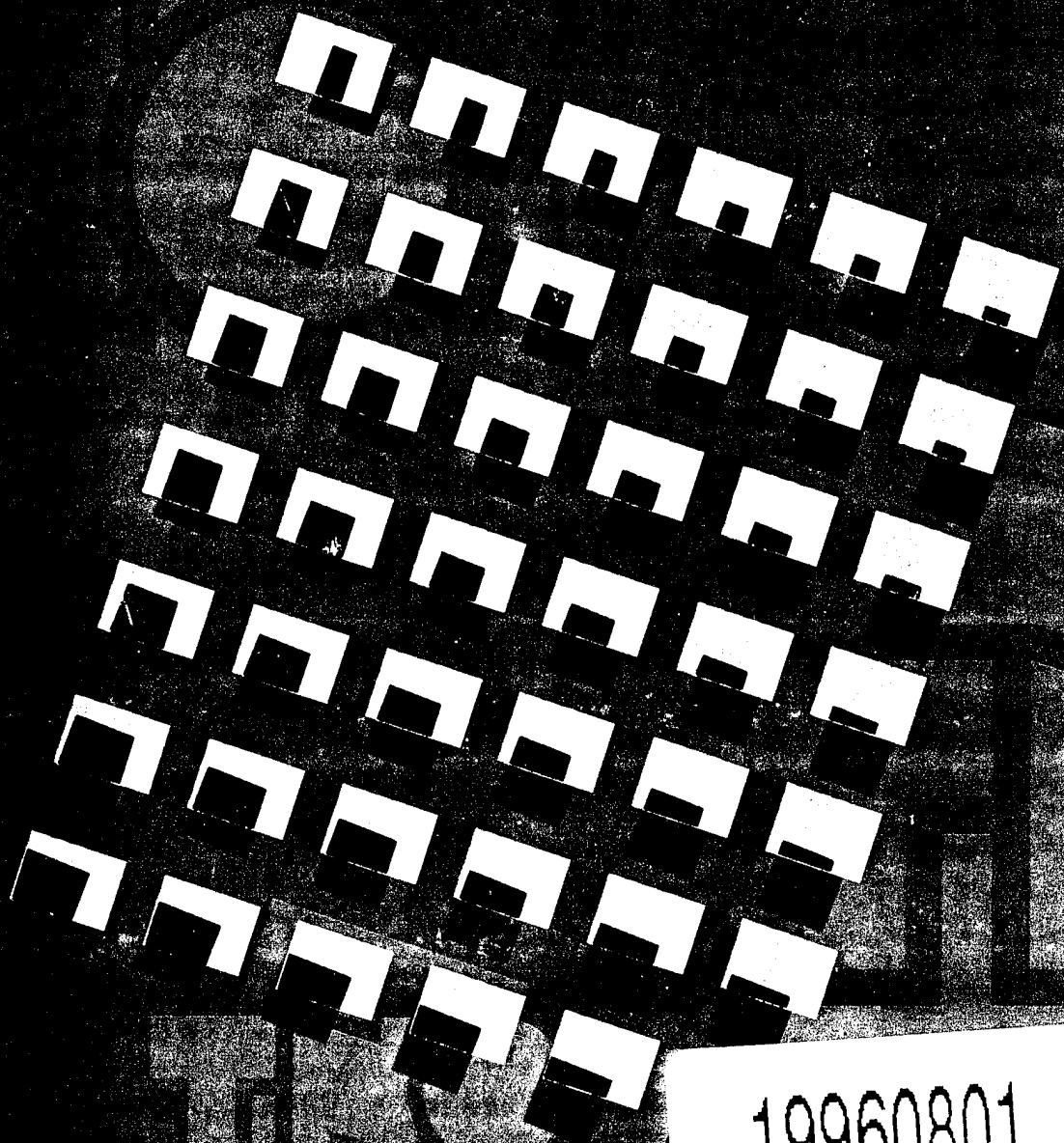


TNO-rapport
TM-96-A023

titel
Test Ruimtelijk Oriëntatievermogen

TNO Technische Menskunde

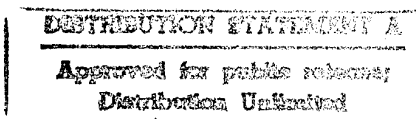


19960801 147



TNO-rapport
TM-96-A023

titel
Test Ruimtelijk Oriëntatievermogen



TNO Technische Menskunde

Kampweg 5
Postbus 23
3769 ZG Soesterberg

auteur
L.C. Boer

Telefoon 0346 35 62 11
Fax 0346 35 39 77

datum
10 juni 1996

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
Algemene Voorwaarden voor onderzoeks-
opdrachten aan TNO, dan wel de
betreffende terzake tussen partijen
gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

aantal pagina's : 21 (incl. bijlagen,
excl. distributielijst)

© 1996 TNO



REPORT DOCUMENTATION PAGE

1. DEFENCE REPORT NUMBER (MOD-NL) RP 96-0157	2. RECIPIENT'S ACCESSION NUMBER	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER TM-96-A023
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 787.1	5. CONTRACT NUMBER A93/KM/313	6. REPORT DATE 10 June 1996
7. NUMBER OF PAGES 21	8. NUMBER OF REFERENCES 10	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE Test Ruimtelijk Oriëntatievermogen (Test Spatial Orientation Ability)		
11. AUTHOR(S) L.C. Boer		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Human Factors Research Institute Kampweg 5 3769 DE SOESTERBERG		
13. SPONSORING/MONITORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) Director of Navy Research and Development P.O. Box 20702 2500 ES DEN HAAG		
14. SUPPLEMENTARY NOTES		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS, 1044 BYTE) The report describes the test Spatial Orientation Ability (in Dutch "Ruimtelijk Oriëntatievermogen" ROV). The test aims at predicting how good people are in keeping oriented despite changes in the environment and changes in their observation position. The test is given to the Royal Netherlands Navy for further (validity) investigation. The report describes rationale and identity of the test. Then, the test is described, its scoring and the meaning of the scores. Also included is a manual for the test assistant. Attached as appendices are a table to decide on the presence of a guessing strategy and a letter accompanying delivery and installation of the test.		
16. DESCRIPTORS Assessment Spatial Ability Spatial Orientation		IDENTIFIERS
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT)	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE)	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT)
18. DISTRIBUTION/AVAILABILITY STATEMENT Unlimited availability		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES)

titel : Test Ruimtelijk Oriëntatievermogen
auteur : Dr. L.C. Boer
datum : 10 juni 1996
opdrachtnr. : A93/KM/313
IWP-nr. : 787.1
rapportnr. : TM-96-A023

Eerder werd vastgesteld dat de afdeling Bijzonder Psychologisch Onderzoek van de Koninklijke Marine behoefte heeft aan een goede test voor ruimtelijk oriëntatievermogen voor beroepsgroepen zoals vliegers, waarnemers, luchtverkeersleiders aan boord van schepen, brandweerpersoneel en duikers. Voor genoemde beroepsgroepen is het belangrijk georiënteerd te blijven ondanks veranderingen in de omgeving of veranderingen in de eigen observatiepositie. Aan de behoefte is tegemoetgekomen met de test Ruimtelijk Oriëntatievermogen.

In het rapport worden achtergrond (cognitieve procesbenadering) en eerder onderzoek geschetst. Daarna wordt beschreven hoe de test loopt en eruit ziet, en hoe testcores berekend worden op basis van reactietijd-metingen en foutenpercentages. Onder meer wordt de snelheid waarmee iemand van blikrichting kan veranderen gescoord ("mentale rotatie"), iets dat belangrijk is om georiënteerd te blijven. Ten behoeve van de testleider wordt de computerbediening van de test beschreven, met "extra" mogelijkheden zoals parallelversies en langer of korter testen. Het rapport stelt de Koninklijke Marine in staat zelfstandig met de test verder te werken.

INHOUD	Blz.
SAMENVATTING	3
SUMMARY	4
1 INLEIDING	5
1.1 Identiteit van de test	5
1.2 Praktisch belang	8
2 BESCHRIJVING TEST	8
2.1 Procedure	10
2.2 Scores	10
3 HANDLEIDING VOOR DE TESTLEIDER	13
3.1 Bestanden	13
3.2 Instructie en testen	13
3.3 Opslag testcores	14
3.4 Opslag ruwe data	16
3.5 Opnieuw scoren	16
3.6 Parallel-versies en andere mogelijkheden	16
REFERENTIES	18
BIJLAGE A Tabel om gokstrategie te onderkennen	19
BIJLAGE B Aanbiedingsbrief bij levering en installatie	20

Rapport nr.: TM-96-A023
Titel: Test Ruimtelijk Oriëntatievermogen
Auteur: Dr. L.C. Boer
Instituut: TNO Technische Menskunde
Afd: Informatieverwerking
Datum: juni 1996
DO Opdrachtnummer: A93/KM/313
Nummer in MLTP: 787.1

SAMENVATTING

Dit rapport beschrijft de test Ruimtelijk Oriëntatievermogen (ROV). De bedoeling is met deze test te voorspellen hoe goed iemand op een omgeving georiënteerd kan blijven ondanks veranderingen in die omgeving en veranderingen in de eigen observatiepositie. De test ROV wordt aan de Koninklijke Marine ter beschikking gesteld voor verder (validiteits)onderzoek.

Het rapport beschrijft de filosofie en de identiteit van de test. Daarna wordt de test beschreven, de scoring en de betekenis van de scores. Ook is een handleiding voor de testleider opgenomen. Als bijlagen zijn toegevoegd een tabel om een gokstrategie te onderkennen en de aanbiedingsbrief bij levering en installatie.

Test Spatial Orientation Ability

L.C. Boer

SUMMARY

The report describes the test Spatial Orientation Ability (in Dutch "Ruimtelijk Oriëntatievermogen" ROV). The test aims at predicting how good people are in keeping oriented despite changes in the environment and changes in their observation position. The test is given to the Royal Netherlands Navy for further (validity) investigation.

The report describes rationale and identity of the test. Then, the test is described, its scoring and the meaning of the scores. Also included is a manual for the test assistant. Attached as appendices are a table to decide on the presence of a guessing strategy and a letter accompanying delivery and installation of the test.

1 INLEIDING

Het rapport beschrijft de test Ruimtelijk Oriëntatievermogen (ROV). De bedoeling is met deze test te voorspellen hoe goed iemand op een omgeving georiënteerd kan blijven ondanks veranderingen in die omgeving en veranderingen in de eigen observatie-positie. De test ROV wordt aan de Koninklijke Marine ter beschikking gesteld met de bedoeling de waarde in de praktijk nader te bepalen in de breedste zin des woords. Behalve naar betrouwbaarheid wordt ook naar praktisch gebruiksgemak gekeken, bijvoorbeeld of de geautomatiseerde instructie inderdaad voldoet of dat de testleider nogal eens hulp moet bieden. Aangezien een test tot doel heeft het voorspellen van relevante zaken, dient ook gekeken te worden naar validatie, bijvoorbeeld of er een relatie is tussen test-resultaat en de kwaliteit waarmee taken uit de operationele praktijk uitgevoerd worden.

Het huidige rapport beschrijft de gedachtengang volgens welke de test ROV is opgesteld, de *identiteit* van de test. Daarna volgt een uitvoerige beschrijving van de test, de scoring en de betekenis van de scores. Tenslotte is een handleiding voor de testleider opgenomen. Als bijlagen zijn opgenomen een tabel om een gokstrategie te onderkennen en de aanbiedingsbrief bij eerste levering.

1.1 Identiteit van de test

De test Ruimtelijk Oriëntatievermogen spreekt een specifiek deelaspect van de menselijke intelligentie aan, namelijk *visual-spatial reasoning* dat samen met *fluid intelligence* en *crystallized intelligence* de menselijke capaciteit op hoofdlijnen beschrijft (zie b.v. Hunt, 1995). Een binnen de Nederlands krijgsmacht bekende test voor visueel-ruimtelijk redeneren is de test Praktisch Inzicht (Mechanical Comprehension van Bennett). Met deze test wordt nagegaan hoe gemakkelijk iemand conclusies kan trekken over het functioneren van al of niet bewegende mechanische constructies. Andere bekende tests gaan na hoe goed mensen uitgeklapte bouwplaten in gedachten kunnen opbouwen, een zeer nuttig vermogen voor het doorgronden van constructies. De validiteit van tests voor visueel-ruimtelijk redeneren ligt vooral bij het voorspellen van het succes in technische opleidingen (McGee, 1979).

De nieuwe test spreekt het ruimtelijk oriëntatievermogen op een meer specifieke wijze aan, en is derhalve te beschouwen als een onderdeel of uitwerking van visueel-ruimtelijk redeneren. Er zijn twee redenen om het ruimtelijk oriëntatievermogen als een apart (sub)vermogen te zien. In de eerste plaats komt uit factoranalyses op de testscores van grote groepen proefpersonen als regel het oriëntatievermogen als een aparte factor naar voren (zie b.v. McGee, 1979). De ervaringen van de luchtmacht stemmen hiermee overeen: De Selectie- en Keuringseenheid van de KLu gebruikte o.a. zowel een bouwplaten-test als een test voor oriëntatievermogen. De bouwplaten-test had nauwelijks voorspelkracht voor succes in de vliegopleiding en is inmiddels ook niet meer in gebruik; de test voor oriëntatievermogen had dat wel. In de tweede plaats zijn er de cognitieve procesanalyse van Eley (1988). Eley bood de testopgaven op twee verschillende manieren aan, de ene keer met de instructie om in gedachten van observatie-positie te veranderen ("loop om het object heen"); de andere keer met de instructie om in gedachten het object van plaats te veranderen ("draai het object

om"). Logisch gezien zijn beide manieren van aanbieden gelijk. Blijkens de tijd die nodig was om de oplossing te vinden, waren de onderliggende processen echter geenszins gelijk: object roteren was 25% langzamer dan zelf van plaats veranderen. Dit verschil is des te opvallender omdat proefpersonen in experimenten altijd de meest efficiënte strategie zullen volgen, wat ook de proefleider instrueert ("no matter how careful you design your experiment, the subject will do whatever pleases him or her best"). *Bij het denken over veranderen van observatiepositie spelen dus andere mentale processen een rol dan bij het denken over bewegende externe objecten.* Ook bij mentale processen geldt dat het gemakkelijker is dat Mohammed naar de berg komt dan de berg naar Mohammed.

De hier gepresenteerde test ROV doet een direct beroep op het oriëntatievermogen—hier gedefinieerd als het veranderen van observatiepositie. In de eerste plaats: in de test ROV stelt de kandidaat zich een constante omgeving voor waarin objecten voor, achter, links en rechts hem of haar omringen. Voor een goede oriëntatie is de blikrichting van belang. De kandidaat krijgt opdracht zich voor te stellen hoe de (denkbeeldige) omgeving eruit ziet als hij of zij zich over b.v. 90° omdraait. Ter controle moet de kandidaat een object in de omgeving aanwijzen vanuit de nieuwe blikrichting. Per opgave wordt dus eerst een heroriëntatie-opdracht gegeven waarbij de blikrichting verandert en daarna te controle een aanwijs-opdracht. Dergelijke heroriëntatie-opdrachten komen in bestaande tests niet voor. Bestaande tests (Instrument Comprehension, Egan's tests, Zimmerman's Spatial Apperception Test) werken met het principe van *perspectiefvergelijking*: een situatie wordt op twee manieren afgebeeld; de kandidaat moet nagaan of de weergaven overeen stemmen.

De test ROV streeft naar minimale meetruis. Zo wordt geen strategische vrijheid gegeven; dat wil zeggen dat opgaven maar op één manier opgelost kunnen worden. Een dergelijke opzet is typerend voor een cognitieve procesoriëntatie. Daarbij wordt het proces om tot een oplossing te komen goed geanalyseerd. Bestaande tests missen de procesoriëntatie en bij analyse blijkt dan vaak dat er meerdere manieren van oplossen zijn. De door de KLU gebruikte test Instrument Comprehension heeft minstens twee manieren van oplossen. De test beeldt een vliegtuig de ene keer af middels de cockpitinstrumenten (kompas en kunstmatige horizon), de andere keer vanuit een observatiepunt op de grond pal ten Zuiden van het vliegtuig, de blik gericht naar het Noorden. Het staat de kandidaat vrij welk cockpitinstrument eerst te controleren. Wie de koers toevallig eerst controleert, is goed af. Dat is namelijk vrij gemakkelijk¹; er blijven dan nog enkele alternatieven over. Wie daarentegen eerst de kunstmatige horizon controleert, heeft het heel wat moeilijker. Specifiek bezwaar tegen Instrument Comprehension is dat het toeval een grote rol speelt bij de keuze van de strategie. Het vinden van een efficiënte strategie zelf is uiteraard wél kenmerkend voor een goed visueel-ruimtelijk redeneervermogen (zie o.a. Egan, 1981). Ook het aanbieden van meerkeuzevragen vergroot de meetruis van Instrument Comprehension; de kandidaat kan immers toevallig beginnen met het juiste alternatief.

¹ Koers Noord op het kompas (wijzer naar boven) betekent een vliegtuig dat zich verwijderd van het observatiepunt; koers Zuid (wijzer naar beneden) betekent een vliegtuig dat nadert tot het observatiepunt; koersen Oost en West (wijzer naar recht resp. links) betekenen een vliegtuig dat eveneens naar rechts respectievelijk links vliegt. Kortom, wie de wijzerplaat naar achteren klapt (de natuurlijke manier om plattegronden te lezen, zie Levelt, 1982, pp. 260-261) heeft een perfecte correspondentie met het afgebeelde vliegtuig.

Een andere bron van meetruis bij een test als Instrument Comprehension is de invloed van voorkennis. Instrument Comprehension werkt met afbeeldingen van een bestaand systeem, een vliegtuig. Kandidaten die het systeem kennen, b.v. omdat ze vlieg-ervaring hebben of ervaring met Microsoft's *flight simulator*, zijn in het voordeel. De test ROV is niet gebaseerd op bestaande systemen. Een tweede kennisaspect is de vertrouwdheid met afgebeelde vliegtuig zelf. Kandidaten die het vliegtuigtype kennen, zullen veel sneller de stand van het afgebeelde vliegtuig herkennen dan kandidaten die het vliegtuig niet kennen. De test ROV werkt met verbale labels ("vrachtschip", "veerboot", "cruise-schip", "zeiljacht", etc.) en vermijdt dus variatie in oplostijden in verband met snelle of minder snelle visuele identificatie.

Verder ligt een stuk identiteit van nieuwe test in de benadering volgens *de cognitieve psychologie*. Kenmerkend voor deze benadering is dat het cognitief functioneren (denken) gezien wordt als een opeenvolging van processen en niet als een stelsel van vermogens. De kandidaat maakt een mentale voorstelling van het probleem, voert daar met kennis van zaken operaties op uit en vat de uitkomst samen in een reactie. Conform deze gedachte is de nieuwe test opgezet. Zo wordt de hoek waarover de kandidaat zich mentaal moet heroriënteren systematisch gemanipuleerd zodat een beeld ontstaat van de snelheid van wat men noemt mentale rotatie ("in gedachten omdraaien"). Naast de snelheid van mentale rotatie wordt ook de snelheid van de gecombineerde overige processen geschat, de basissnelheid. Voorts verandert de omgeving halverwege doordat twee schepen van plaats wisselen. Met deze veranderde omgeving doet de kandidaat de tweede helft van de test. Door de prestatie van vóór de wissel te vergelijken met de prestatie van na de wissel wordt duidelijk hoe goed de kandidaat veranderingen in de (representatie van de) omgeving kan verwerken. Op deze wijze is er niet alleen een algemene score, maar ook komen specifieke scores beschikbaar: snelheid van mentale rotatie, snelheid overige processen, gemak om veranderingen in de omgeving te verwerken. Het idee is dat dit de voorspelkracht van de test ten goede zal komen. Bijvoorbeeld zou het gemak waarmee een bepaalde operationele taak uitgevoerd wordt beter voorspeld kunnen worden uit de snelheid van mentale rotatie dan uit de snelheid van andere processen, of andersom zoals Egan vond (1981).

Een eerdere opdracht van de KLu is zeer belangrijk geweest. Deze opdracht leidde tot een voorloper van de huidige test, de test "Dynamisch Ruimtelijk Inzicht" (Boer, 1992) een test die overigens helaas nooit in de luchtmacht-praktijk beproefd werd. Met deze versie werden o.a. gegevens over betrouwbaarheid van bepaalde testcores verkregen (zie "2.2 Testcores"). Ook de in Fig. 4 getoonde gegevens komen van deze versie. In Dynamisch Ruimtelijk Inzicht wordt een wat gemakkelijker mentale representatie gebruikt en wordt het vermogen tot heroriëntatie daarom veel minder belast. De kandidaat werkt met een schematische landkaart van Nederland gemarkeerd met bekende stedennamen. De kandidaat kan dus een bestaande representatie gebruiken, in het basisonderwijs geleerd, en behoeft de representatie niet vanaf de grond op te bouwen of halverwege te herzien zoals in de test ROV. Voor de praktijk is het belangrijk of kandidaten kunnen werken met een veranderlijke representatie die ze actief moeten opbouwen. Bekend is dat heroriëntaties moeilijker zijn met zo'n nieuwe representatie.

1.2 Praktisch belang

Een eerdere inventarisatie liet zien dat tot het marinepersoneel dat een goed ruimtelijk oriëntatievermogen moeten hebben, o.a. behoren vliegers, waarnemers, helirectie-officieren (luchtverkeersleiding vanaf een bewegend platform), brandweerlieden en duikers. Het praktisch belang is hier dus niet gedefinieerd in mogelijkheden om in technische opleidingen te slagen (omdat ruimtelijk voorstellingsvermogen van pas kan komen) maar om bepaalde taken in de (marine)praktijk goed te kunnen uitvoeren. De inventarisatie is beschreven door Boer en Van Doorne (1995).

2 BESCHRIJVING TEST

De test wordt afgenomen op een PC waarbij instructie en testopgaven op het beeldscherm verschijnen en de kandidaat reageert met knoppen van het *keypad*. De test speelt zich af in een wereld met acht schepen: vrachtschip, veerboot, cruise-schip, zeiljacht, visser, fregat, mijnenjager en onderzeeër. De schepen liggen op regelmatige afstanden in een cirkel rondom de kandidaat zoals afgebeeld in Fig. 1.

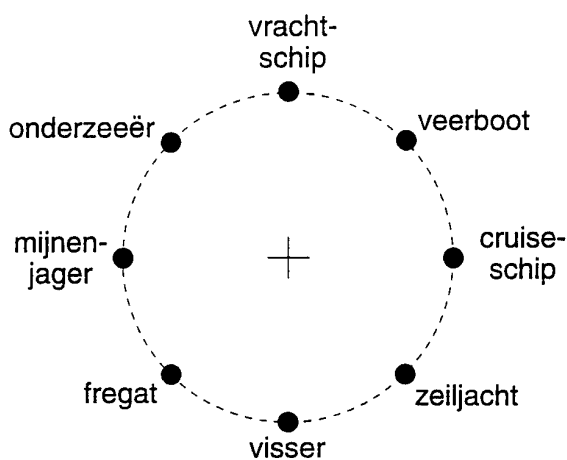


Fig. 1 De wereld van de test. De kandidaat bevindt zich steeds in het midden; de blikrichting kan verschillen. Schepen kunnen halverwege de test van positie wisselen; de kandidaat moet daarop kunnen inspelen.

De blikrichting van de kandidaat op deze wereld is bepalend voor welke schepen voor, achter, links of rechts liggen. Heeft de kandidaat de blik gericht op de vrachtschip dan ligt de vrachtschip recht voor en de visser recht achter. Heeft de kandidaat de blik gericht op de mijnenjager dan ligt de mijnenjager recht voor, de visser ter linkerzijde, enz. Het veranderen van blikrichting (heroriëntatie) gebeurt in gedachten; de kandidaat blijft stationair achter de testcomputer zitten en draait niet werkelijk om. Bovendien "loopt" de kandidaat nooit weg van het midden.



Fig. 2 Opmachten tot heroriëntatie. De opdrachten uiterst links en uiterst rechts betekenen: draai 180° om. De middelste opdracht betekent: geen verandering van blikrichting nodig.

Als de opgave begint, heeft de kandidaat de blik op Schip A. Op het display staat een cirkel met op 12 uur een streepje en de naam van het schip recht voor (Schip A). Na ** seconden komt de opdracht tot heroriënteren. Ter waarschuwing knippert het beeld ½ seconde van tevoren. De heroriëntatie-opdracht wordt gegeven in de vorm van een cirkel die gevuld is over 0°, ± 45°, ± 90°, ± 135°, en 180° (zie Fig. 2). De kandidaat draait zich in gedachte om over deze hoek waarna de blik op Schip X komt te rusten. De kandidaat geeft met een druk op de knop te kennen dat de opdracht uitgevoerd is en dat hij of zij thans de nieuwe blikrichting heeft. Deze knop bevat geen keuze-element; hij fungeert als melding "gereed". Meteen daarop verschijnt de aanwijsoopdracht; de tekst is "Wijs schip Y aan". De kandidaat moet (met de blik op Schip X) nu Schip Y aanwijzen. Schip Y kan op acht verschillende plaatsen liggen (zie Fig. 1). Om aan te wijzen worden de 3×3 cijferknoppen van het keypad gebruikt. Een onjuist antwoord wordt zonder verder commentaar aan de kandidaat gemeld. Het totale tijdpatroon van een testopgave is afgebeeld in Fig. 3. Daarbij is een maximum van 30 s gesteld aan alle denktijden. Als men niet binnen 30 s de heroriëntatie of de aanwijsoopdracht verwerkt heeft, wordt de opgave als mislukt beschouwd en verschijnt de volgende opgave (een time-out). Ter begeleiding van de kandidaat wordt de tekst gebruikt "Tijd voor een andere opgave; gaat u klaar zitten; druk op een toets om verder te gaan". De tekst verschijnt in drie delen. Het fragment "tijd voor een andere opgave" komt eerst; 3 s later wordt het fragment "gaat u klaar zitten" toegevoegd. Weer 3 s later komt het laatste fragment "druk op een toets".

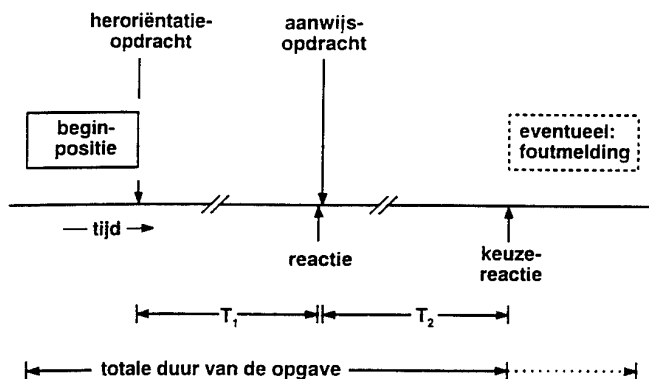


Fig. 3 Een testopgave in een tijdpatroon. Bij elke opgave worden zowel heroriëntatie-tijd (T_1) als aanwijstijd (T_2) gemeten. T_1 =de tijd tussen opdracht tot omdraaien en de druk op de "gereed" knop; T_2 =de tijd tussen opdracht tot aanwijzen en de druk op de (juiste) knop. Voor T_1 en T_2 geldt een time-out van 30 s. Wordt deze tijd overschreden, dan wordt de opgave als mislukt beschouwd.

De volgende opgave begint steeds met de eindpositie van de vorige opgave. Als Opgave 1 eindigt, ligt het fregat recht voor. Opgave 2 begint dus met het fregat recht voor. Aan het eind van Opgave 2 ligt weer een ander schip recht voor. Opgave 3 neemt dit over als beginpositie, etc.

2.1 Procedure

De test wordt voorafgegaan door een geautomatiseerde instructie. De instructie geeft eerst uitleg over het aanwijzen. Voorbeelden maken duidelijk hoe met verschillende knoppen verschillende posities kunnen worden aangewezen. Als een fout gemaakt wordt, volgt nadere uitleg. Nadat het aanwijzen duidelijk is, worden veranderingen van blikrichting geïntroduceerd. Uitgelegd wordt hoe het aanwijzen verloopt met een bepaalde andere blikrichting. Als ook dit duidelijk is, wordt uitgelegd hoe de heroriëntatie-opdrachten eruit zien en worden enkele volledige testopgaven aangeboden: heroriëntatie- plus aanwijsoopdracht. Steeds is er controle op fouten en nadere uitleg. Het totaal duurt ongeveer 15 minuten, afhankelijk van tempo en begrip van de kandidaat. De instructie is: "Werk zo snel mogelijk, maar vermijd fouten".

Op de instructie volgt de test. De test begint met een vergrote variant van het kaartje. De kandidaat geeft zelf het startsein via een druk op de knop. Na de start verschijnen de opgaven. Linksonder blijft een klein kaartje van de omgeving zichtbaar. Dit kaartje staat steeds in de oriëntatie van Fig. 1 en draait dus niet mee met de blikrichting van de kandidaat. Na 20 opgaven verschijnt de aankondiging dat twee schepen van plaats gaan wisselen: vrachtschip en zeiljacht. Het vergrote kaartje van Fig. 1 verschijnt opnieuw maar met gewisselde schepen. Als de kandidaat het startsein geeft, begint de tweede testhelft van eveneens 20 opgaven. Voor een zuivere vergelijking van prestatie voor en na de wissel worden na de wissel de opgaven van voor de wissel opnieuw aangeboden. Ook nu is een klein kaartje van de omgeving zichtbaar, dit keer met gewisselde schepen. De test duurt ongeveer 15 minuten, afhankelijk van tempo en begrip van de kandidaat.

Alternatieve procedures. Een aantal alternatieve testprocedures zijn beschikbaar. Er is een variant van de test zonder kaartje. Alleen aan het begin van de test en direct na de wissel wordt een kaartje aangeboden. Er worden dan zwaardere eisen aan het geheugen van de kandidaat gesteld. Andere alternatieven zijn (a) uitbreiding van het aantal opgaven voor en na de "wissel", (b) wisselen van andere schepen en (c) parallelversies. Parallelversies zijn handig als een kandidaat voor de tweede keer getest wordt. De kandidaat krijgt als het ware een volledig nieuw testboekje.

2.2 Scores

De resultaten van de test worden automatisch verwerkt. Er is een uitgebreide "ruwe" opslag en een kortere opslag, "testscores". Op basis van de ruwe opslag kunnen allerlei scores berekend worden. "Testscores" geeft een samenvattend oordeel.

Algemeen prestatieniveau. Bij "testscore" geeft de totaalscore een algemeen oordeel over het niveau waarop de kandidaat gepresteerd heeft. De totaalscore is de gemiddelde tijd om een opgave op te lossen, uitgedrukt in seconden. Bij de oplostijd tellen alleen de tijden mee die van de kandidaat afhangen, dus de heroriëntatietijd en de aanwijstijd en niet de standaard-wachttijd tussen twee opgaven. Fout gemaakte opgaven tellen in negatieve zin mee. Ze tellen namelijk mee voor de som van de tijden over alle opgaven, maar niet voor het aantal goed gemaakte opgaven. In formulevorm:

$$\text{Totaalscore (s)} = \frac{\sum \text{alle tijden, alle opgaven}}{\text{aantal goed gemaakte opgaven}}$$

Mislukte opgaven (heroriëntatie- of aanwijsoopdracht niet binnen 30 s verwerkt) worden echter nergens meegeteld. Het interpreteren van eventuele mislukte opgaven wordt aan de testpsycholoog overgelaten.

De betrouwbaarheid of interne consistentie van de totaalscore kan als 0.90 geschat worden. De schatting is gebaseerd op onderzoek met de in de inleiding genoemde test Dynamisch Ruimtelijk Inzicht, waarbij 32 proefpersonen na wat oefenen een groot aantal opgaven deden. Nagegaan werd in hoeverre de totaalscore van de eerste 40 opgaven—dus vergelijkbaar met de huidige test—correleerde met de totaalscore van de volgende 40 opgaven. De correlatie was een bevredigende 0,898.

De formule hierboven houdt rekening gok-antwoorden. Bij puur gokken is gemiddeld slechts één op de 8 antwoorden goed, dus bij 40 opgaven gemiddeld 5 goed. De correctie op het aantal goed is

$$\text{aantal goed} = N * (1 - \text{proportie fout}'),$$

waarbij *proportie fout'* berekend is als 8/7-e van de oorspronkelijke proportie fout. Stel dat iemand 35 van de 40 opgaven fout deed; *proportie fout* = 35/40. Correctie met 8/7 geeft *proportie fout'* $8/7 * 35/40 = 1.00$. Aantal goed dus 0.00. Met de correctie wordt voorkomen dat op de gok antwoorden profijtelijk kan zijn, dus een gunstige testscore op kan leveren. Hiermee is niet gezegd dat dit ook altijd de bedoeling van de gokker zal zijn; een gokstrategie kan uit nood geboren zijn, bijvoorbeeld als de kandidaat de test werkelijk niet snapt. In Tabel A1 zijn gegevens opgenomen om een gokstrategie te onderkennen aan de hand van het aantal fouten.

Specifieke scores. In "testscores" zijn ook scores opgenomen in verband met het wisselen van schepen in de omgeving. Hiertoe is de totaalscore in tweeën gesplitst: de totaalscore van de opgaven vóór de wissel en de totaalscore van de opgaven na de wissel; daarna zijn de twee scores afgetrokken. Hoe effectief de kandidaat de wisseling van schepen kon verwerken blijkt uit de verschil-score.

De verschilscore moet in principe een positief aantal seconden bedragen aangezien de wissel de oplostijd zal doen toenemen. De toenemende geroutineerdheid van de kandidaat werkt hier echter tegen. De kandidaat is immers meer geroutineerd geworden door het oplossen

van de opgaven vóór de wissel en deze grotere routine zal ertoe leiden dat de opgaven na de wissel sneller worden opgelost. De verschillscore kan daardoor zelfs negatief worden. Bovendien moet bedacht worden dat de betrouwbaarheid van verschillscores minder groot is dan die van de samenstellende scores (Damos & Carter, 1995).

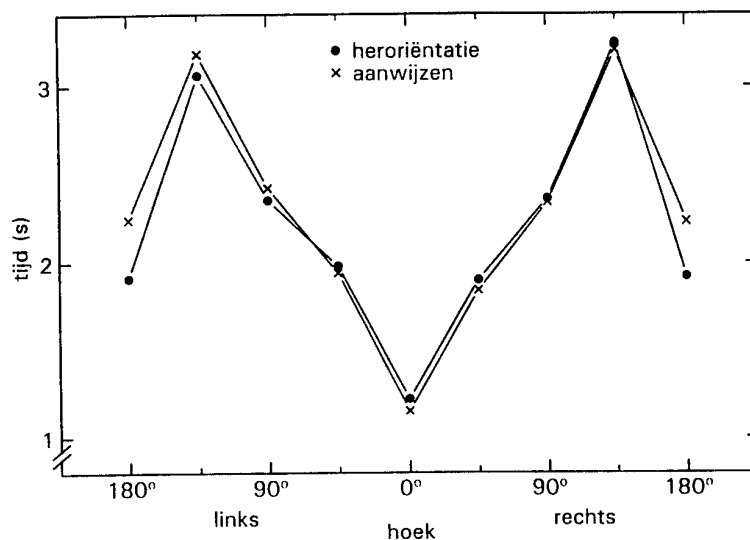


Fig. 4 Oplostijden als functie van de hoek van heroriëntatie en de hoek van aanwijzen (uit Boer, 1991).

Een ander specifiek effect is de in de inleiding genoemde “snelheid van mentale rotatie”. Meer specifiek gaat het om de vraag hoe snel de kandidaat zich kan “omdraaien” bij heroriëntatie en aanwijzen. Fig. 4 illustreert dat de moeilijkheidsgraad (oplostijd) van de individuele opgave in sterke mate afhangt van de grootte van de hoek van heroriëntatie (Fig. 2) en van de hoek van aanwijzen (de oplostijd hangt af van de grootte van de hoek tussen het aan te wijzen object en het object recht voor). Fig. 4 laat tevens zien dat linksom of rechtsom niets uitmaakt.

In “testscores” wordt de snelheid van mentale rotatie bepaald als de steilheid van de grafiek van Fig. 4, waarbij afgezien is van linksom of rechtsom. Voor een zo recht mogelijke grafiek wordt de x-as van Fig. 4 aangepast aan de in het verleden geconstateerde gemiddelde oplostijden. Hoeken van 0° , $\pm 45^\circ$, $\pm 90^\circ$, $\pm 135^\circ$ en $\pm 180^\circ$ ofwel heroriëntaties van 0, 1, 2, 3 of 4 stappen worden beschouwd als heroriëntaties van 0, 1.41, 1.70, 3.24 en 1.00 stappen. Het meest opvallend van deze verandering is het gemak waarmee heroriëntaties over 180° worden uitgevoerd.

De snelheid van de mentale rotatie wordt zowel voor heroriëntatie als aanwijzen berekend. In beide gevallen blijft er een rest-score over, namelijk de oplostijd die afgezien van mentale rotatie nodig is. Dat is een optelling van enerzijds de componenten waarneming en interpretatie (o.a. mentale representatie), en anderzijds motorische componenten.

Het is mogelijk nog andere scores te berekenen, bijvoorbeeld de snelheid waarmee de kandidaat leerde, de soort fouten die gemaakt werden, etc. Voor berekening van dergelijke specifieke scores staat de uitgebreide "ruwe" opslag ter beschikking. In deze opslag staan de opgaven in volgorde van aanbidding met de tijd die per opgave nodig was (apart voor heroriëntatie en voor aanwijzen) en welke knop had moeten worden gebruikt en welke knop werd gebruikt.

3 HANDLEIDING VOOR DE TESTLEIDER

3.1 Bestanden

De test Ruimtelijk Oriëntatievermogen wordt op een computer aangeboden. De computer heeft minimaal 4 megabyte intern geheugen, een harde schijf en een VGA-beeldscherm. De test draait onder DOS. De noodzakelijke *software* is op de harde schijf aanwezig. De desbetreffende bestanden zijn bij installatie geplaatst op de harde schijf in de directory ROV. Hun totale omvang is ca. 1,3 megabyte. De bundeling binnen ROV is als volgt:

DATA	Jansen.ruw 114.ruw ...	de ruwe resultaten
ORIGINAL	instruct.bat studie.bat in&test.bat in&testk.bat test.bat testk.bat	de originele bestanden
PROGRAM	oriresp.exe oriresp.wrd	de programmatuur voor instructie en tests, en grafische bestanden
SCORE	Jansen.sco 114.sco ... bereken.exe instruct.bat in&test.bat in&testk.bat test.bat testk.bat	testscores de rekenmodule commando's voor alleen instructie id. instr. + test (geen kaartje) id. instr. + test (met kaartje) id. alleen testen (zonder kaartje) id. alleen testen (met kaartje)

3.2 Instructie en testen

Aanwijzingen aan de kandidaat geeft de testleider (a) bij kennismaking om de kandidaat op het gemak te stellen en de procedure toe te lichten, (b) aan het eind van de instructie om vragen te beantwoorden en (c) aan het eind van de test. Bij uitzondering kunnen ook tijdens de test aanwijzingen gegeven worden als de kandidaat problemen heeft.

Wat betreft de bediening van de computer komt de testleider in actie (a) om de instructie te starten, (b) om de test te starten en (c) tijdens de test als de kandidaat problemen mocht hebben. De computer controleer na de eerste tien opgaven of de kandidaat voldoende presteert. Heeft betrokkene minder dan zes opgaven goed, dan komt op het scherm de tekst: *Roep de testleider*. De testleider neemt de situatie op en besluit verder gaan (de toetscombinatie ALT-SHIFT-D=doorgaan) of de test af te breken (de toetscombinatie ALT-SHIFT-S =stoppen). Eventueel kan de testleider ook achteraf de test-resultaten corrigeren, bijvoorbeeld door uit de data de eerste 10 opgaven weg te halen. **Let op:** bij de toetscombinatie ALT-SHIFT-D gaat de test direct door. Zorg dus dat de kandidaat startklaar zit.

De test wordt voorafgegaan door een geautomatiseerde instructie en eventueel een studieperiode. Daarna weet de kandidaat genoeg om de test te kunnen doen. Er kan met of zonder kaart getest worden. Met kaart wil zeggen dat bij iedere opgave een kaartje van de omgeving in beeld blijft. Zonder kaart wil zeggen dat de kandidaat de kaart uit het hoofd moet kennen. In dat geval gaat de module STUDIE vooraf aan de instructie. STUDIE laat de kaart vijf minuten lang zien; de opdracht is: Leer deze kaart uit het hoofd!

Behalve STUDIE zijn er de commando's INSTRUCT en TEST(K). (De uitbreiding ".BAT" direct achter deze commando's—b.v. TEST.BAT—is niet noodzakelijk.) Bij testen met kaart zijn de commando's achtereenvolgens INSTRUCT en TESTK; er is geen studieperiode nodig. Bij testen zonder kaart zijn de commando's achtereenvolgens INSTRUCT, STUDIE en TEST; er is een studieperiode nodig om de kaart uit het hoofd te leren. Deze commando's kunnen ook in een keer gegeven worden. Het combinatie-commando IN&TESTK zorgt er voor dat eerst de instructie en daarna de test met kaart verschijnt. Het combinatie-commando IN&TEST zorgt er voor dat eerst de instructie, daarna het studie-kaartje en tenslotte de test zonder kaart verschijnt. NB: Studieperiode en instructie kunnen afgebroken worden met de toets F10.

Een test begint nooit plompverloren. Eerst verschijnt het overzicht van Fig. 1, na korte tijd vervangen door een blinde kaart. De blinde kaart blijft in beeld tot de kandidaat op een startknop drukt. De kandidaat kan eventueel nog vragen aan de testleider stellen en klaar gaan zitten voor de start. De test begint niet eerder dan dat op de startknop gedrukt is.

De testresultaten worden genoteerd op de naam van de kandidaat. Achter de commando's TEST(K) en IN&TEST(K) moet daarom een naam (of een door de testleider te bepalen code) worden ingevoerd, bijvoorbeeld "TEST Jansen" of "TEST 114". Voor intern gebruik wordt de naam of code automatisch afgekort tot 8 tekens ("Pietersen" wordt "Pieterse"). Opslag van testresultaten gebeurt op de naam of code, zonodig afgekort.

3.3 Opslag testcores

"Jansen.ruw" (of "114.ruw") bevat de verwerkingstijden per opgave; "Jansen.sco" (of "114.sco") bevat de testscore. Ruwe testresultaten worden genoteerd in de subdirectory DATA (dus DATA\Jansen.ruw); testcores in de subdirectory SCORE (SCORE\Jansen.sco).

Testscores ("Jansen.sco") zien er ongeveer als volgt uit.

	totaal	voor	na	verschil
aantal	40	20	20	
%goed	97%	100%	95%	5%
mislukt	0	0	0	0
tijd(s)	5.12	4.97	5.27	0.30

T1 constante = 1.383
B = 0.61335

T2 constante = 0.880
B = 0.98012

De eerste regel geeft aan hoeveel opgaven werden aangeboden. De tweede regel geeft aan hoeveel procent van de opgaven goed gemaakt werden. De derde regel vermeldt of er opgaven mislukt zijn door een te lange denktijd. De vierde regel, *tijd*, geeft aan hoe lang de kandidaat nodig had om een opgave goed op te lossen; in het voorbeeld 5,12 seconden. Dit slaat op de som van de heroriëntatie- en de aanwijstijd, alleen van de goed beantwoorde opgaven. De kolommen vóór en na geven aan hoeveel tijd nodig was bij de opgaven vóór en de opgaven na de wissel (4,97 s en 5,27 s).

De scoring onder de tabel (T_1 en T_2) is in termen van mentale rotatie (in gedachten omdraaien) en rest-tijd. Elke opgave heeft twee denkfases, een fase waarin de kandidaat nadenkt over de heroriëntatie en een fase waarin de kandidaat nadenkt over de aanwijso opdracht. Deze fases worden T_1 en T_2 genoemd. Het nadenken kost langer naarmate de hoekafstand van de heroriëntatie groter is (T_1) of naarmate de hoekafstand tussen "recht voor" en het aan te wijzen schip groter is (T_2). Er is dan meer mentale rotatie nodig. Via een constante en een rotatie-factor B worden T_1 en T_2 in formule uitgedrukt. De constante geeft een algemene basissnelheid van reageren aan. Ook hier tellen mislukte opgaven niet mee.

In het voorbeeld heeft de kandidaat bij het heroriënteren (T_1) een basissnelheid van 1,383 seconde; daar komt 0,61 seconde bij voor iedere stap heroriëntatie. Bij het aanwijzen (T_2) heeft de kandidaat een algemene basissnelheid van 0,88 seconde; daar komt 0.98 seconde bij voor iedere stap tussen "recht voor" en aan te wijzen schip. De stappen waar het hier over gaat zijn ruwweg stappen van 45° . Dus $90^\circ = 2$ stappen, $135^\circ = 3$ stappen. Voor mensen zijn sommige stappen moeilijker dan anderen. 180 Graden (rechtsomkeert) is bijvoorbeeld onverwacht gemakkelijk, net zo gemakkelijk alsof het een stap van 45° is. (De berekening loopt via regressie-analyse met de testresultaten op de y-as en de stappen van 0° , $\pm 45^\circ$, $\pm 90^\circ$, $\pm 135^\circ$, en 180° op de x-as met een waarde van 0, 1.41, 1.70, 3.24 en 1.00.)

3.4 Opslag ruwe data

Een uitgebreid verslag per testopgave is te vinden in de ruwe bestanden ("Jansen.ruw"). Per regel staan er gegevens over een opgave. Als volgt:

- Het volgnummer van de opgave (1 t/m 40).
- Beginpositie = het schip recht voor.
- De heroriëntatie-opdracht in stappen van 45° (0, ± 1 , ± 2 , ± 3 , 4).
- Hoeveel seconden de kandidaat nodig had voor de heroriëntatie-opdracht (als hij of zij gereed is, drukt de kandidaat op de "recht voor" knop; meteen komt de aanwijsoopdracht).
- De aanwijsoopdracht "wijs schip... aan". Het getal geeft aan waar dit schip zich bevindt ten opzichte van de blikrichting van de kandidaat (ook weer in stappen van 45° 0, ± 1 , ± 2 , ± 3 , 4).
- De knop die de kandidaat voor aanwijzen gebruikte (moet overeenkomen met de opdracht),
- Hoeveel seconden de kandidaat nodig had voor het aanwijzen.

Of de opgave mislukt is door een *time out*. Bij een gelukte opgave staat in de laatste kolom een nul; bij een mislukte opgave een één. Ook aan de tijden is de mislukking te zien. Mislukte de heroriëntatie, dan staat bij de heroriëntatietijd het maximum en bij de aanwijstijd een nul. Mislukte het aanwijzen, dan staat bij de aanwijstijd het maximum; de heroriëntatietijd is normaal genoteerd.

3.5 Opnieuw scoren

De testleider kan de ruwe data met een tekst-editor bewerken en daarna met het commando `BEREKEN` de scores opnieuw berekenen. Bijvoorbeeld als de kandidaat midden in de test gestoord werd en drie opgaven achter elkaar niet goed afwerkte erg traag en nog een fout ook. De testleider haalt dan achteraf de resultaten van deze opgaven weg uit de ruwe data en geeft daarna het commando `BEREKEN`. De score wordt nu opnieuw berekend vanuit de ruwe data. Stel dat drie regels weggehaald zijn uit "Jansen.ruw". Een nieuwe score wordt berekend met het commando "`BEREKEN Jansen`". Het bestand `SCORE\Jansen.sco` wordt opnieuw aangemaakt.

3.6 Parallel-versies en andere mogelijkheden

De test Ruimtelijk Oriëntatievermogen heeft ook parallel-versies. Normaal wordt de test in Versie A aangeboden. Iedere opgave ligt volledig vast en de opgaven worden altijd in dezelfde volgorde aangeboden. Parallel-versies B, C, D, E t/m Z kunnen worden opgeroepen door achter de kandidaat-identificatie een letter te typen, bijvoorbeeld "`TEST Jansen b`". De test heeft dan een geheel andere volgorde van opgaven.

Dieper ingrijpen in de test is mogelijk door veranderingen in de bestanden TEST.BAT en TESTK.BAT. Hiervoor wordt een tekst-editor gebruikt. Nadere uitleg is te vinden in de bestanden zelf. Veranderd kunnen onder meer worden:

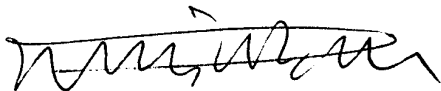
- het aantal opgaven voor de wissel
- het aantal opgaven na de wissel
- de schepen die van plaats wisselen.

Bij veranderen is er het risico van vergissen. Om te voorkomen dat originelen verloren gaan, staan de oorspronkelijke bestanden TEST.BAT en TESTK.BAT in de subdirectory ORIGINAL. Heeft de testleider per vergissing een bestand in wanorde gebracht, dan kan het origineel weer gekopieerd worden.

REFERENTIES

- Boer, L.C. (1991). Mental rotation in perspective problems. *Acta Psychologica*, 76, 1-9.
- Boer, L.C. (1991). Spatial ability and orientation of pilots. In R. Gal & A.D. Mangelsdorff (Eds.), *Handbook of military psychology* (pp. 103-114). London/New York/&c.: Wiley.
- Boer, L.C. (1992). *Test voor dynamisch ruimtelijk inzicht* (Rapport IZF 1992 A-44). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO².
- Boer, L.C. & Doorne, H. van (1995). *Ruimtelijke oriëntatie: problemen in de praktijk* (Rapport TNO-TM 1995 A-6). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Damos, D.L. & Carter, R.C. (1995). Information-processing slope scores can be reliable! *Human Factors*, 37, 424-429.
- Egan, D.E. (1981). An analysis of spatial orientation test performance. *Intelligence*, 5, 85-100.
- Eley, M.G. (1988). Determining the shape of landsurfaces from topographical maps. *Ergonomics*, 31, 355-376.
- Hunt, E. (1995). The role of intelligence in modern society. *American Scientist*, 83, 356-368.
- Levelt, W.J.M. (1982). Cognitive styles in the use of spatial direction terms. In R.J. Jarvella & W. Klein (Eds.), *Speech, place, and action: Studies in deixis and related topics* (pp. 251-268). London/New York/&c.: Wiley.
- McGee, M.G. (1979). Human spatial abilities. *Psychological Bulletin*, 86, 889-918.

Soesterberg, 10 juni 1996



Dr. L.C. Boer
(auteur, projectleider)

² Op 1 januari 1994 werd de naam "Instituut voor Zintuigfysiologie TNO" vervangen door "TNO Technische Menskunde".

BIJLAGE A Tabel om gokstrategie te onderkennen

Bij puur op de gok antwoorden (b.v. omdat de kandidaat de test niet snapt) is gemiddeld één op de acht antwoorden goed. Door geluk kan dat zelfs meer zijn. Met een cumulatieve binomiaaltest werd berekend wat de kans op een gokstrategie is gegeven een bepaald aantal opgaven en een bepaald aantal fouten daarin. De tabel geeft aan wanneer het niet meer redelijk is te zeggen dat een gokstrategie gevolgd werd. Niet meer redelijk wil zeggen dat de kans op een gokstrategie minder dan 10% is (eerste grensgetal) of minder dan 5% (tweede grensgetal). Voorbeeld: Jansen had 31 van de 40 opgaven fout. Dat is precies het eerste grensgetal. Het is dus onredelijk te zeggen dat hij alleen maar gegokt heeft: voor een gokstrategie is zijn prestatie te goed (de kans dat hij gokte en toch nog 9 keer het antwoord goed had, is minder dan 10%).

Tabel A1 Grensgetallen om een gokstrategie te onderkennen. Meer fouten dan het grensgetal, dan was er een gokstrategie. Voor 40, 42, 44, etc. t/m 1000 opgaven worden grensgetallen gegeven.

aantal opgaven	10%	5%	aantal opgaven	10%	5%
40	31	30	100	82	81
42	33	32	150	125	123
44	35	34	200	168	166
46	36	35	250	211	209
48	38	37	300	254	252
50	40	39	350	297	295
52	41	40	400	340	338
54	43	42	450	384	381
56	45	44	500	427	424
58	46	45			
60	48	47	600	513	510
62	50	49			
64	52	50	700	600	597
66	53	52			
68	55	54	800	687	683
70	57	56			
72	58	57	900	774	770
74	60	59			
76	62	61	1000	861	857
78	63	62			
80	65	64			
82	67	66			
84	69	67			
86	70	69			
88	72	71			
90	64	72			
92	65	74			
94	67	76			
96	79	77			
98	80	79			

4. Het gebruik

Ga naar de testdirectory: cd \ROV

Startcommando voor uitsluitend de studie: studie

Startcommando voor uitsluitend de instructie: instruct

Startcommando voor uitsluitend een test: test
idem met kaart: testk

Startcommando voor de combinatie
instructie en test: in&test
idem met kaart in&testk

5. Gebruiksvoorwaarde

Deze programmatuur is eigendom van TNO-TM en mag niet worden uitgeleend, gekopieerd voor derden of vermenigvuldigd anders dan na goedkeuring van TNO-Technische Menskunde.

VERZENDLIJST

1. Directeur M&P DO
2. Directie Wetenschappelijk Onderzoek en Ontwikkeling Defensie
Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
3. {
Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
4. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KLu
Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
5. {
Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
- 6, 7 en 8. Bibliotheek KMA, Breda
9. Drs. J.A.F. van der Veen, H-BPO, Selectiecentrum KM, Amsterdam

Extra exemplaren van dit rapport kunnen worden aangevraagd door tussenkomst van de HWOs of de DWOO.