uit het voorbeeld duidelijk zijn geworden dat het vervaardigen van een schootstafel een kostbare aangelegenheid is. Bij een prijs van f 500 per schot bedragen alleen de munitiekosten in het hiervoor genoemde voorbeeld al circa f 1 miljoen. De vraag is opnieuw of dat niet goedkoper kan. Het aantal schoten dat momenteel voor de vervaardiging van een schootstafel nodig is, kan worden gereduceerd indien meer meetgegevens uit een schot kunnen worden verkregen dan hiervoor geschetst. Dat zou mogelijk zijn indien tijdens de vlucht van het projectiel een aantal parameters zou worden vastgelegd, zoals snelheid en versneling in drie richtingen en rotatiesnelheid om de lengteas van het projectiel (telemetrie). Niet alleen kunnen dan de dracht, zijdelingse afwijking en vluchttijd worden berekend, maar ook is dan het verloop van de luchtweerstand tijdens de vlucht te bepalen. Een reductie van ca. 50% op de hiervoor genoemde aantallen lijkt mogelijk bij gebruik van deze telemetrie tijdens de vlucht.

De uitwendige ballistiek levert de gegevens die nodig zijn om een projectiel met een bepaalde snelheid onder een bepaalde hoek, op een bepaalde plaats, na een bepaalde tijd, met een bepaalde trefkans op het doel af te leveren.

Rest nu de vraag: Hoe wordt de uitwerking op het doel beoordeeld? Met het beantwoorden van bovenstaande vraag wordt het gebied betreden van:

c. Eind- of uitwerkingsballistiek

Is het voor de inwendige en uitwendige ballistiek mogelijk in het kort een indruk te geven van de gebruikelijke methoden, bij de eindballistiek is het aantal variabelen zo groot dat hier niet meer over een uniforme methode kan worden gesproken. In de hierbij afgedrukte tabel wordt een indruk gegeven van het aantal variabelen, zowel aangaande het projectiel als betreffende het doel. In principe

geeft iedere combinatie van projectiel met buis en doel een andere uitwerking. Deze uitwerking moet worden gekwantificeerd. Dit leidt tot een groot aantal vragen, bijvoorbeeld:

- wat is de uitwerking van witte-fosforgranaten op tanks?
- wat is de uitwerking van een projectiel, gevuld met subprojectielen, op licht gepantserde voertuigen?
- wat is de uitwerking op een vliegtuig van een springende granaat, voorzien van een trage buis?
- wat is de uitwerking van een brisantgranaat, voorzien van een nabijheidsbuis, op liggend personeel?

Beantwoording van deze vragen leidt tot een effectieve bestrijding van de uiteenlopendste doeltypen.

Omgekeerd levert de uitwerkingsballistiek ook gegevens voor de bescherming van eigen troepen. Vragen als:

- welke dikte moet het aluminium hebben van een nieuw in te voeren personeelvoertuig om de bemanning te beschermen tegen de scherfwerking van artilleriegranaten?
- welke dikte moet het pantserglas hebben om personeel bescherming te bieden tegen klein-kaliberwapens?

behoren eveneens tot het gebied van de eindballistiek.

Het aantal mogelijke problemen in de eindballistiek is weliswaar niet oneindig, maar wel zeer groot. Iedere vraag op het gebied van de uitwerkingsballistiek vereist doorgaans dan ook een geheel eigen proefopzet.

Besluit

Dit artikel heeft in een kort bestek enkele relaties

Eindballistiek

MIDDEL	DOEL
kogel	personeel, staand
hardkern	personeel, liggend
brisant	personeel, ingegraven
witte fosfor	glas
rook	voertuigen
gas	licht gepantserde voertuigen
licht	tanks
pantserdoorborend, kinetisch	vliegtuigen
pantserdoorborend, holle lading	drones
pantserdoorborend, kneedlading	radaropstellingen
subprojectielen (AT en AP)	verbindingstations
atoomstraling	geniematerieel
atoomhitte	opslagplaatsen
atoomblast	vliegvelden
schokbuizen	spoorwegknooppunten
tijdbuizen	wegen
nabijheidsbuizen	
trage buizen	
betondoorborende buizen	

tussen de diverse delen van een wapensysteem be- licht. Voorts is de plaats die de ballistiek in dit verband heeft iets uitvoeriger toegelicht. De schrij- vers hebben de lezer slechts een overzicht willen bieden van verschillende samenhangen, hier en daar aangevuld met enkele praktische toepassin- gen.

Over elk van de hier genoemde onderwerpen zou uiteraard een jaargang van de Militaire Spectator kunnen worden gevuld, waarbij echter uitsluitend de technisch geschoolde lezer aan zijn trekken zou komen, hetgeen niet de bedoeling was. Indien ech- ter iets is gebleken van de samenhang tussen ver- schillende delen van een wapensysteem en van de complexiteit van de problemen die bij de beschou- wing daarvan optreden, en als bovendien duidelijk is geworden dat het een reële en harde noodzaak is voor bovenstaande problemen gefundeerde op- lossingen te vinden, zijn de schrijvers in hun opzet geslaagd.



Het verschijnsel elektromagnetische puls (EMP) en de gevolgen daarvan voor militaire apparatuur

ir. T. Ritzema

kolonel van de technische staf

De elektromagnetische puls is een zeer kortstondig, breedbandig en energiek elektromagnetisch veld, veroorzaakt door, en gelijktijdig met de ontploffing van een kernwapen.

De kortstondigheid is in de orde van grootte van microseconden. De breedbandigheid wordt begrensd door zeer lage en superhoge frequenties. De energie hangt af van de afstand tot het springpunt, de springhoogte en, enigermate, het kaliber van het kernwapen.

Volgens de gangbare verklaring ontstaat er gammastraling als gevolg van de ontploffing. Deze straling maakt zg. Compton-elektronen vrij uit het omringende medium. Daardoor wordt dit medium geïoniseerd. De beweging van de geladen deeltjes en hun onderlinge ladingverschillen veroorzaken het elektromagnetische veld.

De evenwichtsverstoring van de geladen deeltjes duurt zeer kort. Derhalve is ook het veld van korte duur.

De dreiging van de EMP en de beveiliging daartegen kenmerken zich door de drie volgende eigenschappen die beleidsbepalend zijn.

— De EMP is gevaarlijk voor materieel en niet direct voor de mens. Het gevaar voor elektronisch materieel is een gevaar dat toeneemt naarmate de tijd en dus de materieelontwikkelingen voortschrijden. In steeds sterkere mate wordt bij de krijgsmacht nl. gebruik gemaakt van wapens, commando-, beheersings- en verbindingssystemen die van elektronische aard zijn.

— De EMP werkt over grote afstanden, ook daar waar andere kernwapenuitwerkingen geen rol meer spelen.

— De EMP lijkt in zijn uitwerking zodanig te kunnen worden geneutraliseerd dat deze geen of slechts een tijdelijke schadelijke uitwerking heeft zonder dat de voorzieningen, die daarvoor nodig zijn kostbaar behoeven te zijn.

De EMP kan vernietigend (blijvend) of verstorend

(tijdelijk) inwerken op elektrische onderdelen, apparatuur, installaties of stelsels.

Hieruit vloeit de behoefte voort zich ertegen te verdedigen. Bij de overheid krijgt deze verdediging aandacht uit twee gezichtshoeken. Bij de civiele verdediging (ministerie van binnenlandse zaken) is de aandacht vooral gericht op de verdediging van materieel ten dienste van overheid en publieke organen. Er is een interdepartementale werkgroep Elektromagnetische effecten, die de gevolgen van de EMP bestudeert en maatregelen ertegen aanbeveelt of neemt.

Bij de militaire verdediging (ministerie van defensie) is de aandacht gericht op de bescherming van zowel statisch als mobiel materieel dat kwetsbaar is voor de EMP. Voor de beveiliging van statisch materieel worden maatregelen genomen in nauwe samenwerking met de eerder genoemde werkgroep, omdat er een grote overeenkomst is in inzet en beveiliging van dat materieel. Deze maatregelen blijven hier verder buiten beschouwing. De materiële diensten van de krijgsmacht delen richten hun aandacht met name op de beveiliging van mobiel materieel. Het verdere betoog is toegespitst op de beveiliging van mobiel elektronisch materieel, in gebruik bij de Koninklijke landmacht.

Geschiedenis

De vraag rijst waarom, ofschoon reeds zo lang sprake is van kernwapens, er schijnbaar eerst nu aandacht aan de EMP wordt besteed. Het antwoord daarop is dat men zich geleidelijk van de ernst en omvang van het verschijnsel bewust is geworden.

De beschrijving en de voorspelling ervan kreeg men daarna ook geleidelijk onder de knie. De verklaring daarvoor is wellicht dat elektrische verschijnselen veelal niet waarneembaar zijn voor de menselijke zintuigen. De hierna beschreven geschiedenis geeft min of meer aan hoe de ontwikkelingen zich voltrokken.

a. *Internationale ontwikkeling*

In de jaren '50 verschenen de eerste open publikaties over dit onderwerp in de Amerikaanse en Russische literatuur. Met name in de laatste werd de aandacht op het belang van dit verschijnsel gevestigd.

In de jaren '60 kwam er een groeiende stroom van publikaties over de EMP los.

Amerikaanse waarnemingen bij kernwapenproeven toonden aan dat zowel vlak bij een kernwapenontploffing (meetapparatuur op de plaats van de beproeving) als ook veraf, op meer dan duizend kilometers afstand van een kernwapenontploffing beschadiging (civiele elektrische installaties vielen uit) en storing van elektrisch materieel mogelijk waren. Op grond daarvan kwam men tot een hypothese over het „mechanisme” van het verschijnsel. Met behulp van dit denkmodel was het mogelijk wetmatigheden vast te stellen en voorspellingen te doen. Deze bleken te kloppen met de waarnemingen.

De VS maakten daarvan gebruik door registratie-apparatuur te ontwikkelen, gericht op het EMP-effect. Daarmee was het mogelijk Russische kernwapenontploffingen waar te nemen.

In de jaren '70 kwam het kernstopverdrag tot stand. Verdere proeven in de atmosfeer werden alleen nog door Frankrijk genomen. Geleidelijk kwamen ook gegevens beschikbaar voor bondgenoten van kernwapenmogendheden, mede omdat ook de civiele verdediging maatregelen moest nemen. De gegevens moesten daardoor een ruimere verspreiding krijgen. Gegevens voor militair gebruik werden in NAVO-verband beschikbaar gesteld.

b. *Nationale militaire ontwikkeling*

Rond het einde van de jaren '60 en het begin van de jaren '70 werd ook in Nederland in kringen van zowel de militaire als de civiele verdediging belangstelling gewekt voor het verschijnsel EMP. Het inzicht won veld dat dit kernwapeneffect aandacht verdiende, en kon worden bestreden.

De KL droeg Fysisch laboratorium RVO/TNO op een gericht onderzoek in te stellen naar de beveiligingsmogelijkheden tegen de EMP voor mobiele elektronische apparatuur. Er werd (in 1970) een programma voor 2½ jaar opgesteld om de invloed van en de maatregelen tegen de EMP vast te stellen.

Kort na een tussentijds rapport (in 1971) kwam het Fysisch laboratorium in 1972 met het voorstel simulatoren te bouwen, waarin de uitwerking van de EMP kon worden nagebootst op klein mate-

rieel (EMIS 1) en op groter materieel (EMIS 2). (EMIS = elektromagnetische installatie)

Het stellen van eisen aan materieel heeft geen zin, indien zij niet door proefnemingen kunnen worden getoetst. Maar zodanige proefnemingen zouden alleen mogelijk zijn door plaatsgebonden nabootsing van het elektromagnetische verschijnsel zonder bijwerking van de overige kernwapeneffecten. Omstreeks deze tijd (1972) betrof de KL ook de andere krijgsmachtdelen bij het onderzoek. Kort daarna kwam de EMIS 1 gereed en in 1973 begonnen de eerste proeven met klein materieel.

Het programma van 2½ jaar werd daarmee overschreden maar het einde was nog niet in zicht. De bouw van de EMIS stuitte op enkele moeilijkheden die echter werden overwonnen. Hier mogen in dat verband de namen worden genoemd van twee doorzetter, ing. P. A. A. Sevat van het Fysisch laboratorium RVO/TNO en kol. ir. H. L. G. Gooren van de DMKL.

De EMIS 2 kwam gereed ongeveer gelijktijdig met het van kracht worden van een NAVO-afspraken over de EMP-normen die moeten gelden met het oog op de overlevingsmogelijkheden voor mens en materieel beide (1975). Inachtneming van die normen is essentieel. Eerst dan zal het mogelijk zijn te komen tot stelselmatige beproeving van het materieel. De eerste resultaten van beproevingen met installaties zijn bemoedigend.

KL-beleid inzake EMP-voorzieningen aan materieel

Behalve met de EMP moet ook rekening worden gehouden met de overige kernwapeneffecten: hittestraling, luchtdruk, lichtflits, directe kernstraling. De vraag rijst of een bepaalde mate van beveiliging tegen de EMP nog wel in redelijke verhouding staat tot de mate van beveiliging tegen de overige effecten. Ook rijst de vraag of het nog zin heeft het materieel intact te houden, als het materieel zelf of de bedienaars daarvan al anderszins is of zijn uitgeschakeld.

In de gestelde technisch/tactische normen is zoveel mogelijk uitgegaan van een evenwichtige benadering. Het heeft geen zin tegen EMP te beveiligen in het gebied waar de hitte zo groot is dat het materieel verbrandt, om een extreem voorbeeld te noemen.

Uiteraard rijst ook de vraag van de betaalbaarheid van de maatregelen ter beveiliging. Het is duidelijk dat dit geval voor geval moet worden beoordeeld. Draagbaar elektronisch materieel zou anders kunnen worden beoordeeld dan ingebouwd elektro-

nisch materieel. Vastgesteld moet worden of helemaal geen storing tijdens de EMP kan worden aanvaard, dan wel of een kortstondige storing of misschien een langdurige blijvende storing, die echter binnen een bepaalde termijn herstelbaar is, nog aanvaardbaar is.

De eisen, die uiteindelijk aan nieuw materieel worden gesteld, zijn geïnclassificeerd en toegankelijk op „need to know“-basis. De bedrijven, die hiermee als ontwikkelaars te maken krijgen, of de leveranciers zullen aan zekere veiligheidsnormen moeten voldoen. De eisen kunnen pas worden gesteld als ook de mogelijkheid voor toetsing aanwezig is. Deze is er sedert kort, zoals eerder geschetst, en kan in het kader van krijgsmacht opdrachten ter beschikking van leveranciers worden gesteld.

Er is voor het reeds ingevoerde elektronische materieel een programma opgesteld om te beoordelen of dat op het punt van de EMP-beveiliging aan zekere normen voldoet. Wanneer dat eventueel niet het geval is, zal worden onderzocht welke beveiligingsmaatregelen moeten worden genomen. Wat dat betreft is er voor de komende jaren werk aan de winkel. Zoals al gezegd: de resultaten zijn voorshands bemoedigend.

Het ziet er naar uit dat een deugdelijke beveiliging niet in alle gevallen ingrijpend en duur hoeft te zijn, hoewel de theorieën het ergste deden vermoeden. De beproevingsperiode zal leren of de soep zo heet wordt gegeten als zij werd opgediend. Een open vraag zal altijd blijven hoe dicht de nabootsing de werkelijkheid benadert. Ons werken en bidden is erop gericht dat de werkelijkheid ons dat nimmer zal behoeven te leren.



Naschrift

De tekst van vorenstaand artikel is de bewerkte en voor lezing geschikt gemaakte tekst van een voordracht, gehouden voor de Afdeling voor Krijgskundige Techniek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs op 20 januari 1977. Deze voordracht werd gevolgd door een aantal andere voordrachten over EMP-beveiliging, gezien uit de gezichtshoeken van Civiele Verdediging, PTT en TNO. De teksten van deze voordrachten zullen t.z.t. worden afgedrukt in de periodiek „De Ingenieur“ van het voornoemde Koninklijk Instituut van Ingenieurs. Wie derhalve een uitgebreidere oriëntatie op prijs stelt, zij reeds nu op die komende publikatie opmerkzaam gemaakt.



Landrover vervangt Munga en Nekaf

ir. J. C. M. Hendriks

luitenant-kolonel van de technische staf

Tegen het eind van de jaren '60 is het vervangingsbeleid bepaald voor de wielvoertuigen van de Koninklijke landmacht.

Voor de categorie voertuigen in de klasse 1/4 ton zijn bij de typebepaling van vervangende voertuigen de volgende uitgangspunten gehanteerd.

— De nieuwe generatie voertuigen in deze klasse moet beschikken over een nuttig laadvermogen van 0,5 ton.

— Niet alle 1/4-tonners zullen worden vervangen door terreinvaardiger voertuigen. Een gedeelte van de behoefte kan worden gedekt door een civiel voertuig dat op bepaalde punten voor militair gebruik moet worden aangepast.

— De aanhangwagen 1/4 ton zal in principe komen te vervallen.

— Het voertuig moet kunnen worden uitgevoerd in gewondentransportversie.

— De voorkeur gaat uit naar een voertuig met dieselmotor.

1. Het vervangende bestand

De eerste fase in de realisatie van het vervangingsbeleid heeft zijn beslag gekregen in 1974 met de instroming van de DAF 66YA. Overeenkomstig de uitgangspunten is dit geen terreinvaardig voertuig maar een aan het militair gebruik aangepaste uitvoering van de civiele DAF 66.

Voor de realisatie van de tweede fase is een aantal terreinvaardige proefmodellen met zowel diesels als benzinemotor aangeschaft.

Na uitgebreide proeven en evaluatie waarbij diverse aspecten in beschouwing zijn genomen, is de keuze bepaald op de Landrover 0,5 ton, 4×4, 88" WB (wheel base) in de uitvoering met dieselmotor (afb. 1).

Uit beladingsproeven was gebleken dat dit voertuig voor een aantal functies over onvoldoende laadcapaciteit en/of laadvolume beschikte. Dit heeft geleid tot de aanschaffing van een gedeelte

in de grotere (duurdere) Landrover 0,75 ton, 4×4, 109" WB (afb. 2).

Een gelijksoortige uitvoering als de Nekaf gewondentransportversie bleek voor de Landrover technisch niet mogelijk. Een oplossing daarvoor is gevonden in de aanschaffing van de Landrover 0,75 ton, 4×4, ziekenauto. Dit voertuig bestaat, behoudens minimale verschillen, uit hetzelfde chassis als de Landrover 0,75 ton vrachtauto, echter met een gesloten opbouw (afb. 3), die plaats biedt aan 4 liggende of zittende patiënten en een verzorger. Deze uitvoering is tevens geschikt om een gedeelte van de zau 1 ton DAF YA126 te vervangen.

2. Technische uitvoering

a. Algemeen

De voertuigen zijn onderworpen aan een functionele beproeving en een duurbeproeving. Daarbij is in totaal circa 100.000 km afgelegd, opgesplitst in 6000 km terrein, ruim 20.000 km secundaire wegen en 70.000 km hoofdwegen.

Tijdens deze proeven is gebleken dat de beproevingsvoertuigen op een aantal punten niet of niet geheel voldeden aan de gestelde eisen in verband met het toekomstige gebruik in de KL.

Overleg met de fabrikant heeft ertoe geleid dat een aantal belangrijke verbeteringen is aangebracht, zoals materiaalverbetering steekassen, versterking chassis, modificatie voor- en achterbrug en bladveren. Bovendien is nog een aantal kleinere modificaties aangebracht.

Dit alles heeft ertoe geleid dat de serievoertuigen, waarvan de aflevering reeds is gestart, in belangrijke mate afwijken van de oorspronkelijke beproevingsmodellen.

Mede op grond van de resultaten van de beproeving van de eerste serievoertuigen kan worden gesteld dat de Landrover berekend is voor zijn taak in de KL.

Opgemerkt wordt nog dat een deel van de modificaties door de fabriek is overgenomen als standaarduitvoering op de gehele Landroverproductie.

technische specificaties zijn ver-
lijcigedrukt tabel.
van de nieuw generatie Land-
rover en Munga met aandrijving
volgende op te merken.
nde lanch zijn alle instruct met
otor, 700 liter en 600 liter van
zijn de langere levensduur en
behaal. In de beschrijvingen
nietigste, het kan worden ge-
nietigste lichte en krachtige, assen
vondigheids van de Landrover is
de van lanch en Munga. In
nietigste van de aandrijvingen.

Afb. 1 Landrover 0,5 t, 4x4, 88" WB met dieselmotor



Afb. 2 Landrover 0,75 t, 4x4, 109" WB



Afb. 3 Landrover 0,75 t vrachtauto met gesloten opbouw



**Technische gegevens van de
Landrover 0,5 t, 88" WB**

(De tussen haakjes geplaatste waarden gelden voor de 0,75 t, 109" WB)

Maten (in mm)		
Lengte	3730	(4560)
Breedte	1630	(1680)
Hoogte (onbelast)	2030	(2030)
Knockdown-hoogte	1550	(1530)
Wielbasis	2230	(2770)
Spoorbreedte	1310	(1330)
Bodemvrijheid	220	(200)

Gewichten (in kg)		
Eigen gewicht onbeladen (incl. 90 l brandstof)	1525	(1750)
Eigen gewicht onder vooras	840	(990)
Eigen gewicht onder achteras	685	(960)
Maximaal toegelaten totaal gewicht	2125	(2600)
Maximaal toegelaten gewicht onder vooras	850	(1050)
onder achteras	1275	(1550)

Motor en componenten

Fabriek en type	Rover, 4-cil., 4-slag kopklep dieselmotor	
Max.-vermogen (DIN)	37,5 kW (51 pk) bij 4000 omw./min.	
Max.-koppel (DIN)	135 Nm bij 1800 omw./min.	
Cilinderinhoud	2286 mm ³	
Compressieverhouding	23:1	
Accu	2 stuks, elk 12 V/45 Ah	
Dynamo	Wisselstroom, met ingebouwde gelijkrichter; afgeregeld spanning 28 V; max.-stroomsterkte 60 A	

Transmissie

Versnellingsbak	fabr. Rover	
Type	Synchromesh	
Overbrengingsverhouding	eerste versn.	3,68
	tweede versn.	2,22
	derde versn.	1,51
	vierde versn.	1
	achteruit	3,68
Reductiebak	fabr. Rover	
Overbrengingsverhouding	hoog	1,14
	laag	2,40
Differentieel	fabr. Rover	
Overbrengingsverhouding		4,7

Prestaties

Max.-snelheid (km/h)	100	(100)
Kruissnelheid (km/h)	70	(70)
Actieradius (km)	700	(700)
Klimvermogen (%)	50	(45)
Draaicirkel (m)	12,80	(15,00)
Oploophoek	49°	(43°)
Afloophoek	36°	(27°)
Waaddiepte (cm)	70	(70)

De belangrijkste technische specificaties zijn vermeld in de hierbij afgedrukte tabel.

b. Vergelijking

Bij vergelijking van de nieuwe generatie Landrovers met de Nekaf en Munga met aanhangwagen 1/4 ton valt het volgende op te merken.

— De verschillende typen zijn alle uitgerust met dezelfde dieselmotor. Voordelen ten opzichte van de benzinemotor zijn de langere levensduur en grotere betrouwbaarheid. Uit de beproevingsresultaten is verder vastgesteld, dat kan worden gerekend op circa 50% lagere km-kosten.

— De terreinvaardigheid van de Landrover is ten minste gelijk aan die van Nekaf en Munga. Ten gevolge van het ontbreken van een aanhangwagen achter de Landrover is de manoeuvreerbaarheid ruimschoots verbeterd.

— Betreffende het comfort valt op te merken dat de nieuwe voertuigen zijn voorzien van verwarming en een geheel gesloten, afneembare, kapconstructie. De chauffeursruimte is relatief klein doch acceptabel. Dit is het gevolg van het feit dat het een Engels ontwerp is, waarbij de oorspronkelijk rechtse besturing is verplaatst naar de linkerzijde, zodat de ruimte voor de rijder relatief groot is.

— De carrosserie van alle typen is vervaardigd van een aluminiumlegering, de bumpers en de raamljsten zijn vervaardigd van thermisch verzinkt staal. Deze uitvoering betekent een aanzienlijke verbetering van de corrosiebestendigheid van de nieuwe voertuigen. De bumpers en raamljsten vertonen bij aflevering een opmerkelijke, zilverachtige kleur. Na korte tijd ontstaat door inwerking van de buitenlucht een oxydehuid waardoor deze componenten donkergrijs worden. Het is af te raden te schilderen omdat de verf niet duurzaam hecht en snel afbladdert.

— Hoewel Engeland meer en meer overgaat op het metrieke stelsel was het niet te vermijden, dat op de Landrover nog een aantal bevestigingsmiddelen in Engelse maten voorkomt. Gebleken is, dat van reeds ingevoerde gereedschappen op 2e echelon geen uitbreiding nodig is. Voorts is bij de onderhoudsbeproeving gebleken dat de verwisseling van hoofdcomponenten meer tijd vergt dan bij de oude generatie voertuigen. Het is te verwachten dat dit wordt gecompenseerd door een lagere reparatiefrequentie.

c. Speciale uitvoeringen

— Ten behoeve van de rijopleiding zal een aantal Landrovers 0,5 ton worden voorzien van dubbele

Afb. 4 Proefmodel van de verken-
ningsuitvoering van de Landrover
0,75 t



bediening en extra spiegels. De uitvoering is zo gekozen, dat overbouwen op andere halftonniers zonder problemen mogelijk is.

— Een gedeelte van het bestand Landrover 0,75 ton zal worden ingedeeld bij verkenningseenheden. Ten einde het voertuig optimaal geschikt te maken voor deze functie zullen de nodige modificaties worden aangebracht. Uitgangspunt daarbij is de standaarduitvoering van het voertuig zo weinig mogelijk aan te tasten en de modificaties te vinden in het toevoegen van een verwisselbare standaardset ten behoeve van het verkenningvoertuig. Afb. 4 toont het proefmodel van de verkenninguitvoering op de 0,75-tonner. Opgemerkt wordt dat dit voertuig evenals het in afb. 2 getoonde voertuig niet precies de Nederlandse standaardversie weergeeft, omdat dit voertuig nog niet beschikbaar was.

— De eis dat in het voertuig voor gewondentransport de mogelijkheid voor verzorging van gewonden tijdens transport aanwezig moet zijn, houdt in dat medische apparatuur moet worden ingebouwd. De enige mogelijkheid daartoe is te vinden indien de plaats van de rijder wordt opgeofferd. Medio 1977 zal een studiemodel worden geleverd ten behoeve van een functionele beoordeling.

3. Afname en instroming

De voertuigen worden gefabriceerd door de Rover-fabrieken in Groot-Brittannië. Banden en voertuigkappen zijn van Nederlands fabrikaat. De afname vindt plaats bij British Leyland Nederland in Gouda volgens onderstaand schema.

— Totaal 2000 halftonniers worden geleverd in de periode van februari 1977 tot en met juli 1980 in een tempo van 150 stuks per drie maanden.

— Levering van totaal 625 driekwarttonners vindt plaats van mei 1977 tot en met april 1981 met 35 stuks per drie maanden.

— De 512 Landrover ziekenauto's worden geleverd van oktober 1978 tot en met juli 1981 in aantallen van 45 stuks per drie maanden.

Uitgaande van dit afleveringsschema zal de instroming zoveel mogelijk bataljonsgewijs plaatsvinden.

In augustus zijn de eerste halftonniers ter beschikking van het Legerkorps gekomen. Voorafgaand daaraan zijn reeds halftonniers met dubbele bediening aan het rijopleidingscentrum verstrekt.

4. Logistieke aspecten

a. Nieuwe voertuigen

De praktijk leert dat in het algemeen de periode gelegen tussen bestelorder en aflevering bij grotere nieuwe projecten te kort is voor een goede, afgeronde logistieke voorbereiding. Dit geldt ook voor het project Landrover. Dank zij bijzondere inspanning en enkele bijkomende baten (bv. het feit dat circa 70% van de reservedelen en componenten van een Engels NSN was voorzien) is het gelukt met de logistieke ondersteuning voor de Landrover zover te zijn gevorderd dat de instroming volgens plan kan plaatsvinden.

b. Oude voertuigen

Een ander logistiek probleem vormen de inlevering en de herindeling van de Nekaf.

Na instroming van de thans bestelde Landrovers blijft circa 70% van het huidige Nekaf-bestand vooralsnog in de bewapening. Dat houdt in dat het grootste deel van de voertuigen na vervanging door de Landrover zal worden heringedeeld, hetgeen op zijn beurt eisen stelt aan de onderhoudstoestand van deze voertuigen.

Ten einde deze operatie zo efficiënt mogelijk te laten verlopen is een aantal maatregelen genomen waarbij als uitgangspunten zijn gehanteerd:

- de slechtste voertuigen afstoten;
- minimale inspanning aan af te stoten voertuigen;
- onderhouds- en reparatiecapaciteit van ener-

zijds LK, anderzijds NTC optimaal op elkaar afstemmen.

Aangezien in de komende jaren behalve de Landrover tevens de nieuwe 4-tonner en de YPR instromen zal dit voor 1 LK een zware belasting betekenen.

Verwacht mag worden dat met de thans genomen maatregelen bij de Landrover/Nekaf-omwisseling ervaring zal worden opgedaan die daarna voor de andere projecten kan worden benut.

c. Introductie

Ten behoeve van een goede introductie van de

nieuwe voertuigen zal, voorafgaande aan de instroming, de nodige informatie worden verstrekt.

5. Slotopmerking

Met de invoering van de Landrover zal de Koninklijke landmacht de beschikking krijgen over een voertuig dat fundamenteel afwijkt van de vorige generatie.

Het is voor het eerst dat in deze klasse op grote schaal voertuigen instromen met een dieselmotor.

De vanouds bekende aanhangwagen 1/4 ton zal langzamerhand gaan verdwijnen.



Spraakvercijfering

ir. K. de Vries

majoor van de technische staf

Binnen de NAVO bestaat reeds lang behoefte aan gecijferde spraakverbindingen. De behoefte is weergegeven in het NAVO-verbodingsbeveiligingsbeleid (NATO, lees NICS, Overall Cryptoconcept). Op beleidsniveau is in de behoefte voorzien door de ontwikkeling van het Pilot Secure Voice Project (PSVP). Het resultaat daarvan is een getrapt, stervormig telefoonnet, dat het NAVO-hoofdkwartier verbindt met de belangrijkste operationele staven en met de regeringscentra van de leden-landen.

Nationaal wordt eveneens onderkend dat alle geclassificeerde informatie volledig en duurzaam moet zijn beveiligd tegen kennisneming door onbevoegden.

In de Koninklijke landmacht wordt gestreefd naar automatische vercijfering van alle informatie waarbij echter, afhankelijk van de aard van de informatie en de beschikbare reactietijd, de noodzakelijkheid of de wenselijkheid wordt aangegeven.

In dit artikel zal de beschouwing vooral zijn gericht op de verbinding van gebruiker tot gebruiker, waarbij de spraakinformatie wordt beveiligd met bij de gebruiker geplaatste vercijferapparatuur. De kwaliteit van de vercijfering, die voor een groot gedeelte wordt bepaald door de verwerking (analyse en synthese) van de spraakinformatie, is bepalend voor de mate van beveiliging van een verbindingsweg. De factoren die een belangrijke rol spelen bij het behoud van de kwaliteit tijdens de informatieoverdracht zullen nader worden toegelicht.

Spraak

De bestudering van de spraak beperkt zich niet alleen tot het spreken, maar vereist ook aandacht voor het waarnemen en interpreteren van het gesprokene, de taal. Het ontvangen van een taaluiting wordt gerealiseerd doordat de spreker een bepaalde geluidseenheid heeft voortgebracht die zin wordt genoemd. Een zin wordt gekenmerkt

door een geheel van verschillen in toonhoogte, duur en onderbrekingen, de zg. zinsmelodie of zinsintonatie.

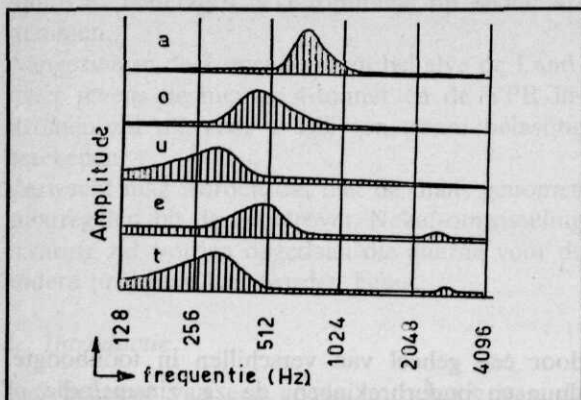
De zinsintonatie markeert niet alleen de afsluiting van de zin, maar vervult ook andere functies. Zij geeft onder meer de emotionaliteit van de spreker weer. Een zin bestaat uit een aantal woorden. Ieder woord bestaat uit een aantal spraakklanken of fonemen. Deze fonemen staan op een vaste plaats en in een vaste volgorde. Zij vervullen een kenmerkende functie voor de woordvorm. Een informatietheoretische benadering leert dat de fonemen in de spreektaal (code) kunnen worden opgevat als codesymbolen. Deze codesymbolen bezitten een frequentie van voorkomen.

Uit de statistische eigenschappen van de taal kan men concluderen dat deze een stochastische functie vormt. Een stochastische functie is een verzameling stochastische variabelen. Een stochastische variabele is een grootheid waarvan de waarde wordt bepaald door het toeval.

Een belangrijke klasse van stochastische functies die veelvuldig in de informatietheorie wordt gehanteerd, is die van de Markov-ketens. Markov, een Russische mathematicus, kwam tot deze ketens bij zijn statistische onderzoek naar het optreden van klinkers en medeklinkers. Een Markov-keten is een reeks, waarbij de kans van optreden van de volgende variabele wordt bepaald door het optreden van voorgaande variabelen. Voorbeeld van een Markov-keten van de vierde orde:

stoe I, d.w.z. *I* wordt nagenoeg bepaald door de vier voorgaande letters; *stoe* noemt men de toestand waarin het Markov-proces zich bevindt.

Een Markov-keten heeft als kenmerk een zekere overvloedigheid (redundantie). Het blijkt dat als men in een gesproken zin een aantal klanken weglaat, de zin meestal nog reconstrueerbaar is. Uit deze mogelijkheid van comprimeren van een spreektaal blijkt de redundantie. De klankvoortbrengende organen (stembanden met keel- en neusholte, mondholte met de tong) bepalen het



Afb. 1 Frequentiegebieden klinkers

frequentiegebied dat karakteristiek is voor iedere spraakklank. De spraakklanken onderscheiden zich in klinkers, medeklinkers en sisklanken. Het klanktype wordt bepaald door de mate waarin de fysiologische eigenschappen van de spraakorganen worden toegepast.

In afb. 1 zijn de frequentiegebieden van de klinkers weergegeven. [1] Ieder klinkerspectrum is opgebouwd uit een grondtoonfrequentie en een aantal hogere harmonischen, dat in amplitude afneemt naarmate de frequentie van de harmonische verder van de grondtoonfrequentie is verwijderd. De laagste frequenties in het spectrum van de stem worden gevormd door stembandtrillingen, die ontstaan bij klinkervorming van een basstemgeluid. De hoogste frequenties ontstaan bij sisklanken en liggen boven de 12.000 Hz. De totale breedte van de frequentieband van de menselijke stem ligt tussen 80 en 12.000 Hz. In afb. 2 is een overzicht gegeven van de verschillende stemtypen en de bijbehorende bandbreedte.

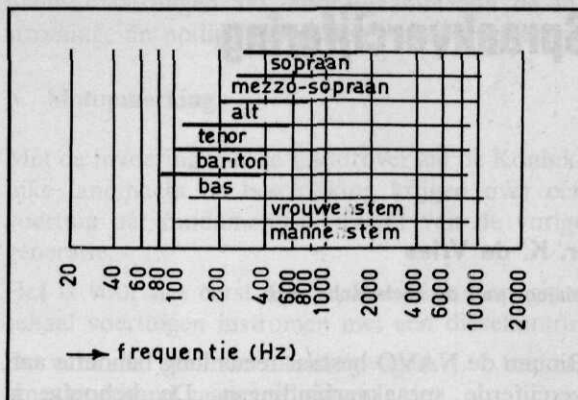
De kwaliteit van de spraak wordt voornamelijk bepaald door haar verstaanbaarheid.

Verstaanbaarheid

Onder verstaanbaarheid worden zowel de herkenning van de afzonderlijke spraakklanken als de gave tot combinatie van de klanken door de toehoorder begrepen.

Internationaal is een meetmethode ontworpen die afwijkingen in verstaanbaarheid tussen de diverse talen uitsluit. Een taal die rijk is aan klinkers, zoals het Italiaans, heeft immers van nature een grotere mate van verstaanbaarheid dan een taal waarin de medeklinkers sterker zijn vertegenwoordigd.

De verstaanbaarheid kan worden gemeten wanneer aan twee voorwaarden wordt voldaan. De



Afb. 2 Frequentiegebied menselijke stem

eerste voorwaarde is het nastreven van een zelfde geluidsterkte tijdens de meting, de tweede is het uitspreken en beluisteren van éénlettergrepige woorden, meestal zonder betekenis, zg. logatomen. Behalve de luidheid, overeenkomende met de amplitude van de trillingen, speelt hierbij ook de mate waarin vervorming en stoorgeluiden optreden een rol. Verbindingen met meer dan 70% logatoomverstaanbaarheid zijn goed; bij minder dan 50% is de verbinding onvoldoende. Hoezeer het zinsverband de verstaanbaarheid verhoogt, blijkt uit het volgende resultaat van een in de Engelse taal gehouden proef [2]:

logatoomverstaanbaarheid van resp.	20,	40,	60,	80%
komt overeen met				
zinsverstaanbaarheid van		75,	94,	98, 100%

Uit de in afb. 3 weergegeven gehoorkromme van Fletcher en Munson valt op dat de lage frequenties (< 500 Hz) met meer niveau aan het menselijk oor moeten worden toegevoegd dan de hogere frequenties (> 5000 Hz). De volledige bandbreedte is echter niet nodig om spraak met een hoge mate van verstaanbaarheid over te dragen. Voor de elektrische overdracht van spraaksignalen heeft men een frequentieband van 300-3400 Hz nodig dank zij de grote redundantie die in alle natuurlijke talen zit. De grenzen van deze frequentieband zijn volgens internationale afspraken zo vastgelegd dat bij de overdracht niet alleen de semantische informatie behouden blijft, maar dat uit het ontvangen bericht ook gevolgtrekkingen ten aanzien van de spreker kunnen worden getrokken, zoals de gemoedstoestand.

Communicatiekanaal

Onder de capaciteit van een communicatiekanaal verstaat men de hoeveelheid informatie die maxi-

maal storingvrij door een kanaal kan worden getransporteerd.

De communicatieruimte, beschikbaar voor informatieoverdracht, wordt beperkt in frequentie en in tijd. In afb. 4 is gearceerd een signaal aangegeven dat door de beschikbare ruimte zou kunnen worden gezonden. [2] Op de plaatsen waar het gearceerde signaal de rand van de communicatieruimte raakt, komt de ingangsinformatie overeen met of is groter dan, de hoeveelheid informatie die door het kanaal kan worden getransporteerd. Een doorsnede bij frequentie ω_3 door de ruimte geeft een dichtheidsvariatie van die frequentie als functie van de tijd. Eveneens zal een doorsnede op het tijdstip τ_3 een dichtheidsverdeling als functie van de frequentie geven, het zg. frequentiespectrum. De informatietheorie leert echter dat van een informatiesignaal niet precies zowel de frequentiebandbreedte als het tijdsinterval kunnen worden bepaald. Een precieze bepaling van het tijdsinterval vereist een brede frequentieband en een juiste definitie van de precieze frequentie vereist een lange waarnemings-tijd. Het inleidende karakter van dit artikel biedt geen ruimte voor een nadere beschouwing daaromtrent.

Het huidige communicatiekanaal (veld-, grondkabel, radio en straalzender) en het feitelijke spraaksignaal dragen een analoog karakter. De aantrekkelijke eigenschappen van digitale modulatie en transmissie boven analoge verwerking geven aanleiding in het verdere betoog de digitale richting te volgen. Korthedshalve zal worden

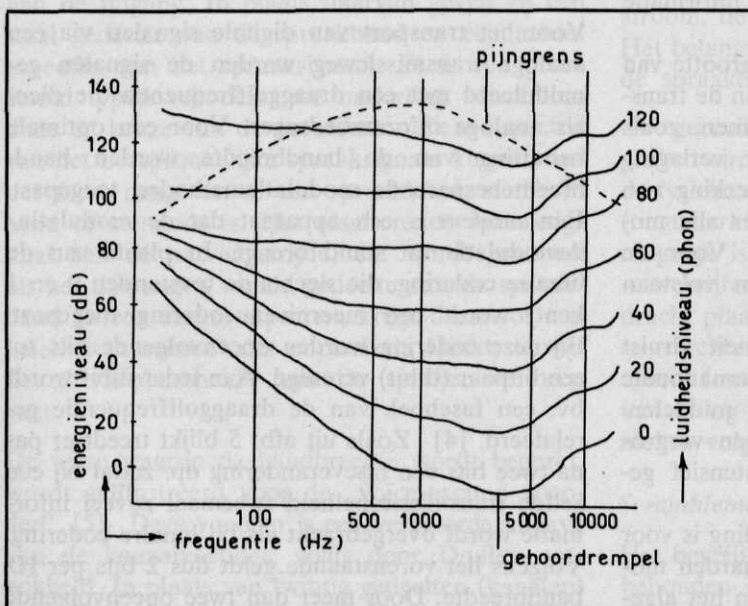
volstaan met één voordeel van digitalisering te noemen, namelijk de eenvoudige en afdoende wijze waarop de digitale vercijfering plaatsvindt. Digitalisering van het spraaksignaal resulteert in een opeenvolging van bits. Bit („binary digit”) is een binaire codering die slechts de toestanden 0 en 1 kent. Deze bitstream moet in overeenstemming worden gebracht met de capaciteit van de transmissieweg, waarvan de dimensionering wordt bepaald door de tijdsduur van het kortste element dat kan worden overgedragen. De transmissiesnelheid wordt gedefinieerd door het aantal van deze kortste elementen dat per seconde kan worden verzonden. Als V_s de transmissiesnelheid is en t_e de duur van het kortste element in seconden, dan is

$$V_s = \frac{1}{t_e} \text{ Baud (Bd).}$$

Als eenheid van informatiesnelheid wordt bit per seconde (b/s) gehanteerd.

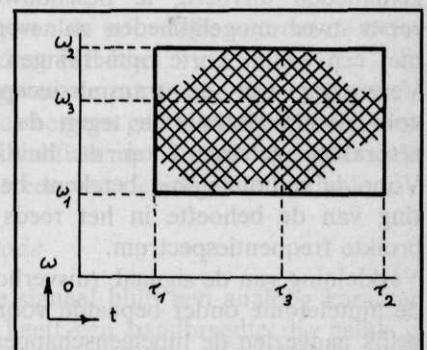
Slechts onder de omstandigheid dat alle code-elementen gelijke tijdsduur hebben en slechts twee toestanden (0, 1) kennen, is het aantal Bd gelijk aan het aantal bits/sec.

Het bemonsteringstheorema van Shannon legt een verband tussen de kanaalcapaciteit van een transmissieweg en de benutte bandbreedte. Voor de volledigheid dient hier eerst nog het begrip „niveau” te worden ingevoerd. Onder het niveau op een bepaalde plaats wordt verstaan de logaritme van de verhouding tussen de spanning ter plaatse en een referentiespanning, uitgedrukt in



◁ Afb. 3 Gehoorkromme vlg Fletcher en Munson

Afb. 4 Informatie binnen begrensde ruimte



decibels (dB). De kanaalcapaciteit wordt nu bepaald door het over te dragen niveau dat toelaatbaar is en de ter beschikking staande bandbreedte.

De vergelijking van Shannon luidt:

$$C = B^2 \log(1 + s/n) \text{ bits/sec, waarin}$$

B = bandbreedte; spraakband: 3400 — 300 = 3100 Hz;

s/n = signaal/ruisverhouding, d.w.z. verhouding tussen signaalsterkte en de ruis; bv. bij 20 dB is s/n = 10².

$$C = 3100^2 \log(1 + 10^2) = 3100 \times 6,6 \approx 20.000 \text{ bits/sec.}$$

Informatieoverdracht versus transmissiecapaciteit

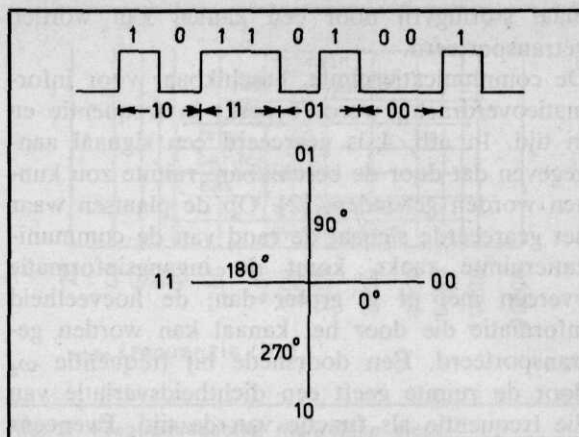
Zuiver theoretisch beschouwd kan de vraag worden gesteld hoeveel Bd kan worden overgedragen wanneer de transmissieweg de eigenschappen bezit van een ideaal bandfilter waarvan de breedte overeenkomt met de spraakband. Uit de filtertheorie blijkt dat per Hz bandbreedte de maximale transmissiesnelheid 2 Bd bedraagt. Dit resultaat heeft echter alleen theoretische betekenis, omdat niet alleen het ideale filter praktisch niet uitvoerbaar is, maar ook omdat in werkelijkheid rekening moet worden gehouden met in- en uitschakelverschijnselen. Een praktische benadering leert dat iedere Hz bandbreedte een transmissiesnelheid van 1 Bd toestaat.

In het geval van digitalisering van de spraakband blijkt uit het voorgaande voorbeeld dat de capaciteit van een normaal spraakkanaal duidelijk te gering is om zonder meer de digitale informatie over te dragen.

Er is een aantal mogelijkheden om de grootte van de informatiestroom en de capaciteit van de transmissieweg beter op elkaar af te stemmen, zoals vergroting van de transmissiecapaciteit, verlaging van de signaal/ruisverhouding en beperking van de spraakbandbreedte. Het voert te ver alle mogelijkheden uitvoerig te beschouwen. Voor de eerste twee mogelijkheden zal worden volstaan met een aantal korte opmerkingen.

Vergroting van de transmissiecapaciteit druipt voor de lijntelefonie in tegen de internationale afspraken, gebaseerd op de huidige middelen. Voor de radiotelefonie betekent het een vergroting van de behoefte in het reeds intensief gebruikte frequentiespectrum.

Verkleining van de signaal/ruisverhouding is voor de lijntelefonie onder bepaalde voorwaarden mogelijk aangezien de lijneigenschappen in het alge-



Afb. 5 Principe vier-fasemodulatie

meen goed zijn gedefinieerd. Bij de radiotelefonie is echter het radiopad onderhevig aan vaak moeilijk voorspelbare factoren, zoals onder meer fading en interferentie, waardoor de kans op transmissiefouten sterk toeneemt.

Gelet op het vrij sombere resultaat van de eerstgenoemde twee mogelijkheden zal de derde mogelijkheid het wenkende perspectief moeten vormen. Het beperken van de bandbreedte van de spraakinformatie resulteert in een verlaagde bitstream, die overeenkomt met een verlaging van de transmissiesnelheid zodat zij de beschikbare capaciteit van het kanaal benadert.

Verlaging van de transmissiesnelheid, verkleining van de benodigde bandbreedte, kan op de twee volgende manieren plaatsvinden.

Toepassing van meerniveaucodering

Voor het transport van digitale signalen via een analoge transmissieweg worden de signalen gemoduleerd met een draaggolffrequentie die dient als analoge informatiedrager. Voor een optimale benutting van de bandbreedte worden bandbreedtebesparende modulatiemethoden toegepast. Een *modem* is een apparaat dat de *modulatie/demodulatie* tot stand brengt. In plaats van de binaire codering, die slechts de toestanden 0 en 1 kent, wordt een meerniveaucodering toegepast. Bij deze codering worden opeenvolgende bits tot een bitpaar (dibit) verenigd. Aan ieder dibit wordt bv. een fasehoek van de draaggolffrequentie gerelateerd. [4] Zoals uit afb. 5 blijkt treedt er pas na twee bits een faseverandering op, zodat bij een zelfde transmissiesnelheid tweemaal zoveel informatie wordt overgebracht als bij binaire codering. Volgens het vorenstaande geldt dus 2 bits per Hz bandbreedte. Door meer dan twee opeenvolgende

bits bij elkaar te nemen zijn bijvoorbeeld 4 bits per Hz mogelijk. Naarmate er meer toestanden (bits) bij elkaar worden genomen ontstaat een steeds betere bandbreedtebenutting. Bij combinatie van 16 toestanden en meer wordt de werking van de modemapparatuur echter afhankelijk van een zo groot aantal factoren dat deze mogelijkheid de laboratoriumperiode nog niet heeft verlaten.

Beperking bandbreedte spraakinformatie

Internationaal zijn de grenzen van de frequentieband die wordt overgedragen zo vastgelegd dat niet alleen de semantische informatie behouden blijft maar dat uit het ontvangen bericht ook gevolgtrekkingen ten aanzien van de spreker kunnen worden getrokken, zoals het geslacht en de goedstoestand. (Onder semantische informatie wordt verstaan de uit het zinsverband blijkende betekenis van het woord). In het operationele militaire telefoonverkeer vormt de overdracht van de emotionele kenmerken echter geen noodzaak. In feite geldt de informatie-inhoud die overeenkomt met de geschreven tekst als meer dan voldoende. Daardoor is het reeds mogelijk de bandbreedte sterk te beperken. Hierop voortbordurende kan een zeer vergaande beperking van de bandbreedte worden verkregen door het gebruik van *vocoders*, die echter de natuurlijkheid van de spraak aantasten. De naam vocoder (*voice codes to recreate*) werd gegeven aan een apparaat dat in 1939 door Homer Dudley van Bell Telephone Laboratories werd ontwikkeld. Vocoders reproduceren in het algemeen het ingangssignaal niet aan de uitgang. In plaats daarvan geven zij een smal gedeelte van de spraakband en een aantal aspecten van het spraaksignaal. Er is een groot aantal typen vocoders, die onderling verschillen door de keuze van de parameters. Deze aspecten van het oorspronkelijke spraaksignaal kunnen onder meer aangeven of een spraakklank stemhebbend of stemloos is. Het resulterende spraaksignaal aan de ontvangstzijde, dat wordt gevormd uit het ontvangen smalle gedeelte van de spraakband en een aantal aspecten, krijgt daardoor een „elektrisch accent” dat onplezierig klinkt, terwijl de „herkenbaarheid” van de spreker verloren gaat.

De wijze waarop de bandbreedte wordt beperkt, wordt geïllustreerd voor de „voice-excited vocoder”. [5] Deze vocoder is een verbeterde uitgave van de kanaalvocoder, zoals door Dudley ontwikkeld. In plaats van twintig gedeelten (kanalen)

van de spraakband wordt een basisband van 200-800 Hz overgezonden en een aantal regelsignalen waaruit de langzaam variërende golfvorm van het gedeelte van 800-3400 Hz weer wordt samengesteld. Deze regelsignalen zijn smalbandig, zodat het totale signaal dat wordt verzonden een bandbreedte heeft die driemaal zo klein is als de spraakband. De voice-excited vocoder geeft een spraaksignaal van hogere kwaliteit dan de kanaalvocoder. Deze verbetering wordt onder meer veroorzaakt doordat het lage gedeelte van de spraakband direct wordt overgedragen en doordat de methoden om de kenmerken van het overige gedeelte van de spraakband over te brengen, zijn verfijnd.

Naarmate de bandbreedte meer wordt beperkt, worden hogere technische eisen aan de vocoder gesteld. Ook de ingewikkeldheid van een modem is evenredig met de bandbreedtebeperkende mogelijkheden. Het is de combinatie van vocoder en modem die de beste mogelijkheden biedt voor een aanvaardbare vermindering van de spraakbandbreedte.

Beveiligingsmethodieken

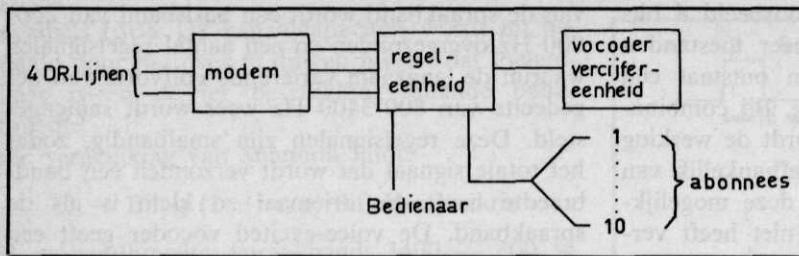
In het beveiligingsbeleid wordt onderscheid gemaakt in beveiliging van meerkanaals- en enkelkanaalsverbindingen. In het volgende wordt nader ingegaan op de beveiliging van enkelkanaalsverbindingen.

De beveiliging van alle informatie via een enkelkanaalsverbinding van abonnee naar abonnee omvat de beveiliging van de spraak, de verkeersstroom, de eventuele routing en de signalering. Het belangrijkste aspect van deze „total security”, de spraakbeveiliging, kan plaatsvinden door:

- gebruikmaking van verbindingswegen (approved circuits) die onder meer door een bepaalde fysieke routing zodanig worden beveiligd dat (ongemerkt) afluisteren door onbevoegden niet mogelijk is;
- vercijfering van de informatie voordat de overdracht plaatsvindt (off-line);
- vercijfering van de informatie tijdens de overdracht (on-line) hetgeen geschiedt door toepassing van hoog-gekwalficeerde digitale vercijfertechnieken volgens een van de volgende methoden.

Scramblemethode

Het beveiligde signaal blijft een analoog karakter behouden en heeft een bandbreedte die gelijk is



Afb. 6 Configuratie vocoder-vercijfercombinatie

aan die van het oorspronkelijke signaal. De meest voorkomende scramblemethoden berusten op het verwisselen van gedeelten van de spraakband (verspringen van plaats volgens een sleutelinstelling), op verspringen in de tijd of op een combinatie van beide mogelijkheden. De mate van stemherkenning, alsmede van beveiliging, hangt voor een groot deel af van de toegepaste methode. De spraakverwerking vindt analoog plaats, de verzending geschiedt digitaal. De beveiligingswaarde is slechts beperkt, doordat zich in het beveiligde signaal elementen bevinden die, hoewel meer of minder geraffineerd verborgen, toch voor ontcijferspecialisten aanwijzingen vormen om de scramblecode te breken. Scramblesleutels worden verwisseld op tijdbasis of afhankelijk van het verkeersaanbod. Deze sleutels zijn bij de moderne uitvoering meestal ingebouwd en de instelling wordt gewijzigd volgens een van tevoren vastgelegde manier (programming).

Vocoder-vercijfermethode

De combinatie van vocoder-spraakverwerking en digitale vercijfering resulteert in een vercijferde bitstroom van 2400 bits/sec, die kan worden verzonden over normale telefoonkanalen. Deze bitstroom is het resultaat van het mengen (digitaal optellen) van de spraak-bitstroom en een andere bitstroom die wordt gegenereerd op een voortdurend veranderende „pseudo random”-manier.

Het vercijferproces wordt gewijzigd door een variabele vercijfersleutel. De vercijferde bitreeks wordt toegevoegd aan een modem, dat met vierfasemodulatie de reeks geschikt maakt voor verzending over een telefoonkanaal. Een voorwaarde voor het goed functioneren van de beveiliging is dat de vercijferapparaten op beide eindpunten goed op elkaar zijn afgestemd (cryptosynchronisatie). Het principe van een mogelijke configuratie wordt in afb. 6 nader toegelicht.

Aangezien de aanschaf van een vocoder-vercijfercombinatie (VCC) een kostbare aangelegenheid is, dient op basis van economie een optimaal ren-

dement te worden verkregen. Daartoe kan nog aanvullende apparatuur worden ontwikkeld die aanzienlijk goedkoper is dan de VCC en die meer abonnees in staat stelt van dezelfde VCC gebruik te maken.

Via de combinatie volgens afb. 6 kan slechts één vercijferd point-to-pointgesprek tegelijkertijd worden gevoerd. Op de regelenheid wordt een aantal abonnees aangesloten, dat individueel door tussenkomst van een bedienaar een vercijferd gesprek kan voeren. De bedienaar brengt niet vercijferd de verbinding tot stand.

Door de voortgang in de technologische ontwikkeling blijkt het mogelijk de handelingen van de bedienaar te automatiseren. Speciaal voor gebruik bij staven kan bovendien het aantal VCC'n worden uitgebreid waardoor meer abonnees tegelijkertijd vercijferd kunnen spreken en waardoor eveneens de VCC'n op efficiëntere wijze kunnen worden gebruikt.

Praktische toepassingen

In het begin is enige aandacht geschonken aan het politieke consultatieverkeer binnen de NAVO, voor welks vercijfering de eerder beschreven vocodermethode wordt toegepast. Ten behoeve van de strijdkrachten van de NAVO-partners werden op de Military Electronics Defence Expo '76 te Wiesbaden onder meer de laatste ontwikkelingen getoond op het gebied van de spraakvercijfering. Het aanbod bestond uit een grote sortering scramblers en vocodervercijferapparatuur voor toepassing over lijn- of radioverbindingen (HF, VHF).

In de scramblers was vaak een combinatie van een aantal verschillende scramblermethoden zodanig toegepast dat de specifieke eigenschappen van de diverse methoden elkaar aanvulden, waardoor spraakvercijfering van hoge kwaliteit werd verkregen. Toch zal de scrambler, ondanks deze geraffineerde samenvoeging, niet worden toegepast voor vercijfering van informatie met de hogere graden van geheimhouding.

De tentoongestelde vocoder-vercijferapparaten waren voornamelijk bedoeld voor toepassing over

lijnverbindingen (enkelkanaals). Ingebouwde zelf-aanpassende effenaars zorgen ervoor dat van ieder type kabel de mogelijk vervormende eigenschappen kunnen worden gecompenseerd. De vocoders voor gebruik over radioverbindingen zijn toegespitst op het gebruik bij een bepaald type radio. Het is de combinatie die wordt ontwikkeld en die als geheel het gewenste resultaat van geheimhouding oplevert.

In tegenstelling tot bij het gebruik over de lijnverbindingen doen zich bij de toepassing over radioverbindingen veelvuldig moeilijkheden voor bij het bewerkstelligen van de cryptosynchronisatie. Die moeilijkheden worden onder meer veroorzaakt door minder gunstige propagatieomstandigheden.

Binnen de Koninklijke landmacht is voor het beveiligen van de informatie in het straalzender-rastersysteem van het Legerkorpsverbindingssysteem gekozen voor de meerkanaalsbeveiliging (link encryption). Toepassing van enkelkanaalsbeveiliging, over radioverbindingen, is in onderzoek,

waarbij meer wordt gedacht aan hogere bitsnelheden (16 kb/s). Toepassing van gecijferde lijn-telefonie is voorsnog een zeer kostbare aangelegenheid en wordt binnen de KL nog niet toegepast.

Conclusie

De toepassing van spraakvercijfering is tot nu toe van zeer beperkte omvang geweest. Het grootste probleem wordt gevormd door de reductie van de spraakbandbreedte en de overdracht met zo laag mogelijke transmissiesnelheid; dit onder behoud van voldoende spraakqualiteit. Vele terreinen binnen het gebied van de digitale spraakverwerking en vercijfering zijn nog onvoldoende diep omgespit en blijven een uitdagende vormen voor het wetenschappelijk onderzoek. De resultaten daarvan kunnen onder meer bijdragen aan de ontwikkeling van een verbindingssysteem waarvan de totale beveiliging de hoogste graad van geheimhouding garandeert.

Literatuur

1. K. O. Schmidt en O. Brosze — *Fernsehübertragung*. Fachverlag Schule und Schön GmbH, Berlijn (1967).
2. G. M. Russell — *Modulation and coding in information systems*. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs (NJ) (1962).
3. D. van Hemert en J. Kuin — *Automatische telefonie*. Vereniging van Hoger Personeel der PTT, Den Haag (1968).
4. H. Gommlich — *Int. elektron. Rundsch.* (1972)(11) 255.
5. K. E. Kuyk en N. V. Franssen — *Tschr. Ned. Electron. en Radiogenootsch.* (1976)(3)73.



Normering van de invloed van veranderlijke wind op projectielbanen

ir. C. J. B. H. van der Pols

luitenant-kolonel van de technische staf

Als algemeen bekend wordt verondersteld, dat projectielen onder invloed van wind een baanafwijking ondervinden. Hoe deze baanafwijking moet worden berekend, vormt reeds lange tijd geen probleem. Minder bekend zijn de voorwaarden waaraan moet worden voldaan om de berekeningsformules te mogen toepassen. Een van deze voorwaarden luidt,

Het redactionele beleid van de Militaire Spectator is erop gericht, de lezers de ontgoocheling te besparen die onvermijdelijk hun deel zou moeten worden indien met de gepubliceerde artikelen te hoog zou worden gegrepen. Dat streven zou er echter zeer wel toe kunnen leiden dat conceptartikelen werden afgewezen hoewel zij toch hoogst belangwekkende informatie zouden kunnen aandragen voor een deel van de lezers. Begrijpelijkerwijze verdient het dan ook de voorkeur de gulden middenweg te bewandelen; in het algemeen is voor het opnemen van het gebodene geen bijzondere specialisatie vereist.

Bijdragen van de zijde van de Technische Staf, zoals die waarmee dit nummer is gevuld, tenderen meer in de richting van bepaalde specialisaties dan gewoonlijk het geval is in deze kolommen. De outsider — met welke term overigens generlei diskwalificatie wordt bedoeld — zal een dergelijk artikel licht als onverteerbaar kunnen beoordelen. Toch zijn er ook buiten het specialistische vakgebied velen die uit hoofde van hun beroepsbelangstelling recht kunnen doen gelden op de verschaft informatie. Voor diegenen die in de uitwendige ballistiek zijn geïnteresseerd maar niet al te zeer in details willen treden, is in het nevenstaande artikel, van de hand van het hoofd bureau ontwikkelingen van de afdeling techniek van DMKL, een modus gevonden: desgewenst kan het in kleinere letters gedrukte tekstgedeelte worden overgeslagen en aan de dieper delvenden worden gelaten.

dat de wind als constant in grootte en richting moet kunnen worden aangenomen.

Dit artikel geeft een beschouwing over de invloed van veranderlijke wind op „gewone” projectielen; raketten en projectielen met hulpaandrijving worden niet besproken. Het doel is een norm af te leiden voor de invloed van het veranderlijke karakter van wind, waarbij een korte beschouwing over het reeds geruime tijd bestudeerde effect van constante wind niet achterwege kan blijven.

Omdat bepaalde delen van de noodzakelijke bewijsvoering en afleiding voor minder wiskundig geschoolden wellicht minder of ontoegankelijk zijn, werden die passages in kleine letters gedrukt. Beoogd werd aldus, met het normale lettertype een gemakkelijker leesbaar artikel te presenteren.

Baanafwijking van „gewone” projectielen bij constante wind

De berekening van de baanafwijking van „gewone” projectielen onder invloed van constante wind geschiedt als volgt. Neem een assenstelsel aan met als oorsprong het stuk, of de tank, enzovoort. x representeert de coördinaat langs het plat geachte aardoppervlak in de richting van de loop. y representeert de zijdelingse afwijking. $\dot{x}(0)$ is de ontbondene van de aanvangssnelheid in x -richting. Voor het gemak gaan wij slechts uit van een constante dwarswind met grootte v_{SY} . Aangeduid met t wordt de tijd, die verloopt na het afgaan van het schot op $t = 0$. De formule voor de baanafwijking luidt dan:

$$y(t) = v_{SY} \cdot \left(t - \frac{x(t)}{\dot{x}(0)} \right) \quad (A)$$

Er wordt slechts een geringe fout gemaakt, indien men in de formule voor t en $x(t)$ waarden gebruikt die zouden optreden voor t en $x(t)$ zonder zijwind. Zou een projectiel geen luchtweerstand ondervinden, dan is

$$t = \frac{x(t)}{\dot{x}(0)},$$

met andere woorden: de baanafwijking is gelijk aan nul, hetgeen logisch is.

De formule voor de baanafwijking onder invloed van wind wordt gevonden door een transformatie of reductie tot windstilte.

Uit de wiskundige afleiding volgen de voorwaarden waar- onder de transformatie en de daaruit resulterende formules geldig zijn. Die afleiding is als volgt.

Schiet een lichaam in een ruimtelijke stroming met stroom- snelheid $v_s(x, y, z, t)$.

De beginvoorwaarden voor het lichaam voor $t = 0$ zijn $r(0) = 0$ en $\dot{r}(0) = i \cdot \dot{x}(0) + j \cdot \dot{y}(0) + k \cdot \dot{z}(0)$.

De op het projectiel werkende kracht, inclusief de weerstands- kracht, is in algemene vorm: $\ddot{r} = G \cdot \dot{r} + H$, waarin G , wille- keurig, doch scalair, H een willekeurige vectorfunctie en $\dot{r}_r = v_s - \dot{r}$. Hierin is \dot{r}_r dus de relatieve lokale lichaams- snelheid.

Transformeer nu $r' = r - v_s \cdot t$ (reductie op „windstilte”).

Transformatie van \ddot{r} tot een uitdrukking in r' en t is slechts mogelijk indien: $t \cdot v_s + (G \cdot t + 2) \cdot \dot{v}_s - H = 0$.

Dit stelsel differentiaalvergelijkingen is dermate complex, dat niet mag worden aangenomen, dat van G en de componenten van v_s en H een combinatie voorkomt die aan de vergelijking voldoet. Met andere woorden: transformatie van \ddot{r} tot een uitdrukking in r' en t is slechts mogelijk indien $H = 0$ en indien v_s een constante vector is, onafhankelijk van plaats en tijd.

Na transformatie volgt $\ddot{r}' = K \cdot \dot{r}'$, waarin K weer scalair.

Voor $K = 0$ geldt $\ddot{r}' = 0$, waaruit het triviale geval $r = t \cdot \dot{r}(0)$ volgt. (Dit doet zich onder andere voor als $v_s = \dot{r}(0)$.)

Voor $K \neq 0$ geldt:

$$\frac{x'}{\dot{x}'} = \frac{y'}{\dot{y}'} = \frac{z'}{\dot{z}'},$$

waaruit volgt:

$$y' = \frac{y'(0)}{\dot{x}'(0)} \cdot \dot{x}', \text{ enz.,}$$

waarna na terugtransformatie geldt:

$$y = v_{sy} \cdot t + \frac{\dot{y}(0) - v_{sy}}{\dot{x}(0) - v_{sx}} \cdot (x - v_{sx} \cdot t), \quad (\text{B})$$

indien v_{sx} en v_{sy} de componenten zijn van v_s in x - en y -rich- ting; evenzo cyclisch voor x en z .

Aan de voorwaarde $H = 0$ wordt niet (altijd) voldaan bij rak- ketten of projectielen met hulpaandrijving. Aan de voor- waarde $H = 0$ wordt voldaan bij „gewone” projectielen, mits er een zwaartekracht zou zijn.

Rekening houdende met de zwaartekracht, waardoor dus bij „gewone” projectielen geldt $H = g(z)$, met $g(z)$ de zwaarte- kracht, kan bovenstaande bewijsvoering worden aange- houden mits $v_{sz} = 0$, dus altijd horizontale wind. De voor- waarde $H = 0$ is dan niet noodzakelijk, doch de voorwaarde $H_x = H_y = 0$ is voldoende. Bij transformatie van r tot r' blijft de z -component ongewijzigd.

Dan geldt: $\ddot{r}' = K \cdot \dot{r}' + k \cdot H'_z$. Na integratie en terugtrans- formatie geldt voor x en y weer formule B.

Voor z kan geen uitdrukking worden gevonden zonder het karakter van G en H'_z te hebben onderzocht.

In het voorgaande stuk in kleine letters is afgeleid dat transformatie door reductie op windstilte met de daaruit volgende bewegingsvergelijkingen van een projectiel onder invloed van wind slechts is toe- gestaan indien:

— de wind horizontaal is en constant in richting en grootte;

— op het projectiel in zijn baan geen andere krach- ten werken dan de luchtweerstand en de zwaarte- kracht.

Indien in de schootsruimte wind heerst, die niet overall constant is qua richting en grootte, maar wel lokaal als zodanig kan worden aangenomen, kan baanberekening plaatsvinden door successieve baan- berekeningen in een aantal baanvakken waarin de wind constant kan worden geacht, zij het met tel- kens andere grootte en richting.

Baanafwijking van „gewone” projectielen bij lokaal veranderlijke wind

Interessanter, maar moeilijker toegankelijk, is het verschijnsel van lokaal veranderlijke wind. De eerste stap wordt gevormd door in dit geval de wind op- gebouwd te achten uit een constant deel en een veranderlijk deel en wel zodanig, dat sommering in de tijd van het veranderlijke deel naar een resultaat nul nadert, naarmate de sommeertijd groter wordt gekozen.

Deze definiëring houdt tevens in, dat sommering van het veranderlijke deel over een traject naar een resultaat nul nadert.

Zij $\varepsilon(r, t)$ het veranderlijke deel van de wind, dan luidt dus de hypothese:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \int_{t_0}^t d\{\varepsilon(c, t)\} = 0,$$

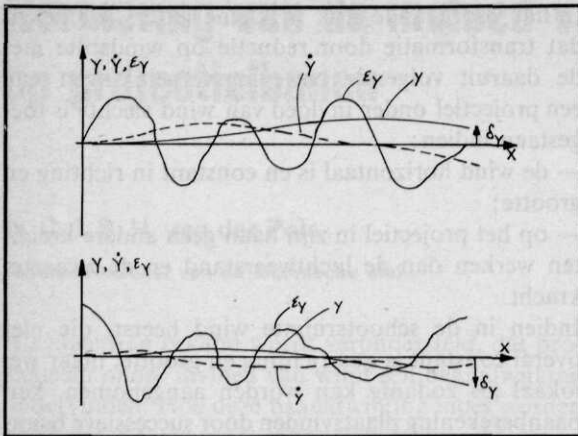
waaruit volgt

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \int_{r(t=t_0)}^{r(t)} d\{\varepsilon(r(t), t)\} = 0,$$

als het gedrag van ε voor elke r gelijkwaardig is voor $t > t_0$.

Het veranderlijke deel van de wind is stochastisch, hetgeen hier wil zeggen dat het niet mogelijk is een voorspelling te geven van het veranderlijke deel in de nabije toekomst. Tevens houdt dit in, dat het in het algemeen niet zinvol is te trachten een baan- berekening uit te voeren voor lokaal veranderlijke wind. Het heeft wel zin na te gaan wat de orde van grootte is van de invloed van het veranderlijke deel op het uiteindelijke resultaat.

De werkelijke invloed is niet voorspelbaar, omdat



Afb. 1 Kwalitatieve beredenering van de invloed van veranderlijke wind

op het tijdstip van berekenen de configuratie van het veranderlijke deel van de wind in de baan onbekend is. Het werkt wellicht verhelderend deze materie met een schets (afb. 1) te verduidelijken. In de grafiek zien wij in het x, y-vlak twee verschillende situaties met daartussen een klein tijdsverschil. Uitgezet is de grootte van het veranderlijke deel van de wind ϵ_y , zoals het projectiel die ontmoet bij het doorlopen van zijn baan in x-richting. Dit is de slingerlijn, die het stochastische karakter van ϵ_y vertoont. Als stippellijn is uitgezet de snelheid van beweging in y-richting \dot{y} , resulterende uit ϵ_y , en als volle lijn ten slotte de plaats in y-richting die volgt uit de snelheid \dot{y} . In beide gevallen zien wij de afwijking δ_y . Kwalitatief is zo aangetoond dat verschillende δ_y 's mogelijk zijn. Het gaat er nu om, een norm voor δ_y te vinden, vergelijkbaar met bijvoorbeeld de norm voor spreiding van een wapen.

Vooraf nog een kanttekening. Vanzelfsprekend is de invloed van veranderlijke wind groter naarmate de projectielsnelheid kleiner is. Het is daarom verstandig bij raketten van het type Honest John of Lance uit te gaan van een geschematiseerd veranderlijk deel van de wind na de start van de raket, en daarom de raket af te vuren op een tijdstip waarop mag worden verwacht dat de werkelijke wind zoveel mogelijk gelijk zal zijn aan de geschematiseerde. De consequentie van een en ander is vanzelfsprekend een variabel afvuurtijdstip.

De beredenering is geënt op de afleiding voor constante wind in richting en grootte. De wind wordt gerepresenteerd met de constante vector a en het stochastische deel ϵ , zo dat $v_s = a + \epsilon$.

Zij wederom $\dot{r}_r = v_s - \dot{r}$. De weerstandswet zij $\dot{r} = G \cdot \dot{r}_r$ met $G = G(r, \dot{r}_r, \dots)$. Transformeer $r' = r - a \cdot t$. Hierdoor gaat G over in $K(r', \dot{r}', a, \epsilon, \dots)$, zodat volgt $\dot{r}'' + K \cdot \dot{r}' = K \cdot \epsilon$.

Onderstel dat K te scheiden is in $K = K'(r', \dot{r}', a, \dots) + K_\epsilon(r', \dot{r}', \epsilon, \dots)$. Met andere woorden: $\dot{r}'' + K' \cdot \dot{r}' = K \cdot \epsilon - K_\epsilon \cdot \dot{r}'$. Stel er is een oplossing r'' , die voldoet aan $\dot{r}'' + K' \cdot \dot{r}' = 0$. Dit is dus een oplossing die voldoet voor $v_s = a$. Dan geldt: $r' = r'' + \delta$. Dit leidt tot het stelsel differentiaalvergelijkingen $\dot{\delta} + K' \cdot \delta = K' \cdot \epsilon + K_\epsilon(\epsilon - \dot{r}'' - \delta)$.

Nu geldt voor $\epsilon < v_s \ll \dot{r}$, $K_\epsilon \ll K'$.

Voorts geldt: $\delta = O(\epsilon)$ ofwel $\dot{\delta} + K' \cdot \delta = K' \cdot \epsilon - K_\epsilon \cdot \dot{r}''$. Ook de term $K_\epsilon \cdot \dot{r}''$ mag worden verwaarloosd.

(Stel $K = c \cdot \dot{r}_r$ met $\dot{r}_r = \sqrt{\dot{r}^2 + a^2 + \epsilon^2}$. Dan $K' = c$.

$$\sqrt{\dot{r}^2 + a^2} \approx c \cdot \dot{r} \quad \text{en} \quad K_\epsilon = c \cdot r_r - c \cdot \sqrt{\dot{r}^2 + a^2} \approx c \cdot \frac{\epsilon^2}{2 \dot{r}}$$

$|K' \cdot \epsilon| \approx c \cdot \dot{r} \cdot \epsilon$ en $|K_\epsilon \cdot \dot{r}''| \approx \frac{1}{2} \cdot c \cdot \epsilon^2$. Dan resteert het stelsel differentiaalvergelijkingen $\dot{\delta} + K' \cdot \delta = K' \cdot \epsilon$.

Het belang van de afleiding tot nu toe is het feit, dat geldt:

$K' \neq K'(\delta, \dots)$. Voor $t = 0$ geldt $\delta = 0$ en $\dot{\delta} = 0$.

De differentiaalvergelijkingen in δ laten zich nu direct integreren tot

$$\delta = \int_0^t \left\{ e^{-\int_0^t K' \cdot dt} \cdot \int_0^t K' \cdot \epsilon \cdot e^{\int_0^t K' \cdot dt} \cdot dt \right\} dt,$$

hetgeen overeenkomt met

$$\delta = \int_0^t \left\{ \dot{x}'' \cdot \int_0^t K' \cdot \frac{\epsilon}{\dot{x}''} \cdot dt \right\} dt.$$

Er is dus een simpele uitdrukking gevonden, waarmee δ kan worden berekend zodra een luchtweerstandswet is gespecificeerd (G).

Deze simpele uitdrukking helpt de lezer echter niet verder, omdat ze niet hanteerbaar is. Om tot een hanteerbare versie te komen, dient er te worden geschematiseerd. Stel

$$\epsilon_y = a_y \cdot a_y \cdot \sin \frac{2 \pi \cdot t}{T_s}$$

Stel dat voor G geldt:

$$G = -\frac{2 \pi}{T_c}$$

Dit kan geldig worden geacht voor een beperkt snelheidsgebied \dot{r} . Indien $v_{sx} = 0$ geldt dan:

$$\dot{x}'' = \dot{x}(0) \cdot e^{-\frac{2 \pi \cdot t}{T_c}}$$

Indien $\dot{y}(0) = 0$ geldt voor y'' , dan

$$y'' = a_y \cdot \left(t - \frac{T_c}{2} \cdot \left(1 - e^{-\frac{2 \pi \cdot t}{T_c}} \right) \right)$$

Voor K' geldt:

$$K' = \frac{2 \pi}{T_c}$$

Hieruit volgt voor δ_y :

$$\delta_y = \frac{2\pi \cdot \alpha_y \cdot a_y}{T_c} \cdot \int_0^t \left\{ e^{-\frac{2\pi \cdot t}{T_c}} \cdot \int_0^t \sin \frac{2\pi \cdot t}{T_s} \cdot e^{\frac{2\pi \cdot t}{T_c}} \cdot dt \right\} \cdot dt.$$

Kies t zodanig, dat

$$\int_0^t \varepsilon_y = 0 \text{ (logisch en gewettigd),}$$

zodat $t = n \cdot T_s$. Dan volgt na tweemaal integreren — na pas in laatste instantie rekening te houden met de keuze van t —

$$\delta_y = \frac{\alpha_y \cdot a_y}{T_s \cdot \left(\frac{2\pi}{T_s^2} + \frac{2\pi}{T_c^2} \right)} \cdot \left(1 - e^{-\frac{2\pi \cdot t}{T_c}} \right).$$

Indien dus in y -richting het gemiddelde maximum van het veranderlijke deel van de wind gelijk is aan α_y maal het constante deel, dan geldt dus voor de verhouding R_y van de invloed van het veranderlijke deel van de wind ten opzichte van het constante deel op de plaats van het projectiel in y -richting:

$$R_y = \frac{\delta y}{y''}.$$

Reeksontwikkeling van R_y is toegestaan, omdat in lucht geldt $T_c \gg t$. Bedenk hoe lang een projectiel in een baan moet zijn om te bereiken dat zijn snelheid van beweging met een factor $e^{2\pi} = 535,5$ is afgenomen. Na reeksontwikkeling volgt:

$$R_y = \frac{\alpha_y \cdot T_s}{\pi \cdot t}.$$

Reeds was gesteld $t = n \cdot T_s$, waarin n dus het aantal perioden met harmonisch gedrag van het veranderlijke deel van de wind in de baan is.

Zodat geldt:

$$R_y = \frac{\alpha_y}{\pi \cdot n_y}.$$

De gevonden uitdrukking voor R_y is ook geldig voor de x -en in voorkomend geval van z -beweging, zodat ook geldt:

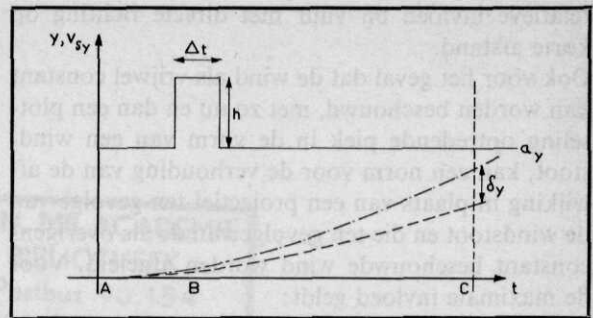
$$R_x = \frac{\alpha_x}{\pi \cdot n_x}.$$

Hoewel het veranderlijke deel van de wind stochastisch is, geldt eveneens dat de vector ε differentieerbaar is, omdat wind — macroscopisch bezien — een dynamisch verschijnsel is. Gevoegd bij de voorwaarde

$$\int_0^t \varepsilon \cdot dt = 0$$

voor grotere t , is dit voldoende om de uitdrukkingen voor R_x en R_y als norm voor de relatieve invloed van veranderlijk en constant deel van een veranderlijke wind te aanvaarden. Ook de maximale invloed van veranderlijke wind kan in beschouwing worden genomen.

Hierbij denke men zich de wind opgebouwd als een constante



Afb. 2 Kwalitatieve beredening van de invloed van een windstoot

met een enkele plotselinge piek ter grootte h en met een tijdsduur Δt (zie ook afb. 2). Afgeleid kan dan worden, dat voor de verhouding van de invloed van het veranderlijke deel ten opzichte van het constante deel onder ongunstige omstandigheden geldt:

$$R_{\max, y} = \frac{2 \cdot h \cdot \Delta t}{\alpha_y \cdot t}; \text{ idem voor } x.$$

Dit komt overeen met $R_{\max} = 2 \cdot \pi \cdot R$.

In het tussengeplaatste stukje tekst met kleinere letters is een norm afgeleid voor de verhouding R van de afwijking in plaats van een projectiel ten gevolge van het veranderlijke deel en die ten gevolge van het constante deel van een veranderlijke wind. Voor de norm geldt:

$$R_y = \frac{\alpha_y}{\pi \cdot n_y}. \quad (C)$$

Hierin is α_y de verhouding van het gemiddelde maximum van het veranderlijke deel, gedeeld door het constante deel van de wind in y -richting, en n_y het aantal perioden van quasi-harmonisch gedrag — dat wil zeggen lijkend op een sinusbeweging, zie afb. 1 — van het veranderlijke deel van de wind in y -richting over het baantraject of over de vluchttijd van het projectiel. Zo geldt ook:

$$R_x = \frac{\alpha_x}{\pi \cdot n_x},$$

waarin de indices x duiden op overeenkomstige grootheden in x -richting als gebruikt in de formule voor R_y . Uit de formules voor R_y en R_x kan direct de belangrijke conclusie worden getrokken, dat R_y en R_x tot nul naderen zodra n_y en n_x groter worden, ofwel hoe meer de wind fluctueert, hoe minder de invloed van het veranderlijke deel van de wind wordt. n_y en n_x worden ook groter, zodra de vluchttijd toeneemt, zoals bij krombaanvuur met grote dracht. Veranderlijke wind heeft daarom de grootste

relatieve invloed bij vuur met directe richting op korte afstand.

Ook voor het geval dat de wind als vrijwel constant kan worden beschouwd, met zo nu en dan een plotseling optredende piek in de vorm van een windstoot, kan een norm voor de verhouding van de afwijking in plaats van een projectiel ten gevolge van de windstoot en die ten gevolge van de als overigens constant beschouwde wind worden afgeleid. Voor de maximale invloed geldt:

$$R_{\max,y} = \frac{2 \cdot P}{a_y \cdot t} \quad (D).$$

Hierin is (zie afb. 2) a_y de grootte van de als constant beschouwde windsnelheid in y-richting v_{sy} (v_{sy} is aangegeven met de volle lijn), t de vluchttijd en P het produkt van de hoogte h en de tijdsduur Δt van de plotselinge piek in v_{sy} op het tijdstip B. In afb. 2 is de baanafwijking ten gevolge van a_y aangegeven met een onderbroken lijn, en de extra baanafwijking ten gevolge van de windstoot met een streep-stippellijn. Bij het einde van de vluchttijd, op het tijdstip C, is de extra baanafwijking als δ_y aangegeven.

Zou de piek optreden voor het tijdstip C, dan is de invloed vrijwel gelijk aan nul. Een maximale δ_y ontstaat als de piek optreedt op het tijdstip A. Om die reden wordt hier gesproken van $R_{\max,y}$.

Een voorbeeld mag een en ander verduidelijken. Stel wij schieten met directe richting over een afstand van 2000 m met een projectiel met $v_0 = 800$ m/sec en een vluchttijd van 3 seconden. Bij constante zijwind geldt, met toepassing van formule A, dat de afwijking in y-richting gelijk is aan

$$v_{sy} \cdot \left(3 - \frac{2000}{800}\right) = 0,5 \cdot v_{sy} \text{ m.}$$

Stel dat er een zijwind waait die eenmaal per seconde varieert tussen ongeveer 15 en 5 m/sec, dus een constant deel van de zijwind van 10 m/sec. De afwijking in y-richting ten gevolge van het constante deel is dan gelijk aan $0,5 \cdot 10 = 5$ m.

Verder geldt in dit geval $n_y = 3$; de wind varieert immers per seconde en de vluchttijd bedraagt 3 seconden. $\alpha_y = 0,5$, immers de maximale variatie ten opzichte van het constante deel is $0,5 \cdot (15 - 5) = 5$ m/sec en het constante deel is 10 m/sec.

Met toepassing van formule C volgt:

$$R_y = \frac{0,5}{\pi \cdot 3} = 0,05.$$

Met andere woorden: de spreiding in de afwijking

in y-richting (5 m), heeft ten gevolge van het veranderlijk karakter van de wind een orde van grootte van $R_y \cdot 5 = 0,28$ m.

In het geval, dat de wind constant waait met een snelheid van 10 m/sec in y-richting en een enkele piek optreedt van 15 m/sec gedurende 0,5 sec kan met toepassing van formule D worden gevonden dat de maximale extra afwijking gelijk is aan 0,85 m. (Nu geldt immers: $h = 5$ m/sec, $\Delta t = 0,5$ sec, dus $P = 2,5$ m; voorts: $a_y = 10$ m/sec en $t = 3$ sec, zodat $R_{\max,y} = 0,17$).

Beide voorbeelden zijn representatief voor „niet te veranderlijke” wind. Een extreem voorbeeld zou kunnen worden gevormd door het volgende geval. Veronderstel dat wij schieten met directe richting over een afstand van 1000 m met een projectiel met $V_0 = 800$ m/sec en een vluchttijd van 1,4 sec. Er waait een stormachtige zijwind met variaties per 2 seconden tussen 25 en 5 m/sec. Met formule A volgt dan, dat de afwijking in y-richting ten gevolge van het constante deel gelijk is aan 2,25 m. Met formule C volgt, dat R_y gelijk is aan 0,3. Waaruit volgt, dat de spreiding in de afwijking in y-richting (2,25 m) ten gevolge van het veranderlijke karakter van de stormachtige zijwind een orde van grootte heeft van 0,7 m.

Conclusie

Uitgaande van het reeds geruime tijd bestudeerde verschijnsel constante wind, is op vrij eenvoudige wijze een norm gevonden voor de relatieve invloed van het veranderlijke deel ten opzichte van het gemiddelde of constante deel van niet constante wind. Bij vuur met een grote dracht, zoals artillerievuur, blijkt deze relatieve invloed gering. De absolute invloed zou mogelijk meer dan gering kunnen zijn, maar voorshands wordt aangenomen dat artillerievuur nog zoveel onnauwkeurigheden kent dat ook de absolute invloed mag worden verwaarloosd.

Met enkele voorbeelden van vuur met directe richting bij „niet te veranderlijke wind” is aangeduid dat de invloed van het veranderlijke deel niet overmatig groot is, hetgeen te verwachten was.

Met een voorbeeld van stormachtige sterk veranderlijke wind bij vuur met directe richting is een relatief grote invloed aangetoond. Aan dit voorbeeld mag niet te grote waarde worden toegekend, omdat algemeen bekend wordt verondersteld, dat vuur in die situaties tot onaangename verrassingen kan leiden.

Niettemin hoop ik, dat de gegeven beschouwing kan bijdragen tot een verdiept inzicht in de voor de krijgsmacht zo essentiële ballistiek.