

Complexe selectieprocedures simuleren  
op de computer

Ben Wilbrink

oktober 1990

Stichting Centrum voor Onderwijsonderzoek  
van de Universiteit van Amsterdam  
rapport 246

# Inhoud

[aangegeven is de originele paginering]

Voorwoord	3
Inleiding	4
1. Selectie analyseren door simuleren	5
1.1. wat selectie oplevert	5
1.2. de validiteit van afzonderlijke selectie-instrumenten	7
1.3. 'lage' en 'hoge' samenhang tussen de selectie-instrumenten	8
1.4. selectieverhoudingen	9
1.5. welke selectie-instrumenten dragen bij?	12
1.6. krimp van validiteit voor geselecteerde groep	14
2. De techniek van simuleren	15
2.1. nabootsen gebeurt zo getrouw mogelijk	15
2.2. scores voor afzonderlijke kandidaten	16
2.3. met gegeven scores wordt nu geselecteerd	17
2.4. de uitkomsten van de simulatie	17
2.5. mogelijkheden die het simulatieprogramma biedt	18
Bijlagen	
Voorbeelden van in- & uitvoer bij simulaties	22
Beschrijving van het Pascal programma SimSelec	26
Literatuur	38

## Voorwoord

In het kader van een onderzoek naar de selectieprocedure voor de toelating tot de Nederlandse Politie Academie (NPA) is een poging ondernomen een techniek voor het afbeelden van complexe selectieprocedures te ontwikkelen. Daarbij is gebleken dat een computerprogramma voor het nabootsen van dergelijke selectieprocedures niet alleen maar een goed inzicht geeft in de werking van de selectieprocedure, maar bovendien een instrument is waarmee de te verwachten effecten van ingrepen in de selectieprocedure kunnen worden onderzocht. Omdat de uitgevoerde simulaties een niet meer dan illustratieve betekenis hebben, en er aan de getalsmatige uitkomsten geen vanzelfsprekende beleidsopties kunnen worden verbonden, worden deze resultaten in de vorm van een zelfstandige rapportage uitgebracht, zij het met de selectieprocedure-NPA als voorbeeldsituatie.

Het vermelde selectieonderzoek is afzonderlijk door de SCO gepubliceerd: Wilbrink, van Hoorn, van der Kamp en Algera (1990), 'Selectie voor politie-officier. Een onderzoek naar de toelating tot de Nederlandse Politie Academie.'

Het onderzoek is verricht in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken, DGOOV, directie Politie.

Amsterdam, oktober 1990,

Ben Wilbrink.

Voor informatie over de beschikbaarheid voor derden van de betreffende computerprogrammatuur [benwilbrink@euronet.nl](mailto:benwilbrink@euronet.nl)

## Inleiding

Wanneer selectie in meerdere fasen gebeurt, en met gebruik van tests, interviews en AC, is het van belang inzicht te hebben in de betrouwbaarheid\* en validiteit\* van de procedure in zijn geheel. De literatuur biedt daar de technische mogelijkheden voor aan, door statistisch-wiskundige analyse (Lord en Novick, 1968). Maar de wiskundige beschrijving is ingewikkeld, en moeilijk na te volgen. In dergelijke situaties is het vaak mogelijk de eigenschappen van de selectie-procedure te bestuderen door de procedure met behulp van een computer na te bootsen (simuleren; zie bijv. Davies en O'Keefe, 1989).

Er is een algemeen simulatieprogramma voor selectieprocedures ontwikkeld. Allereerst zal in hoofdstuk 1 aan de hand van de uitkomsten van bepaalde simulaties worden getoond hoe deze de validiteit van de selectieprocedure in zijn geheel kunnen verhelderen. In het bijzonder is het door simuleren mogelijk om effecten van wijzigingen in de selectieprocedure te onderzoeken. Als voorbeeld wordt de selectie voor de NPA genomen (voor een beschrijving daarvan zie Wilbrink et al. 1990), zij het in een geschematiseerde vorm. Vervolgens zal in hoofdstuk 2 de methode van simuleren kort worden behandeld, en op welke manier men zelf simulaties kan uitvoeren (op een personal computer).

Het computer-programma voor deze simulaties is afzonderlijk verkrijgbaar, in versies die onder MS-DOS of onder het Macintosh besturingssysteem draaien. In de bijlage bij dit hoofdstuk worden enkele voorbeelden van de in- en uitvoer van het programma gegeven, gevolgd door een beschrijving van het programma en de belangrijkste procedures daaruit.

# 1. Selectie analyseren door simuleren

## 1.1. wat selectie oplevert

De vraag naar de opbrengst van een selectieprocedure is pas te beantwoorden wanneer er een criterium is om een en ander aan af te meten, bijvoorbeeld bij de selectie voor junior politie-officier de werkprestaties van de junior politie-officier.

---

Variabele	Gemiddelde	standaardscore	idem	bij	loten
Intelligentietest	1,1		0,0046		
Persoonlijkheidstest	0,4		0,0037		
Interviewfase	1,2		0,0070		
Assessment-center	1,4		0,0088		
Werkprestaties	0,5		0,0090		

---

### **Tabel 1. Resultaten van selectieprocedure en van loten**

Noot. Resultaat bij 1000 keer nabootsen van gefaseerde selectie van 10 uit 90 kandidaten: 45 na intelligentietest, 40 na persoonlijkheidsvragenlijst, 20 na interviewfase, 10 na AC. Ook de loting is 1000 keer nagebootst, telkens willekeurig 10 uit 90 kandidaten gekozen.

In Tabel 1. zijn de gemiddelde scores gegeven die door een groep gesimuleerde en vervolgens geselecteerde kandidaten zijn behaald op vier selectie-instrumenten: intelligentietest, persoonlijkheids-vragenlijst, interviews, en assessment-center (AC). Scores op selectie-instrumenten worden

vanzelfsprekend in werkelijke selectie-procedures verkregen, maar voor de criteriumvariabele 'werkprestaties in functie van junior politie-officier' ligt dat anders, omdat deze laatste immers pas vele jaren later kunnen worden bepaald. Bij simulatie-onderzoek kunnen ook die toekomstige scores op de criteriumvariabele worden gesimuleerd. Later zal nog worden besproken hoe deze scores precies zijn verkregen, op deze plaats gaat het inzicht in de methode, niet in de precieze kwantitatieve vooronderstellingen die leiden tot de getabelleerde uitkomsten.

De betekenis van de score 0,5 voor werkprestaties is als volgt te begrijpen. Wanneer tussen de kandidaten zou zijn geloot in plaats van geselecteerd, dan zou de score ongeveer nul zijn geweest, zie de laatste kolom in tabel 1. De selectie levert dus ongetwijfeld een positief resultaat op. De score op de criteriumvariabele kan worden vertaald in financiële termen. In de literatuur wordt veelal de regel gehanteerd dat een hele standaardscore verschil overeenkomt met 40 % van het bruto jaarsalaris. Veronderstel dat de politie-officier, bij hetzelfde voorbeeld blijvend, over de jaren dat hij of zij in dienst is gemiddeld Fl 50.000 bruto verdient. De opbrengst in tabel 1. van deze selectie is dan 40 % van dat jaarsalaris, maal de gemiddelde standaardscore van 0,5 voor werkprestaties, dat levert 10.000 gulden op, en dat bedrag geldt per jaar dat men in dienst is.

De meerwaarde van de selectieprocedure boven loten is Fl. 1.500.000 als de gemiddelde diensttijd 15 jaar is, en er 10 uit 90 kandidaten worden geselecteerd. Per geselecteerde kandidaat is de opbrengst ongeveer 150 duizend gulden (KFl.). De veronderstelde diensttijd van 15 jaar en het bruto-jaarsalaris van 50.000 zijn zo gekozen om makkelijk te kunnen rekenen, niet omdat dit de meest realistische cijfers zouden zijn. Alle in latere tabellen te presenteren resultaten kunnen desgewenst makkelijk worden omgerekend met meer reële cijfers.

De financiële cijferopstelling is hier alleen bedoeld om een indruk te verkrijgen van de orde van grootte van de resultaten die met selectie kunnen worden behaald, niet als werkelijke uitkomst van de selectie. Rekenen in guldens

maakt het ook makkelijker om varianten in de procedure op hun effect te waarderen, zoals straks zal worden getoond.

Het resultaat in tabel 1 is verkregen door simuleren van de huidige selectie-NPA voor kandidaten uit de korpsen zelf (extranei), waar in 1990 ongeveer 10 van de 90 kandidaten zijn toegelaten tot de NPA, waarover straks meer details worden gegeven. De scores voor de intelligentietest etc. geven aan dat inderdaad de relatief hoogst scorenden op deze selectie-instrumenten zijn doorgelaten (bij loten zouden ook deze scores ongeveer nul zijn geweest).

### *1.2 de validiteit van afzonderlijke selectie-instrumenten*

Voor iedere simulatie moet de validiteit\* voor ieder van de selectie-instrumenten worden opgegeven. Voor de selectie-NPA moet worden geschat wat de validiteiten voor de huidige (1989-1990) situatie zijn, en welke validiteiten haalbaar kunnen zijn wanneer de aanbevelingen voor verbetering van de gebruikte selectie-instrumenten (hoofdstuk 8 in Wilbrink et al., 1990) kunnen worden gerealiseerd.

Voor de simulatie worden heel globale schattingen gebruikt, mede op basis van relevante literatuur zoals Hunter & Hunter (1984), omdat empirische gegevens niet voorhanden zijn. De beschikbare computer-programmatuur maakt het mogelijk simulaties op basis van andere waarden te doen, mocht daar behoefte aan bestaan.

Eenvoudigheidshalve worden maar vier instrumenten onderscheiden: de intelligentietest, de persoonlijkheidstest, de gezamenlijke interviews, en het AC. Als uitgangspunt voor de simulaties kan voor de huidige selectie-NPA en voor de 'beste' selectie-NPA de volgende opstelling van validiteiten in Tabel 2 worden gemaakt.

instrument	selectieprocedure	
	huidige	beste
intelligentietest	0,4	0,45
persoonlijkheidstest	0,1	0,1
interviewfase	0,25	0,4
assessment-center	0,25	0,4

**Tabel 2. Huidige en 'beste' validiteit van de instrumenten**

Met de in Tabel 2 gegeven validiteiten zijn alle simulaties gedaan die in het volgende als voorbeelden worden gegeven.

Bij de selectieverhouding van 10 op 90 is volgens de uitgevoerde simulatie de opbrengst per toegelatene in de huidige selectie-NPA 155 KFl., in de 'beste' selectie-NPA zou dat 211 KFl. kunnen zijn (de uitkomsten van twee gedraaide simulaties), een belangrijke verbetering.

### *1.3 'lage' en 'hoge' samenhang tussen de selectie-instrumenten*

Voor iedere simulatie moeten niet alleen de validiteiten worden opgegeven, maar ook de samenhangen (correlaties) tussen ieder van de selectie-instrumenten.

De samenhang tussen twee selectie-instrumenten is ook de mate waarin beide hetzelfde meten. Interviews meten in niet te verwaarlozen mate hetzelfde als de intelligentietest, en hetzelfde kan van het AC worden gezegd (Wilbrink et al., o.a. hoofdstuk 6). Bij simuleren is het verstandig enigszins voorzichtige schattingen voor deze samenhang te hanteren. Uit de techniek van het simuleren volgt dat de voorzichtigheid gebiedt de samenhangen eerder wat hoger te nemen, dan wat lager. Door de hogere aanname wordt immers niet te gemakkelijk verondersteld dat interviews en AC nog veel belangrijke informatie toevoegen aan wat op grond van de intelligentietest al bekend is.



Voor alle hier te presenteren simulaties zijn twee varianten gehanteerd, een hoge zowel als een iets minder hoge aanname (voor het gemak 'lage' genoemd). In de huidige selectie-NPA resp. 0,5 en 0,3; in de 'beste' selectie-NPA resp. 0,7 en 0,5. Voor de persoonlijkheidstest is overal aangenomen dat deze niet alleen heel laag samenhangt met latere werkprestaties, maar ook met de andere selectie-instrumenten: de correlatie 0,1 is daarvoor gebruikt.

Wat is het effect van de keuze voor 'hoge' of 'lage' correlaties? In een eerder gegeven voorbeeld werd gevonden dat de opbrengst van de huidige selectie-NPA die van de 'beste' selectie resp. 155 en 211 KfI. per toegelaten kandidaat bedroeg, en dat was onder de aanname van 'hoge' verbanden. Voor 'lage' verbanden tussen de instrumenten onderling zijn de bedragen resp. 177 en 240 KfI. Inderdaad leiden lagere onderlinge samenhangen, bij gelijkblijvende validiteit van de afzonderlijke instrumenten, tot hogere selectie-opbrengsten.

#### *1.4 selectieverhoudingen*

In Wilbrink et al. (1990, hoofdstuk 3) zijn voor de verschillende doelgroepen bij de selectie-NPA de aantallen kandidaten gegeven die bij iedere selectie-fase zijn opgekomen. Academici hebben een voltooide academische opleiding; 'dagstudenten' zijn voornamelijk vwo-scholieren; allochtonen zijn als groep onderscheiden onder andere omdat selectie-instrumenten voor deze kandidaten niet vanzelfsprekend even valide zijn als voor autochtonen; extraneï zijn kandidaten die uit de korpsen zelf komen. Voor de extraneï is (in ronde getallen) het aantal kandidaten 90, daarvan blijven er 40 over die voor de interviewfase opkomen, waarvan er 20 opkomen voor het AC, waarvan er tenslotte 10 na het AC worden toegelaten. Zo zijn er in de afgelopen selectie-NPA drie onderscheiden selectie-verhoudingen, die als uitgangspunt voor de simulaties kunnen worden genomen.

doelgroep	aangemeld	geslaagd voor		
		tests	interviews	AC
dagstudenten	700	120	40	10
extranei	90	40	20	10
allochtonen	90	40	20	10
academici	50	40	20	10

**Tabel 3. Gesimuleerde selectieverhoudingen**

Tabel 3 laat zien dat voor de diverse doelgroepen de selectie-verhoudingen nogal uiteenlopen. In de simulaties leidt dat voor deze doelgroepen ook tot verschillende uitkomsten, omdat immers per doelgroep wordt aangenomen dat de uitkomst bij loten gelijk is aan nul.

De voorbereidingen zijn nu ver genoeg gevorderd om in tabel 4 een overzicht te kunnen geven van de gesimuleerde selectieresultaten in de huidige zowel als in de 'beste' selectie, onder lage zowel als hoge samenhang tussen de instrumenten zelf, en voor de drie uiteenlopende selectieverhoudingen zoals in tabel 3 weergegeven.

selectieverhouding	huidige selectie		'beste' selectie	
	hoge	lage	hoge	lage
10 / 700	231	266	302	341
10 / 90	155	177	211	229
10 / 50	115	125	170	177

**Tabel 4 Simulatieresultaten selectie onder diverse condities.**

Noot. De opbrengsten per toegelaten kandidaat zijn in KFl.

De simulatie-uitkomsten in Tabel 4 laten een aantal regelmatigheden zien:

- (a) hoe lager de selectieverhouding, dus hoe 'strenger' de selectie, des te hoger de opbrengst (als andere omstandigheden gelijk zijn),
- (b) selectie met meer valide instrumenten (de 'beste' selectie genoemd) levert altijd meer op, ook al is daarbij de voorzichtige veronderstelling gemaakt dat bij betere instrumenten ook de samenhangen tussen de instrumenten onderling hoger worden,
- (c) bij lage samenhangen tussen de instrumenten is de opbrengst relatief hoog (omdat bij gelijke validiteiten de instrumenten meer unieke informatie leveren).

De uitkomsten in guldens moeten niet al te letterlijk worden genomen, het gaat slechts om een idee over de orde van grootte van de selectie-resultaten. In die opvatting is het belangrijk te constateren dat er tussen de in tabel 4 getabelleerde varianten een maximaal verschil voorkomt waarbij de opbrengst van de meest 'gunstige' variant anderhalf maal zo hoog is als die van de minst gunstige, binnen dezelfde doelgroep.

Tabel 4 lijkt te suggereren dat de opbrengst voor de verschillende doelgroepen verschilt, maar dat beeld moet zeker worden genuanceerd. Er zijn ongetwijfeld niveau-verschillen tussen de doelgroepen, en dergelijke niveau-verschillen zijn niet in het simulatie-model opgenomen. Dat laatste zou ook niet zinvol kunnen, zolang de daarvoor noodzakelijke empirische gegevens ontbreken. Het enige dat tabel 4 daarom laat zien is het effect van de selectieverhouding op het selectieresultaat: strenger selecteren levert drastisch betere resultaten op. Toch is dit geen opzienbarende uitkomst, en zeker voor de praktijk niet direct van belang, omdat immers het aantal te vullen plaatsen een vast gegeven is.

### 1.5 welke selectie-instrumenten dragen bij?

De selectie-NPA is een gefaseerde selectie, een maatregel die allereerst is bedoeld om de grote aantallen kandidaten op een behoorlijke wijze te kunnen selecteren. Gefaseerd selecteren levert altijd een verminderd resultaat op, en dat is de reden dat fasering alleen wordt gebruikt om bij grote aantallen aanmelders de kosten van de selectieprocedure te beheersen.

Veronderstel dat de kosten van de selectie-procedure geen rol spelen, ook voor de kandidaten zelf niet, dan zou de opbrengst van een ongefaseerde selectie kunnen worden gesimuleerd. Tabel 5 geeft de resultaten daarvan, in vergelijking met de resultaten bij gefaseerde selectie zoals in tabel 4 gegeven.

selectieverhouding	huidige selectie		'beste' selectie	
	hoge	lage	hoge	lage
10 / 90 gefaseerd	155	177	211	229
10 / 90 ongefaseerd	205	217	242	262
validiteit procedure:	0,410	0,438	0,474	0,515

**Tabel 5 Simulatieresultaten bij (on-) gefaseerde selectie.**

De opbrengsten per toegelaten kandidaat zijn in duizenden guldens.

De 'validiteit selectieprocedure' is de multiple correlatie met het criterium.

Bij deze ongefaseerde selectie kan ook worden berekend wat de gezamenlijke validiteit van de vier gebruikte instrumenten is, uitgaande van de schattingen per instrument van de huidige en de 'beste' validiteit. Voor de vier varianten zijn de validiteiten gegeven in de laatste regel van tabel 5.

Het is een opvallend resultaat dat de validiteit van de procedure in zijn geheel

maar weinig hoger is dan de validiteit van alleen de intelligentietest: die werd immers in de huidige selectie-NPA globaal op 0,4 gesteld, en voor de 'beste' selectie op 0,45. Tabel 6 geeft antwoord op de vraag wat de selectie-NPA op zou leveren wanneer uitluitend de intelligentietest zou worden gebruikt.

selectieverhouding	huidige selectie	'beste' selectie
10 / 700	276	324
10 / 90	199	221
10 / 50	163	189

**Tabel 6 Resultaten bij selectie op alleen de intelligentietest.**

Noot. De opbrengsten per toegelaten kandidaat zijn in duizenden gulden.

Wordt alleen de intelligentietest gebruikt, dan zou de opbrengst voor de huidige selectieprocedure maar weinig minder zijn dan bij de ongefaseerde selectie op basis van alle instrumenten (vgl. tabel 5 voor de selectieverhouding 10 / 90).

Vergelijking met tabel 4 geeft echter aan dat voor de huidige selectie-NPA waarschijnlijk selectie op alleen de intelligentietest een beter resultaat geeft dan de gefaseerde selectie op tevens persoonlijkheid, interviews en AC. De reden is eenvoudig: de intelligentietest steekt met zijn validiteit met kop en schouders boven de andere instrumenten uit, zodat dit instrument wordt onderbenut wanneer er maar in geringe mate mee wordt geselecteerd. Zou de validiteit van interviews en AC worden verbeterd tot de waarden zoals verondersteld in de 'beste' selectievariant, dan doet de gefaseerde selectie het waarschijnlijk toch iets beter dan de selectie op alleen de (dan ook verbeterde) intelligentietest.

### 1.6 krimp van validiteit voor geselecteerde groep

Een heel belangrijk verschijnsel bij selectie is dat de validiteit voor de geselecteerde groep lager is dan voor de hele groep kandidaten waarmee de selectie begint. De resultaten van de simulaties maken dat nog eens heel duidelijk.

variabelen	alle kandidaten				alleen geselecteerden			
	intell	pers	interv	AC	intell	pers	interv	AC
persoonlijkheid	10				4			
interviews	30	10			12	3		
AC	30	10	30		14	2	12	
criterium	40	10	25	25	25	4	12	11

**Tabel 7. Krimp van validiteiten en andere correlaties na selectie.**

Noot. De afgebeelde gegevens zijn voor de selectieverhouding 10 / 90, gebaseerd op een simulatie van 1000 keer. Getallen zijn correlaties in honderdsten.

De krimp in de validiteit van de intelligentietest is van 0,40 naar 0,25. In zekere zin lijkt dat heel erg mee te vallen, maar de werkelijkheid is dat in de huidige selectie-NPA de intelligentie-test wordt onderbenut, terwijl het in vergelijking tot de overige selectie-instrumenten veruit de beste validiteit heeft. Ter vergelijking: zou alleen op de intelligentietest worden geselecteerd, dan zou de krimp lopen van 0,40 naar 0,20.

Het simulatieprogramma kan zo dus ook worden gebruikt om te onderzoeken hoe de verbanden tussen diverse variabelen (scores op tests etc. en op het criterium werkprestaties) er na een bepaalde selectie uitzien. Dat onderzoek is van belang, om niet ten onrechte uit empirische gegevens over alleen toegelaten kandidaten de conclusie te trekken dat gebruikte selectie-instrumenten te weinig samenhang met de te voorspellen werkprestaties zouden hebben.

## 2. De techniek van simuleren

In het voorgaande is uiteengezet op welke wijze condities voor de selectieprocedure kunnen worden beschreven, en hoe daarvoor verschillende waarden kunnen worden gekozen bij simulaties van de selectieprocedure. Er is gedemonstreerd dat dergelijke simulaties zinvolle uitkomsten opleveren, ook al mogen deze niet al te letterlijk in financiële termen worden geïnterpreteerd.

Er is nog niet aangegeven wat simuleren eigenlijk is, hoe dat in zijn werk gaat. Er is een computerprogramma voor nodig, maar op welke wijze komt zo'n simulatie dan tot stand? In de volgende paragrafen zal kort worden uiteengezet wat de techniek van simuleren inhoudt. De meer technische details zijn te vinden in tekstfiles die worden meegegeven op de floppy disk met de programmatuur.

### *2.1. nabootsen gebeurt zo getrouw mogelijk*

Het op een computer nabootsen van selectieprocedures kan op heel 'natuurlijke' wijze gebeuren voor al die zaken die in werkelijkheid ook automatiseerbaar zijn. Zeker het rangordenen van en beslissen over kandidaten is in deze zin automatiseerbaar. Omdat het denkbaar is ook interviews en AC zo ver te structureren dat de afname geautomatiseerd kan gebeuren, is ook het verkrijgen van scores van denkbeeldige kandidaten goed na te bootsen.

Nabootsen op een computer is alleen zinvol wanneer dat vaak kan worden herhaald, onder dezelfde condities maar met telkens een 'verse' groep kandidaten. Hoe vaker een bepaalde nabootsing wordt herhaald, des te stabielier zijn de uitkomsten. In de eerder gegeven voorbeelden bestaat iedere simulatie uit 1000 herhalingen 'runs', met telkens een nieuwe groep kandidaten.

## *2.2. scores voor afzonderlijke kandidaten*

Het is mogelijk redelijk 'natuurgetrouwe' test scores etc. te genereren voor denkbeeldige kandidaten. De belangrijkste voorwaarde waaraan de te genereren scores moeten voldoen, is dat ze tesamen de validiteiten en correlaties reproduceren die bij de simulatie worden verondersteld te gelden. In tabel 7 zijn correlaties en validiteiten gegeven als invoer, resp. uitvoer van een simulatie. De gestelde voorwaarde houdt nu in dat het simulatieprogramma in het geval iedereen wordt geselecteerd, als uitvoer correlaties en validiteiten oplevert die vrijwel identiek zijn aan wat is ingevoerd. 'Vrijwel' en niet 'exact', omdat er ook bij een groot aantal runs sprake is van toevalligheden in de gegenereerde scores.

De statistische literatuur levert technieken waarmee het mogelijk is op de beschreven wijze scores voor denkbeeldige kandidaten te genereren. Een belangrijk onderdeel daarvan is het genereren van willekeurige getallen, waarvoor een aan Press et al. (1986) ontleende procedure wordt gebruikt. Deze procedure garandeert dat de te trekken random getallen telkens verschillend zijn, zodat er geen herhaling van reeksen getallen kan ontstaan (daardoor zouden de resultaten van de simulaties immers ernstig kunnen worden vertekend).

Het is misschien wat wonderlijk dat met willekeurige getallen wordt gewerkt om de werkelijkheid na te bootsen. Het meten en beoordelen bij selectie wordt tot op zekere hoogte door toevalligheden beïnvloed (door niet perfecte betrouwbaarheid), en deze kunnen nu heel goed met behulp willekeurige getallen worden nagebootst. De benodigde getallen worden weliswaar willekeurig getrokken, maar moeten wel aan bepaalde statistische voorwaarden voldoen, zodat maar een deel van de getrokken getallen in feite voor de simulatie wordt gebruikt.



### *2.3. met gegeven scores wordt nu geselecteerd*

Wanneer er voor de te selecteren denkbeeldige kandidaten test scores, interview scores, en scores voor het AC zijn verkregen, is het heel eenvoudig om de werkelijk selectieprocedure na te bootsen. Die nabootsing bestaat immers uit het rangordenen (sorteren) van de kandidaten naar de hoogste test scores etc., en net zoveel kandidaten door te laten tot het gewenste aantal (het quotum) is bereikt. Sorteren is bij uitstek een saaie en tijdrovende klus die computers goed aankunnen.

### *2.4. de uitkomsten van de simulatie*

De belangrijkste resultaten van iedere simulatie zijn de gemiddelden van de scores van de geselecteerde (toegelaten) kandidaten op het criterium 'werkprestaties als junior politie-officier'. Ook geeft het programma de gemiddelden van deze geselecteerden op de tests, etc.

---

Steekproefverdelingen van gemiddelden van 1000 runs,  
telkens 10 toegelaten.

---

Variabele	Gemiddelde	Standaarddeviatie
Intelligentietest	0.9651	0.2207
Persppnlijkheidstest	0.3630	0.2845
Interviewfase	1.0868	0.2350
Assessment-center	1.1851	0.2511
Werkprestaties	0.5900	0.3087

---

**Tabel 8. Gedeelte van de uitvoer van het simulatieprogramma**

Tabel 8 laat zien hoe deze gegevens door het programma worden weergegeven in de uitvoerfile van een bepaalde simulatie. De gemiddelden zijn uitgedrukt in gestandaardiseerde scores.

De tamelijk hoge gemiddelden in tabel 8 voor de intelligentietest, de interviews, en het AC, laten zien dat de toegelaten groep inderdaad een topgroep is uit de gehele groep kandidaten.

De kolom 'Standaarddeviatie' geeft de standaardafwijkingen voor de gemiddelden bij de afzonderlijke runs. Het is erg belangrijk hierop te letten, omdat deze standaardafwijkingen aangeven hoezeer bij een enkele selectieprocedure het resultaat van jaar tot jaar kan verschillen. In het getabelleerde geval is de kans ongeveer 1 op 3 dat bij een enkele selectie (run) een financieel resultaat wordt geboekt dat meer dan 93 KFl. naar boven of naar beneden afwijkt!

### *2.5. mogelijkheden die het simulatieprogramma biedt*

Een beknopt overzicht van de mogelijkheden om varianten van selectieprocedures te simuleren geeft tenslotte een indruk over de bruikbaarheid van het programma.

Om het simulatieprogramma te kunnen draaien moet een invoerfile worden aangemaakt, waarin een aantal gegevens in een bepaalde volgorde moeten voorkomen. Is deze invoerfile niet aanwezig, dan maakt het programma zelf een voorbeeld-invoerfile. Ieder van die gegevens kan naar eigen wens worden gespecificeerd, mits binnen de grenzen die het programma aankan. Het gaat om de volgende afzonderlijk op te geven veronderstellingen etc.

(1) Er moet een getal ('seed') worden opgegeven waarmee de procedure voor het trekken van willekeurige getallen kan starten. Dat moet voor iedere nieuwe simulatie een ander getal zijn, omdat anders achtereenvolgende simulaties met dezelfde scores voor kandidaten zouden werken.

(2) Het aantal kandidaten dat zich aanmeldt moet worden opgegeven. Hier is een maximum van 200 voor gekozen, in verband met beschikbare geheugenruimte in de computer (IBM-PC of Macintosh). Het is natuurlijk mogelijk om bijvoorbeeld voor 700 kandidaten te simuleren door te werken met 70 kandidaten voor wie 10 keer zoveel runs worden gedraaid. Zijn er verschillende doelgroepen zoals bij de selectie-NPA het geval is, dan kan er voor ieder van de doelgroepen afzonderlijk worden gesimuleerd (dus niet gelijktijdig, dat is ook helemaal niet nodig).

(3) Het aantal runs moet worden opgegeven, dus bijvoorbeeld dat de selectie 1000 keer moet worden gedaan. De computer is geduldig, en accepteert ook heel grote aantallen, maar voor eenvoudige PC's is 1000 al een aantal waar enkele uren op moet worden gerekend.

Wordt als aantal runs '1' opgegeven, dan vindt een uitgebreide uitvoer van gegevens plaats, onder andere alle scores van de toegelaten kandidaten.

(4) Het aantal variabelen waarmee de selectie wordt uitgevoerd, inclusief de criterium-variabele, moet worden opgegeven. Voor de voorbeelden van simulaties van de selectie-NPA zijn deelscores voor bijvoorbeeld afzonderlijke interviews vermeden door alleen met eindscores te werken. In beginsel kan ook met deelscores worden gesimuleerd, zij het dat een en ander dan meer computertijd gaat vergen. Het programma in zijn huidige vorm accepteert tot 12 variabelen.

Standaard wordt er in het programma van uitgegaan dat er één criterium-variabele is. Wie meerdere criterium-variabelen wil hanteren, kan het programma voor de gek houden door ze op te voeren als selectie-variabelen maar er niet mee te selecteren.

(5) Het aantal selectiestappen moet worden opgegeven. Het maximale aantal selectiestappen voor het huidige programma is 12.

Het aantal selectiestappen hoeft niet gelijk te zijn aan de selectiefasen zoals in de selectie-NPA gehanteerd. De simulaties zijn voor de testfase in twee afzonderlijke stappen uitgevoerd: door eerst 45 uit 90 te selecteren op basis van intelligentietestscores, en vervolgens daar 40 uit te selecteren op basis van de

hoogste scores op de persoonlijkheidsvragenlijst.

Het aantal selectiestappen mag groter zijn dan het aantal variabelen, wanneer men een bepaalde variabele in een latere selectiefase nog eens en dan mogelijk op een andere manier zou willen gebruiken.

(6) Voor iedere selectiestap moet het quotum worden opgegeven, het aantal kandidaten dat men na deze selectiestap wil of moet overhouden. Het programma in zijn huidige vorm biedt niet de mogelijkheid om in plaats daarvan, of tegelijkertijd, een minimum-score te specificeren op afzonderlijke variabelen of combinaties van variabelen. Het is natuurlijk wel mogelijk om na te gaan of gestelde quota ertoe leiden dat scores voor toegelatenen beneden een bepaald kritisch geacht niveau zakken.

(7) Voor het berekenen van de opbrengst van de selectie in financiële termen wordt het bruto jaarsalaris opgegeven, en het aantal jaren dat men gemiddeld in dienst is in enig politiekorps. De 'waarde' van een selectieprocedure is dus ook afhankelijk van het verloop bij de betreffende functionarissen. Voor andere waarden van salaris of diensttijd hoeft niet opnieuw te worden gesimuleerd, omdat eerder verkregen uitkomsten gewoon mogen worden omgerekend.

(8) De validiteiten\* voor de te gebruiken selectie-instrumenten moeten worden opgegeven. Dit moeten waarden zijn die blijkens de literatuur en eventueel eigen gegevens realistisch zijn, omdat het geen zin heeft te simuleren buiten het bereik van hetgeen praktisch realiseerbaar is.

Ook moeten de correlaties tussen de onderscheiden instrumenten onderling worden gespecificeerd (zie bijv. Tabel 7).

(9) Tenslotte moeten voor iedere selectiestap de gewichten voor ieder van de instrumenten worden opgegeven: op welke wijze de scores van welke instrumenten in deze stap meewegen bij de selectieve beslissing. In beginsel kan dus bij iedere selectiestap de score op ieder instrument een rol spelen. De wijze waarop scores worden gecombineerd is door ze op te tellen, na vermenigvuldigen met het gewicht zoals dat is opgegeven. Krijgen twee instrumenten het gewicht '1', dan worden hun scores opgeteld, en bepaald het

totaal de selectieve beslissing. Het is vooral deze mogelijkheid om bij iedere selectiestap de gewichten voor de hele set van instrumenten op te geven, die het simulatieprogramma een grote wendbaarheid geeft.

Een bijzonder voorbeeld tot slot: na afloop van de laatste selectiefase wordt de uitslag bepaald door een combinatie van alle tot dan toe verkregen scores, dus niet alleen die in de laatste fase. In de bijlage bij dit hoofdstuk zijn de opdrachten en de uitvoerfiles voor een eenvoudige variant van de analyse afgebeeld: selectie zonder persoonlijkheidsvragenlijst, en met interviews en AC gecombineerd in de tweede en laatste selectiefase.

De weging van de diverse onderdelen is op statistische wijze gebeurd, niet door de scores gewoon bij elkaar op te tellen. De resultaten zijn in tabel 9 weergegeven.

---

selectievariant	toegelaten	opbrengst in KFl.
1 fase: alleen op intelligentie	40	119
1 fase: alleen op intelligentie met 2e fase: interviews en AC	10	229
met 2e fase: bovendien intelligentie	10	249
		256

---

**Tabel 9. Wanneer bij latere selectiefasen ook eerdere gegevens worden gebruikt.**

Noot. Aantal kandidaten is 90; na 1e fase 40. De opbrengsten zijn per toegelaten kandidaat, in KFl.

Het verschil tussen de beide 2e-fase varianten in tabel 9 is slechts 7 KFl. per toegelaten kandidaat, maar het is een extra opbrengst die louter administratief kan worden gerealiseerd door na het afnemen van de interviews en het AC ook de score voor de intelligentietest bij de beslissing te betrekken. In dit geval zijn de scores voor de drie onderdelen niet gelijk gewogen (dus niet bij elkaar opgeteld), maar is de beslissing genomen door de scores op statistische wijze (met beta-coëfficiënten) te combineren.

## Bijlage: voorbeeld in- & uitvoer simulatie

```
SimSelec.Uit      { Naam voor uitvoerfile }
277909           { seed, kies voor iedere serie een ANDER getal }
Beschrijf op de regel de aard van de uit te voeren simulatie.
90               { aantal kandidaten, maximaal 200 }
1000            { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}           4
{ aantal variabelen, incl. criterium, maximum is 12 }
Intell.          { 8-letter naam voor 1e selectievariabele }
Interv.          { idem, 2e selectievariabele. De volgorde is kritisch! }
Ass.C.           { idem, 3e selectievariabele. }
Crit.v.          { de laatste variabele is altijd de criteriumvariabele }           1
{ aantal selectiestappen, maximaal 12 }
40              { quota voor respectievelijke selectiestappen }
50000 15         { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
  1             { var/covar- of correlatiematrix inclusief diagonale waarden }
0.5             1
0.5             0.5     1
0.45            0.4     0.4     1
  1  0  0       { resp. selector-gewichten 1e selectiestap }
```

**Tabel 1. Invoerfile voorbeeld 1.**

```
SimSelec.Uit      { Naam voor uitvoerfile }
1810902400      { seed, kies voor iedere serie een ANDER getal }
Beschrijf op de regel de aard van de uit te voeren simulatie.
90               { aantal kandidaten, maximaal 200 }
10              { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}           3
{ aantal variabelen, incl. criterium, maximum is 12 }
Intell.          { 8-letter naam voor 1e selectievariabele }
Ass.C.           { idem, 2e selectievariabele. De volgorde is kritisch! }
Crit.v.          { de laatste variabele is altijd de criteriumvariabele }           2
{ aantal selectiestappen, maximaal 12 }
40 10           { quota voor resp. selectiestappen }
50000 15         { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
  1             { var/covar- of correlatiematrix inclusief diagonale waarden }
0.5             1
0.45            0.4     1
  1             0       { resp. selector-gewichten 1e selectiestap }
0.5             2       { resp. selector-gewichten 2e selectiestap }
```

**Tabel 2. Invoerfile voorbeeld 2.**

```

277909 { seed, kies voor iedere serie een ANDER getal }
SimSelec.Uit { Naam voor uitvoerfile }
Beschrijf op de regel de aard van de uit te voeren simulatie.
90 { aantal kandidaten, maximaal 200 }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)} 4
{ aantal variabelen, incl. criterium, maximum is 12 }
Intell. { 8-letter naam voor 1e selectievariabele }
Interv. { idem, 2e selectievariabele. De volgorde is kritisch! }
Ass.C. { idem, 3e selectievariabele. }
Crit.v. { de laatste variabele is altijd de criteriumvariabele } 1
{ aantal selectiestappen, maximaal 12 }
40 { quota voor respectievelijke selectiestappen }
50000 15.0 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix
*
Intell. Interv. Ass.C. Crit.v.
Intell. 1.00
Interv. 0.50 1.00
Ass.C. 0.50 0.50 1.00
Crit.v. 0.45 0.40 0.40 1.00
Ingevoerde gewichten per selectiestap
*
Intell. Interv. Ass.C.
1e selectiestap 1.00 0.00 0.00
Intell. Interv. Ass.C.
validiteiten : 0.450 0.400 0.400
beta-coëfficiënten : 0.275 0.175 0.175
De multiple correlatie van predictoren met criterium is: 0.514.
Correlaties berekend op de data voor 40000 "toegelatenen":
*
Intell. Interv. Ass.C.
Interv. 0.318
Ass.C. 0.320 0.401
Crit.v. 0.284 0.298 0.303
Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 40
toegelaten.
Variabele Gemiddelde St. dev.
Intell. 0.8787 0.1265
Interv. 0.4512 0.1477
Ass.C. 0.4382 0.1537
Crit.v. 0.3963 0.1503
De verwachte selectieopbrengst is Fl. 118898 per toegelatene,
bij bruto jaarsalaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren;
40 toegelatene.

```

**Tabel 3. Uitvoerfile voor 2-fasen selectie, interviews en AC compenseren in 2e fase.**

```

2879011 { seed, kies voor iedere serie een ANDER getal }
SimSelec.Uit { Naam voor uitvoerfile }
Beschrijf op de regel de aard van de uit te voeren simulatie.
90 { aantal kandidaten, maximaal 200 }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
{ aantal variabelen, incl. criterium, maximum is 12 }
Intell. { 8-letter naam voor 1e selectievariabele }
Interv. { idem, 2e selectievariabele. De volgorde is kritisch! }
Ass.C. { idem, 3e selectievariabele. }
Crit.v. { de laatste variabele is altijd de criteriumvariabele }
{ aantal selectiestappen, maximaal 12 }
40 10 { quota voor respectievelijke selectiestappen }
50000 15.0 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix
Intell. Interv. Ass.C. Crit.v.
Intell. 1.00
Interv. 0.50 1.00
Ass.C. 0.50 0.50 1.00
Crit.v. 0.45 0.40 0.40 1.00
Ingevoerde gewichten per selectiestap
* Intell. Interv. Ass.C.
1e selectiestap 1.00 0.00 0.00
2e selectiestap 0.00 1.00 1.00

Intell. Interv. Ass.C.
validiteiten : 0.450 0.400 0.400
beta-coëfficiënten : 0.275 0.175 0.175
De multiple correlatie van predictoren met criterium is: 0.514.
Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":
* Intell. Interv. Ass.C.
Intell.
Interv. 0.185
Ass.C. 0.181 -0.186
Crit.v. 0.266 0.149 0.143
Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10
toegelatenen.
Variabele Gemiddelde St. dev.
Intell. 1.1840 0.2310
Interv. 1.4040 0.2397
Ass.C. 1.4000 0.2461
Crit.v. 0.8298 0.2920
De verwachte selectieopbrengst is Fl. 248926 per toegelatene,
bij bruto jaarsalaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren;
10 toegelatene.

```

**Tabel 4. Uitvoerfile voor berekenen van correlatiematrix voor alleen op intelligentie geselecteerde groep.**



```

2779020 { seed, kies voor iedere serie een ANDER getal }
SimSelec.Uit { Naam voor uitvoerfile }
Beschrijf op de regel de aard van de uit te voeren simulatie.
90      { aantal kandidaten, maximaal 200 }
1000    { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
{ aantal variabelen, incl. criterium, maximum is 12 }
Intell.  { 8-letter naam voor 1e selectievariabele }
Interv.  { idem, 2e selectievariabele. De volgorde is kritisch! }
Ass.C.   { idem, 3e selectievariabele. }
Crit.v.  { de laatste variabele is altijd de criteriumvariabele }
{ aantal selectiestappen, maximaal 12 }
40 10   { quota voor respectievelijke selectiestappen }
50000 15.0 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix
*
      Intell.  Interv.  Ass.C.   Crit.v.
Intell.      1.00
Interv.      0.50      1.00
Ass.C.       0.50      0.50      1.00
Crit.v.      0.45      0.40      0.40      1.00
Ingevoerde gewichten per selectiestap
*
      Intell.  Interv.  Ass.C.
1e selectiestap      1.00      0.00      0.00
2e selectiestap      0.17      0.17      0.18
*
      Intell.  Interv.  Ass.C.
validiteiten :      0.450  0.400  0.400
beta-coëfficiënten : 0.275  0.175  0.175
De multiple correlatie van predictoren met criterium is: 0.514.
Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":
*
      Intell.  Interv.  Ass.C.
Interv.      -0.022
Ass.C.       -0.028      -0.058
Crit.v.      0.192      0.117      0.116
Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10
toegelaten.
Variabele  Gemiddelde  St. dev.
Intell.    1.4035     0.2207
Interv.    1.3536     0.2524
Ass.C.     1.3456     0.2408
Crit.v.    0.8545     0.2856
De verwachte selectieopbrengst is Fl. 256339 per toegelatene,
bij bruto jaarsalaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren;
10 toegelatene.

```

**Tabel 5. Uitvoerfile voor analyse met beta-gewichten in 2e selectiestap.**

## Beschrijving van het Pascal programma SimSelec

Programmatuur geschreven door Ben Wilbrink. Start programma door intikken van de naam van het programma, met een enter. De file SimSelec.Inv bevat de noodzakelijke invoergegevens, moet in dezelfde directory staan als het programma. SimSelec.Inv moet een ASCII-file, Text-Only file of DOS file zijn.

Belangrijke onderdelen van dit programma zijn ontwikkeld in het kader van het onderzoekproject selectie NPA in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken, directie Politie.

Simuleert multivariaatnormaalverdeling, en doet op basis daarvan simulaties voor opgegeven selectieprocedure. De parameters en de correlatiematrix voor de uit te voeren simulaties worden ingelezen vanuit de file Simulati.Inv.

Voorafgaand aan iedere serie runs moet een nieuw uniek SEED voor de random-getallen-generator worden opgegeven (als CONST)

Het ontwerp voor deze simulatiestudies, waar dit programma onderdeel van uitmaakt, is als volgt.

- (1) De selectie vindt plaats op basis van één of meerdere predictoren.
- (2) Iedere predictor wordt verondersteld normaal te zijn verdeeld.
- (3) De berekening van de opbrengst van de selectieprocedure is gebaseerd op de voorspelling van een als normaal verdeeld te beschouwen criteriumvariabele, die gecorrigeerd is voor onbetrouwbaarheid
- (4) De relaties tussen de genoemde normaal verdeelde variabelen in een ongeselecteerde groep kandidaten worden weergegeven in een correlatiematrix (of, al naar gelang dat uitkomt, in een variantie-covariantie matrix en de vector van gemiddelden). Om in deze matrix reële waarden in te kunnen vullen, is het noodzakelijk uit de literatuur (meta-studies)

de richtinggevende voorspellende waarden voor bijv. interviews te halen.

N.B.: alle correlaties worden gespecificeerd als geldend voor de ONGESELECTEERDE groep kandidaten.

(5) Uit de aldus gespecificeerde multivariate normaalverdeling worden random trekkingen ('cases') gedaan. Voor de programmatuur wordt gebruik gemaakt van o.a. Yakowitz (1977), en Press, Flannery, Teukolsky, en Vetterling (1989).

(6) Voor de concrete te simuleren selectieprocedure worden de getrokken cases behandeld volgens de voor de selectie gestelde regels. Deze regels worden verondersteld als volgt te kunnen worden beschreven: de selectie bestaat uit één of meer afzonderlijke selectiestappen; voor iedere stap wordt aangegeven op basis van welke predictoren en zo ja met welk gewicht, de selectie voor die stap zal plaatsvinden. De beperking is hier dat predictoren alleen in lineaire combinaties kunnen worden gebruikt (al dan niet gewogen scores bij elkaar optellen). Een bijzonder geval dat door deze programmatuur wordt bestreken is zodoende in ieder geval de enkelvoudige (in 1 stap) selectie op grond van een multiple regressie van criterium op meerdere predictorscores.

(7) Voor een bepaalde selectieprocedure kunnen meerdere 'runs' worden gedaan, zodat een steekproefverdeling kan worden gepresenteerd.

(8) Nu kan worden onderzocht hoe gevoelig de selectie-uitkomsten (bijv. gemiddelde criteriumscores) zijn voor bepaalde wijzigingen in de selectieprocedure: andere selectieverhoudingen bij de onderscheiden stappen, door werving verbeterde kwaliteit van de nog ongeselecteerde groep kandidaten, andere volgorde van de tests/interviews/assessment, verbeterde kwaliteit van afzonderlijke selectiestappen. (te variëren parameters kunnen dus de correlatiematrix, zowel als de selectieratio's betreffen.).

Tzt toevoegen: procedure voor het vinden van de beste predictoren uit een in de ingevoerde correlatiematrix aangegeven set, e.e.a. min of meer ook zoals het in standaard statistiekpakketten gebeurt (zie bv. Stevens (1986)). Het principe is heel eenvoudig: van gegeven serie predictieve validiteiten de hoogste kiezen; voor de overige variabelen de partiële voorspellende geldigheden berekenen; voor de nieuwe set opnieuw de hoogste kiezen.

Tzt toevoegen: subroutines voor meta-analytische berekeningen. Hunter & Schmidt (1990) geven in BASIC geschreven routines hiervoor.

#### CONST

nCasesMax = 200; { i.v.m. array waarin scores worden bewaard en gesorteerd; dit aantal is ook ongeveer de limiet van wat zonder problemen kan worden geprogrammeerd. Voor echt grotere aantallen is het in eerste aanleg handiger om toch binnen deze limiet te blijven en met meer runs te werken. In beginsel kan natuurlijk het data-array naar schijf worden weggeschreven en weer opgehaald, maar dat levert bij het sorteren toch teveel complicaties op, en tenminste zou een en ander ernstig ten koste van de snelheid gaan. }

nVarMax = 12; { maximum aantal variabelen, t.b.v. VAR declaraties }  
nStappenMax = 12; { maximum aantal selectiestappen, t.b.v. VAR declaraties }

Het is natuurlijk mogelijk om gecompileerde versies te maken met andere declaraties voor maximale aantallen te selecteren kandidaten, daarbij te gebruiken variabelen, en selectiestappen.

correlaties = FALSE; { bij iedere run correlatiematrix geven ja/nee ? }  
{ Deze Boolean staat standaard op false. }

#### VAR

seed : LONGINT; { iedere opstart: kies een nieuwe seed }  
nRuns : LONGINT; { aantal keren simuleren met telkens nCases.  
Type LONGINT is nodig i.v.m. vermenigvuldigen met integers }  
diensttijd : REAL; { verwacht aantal dienstjaren voor geselecteerden }  
salaris : LONGINT; { bruto jaarsalaris voor betreffende functie }

#### FUNCTION Ran3 : REAL;

Random getallen generator afkomstig uit:

Press et al. (1989, blz. 221).

Hier is gekozen voor gebruik van 4-byte integers, dus LONGINT, ipv reals. Deze procedure veronderstelt initialiseren door procedure Ran3Init. Deze procedure is sneller dan

gebruikmaken van Ran0 en de SANE function RandomX, welke laatste nog moet worden vertaald naar 0-1 range.

FUNCTION GasDev: REAL;

Geeft standard normal deviates. Procedure afkomstig uit Press et al. (1986, blz. 199, 716, of: 1989, blz. 225). Dit programma is identiek aan Yakowitz (1977, p. 55). Yakowitz verwijst voor bewijzen naar Knuth (1968, p. 104) en Fishman (1973, p. 212 ). De benodigde random getallen worden geleverd door function Ran3.

PROCEDURE CholeskiFactoring ( dimensie : INTEGER; C : MatrixType;  
VAR X : MatrixType );

Voor het genereren van multivariaat normaal verdeelde waarden, is het nodig de opgegeven variantie/covariantiematrix  $C$  te factoriseren:  $C = X X'$ .

Gebaseerd op algoritme van Bock (1975, p. 85 e.v.).

VAR Tt, XInv : MatrixType;

BEGIN

{ eerste rij: }

Tt [ 1, 1 ] := Sqrt ( C [ 1, 1 ] ); {eerste diagonaal-element }

FOR j := 2 TO dimensie DO Tt [ 1, j ] := C [ 1, j ] / Tt [ 1, 1 ];

{ volgende rijen achtereenvolgens: }

FOR i := 2 TO dimensie DO

BEGIN

{ eerst de waarde voor de diagonale cel bepalen: }

s := 0;

FOR k := 1 TO i - 1 DO s := s + Sqr ( Tt [ k, i ] );

Tt [ i, i ] := Sqrt ( C [ i, i ] - s );

FOR j := 1 TO dimensie DO IF j > i THEN

BEGIN

s := 0;

FOR k := 1 TO i - 1 DO s := s + Tt [ k, i ] \* Tt [ k, j ] ;

Tt [ i, j ] := ( C [ i, j ] - s ) / Tt [ i, i ];

END;

END;

{ Van de transpose van de Choleskifactor naar de Choleskifactor zelf: }

FOR i := 1 TO dimensie DO FOR j := 1 TO dimensie DO

X [ j, i ] := Tt [ i, j ];

END;

```

PROCEDURE Inverse ( dimensie : INTEGER;
                  C      : MatrixType;
                  VAR CInv : MatrixType);

```

Maakt voor het berekenen van de inverse gebruik van Cholesky factoring:  $C = TT'$ .

Gebaseerd op algoritme van Bock (1975, p. 85 e.v.). Berekenen van de inverse van de variantie/covariantiematrix, zoals beschreven in Timm (1974, blz. 73 e.v.)

$Inv C = (Inv X)' Inv X$

Immers, de inverse van C is gelijk aan de inverse van een matrix X, na-vermenigvuldigd met de transpose van diezelfde inverse matrix. Omdat X een lower-triangular matrix is, is de inverse daarvan eenvoudig te bepalen.

```

VAR      T, TINV      : MatrixType;

```

```

BEGIN

```

```

  CholeskiFactoring ( dimensie, C, T ); { Eerst de Choleskifactor T bepalen }

```

```

  FOR i := 1 TO dimensie DO

```

```

    TInv [ i, i ] := 1 / T [ i, i ];      { diagonale elementen }

```

```

  FOR i := 2 TO dimensie DO FOR j := 1 TO i - 1 DO

```

```

    FOR k := j TO i - 1 DO

```

```

      TInv [ i, j ] := TInv [ i, j ] - TInv [ i, i ] * T [ i, k ] * TInv [ k, j ];

```

```

  { Berekening van de inverse van de variantie/covariantiematrix: }

```

```

  FOR i := 1 TO dimensie DO FOR j := 1 TO dimensie DO CInv [ i, j ] := 0;

```

```

  FOR i := 1 TO dimensie DO FOR j := 1 TO dimensie DO FOR k := 1 TO dimensie DO

```

```

    CInv [ i, j ] := CInv [ i, j ] + TInv [ k, i ] * TInv [ k, j ];

```

```

    { tussenstap om de transpose van TInv te vormen is niet nodig, omdat
      TInv [ k, i ] het diagonaal tov TInv [ i, k ] gespiegelde element is }

```

```

END;

```

```

PROCEDURE BepaalMultR ( dimensie : INTEGER;
    S      : MatrixType;
    vals   : nVarType;
    VAR R   : REAL);

```

Berekent multiple correlatie van 'dimensie' predictoren met criteriumvariabele, op basis van de inverse variantie/covariantiematrix S van alleen de predictoren, en de vector 'vals' met predictieve validiteiten. Zie Lord & Novick (1968, p. 268.).

```

VAR beta : nVarType;

```

```

BEGIN

```

```

    { matrix S navermenigvuldigen met rijvector 'vals': }
    R := 0;
    FOR j := 1 TO dimensie DO beta [ j ] := 0;
    FOR j := 1 TO dimensie DO { alleen voor de kolommen van de matrix }
        FOR k := 1 TO dimensie DO
            beta [ j ] := beta [ j ] + S [ k, j ] * vals [ k ];
        { kolomvector 'beta' voorvermenigvuldigen met rijvector 'vals': }
        FOR k := 1 TO dimensie DO R := R + vals [ k ] * beta [ k ];
    R := Sqrt ( R );

```

```

END;

```

```

FUNCTION Cor ( n : LONGINT; x, y, x2, y2, xy : EXTENDED ) : REAL;

```

Berekent correlatie, niet volgens definiërende formule, maar volgens berekeningsformule, zie bijv. Hoel (1962, par. 7.1.2 ).

```

VAR rc : real;

```

```

BEGIN

```

```

    rc := ( n * x2 - Sqr ( x ) ) * ( n * y2 - Sqr ( y ) );
    IF rc > 0 THEN rc := Sqrt ( rc )
    ELSE IF rc <> 0 THEN
        BEGIN
            writeln ( 'wortel uit negatief getal in function Cor' );
            Cor := 999 { code voor onbepaald }
        END;
    IF rc > 0 THEN Cor := ( n * xy - x * y ) / rc
    ELSE Cor := 999; { code voor onbepaald }
END;

```



PROCEDURE Sort ( aantal, stap: INTEGER );

Sorteert nog deelnemende kandidaten naar hoogte van de selectiescore (die bepaalde combinatie van predictorscores waarop in deze bepaalde stap wordt geselecteerd).

Heapsort procedure ontleend aan: Press et al. (1989, blz. 258 e.v.).

PROCEDURE Simuleer;

Random trekken uit een multivariaat normale verdeling is tamelijk eenvoudig te beschrijven, zoals onderstaand citaat uit Matloff (1988,p. 172 ) laat zien.

"Suppose we wish to generate random vectors that are multivariate normal with mean vector  $\mu$  and covariance matrix  $\Sigma$ . From the theory of linear algebra, we know that there are  $p \times p$  matrices  $P$  and  $D$  such that  $P'DP = \Sigma$ , where the inverse of  $P = T$  and  $D$  is a diagonal matrix (one whose off-diagonal entries are all 0). Let  $Y_1, \dots, Y_p$  be independent univariate normal variables, with  $Y_i$  having mean 0 and variance equal to  $d_{ii}$ , the  $(i, i)$  element of  $D$ . Let  $Y = (Y_1, \dots, Y_p)'$ . Then  $Y$  has a multivariate distribution, with mean equal to the  $p \times 1$  zero vector, and covariance matrix  $D$ . Define the  $p \times 1$  vector  $X$  to be  $P'Y + \mu$ . Then from the linearity property it can be shown that  $X$  too has a multivariate normal distribution, with mean vector equal to  $\mu$  and covariance matrix  $\Sigma$ . In this way, we can generate the desired  $X$ . We simply generate the  $Y_i$  in the usual way and then generate  $X$  from  $Y$ , by  $X = P'Y + \mu$ ."

PROCEDURE SimuleerCasus ( kand : INTEGER; pred : INTEGER );

BEGIN

casus [ kand, pred, 2 ] := GasDev;  
          { normal deviate voor deze predictor invullen }  
casus [ kand, pred, 1 ] := 0; { initialiseren }

{ transformeer de univariaatnormale trekkingen GasDev door voorvermenigvuldigen  
met de matrix  $Tt$ : }

FOR j := 1 TO pred DO                   { de cellen met 0 overslaan ! }  
  casus [ kand, pred, 1 ] :=

```
casus [ kand, pred, 1 ] + T [ pred, j ] * casus [ kand, j, 2 ];
```

```
END; { PROCEDURE SimuleerCasus }
```

```
PROCEDURE Selecteer;
```

sorteren, en selecteren, voor iedere selectiestap; de cases die na de voorgaande selectiestap nog over zijn, worden geordend op de score waarop voor de huidige selectiestap zal worden geselecteerd. De 'selectie' bestaat er eenvoudig uit dat voor de volgende selectiestap alleen met het geselecteerde top-quotum wordt verdergegaan.

```
BEGIN
```

```
FOR stap := 1 TO nStappen DO
```

```
    { doe voor alle selectiestappen achtereenvolgens }
```

```
    BEGIN
```

```
        FOR pred := 1 TO nVar-1 DO          { niet voor de criteriumvariabele! }
```

```
            FOR kand := 1 TO quotum [ stap - 1 ] DO
```

```
                SimuleerCasus ( kand, pred );      { Genereer data voor alle kandidaten }
```

```
        FOR kand := 1 TO quotum [ stap - 1 ] DO
```

```
            BEGIN
```

```
                casus [ kand, 0, 1 ] := 0;
```

```
                FOR pred := 1 TO nVar - 1 DO      { voor alle predictoren }
```

```
                    casus [ kand, 0, 1 ] :=
```

```
                        casus [ kand, 0, 1 ] + W [ stap, pred ] * casus [ kand, pred, 1 ]
```

```
            END;
```

```
            Sort ( quotum [ stap - 1 ], stap );
```

```
                { het aantal te sorteren cases is wat er NA de VOORGAANDE stap nog is overgebleven }
```

```
        IF stap = nStappen THEN          { ook criteriumscores genereren: }
```

```
            FOR kand := 1 to quotum [ nStappen ] DO SimuleerCasus ( kand, nVar );
```

```
        END;                               { FOR stap := 1 TO nStappen DO }
```

```
    END;                                     { PROCEDURE Selecteer }
```

```
PROCEDURE BepaalStatistiekenDezeRun;
```

```
BEGIN
```

```
FOR kand := 1 to quotum [ nStappen ] DO
```

```
    { Voor 'toegelatenen' statistieken en correlaties bepalen }
```

```
BEGIN
```

```

    { de statistieken worden bepaald over scores op VARIABELEN, niet
      de scores per STAP waarop de selectie is uitgevoerd. }
FOR i := 1 TO nVar DO
  BEGIN
    stats [ i, 1 ] := stats [ i, 1 ] + 1;          { telt aantal kandidaten }
    stats [ i, 2 ] := stats [ i, 2 ] + casus [ kand, i, 1 ];    { voor gemiddelde }
    stats [ i, 3 ] := stats [ i, 3 ] + Sqr ( casus [ kand, i, 1 ] );    { voor variantie }
  END;

```

Correlatiematrix over alle geselecteerden IN ALLE RUNS. Als check op een en ander kan dan het programma worden gedraaid met quota die voor alle stappen gelijk zijn aan nCases.

```

FOR i := 2 TO nVar DO FOR j := 1 TO i - 1 DO
  crossProduct [ i, j ] :=
    crossProduct [ i, j ] + casus [ kand, i, 1 ] * casus [ kand, j, 1 ];
FOR i := 1 TO nVar DO
  BEGIN
    crossProduct [ i, i ] := crossProduct [ i, i ] + Sqr ( casus [ kand, i, 1 ] );
    som [ i ] := som [ i ] + casus [ kand, i, 1 ]
  END;

```

```

END; { FOR kand := 1 to quotum [ nStappen ] DO }

```

Voor deze run nu de gegevens toevoegen aan array waarin gegevens over de steekproefverdeling worden opgebouwd: per variabele wordt over nRuns de som van de gemiddelden en de variantie van de gemiddelden bewaard:

```

FOR i := 1 TO nVar DO
  BEGIN
    statsRuns [ i, 1 ] := statsRuns [ i, 1 ] + 1;
    IF stats [ i, 1 ] > 0 THEN gem := stats [ i, 2 ] / stats [ i, 1 ] ELSE gem := 0;
    statsRuns [ i, 2 ] := statsRuns [ i, 2 ] + gem;
    statsRuns [ i, 3 ] := statsRuns [ i, 3 ] + Sqr ( gem );
  END;

```

Volgens Press et al. 1986 p. 458 is bovenstaande formule kwetsbaar voor afrondingsfouten; zij stellen een alternatief voor, waarbij echter de data in een array worden bewaard, zodat eerst het gemiddelde al kan worden berekend, en daarna de deviaties van het gemiddelde.

```

END; { PROCEDURE BepaalStatistiekenDezeRun }

```

```

PROCEDURE SchrijfResultaten;

```

```

  BEGIN
    FOR i := 1 TO nVar DO

```

```

BEGIN
IF statsRuns [ i, 1 ] > 0 THEN  gem := statsRuns [ i, 2 ] / statsRuns [ i, 1 ]
ELSE gem := 0;
IF statsRuns [ i, 1 ] > 1 THEN
  stDev := Sqrt ( ( 1 / ( statsRuns[ i,1] - 1) ) * (statsRuns [ i, 3 ]
    - statsRuns[ i, 1]* Sqr ( gem ) ) )
ELSE stDev := 0;
END; { FOR i := 1 TO nVar DO }

```

```

Write ( 'De verwachte selectieopbrengst is Fl. ' );
Write ( Trunc ( gem * 0.4 * salaris * diensttijd ) );
Writeln ( ' per toegelatene, bij bruto jaarsalaris Fl. ' );
Write ( trunc ( salaris, ' en ', diensttijd : 4 : 1 ) );
Write ( ' dienstjaren; ', quotum [ nStappen ], ' toegelatenen.' );

```

de factor 0.4 is de 40 % die Hunter & Hunter (1984) als vanuit empirisch onderzoek een realistische inschatting vinden, dus 40 % van brutojaarsalaris als equivalent voor de utiliteit in guldens, gekoppeld aan 1 s.d. op de criteriumvariabele.

```
END;
```

```

PROCEDURE CorrelatieMatrixToegelatenen;
{ berekent deze matrix, en schrijft de matrix weg naar Simulati.Uit }

```

```

BEGIN
FOR i := 2 TO nVar DO FOR j := 1 TO i - 1 DO
  { bereken correlatie in matrixcel U [ i, j ] }
  U [ i, j ] := Cor ( Trunc ( nRuns * quotum [ nStappen ] ), som [ i ],
    som [ j ], crossProduct [ i, i ], crossProduct [ j, j ], crossProduct [ i, j ] );
END; { PROCEDURE CorrelatieMatrixToegelatenen; }

```

```
BEGIN { ----- PROCEDURE Simuleer ----- }
```

```

CholeskiFactoring ( nVar, A, T ); { bepaal T uit A = TT' }
Inverse ( nVar - 1, A, PredInv );
v := A [ nVar ]; { vector met predictieve validiteiten }
BepaalMultR ( nVar - 1, PredInv, v, MultR );
FOR run := 1 TO nRuns DO
  BEGIN
  Selecteer; { Voor iedere selectiestap de selectie uitvoeren }
  BepaalStatistiekenDezeRun;
    { statistische gegevens, en bijdragen aan correlatiematrix }
  END; { FOR run := 1 TO nRuns DO }
CorrelatieMatrixToegelatenen;

```

```
                { correlatiematrix voor toegelatenen over alle runs }  
SchrijfResultaten;                { statistieken ( steekproefverdeling ) }  
  
END; { PROCEDURE Simuleer }
```

```
PROCEDURE HaalInvoerGegevens;
```

Leest waarden voor de parameters van de simulatie in. Leest lower-diagonal correlatiematrix MET diagonale waarden in. De meeste fouten die in de invoer kunnen voorkomen worden afgevangen en leveren een gespecificeerde foutmelding op.

```
{ ----- hoofdprogramma ----- }
```

```
BEGIN
```

```
Reset ( inv, 'Simulati.Inv');
```

```
{ open de invoerfile met de benodigde gegevens voor deze simulaties }
```

```
WHILE Eoln ( inv ) DO readln ( inv );
```

```
Read ( inv, NaamUitvoer );
```

```
ReWrite ( f, NaamUitvoer ); { uitvoerfile }
```

```
Simuleer;
```

```
END.
```

PROCEDURE Normaal1 ( VAR x, y: REAL );

In dit programma niet gebruikte procedure, gebaseerd op:

Matloff (1988, p. 105).

" Box and Muller have shown that if  $V$  and  $W$  are independent  $U(0,1)$  random variables, and we set  $X = \cos ( 2 \pi V ) \sqrt{ ( - 2 \ln ( W ) ) }$  and  $Y = \sin ( 2 \pi V ) \sqrt{ ( - 2 \ln ( W ) ) }$  then  $X$  and  $Y$  will be independent  $N ( 0, 1 )$  random variables. Then the linearity property of the normal family can be used to transform  $X$  and  $Y$  to the distribution  $N ( c, b*b )$  as in the following program." Deze procedure is tamelijk tijdrovend, er zijn alternatieven voorhanden. De function GasDev is vermoed ik twee keer zo snel.

```
VAR i : INTEGER; t1, t2 : EXTENDED;
BEGIN
  t1 := 6.28 * Ran3;
  t2 := Sqrt ( -2 * Ln ( Ran3 ) );
  x := cos ( t1 ) * t2;
  y := sin ( t1 ) * t2;
END;
```

PROCEDURE Normaal2 ( a, b, c : REAL; VAR x: REAL );

In dit programma niet gebruikte procedure, gebaseerd op:

Matloff (1988, p. 107, proof p. 142 e.v.).

" ... REJECTION METHOD : Suppose we wish to simulate a random variable  $X$  which has density  $h$  and cumulative distribution function  $H$ . Suppose  $h$  has maximum value  $c$ , and  $h(t)$  is nonzero only for  $a < t < b$ . (If these bounds do not exist, then  $h$  can be truncated and an approximate generator can be obtained.) ... in the rejection method, we need not compute either  $H$  or its inverse; only  $h$  is used, as follows. We continue to generate variables  $U1$  and  $U2$  which are uniformly distributed on  $( a, b )$  and  $( 0, c )$ , respectively, until  $U2 < h ( U1 )$ .  $X$  is then  $U1$ .

Deze procedure zou sneller dan Normaal1 moeten zijn, maar zoals hier geïmplementeerd is ze vier keer zo traag !

```
VAR i : INTEGER; u1, u2 : EXTENDED;
BEGIN
  REPEAT
    u1 := a + ( b - a ) * Ran3;
    u2 := c * Ran3;
  UNTIL u2 < ( 1 / Sqrt ( 2 * Pi ) ) * Exp ( - Sqr ( u1 - 1 ) / 2 );
  x := u1;
END;
```

## LITERATUUR

- Bock, R.D. (1975). *Multivariate statistical methods in behavioral research*. London: McGraw-Hill.
- Fishman, G. (1973). *Concepts and methods in discrete digital simulation*. New York: Wiley.
- Hoel, P.G. (1962). *Introduction to Mathematical statistics*. New York: Wiley, 1962.
- Hunter, J.E., & Hunter, R.F. (1984). Validity and utility of alternative predictors of job performance. *Psychological Bulletin*, 96: 72-98.
- Hunter, J.E., & Schmidt, F.L. (1990). *Methods of meta-analysis; correcting error and bias in research findings*. London: Sage.
- Knuth, D.E. (1968). *Seminumerical algorithms*. London: Addison-Wesley.
- Lord, F.M., & Novick, M.R. (1968). *Statistical theories of mental test scores*. London: Addison-Wesley.
- Matloff, N.S. (1988). *Probability modeling and computer simulation*. Boston: PWS-KENT Publishing Company
- Press, W.H., Flannery, B.P., Teukolsky, S.A., & Vetterling, W.T. (1986). *Numerical recipes; the art of scientific computing*. London: Cambridge University Press.
- Press, W.H., Flannery, B.P., Teukolsky, S.A., & Vetterling, W.T. (1989). *Numerical recipes in Pascal; the art of scientific computing*. London: Cambridge University Press.
- Stevens, J. (1986). *Applied multivariate statistics for the social sciences*. London: Erlbaum
- Timm, N.H. (1975). *Multivariate analysis with applications in education and psychology*. Brooks/Cole.
- Wilbrink, B., van Hoorn, W., van der Kamp, L.J.Th., & Algera, J.A. (1990). *Selectie voor politie-officier. Een onderzoek naar de selectieprocedure voor de toelating tot de Nederlandse Politie Academie*. Amsterdam: SCO.
- Yakowitz, S.J. (1977). *Computational probability and simulation*. Amsterdam: Addison-Wesley, 1977;

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK DEN HAAG

Wilbrink, B.

Complexe selectieprocedures simuleren op de computer / B. Wilbrink -

Amsterdam: Stichting Centrum voor Onderwijsresearch van de Universiteit van Amsterdam; Amsterdam: Stichting KohnstammFonds voor Onderwijsresearch [distr.] - SCO-Rapport: nr. 246 - Met lit. opg.

ISBN 90-6813-281-4

SISO 450.6 UDC 371.212:681.3.0.6

Trefw: Selectie in het onderwijs; computersimulatie.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, of op andere wijze, of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written instruction of the publisher.

ISBN 90-6813-281-4

Copyright voor de oorspronkelijke uitgave: Stichting Centrum voor Onderwijsresearch (SCO)



Latere, en andere, publicaties die relevant zijn voor dit onderwerp van complexe selectieprocedures simuleren.

Casti, J. L. (1997). *Would-be worlds. How simulation is changing the frontiers of science*. New York: Wiley. '99 Gaat over het inzetten van simulatie om complexe systemen te begrijpen. Complexe systemen: systemen met te weinig paameters/leden om statistische technieken te kunnen gebruiken, teveel om analytische in te kunnen zetten.

Traub, J. F. , & Wozniakowski, H. (1994). Breaking intractability. *Scientific American*, 270 #1, 90B-103. (computationally intractable mathematically posed problems in science).

Sackett, P. R., & Roth, L. (1996). Multi-stage selection strategies: a Monte Carlo investigation of effects on performance and minority hiring. *Personnel Psychology*, 49, 549-572.

Law, S., & Myors, B. (1993). Cutoff scores that maximize the total utility of a selection program: comment on Martin and Raju's (1992) procedure. *JAP*, 78, 736-740. Stuk uit JAP bewaard onder dm. Voor eigen gebruik abstract en discussion gescand.

Maesen de Sombreff, P.E.A.M. van der (1992). *Het rendement van personeelsselectie*. Proefschrift, R.U. Groningen. (met programma, waarschijnlijk in de vorm van een applicatie) (5,25 inch floppy, helaas). (adres: Ten Hovestraat 68, 2582 RN Den Haag) p. 1: Utiliteit van selectiemethoden is in Nederland nog maar in geringe mate onderwerp van onderzoek geweest. in de 20 jaar na de klassieke studie van Van Naerssen (1962), ook opgenomen in Cronbach & Gleser (1965), heeft zich weinig aan nieuwe ontwikkelingen op het utiliteitsfront, in Nederland maar ook elders, voorgedaan. Pas na het ontwikkelen van methoden om de standaarddollardeviatie te schatten, door Schmidt, Hunter e.a. (1979), en, daaraan parallel verlopend, het toepassen van de methode van meta-analyse op selectiemiddelen door dezelfde auteurs, is de interesse voor utiliteitsonderzoek toegenomen. Een aantal publikaties voerde utiliteitschattingen uit Amerikaans onderzoek op als pleidooi voor het gebruik van tests, en dan met name de intelligentietest (Hofstee, 1982; Hofstee, 1986; Smid, 1988; Van der Maesen, 1988; Wijngaarden & Mazure-Timmer, 1983). Empirische studies werden verricht door Schoonman (1983), Schoonman & Goeman (1987), Greuter (1988), Van der Flier (1991) en Altink (1992). Meyning (1991) heeft in zijn doctoraalscriptie het BCG-model behandeld, met speciale aandacht voor methoden om Sy te schatten. Ten slotte is van belang het door Wilbrink (1990) ontwikkelde simulatiemodel voor het berekenen van de baten van een gefaseerde selectiemethode.

Cudeck, R. (1993). A simple Gauss-Newton procedure for covariance structure analysis with high-level computer languages. *Psychometrika*, 58, 211-232. abstract: An implementation of the Gauss-Newton algorithm for the analysis

of covariance structures that is specifically adapted for high-level computer languages is reviewed. With this procedure one need only describe the structural form of the population covariance matrix. and provide a sample covariance matrix and initial values for the parameters. The gradient and approximate Hessian, which vary from model to model. are computed numerically. Using this approach, the entire method can be operationalized in a comparatively small program. A large class of models can be estimated, including many that utilize functional relationships among the parameters that are not possible in most available computer programs. Some examples are provided to illustrate how the algorithm can be used.

Govindarajulu, Z. (1988). Alternative methods for combining several test scores. *Educational and Psychological Measurement, 48*, 53-60.

Endler, J. A. (1986). Natural selection in the wild. Princeton University Press. Een biologisch onderwerp, mogelijk aardige modellen voor selectie in onderwijs en samenleving? Bevat een simulatie-studie van selectie! Onderzoek eens of er congruentie is tussen de begrippen verdienste en fitness! Er lijkt een wezenlijk verschil tussen deze biologische selectie en selectie in het onderwijs: Endler's selectie gaat over generaties heen (a.h.w. tussen generaties? Het gaat erom of de genen worden doorgegeven), die in het onderwijs gaat allereerst tussen personen, maar is over lange perioden ook als selectie tussen generaties te beschrijven, als alternatief voor huidige mobiliteitsonderzoek?

Waller, N. G. (1993). *Applied Psychological Measurement, 17*, 73-100. Waller geeft op p. 97 een methode voor het genereren van data in de vorm van ruwe scores die exact overeenkomen met een user-specified covariantie matrix of structureel model. Is verwant aan het probleem dat ik met mijn simulator voor complexe selectieprocedures heb proberen op te lossen: Waller geeft denk ik de meer algemene procedure. Dat suggereert dat ik het selectie-model als een structureel model zou kunnen (moeten) modelleren, waar de standaard personeelsselectie een (eenvoudig) speciaal geval van is. Het aantrekkelijke hiervan is dat ik dan ook de ingewikkelde modellen van sociologen voor selectie in het onderwijs zou kunnen simuleren, een selectie die niet zozeer plaatsvindt op bepaalde drempelmomenten (maar zie Bosker's proefschrift) alswel over onbestemde perioden.

Donald A. Rock, John L. Barone and Robert F. Boldt (1972). A two-stage decision approach to the selection problem. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology, 25*, 274-282. "Theoretical solutions developed on the computer suggest that a considerable amount of testing time may be saved with little or no decrease in the validity of the selection procedure for all values of the selection ratios."

P.M. Voor simulatie van toets- en examensituaties zie mijn werk onder de rubriek studieresultatenmodel en tentamenmodel.

## Bijlage bij hoofdstuk 8 ( niet opgenomen in rapport 246)

#1

90 ... 10, huidige selectieprocedure, lage intercorrelaties

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v. { labels, op volgorde! }
4 { aantal selectiestappen }
45 40 20 10 { quota voor resp. intell, RPDV, interviews, AC }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.30		1.00		
Ass.C.	0.30	0.10	0.30	1.00	
Crit.v.	0.40	0.10	0.25	0.25	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	0.00	0.00
3e selectiestap	0.00	0.00	1.00	0.00
4e selectiestap	0.00	0.00	0.00	1.00

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.400	0.100	0.250	0.250
beta-coëfficiënten :	0.328	0.045	0.113	0.113

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4383

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	0.040			
Interv.	0.120	0.032		
Ass.C.	0.137	0.022	0.122	
Crit.v.	0.254	0.041	0.115	0.112

Parameters van de STEEKPROEFVERDELINGEN van de GEMIDDELDEN van 1000 runs:

Variabele	Gemiddelde	St. dev.
Intell.	0.9651	0.2207
Pers.	0.3630	0.2845
Interv.	1.0868	0.2350
Ass.C.	1.1851	0.2511
Crit.v.	0.5900	0.3087

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 176992 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

#2

90 ... 10, huidige selectieprocedure, hoge intercorrelaties

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v. { labels in volgorde ! }
4 { aantal selectiestappen }
45 40 20 10 { quota voor resp. intell, RPDV, interviews, AC }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.50	0.10	1.00		
Ass.C.	0.50	0.10	0.50	1.00	
Crit.v.	0.40	0.10	0.25	0.25	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	0.00	0.00
3e selectiestap	0.00	0.00	1.00	0.00
4e selectiestap	0.00	0.00	0.00	1.00

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.400	0.100	0.250	0.250
beta-coëfficiënten :	0.347	0.056	0.047	0.047

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4100

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	0.032			
Interv.	0.248	0.043		
Ass.C.	0.235	0.049	0.239	
Crit.v.	0.245	0.066	0.098	0.086

Steekproefverdelingen van de gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten:

Variabele	Gemiddelde	St. dev.
Intell.	1.1090	0.2228
Pers.	0.3477	0.2850
Interv.	1.2533	0.2263
Ass.C.	1.3756	0.2313
Crit.v.	0.5181	0.3022

Verwachte opbrengst selectie is Fl.155418 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

#3a

90 ... 10, beste selectieprocedure, lage intercorrelaties

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v. { labels in volgorde ! }
4 { aantal selectiestappen }
45 40 20 10 { quota voor resp. intell, RPDV, interviews, AC }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.50	0.10	1.00		
Ass.C.	0.50	0.10	0.50	1.00	
Crit.v.	0.45	0.10	0.40	0.40	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	0.00	0.00
3e selectiestap	0.00	0.00	1.00	0.00
4e selectiestap	0.00	0.00	0.00	1.00

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.450	0.100	0.400	0.400
beta-coëfficiënten :	0.273	0.038	0.173	0.173

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.5150

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	0.059			
Interv.	0.258	0.060		
Ass.C.	0.246	0.054	0.234	
Crit.v.	0.289	0.060	0.229	0.204

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele	Gemiddelde	St. dev.
Intell.	1.1120	0.2352
Pers.	0.3504	0.2716
Interv.	1.2418	0.2230
Ass.C.	1.3827	0.2448
Crit.v.	0.7647	0.2879

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 229423 per toegelatene  
bij salaris Fl50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

```
#3b ( 'lage' correlaties zijn telkens 0,4, i.p.v. 0,5 )
90 ... 10, ideale selectieprocedure, lage intercorrelaties
```

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v. { labels, op volgorde! }
4 { aantal selectiestappen }
45 40 20 10 { quota voor resp. intell, RPDV, interviews, AC }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.40	0.10	1.00		
Ass.C.	0.40	0.10	0.40	1.00	
Crit.v.	0.45	0.10	0.40	0.40	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	0.00	0.00
3e selectiestap	0.00	0.00	1.00	0.00
4e selectiestap	0.00	0.00	0.00	1.00

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.450	0.100	0.400	0.400
beta-coëfficiënten :	0.285	0.031	0.202	0.202

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.5414

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	0.046			
Interv.	0.181	0.031		
Ass.C.	0.176	0.036	0.159	
Crit.v.	0.274	0.035	0.214	0.193

Parameters van de STEEKPROEFVERDELINGEN van de GEMIDDELDEN van 1000 runs:

Variabele	Gemiddelde	St. dev.
Intell.	1.0408	0.2385
Pers.	0.3576	0.2723
Interv.	1.1614	0.2251
Ass.C.	1.2871	0.2416
Crit.v.	0.8011	0.2999

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 240324 per toegelatene  
bij salaris Fl 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

#4a

90 ... 10, beste selectieprocedure, hoge intercorrelaties

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v. { labels in volgorde ! }
4 { aantal selectiestappen }
45 40 20 10 { quota voor resp. intell, RPDV, interviews, AC }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.70	0.10	1.00		
Ass.C.	0.70	0.10	0.70	1.00	
Crit.v.	0.45	0.10	0.40	0.40	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	0.00	0.00
3e selectiestap	0.00	0.00	1.00	0.00
4e selectiestap	0.00	0.00	0.00	1.00

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.450	0.100	0.400	0.400
beta-coëfficiënten :	0.283	0.049	0.116	0.116

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4742

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	0.039			
Interv.	0.424	0.025		
Ass.C.	0.403	0.040	0.393	
Crit.v.	0.264	0.054	0.197	0.179

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele Gemiddelde St. dev.

Intell.	1.2648	0.2409
Pers.	0.3515	0.2806
Interv.	1.3803	0.2162
Ass.C.	1.5199	0.2277
Crit.v.	0.7033	0.2953

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 210998 per toegelatene  
bij salaris Fl50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

#4b ( 'hoge' correlaties zijn telkens 0,6, i.p.v. 0,7 )  
90 ... 10, beste selectieprocedure, hoge intercorrelaties

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v. { labels in volgorde ! }
4 { aantal selectiestappen }
45 40 20 10 { quota voor resp. intell, RPDV, interviews, AC }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.60	0.10	1.00		
Ass.C.	0.60	0.10	0.60	1.00	
Crit.v.	0.45	0.10	0.40	0.40	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	0.00	0.00
3e selectiestap	0.00	0.00	1.00	0.00
4e selectiestap	0.00	0.00	0.00	1.00

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.450	0.100	0.400	0.400
beta-coëfficiënten :	0.271	0.044	0.146	0.146

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4927

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	0.033			
Interv.	0.333	0.047		
Ass.C.	0.308	0.044	0.294	
Crit.v.	0.274	0.043	0.195	0.191

Parameters van de STEEKPROEFVERDELINGEN van de GEMIDDELDEN van 1000 runs:

Variabele	Gemiddelde	St. dev.
Intell.	1.1807	0.2333
Pers.	0.3383	0.2854
Interv.	1.3129	0.2263
Ass.C.	1.4516	0.2354
Crit.v.	0.7371	0.3037

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 221134 per toegelatene  
bij salaris Fl 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.



#5

50 ... 10, huidige selectieprocedure, lage intercorrelaties

```
50 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Interv. Ass.C. Crit.v. {labels voor de variabelen, labels, op v
4 { aantal selectiestappen }
45 40 20 10 { quota voor resp. intell, RPDV, interviews, AC }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.30	0.10	1.00		
Ass.C.	0.30	0.10	0.30	1.00	
Crit.v.	0.40	0.10	0.25	0.25	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	0.00	0.00
3e selectiestap	0.00	0.00	1.00	0.00
4e selectiestap	0.00	0.00	0.00	1.00

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.400	0.100	0.250	0.250
beta-coëfficiënten :	0.328	0.045	0.113	0.113

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4383

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	0.061			
Interv.	0.169	0.047		
Ass.C.	0.163	0.041	0.129	
Crit.v.	0.326	0.060	0.128	0.148

Steekproefverdelingen van de gemiddelden van 1000 runs,  
met telkens 10 toegelatenen.

Variabele Gemiddelde St. dev.

Intell.	0.5382	0.2841
Pers.	0.3279	0.2796
Interv.	0.9382	0.2359
Ass.C.	1.0169	0.2510
Crit.v.	0.4159	0.3066

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 124768 per toegelatene  
bij salaris Fl 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

#6

50 ... 10, huidige selectieprocedure, hoge intercorrelaties

```
50 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v. { labels, op volgorde! }
4 { aantal selectiestappen }
45 40 20 10 { quota voor resp. intell, RPDV, interviews, AC }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.50	0.10	1.00		
Ass.C.	0.50	0.10	0.50	1.00	
Crit.v.	0.40	0.10	0.25	0.25	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	0.00	0.00
3e selectiestap	0.00	0.00	1.00	0.00
4e selectiestap	0.00	0.00	0.00	1.00

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.400	0.100	0.250	0.250
beta-coëfficiënten :	0.347	0.056	0.047	0.047

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4100

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	0.064			
Interv.	0.289	0.055		
Ass.C.	0.286	0.047	0.260	
Crit.v.	0.329	0.067	0.127	0.138

Parameters van de STEEKPROEFVERDELINGEN van de GEMIDDELDEN van 1000 runs:

Variabele	Gemiddelde	St. dev.
Intell.	0.7499	0.2694
Pers.	0.2973	0.2769
Interv.	1.0203	0.2335
Ass.C.	1.1615	0.2494
Crit.v.	0.3822	0.3048

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 114659 per toegelatene  
bij salaris Fl 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

#7

50 ... 10, ideale selectieprocedure, lage intercorrelaties

```
50 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v. {labels, op volgorde! }
4 { aantal selectiestappen }
45 40 20 10 { quota voor resp. intell, RPDV, interviews, AC }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.50	0.10	1.00		
Ass.C.	0.50	0.10	0.50	1.00	
Crit.v.	0.45	0.10	0.40	0.40	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	0.00	0.00
3e selectiestap	0.00	0.00	1.00	0.00
4e selectiestap	0.00	0.00	0.00	1.00

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.450	0.100	0.400	0.400
beta-coëfficiënten :	0.273	0.038	0.173	0.173

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.5150

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	0.065			
Interv.	0.322	0.041		
Ass.C.	0.282	0.045	0.258	
Crit.v.	0.314	0.080	0.214	0.219

Steekproefverdelingen van de gemiddelden van 1000 runs,  
met telkens 10 toegelatenen.

Variabele Gemiddelde St. dev.

Intell.	0.7645	0.2894
Pers.	0.3232	0.2739
Interv.	1.0298	0.2324
Ass.C.	1.1691	0.2435
Crit.v.	0.5901	0.2999

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 177030 per toegelatene  
bij salaris Fl 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

#8

50 ... 10, beste selectieprocedure, hoge intercorrelaties

```
50 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v. { labels in volgorde ! }
4 { aantal selectiestappen }
45 40 20 10 { quota voor resp. intell, RPDV, interviews, AC }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.70	0.10	1.00		
Ass.C.	0.70	0.10	0.70	1.00	
Crit.v.	0.45	0.10	0.40	0.40	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	0.00	0.00
3e selectiestap	0.00	0.00	1.00	0.00
4e selectiestap	0.00	0.00	0.00	1.00

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.450	0.100	0.400	0.400
beta-coëfficiënten :	0.283	0.049	0.116	0.116

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4742

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	0.049			
Interv.	0.481	0.047		
Ass.C.	0.441	0.036	0.437	
Crit.v.	0.306	0.042	0.235	0.208

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele Gemiddelde St. dev.

Intell.	0.9856	0.2655
Pers.	0.3057	0.2657
Interv.	1.1060	0.2262
Ass.C.	1.2655	0.2329
Crit.v.	0.5682	0.2951

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 170464 per toegelatene  
bij salaris Fl50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

#9

70 ... 1, huidige selectieprocedure, lage intercorrelaties

```
70 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v. { labels in volgorde ! }
4 { aantal selectiestappen }
13 12 4 1 { quota voor resp. intell, RPDV, interviews, AC }
50000 15.0 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.30	0.10	1.00		
Ass.C.	0.30	0.10	0.30	1.00	
Crit.v.	0.40	0.10	0.25	0.25	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	0.00	0.00
3e selectiestap	0.00	0.00	1.00	0.00
4e selectiestap	0.00	0.00	0.00	1.00

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.400	0.100	0.250	0.250
beta-coëfficiënten :	0.328	0.045	0.113	0.113

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4383

Correlaties berekend op de data voor 1000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	0.051			
Interv.	0.073	0.023		
Ass.C.	0.167	0.036	0.116	
Crit.v.	0.206	0.063	0.120	0.169

Parameters van de STEEKPROEFVERDELINGEN van de GEMIDDELDEN van 1000 runs:

Variabele	Gemiddelde	St. dev.	runs	toegelatenen-per-run
Intell.	1.5828	0.5729	1000	1
Pers.	0.4247	0.9276	1000	1
Interv.	1.4853	0.6180	1000	1
Ass.C.	1.7030	0.6487	1000	1
Crit.v.	0.8877	0.9140	1000	1

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 266297 per toegelaten kandidaat bij salaris Fl 50000 en dienstdtijd 15.0 jaar en 1 toegelatenen.

#10

70 ... 1, huidige selectieprocedure, hoge intercorrelaties

```
70 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v.
4 { aantal selectiestappen }
13 12 4 1 { quota voor resp. intell, RPDV, interviews, AC }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.50	0.10	1.00		
Ass.C.	0.50	0.10	0.50	1.00	
Crit.v.	0.40	0.10	0.25	0.25	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	0.00	0.00
3e selectiestap	0.00	0.00	1.00	0.00
4e selectiestap	0.00	0.00	0.00	1.00

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.400	0.100	0.250	0.250
beta-coëfficiënten :	0.347	0.056	0.047	0.047

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4100

Correlaties berekend op de data voor 1000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	-0.002			
Interv.	0.208	0.020		
Ass.C.	0.249	0.024	0.195	
Crit.v.	0.245	0.002	0.046	0.103

Parameters van de STEEKPROEFVERDELINGEN van de GEMIDDELDEN van 1000 runs:

Variabele	Gemiddelde	St. dev.
Intell.	1.7204	0.6311
Pers.	0.4515	0.9044
Interv.	1.7645	0.5990
Ass.C.	1.9403	0.6294
Crit.v.	0.7686	0.9639

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 230587 per toegelaten kandidaat bij salaris Fl 50000 en diensttijd 15.0 jaar en 1 toegelatenen.

#11

70 ... 1, beste selectieprocedure, lage intercorrelaties

```
70 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs) }
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v. { labels in volgorde ! }
4 { aantal selectiestappen }
13 12 4 1 { quota voor resp. intell, RPDV, interviews, AC }
50000 15.0 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.50	0.10	1.00		
Ass.C.	0.50	0.10	0.50	1.00	
Crit.v.	0.45	0.10	0.40	0.40	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	0.00	0.00
3e selectiestap	0.00	0.00	1.00	0.00
4e selectiestap	0.00	0.00	0.00	1.00

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.450	0.100	0.400	0.400
beta-coëfficiënten :	0.273	0.038	0.173	0.173

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.5150

Correlaties berekend op de data voor 1000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	-0.020			
Interv.	0.218	0.012		
Ass.C.	0.217	0.033	0.224	
Crit.v.	0.213	0.087	0.190	0.195

Parameters van de STEEKPROEFVERDELINGEN van de GEMIDDELDEN van 1000 runs:

Variabele	Gemiddelde	St. dev.
Intell.	1.6880	0.5926
Pers.	0.3819	0.8982
Interv.	1.7364	0.5877
Ass.C.	1.9433	0.5969
Crit.v.	1.1393	0.8680

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 341784 per toegelaten kandidaat bij salaris Fl 50000 en diensttijd 15.0 jaar en 1 toegelatenen.

#12

70 ... 1, beste selectieprocedure, hoge intercorrelaties

```
70 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v. { labels in volgorde ! }
4 { aantal selectiestappen }
13 12 4 1 { quota voor resp. intell, RPDV, interviews, AC }
50000 15.0 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.70	0.10	1.00		
Ass.C.	0.70	0.10	0.70	1.00	
Crit.v.	0.45	0.10	0.40	0.40	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	0.00	0.00
3e selectiestap	0.00	0.00	1.00	0.00
4e selectiestap	0.00	0.00	0.00	1.00

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.450	0.100	0.400	0.400
beta-coëfficiënten :	0.283	0.049	0.116	0.116

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4742

Correlaties berekend op de data voor 1000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	0.041			
Interv.	0.462	0.063		
Ass.C.	0.445	0.006	0.360	
Crit.v.	0.267	0.063	0.193	0.211

Parameters van de STEEKPROEFVERDELINGEN van de GEMIDDELDEN van 1000 runs:

Variabele	Gemiddelde	St. dev.
Intell.	1.8955	0.6569
Pers.	0.4033	0.9422
Interv.	2.0131	0.5869
Ass.C.	2.2142	0.5357
Crit.v.	1.0068	0.8934

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 302045 per toegelaten kandidaat bij salaris Fl. 50000 en diensttijd 15.0 jaar en 1 toegelatenen.



#13

90 -> 10, beta, huidige selectieprocedure, lage intercorrelaties

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v. { labels in volgorde ! }
1 { aantal selectiestappen }
10 { quotum }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.30	0.10	1.00		
Ass.C.	0.30	0.10	0.30	1.00	
Crit.v.	0.40	0.10	0.25	0.25	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	0.33	0.05	0.11	0.11

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.400	0.100	0.250	0.250
beta-coëfficiënten :	0.328	0.045	0.113	0.113

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4383

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	-0.124			
Interv.	-0.248	-0.001		
Ass.C.	-0.235	-0.007	0.064	
Crit.v.	0.161	0.031	0.059	0.069

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele Gemiddelde St. dev.

Intell.	1.5199	0.2226
Pers.	0.3796	0.3204
Interv.	0.9684	0.2857
Ass.C.	0.9681	0.2764
Crit.v.	0.7220	0.3041

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 216610 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

#14

90 -> 10, beta, huidige selectieprocedure, hoge intercorrelaties

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v. { labels in volgorde ! }
1 { aantal selectiestappen }
10 { quotum }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.50	0.10	1.00		
Ass.C.	0.50	0.10	0.50	1.00	
Crit.v.	0.40	0.10	0.25	0.25	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	0.38	0.06	0.01	0.01

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.400	0.100	0.250	0.250
beta-coëfficiënten :	0.347	0.056	0.047	0.047

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4100

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	-0.202			
Interv.	0.215	-0.006		
Ass.C.	0.214	0.007	0.360	
Crit.v.	0.181	0.023	0.082	0.089

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele Gemiddelde St. dev.

Intell.	1.6608	0.1978
Pers.	0.4232	0.3144
Interv.	0.8816	0.2882
Ass.C.	0.8832	0.2942
Crit.v.	0.6840	0.2896

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 205193 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

#15

90 -> 10, beta, beste selectieprocedure, lage intercorrelaties

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v. { labels in volgorde ! }
1 { aantal selectiestappen }
10 { quotum }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.50	0.10	1.00		
Ass.C.	0.50	0.10	0.50	1.00	
Crit.v.	0.45	0.10	0.40	0.40	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	0.27	0.04	0.17	0.17

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.450	0.100	0.400	0.400
beta-coëfficiënten :	0.273	0.038	0.173	0.173

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.5150

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	-0.066			
Interv.	-0.082	-0.025		
Ass.C.	-0.110	-0.013	0.017	
Crit.v.	0.143	0.014	0.138	0.115

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele Gemiddelde St. dev.

Intell.	1.4786	0.2297
Pers.	0.3199	0.3084
Interv.	1.3049	0.2460
Ass.C.	1.3060	0.2442
Crit.v.	0.8741	0.2997

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 262221 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

#16

90 -> 10, beta, beste selectieprocedure, hoge intercorrelaties

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v. { labels in volgorde ! }
1 { aantal selectiestappen }
10 { quotum }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.70	0.10	1.00		
Ass.C.	0.70	0.10	0.70	1.00	
Crit.v.	0.45	0.10	0.40	0.40	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	0.28	0.05	0.12	0.12

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.450	0.100	0.400	0.400
beta-coëfficiënten :	0.283	0.049	0.116	0.116

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4742

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	-0.132			
Interv.	0.151	-0.054		
Ass.C.	0.151	-0.063	0.308	
Crit.v.	0.172	0.018	0.145	0.131

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele Gemiddelde St. dev.

Intell.	1.5961	0.2032
Pers.	0.3540	0.3171
Interv.	1.4303	0.2366
Ass.C.	1.4270	0.2395
Crit.v.	0.8065	0.2793

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 241949 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

#17

90 -> 10, huidige selectieprocedure, alleen intelligentietest

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
2 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Crit.v. { labels in volgorde ! }
1 { aantal selectiestappen }
10 { quotum }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Crit.v.
Intell.	1.00	
Crit.v.	0.40	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.
1e selectiestap	1.00

	Intell.
validiteiten :	0.400
beta-coëfficiënten :	0.400

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4000

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.
Intell.	
Crit.v.	0.196

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele	Gemiddelde	St. dev.
Intell.	1.6771	0.1958
Crit.v.	0.6633	0.3023

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 198998 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

#18

90 -> 10, beste selectieprocedure, alleen intelligentietest

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
2 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Crit.v. { labels in volgorde ! }
1 { aantal selectiestappen }
10 { quotum }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Crit.v.
Intell.	1.00	
Crit.v.	0.45	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.
1e selectiestap	1.00
	Intell.
validiteiten :	0.450
beta-coëfficiënten :	0.450

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4500

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.
Intell.	
Crit.v.	0.215

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele	Gemiddelde	St. dev.
Intell.	1.6766	0.1965
Crit.v.	0.7367	0.2914

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 221006 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

#19

50 -> 10, huidige selectieprocedure, alleen intelligentietest

```
50 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
2 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Crit.v. { labels in volgorde ! }
1 { aantal selectiestappen }
10 { quotum }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Crit.v.
Intell.	1.00	
Crit.v.	0.40	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.
1e selectiestap	1.00
	Intell.
validiteiten :	0.400
beta-coëfficiënten :	0.400

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4000

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.
Intell.	
Crit.v.	0.220

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele	Gemiddelde	St. dev.
Intell.	1.3586	0.2198
Crit.v.	0.5439	0.3103

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 163164 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

#20

50 -> 10, beste selectieprocedure, alleen intelligentietest

```
50 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
2 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Crit.v. { labels in volgorde ! }
1 { aantal selectiestappen }
10 { quotum }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Crit.v.
Intell.	1.00	
Crit.v.	0.45	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.
1e selectiestap	1.00

	Intell.
validiteiten :	0.450
beta-coëfficiënten :	0.450

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4500

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.
Intell.	
Crit.v.	0.231

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele	Gemiddelde	St. dev.
Intell.	1.3794	0.2160
Crit.v.	0.6304	0.2994

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 189114 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.



#21

70 -> 1, huidige selectieprocedure, alleen intelligentietest

```
70 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
2 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Crit.v. { labels in volgorde ! }
1 { aantal selectiestappen }
1 { quotum }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Crit.v.
Intell.	1.00	
Crit.v.	0.40	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.
1e selectiestap	1.00

	Intell.
validiteiten :	0.400
beta-coëfficiënten :	0.400

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4000

Correlaties berekend op de data voor 1000 "toegelatenen":

	Intell.
Intell.	
Crit.v.	0.234

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 1 toegelaten.

Variabele	Gemiddelde	St. dev.
Intell.	2.3661	0.4483
Crit.v.	0.9204	0.9352

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 276110 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 1 toegelatenen.

#22

70 -> 1, beste selectieprocedure, alleen intelligentietest

```
70 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
2 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Crit.v. { labels in volgorde ! }
1 { aantal selectiestappen }
1 { quotum }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Crit.v.
Intell.	1.00	
Crit.v.	0.45	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.
1e selectiestap	1.00

	Intell.
validiteiten :	0.450
beta-coëfficiënten :	0.450

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4500

Correlaties berekend op de data voor 1000 "toegelatenen":

	Intell.
Intell.	
Crit.v.	0.247

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 1 toegelaten.

Variabele	Gemiddelde	St. dev.
Intell.	2.3700	0.4550
Crit.v.	1.0812	0.8968

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 324351 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 1 toegelatenen.

90 ... 10, zonder RPDV, huidige selectieprocedure, hoge intercorrelaties

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
4 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Interv. Ass.C. Crit.v. {labels, op volgorde! }
3 { aantal selectiestappen }
40 20 10 { quota voor resp. intell, interviews, AC }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix:

	Intell.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00			
Interv.	0.50	1.00		
Ass.C.	0.50	0.50	1.00	
Crit.v.	0.40	0.25	0.25	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap:

	Intell.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	0.00
3e selectiestap	0.00	0.00	1.00

	Intell.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.400	0.250	0.250
beta-coëfficiënten :	0.350	0.050	0.050

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4062

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Interv.	Ass.C.
Intell.			
Interv.	0.245		
Ass.C.	0.246	0.229	
Crit.v.	0.257	0.087	0.097

Steekproefverdelingen van de gemiddelden van 1000 runs,  
telkens 10 toegelaten.

Variabele	Gemiddelde	St. dev.
Intell.	1.1681	0.2304
Interv.	1.2855	0.2234
Ass.C.	1.4016	0.2441
Crit.v.	0.5393	0.2960

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 161791 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

90 ... 10, zonder RPDV, huidige selectieprocedure, hoge intercorrelaties, 2 fasen

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
4 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Interv. Ass.C. Crit.v. {labels, op volgorde! }
2 { aantal selectiestappen }
40 10 { quota voor resp. intell, interviews, AC }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00			
Interv.	0.50	1.00		
Ass.C.	0.50	0.50	1.00	
Crit.v.	0.40	0.25	0.25	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	1.00

	Intell.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.400	0.250	0.250
beta-coëfficiënten :	0.350	0.050	0.050

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4062

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Interv.	Ass.C.
Intell.			
Interv.	0.189		
Ass.C.	0.192	-0.155	
Crit.v.	0.271	0.070	0.081

Steekproefverdelingen van de gemiddelden van 1000 runs,  
telkens 10 toegelaten.

Variabele	Gemiddelde	St. dev.
Intell.	1.1877	0.2311
Interv.	1.3925	0.2405
Ass.C.	1.3815	0.2431
Crit.v.	0.5577	0.2994

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 167314 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

90 ... 10, zonder RPDV, huidige selectieprocedure, hoge intercorrelaties, 2 fasen, verdu

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Interv. Ass.C.I Ass.C.II Crit.v. {labels, op volgorde! }
3 { aantal selectiestappen }
40 20 10 { quota voor resp. intell, interviews, AC }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Interv.	Ass.C.I	Ass.C.II	Crit.v.
Intell.	1.00				
Interv.	0.50	1.00			
Ass.C.I	0.50	0.50	1.00		
Ass.C.II	0.50	0.50	0.50	1.00	
Crit.v.	0.40	0.25	0.25	0.25	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Interv.	Ass.C.I	Ass.C.II
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	0.00	0.00
3e selectiestap	0.00	0.00	1.00	1.00

	Intell.	Interv.	Ass.C.I	Ass.C.II
validiteiten :	0.400	0.250	0.250	0.250
beta-coëfficiënten :	0.340	0.040	0.040	0.040

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4074

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Interv.	Ass.C.I	Ass.C.II
Intell.				
Interv.	0.235			
Ass.C.I	0.196	0.193		
Ass.C.II	0.200	0.196	-0.054	
Crit.v.	0.263	0.112	0.079	0.098

Steekproefverdelingen van de gemiddelden van 1000 runs,  
telkens 10 toegelaten.

Variabele	Gemiddelde	St. dev.
Intell.	1.2082	0.2265
Interv.	1.2910	0.2201
Ass.C.I	1.2768	0.2627
Ass.C.II	1.2815	0.2443
Crit.v.	0.5798	0.2890

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 173927 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

beta-coëff. extranei/allochtonen huidige selectieprocedure, lage intercorrelaties

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v. {labels, op volgorde! }
1 { aantal selectiestappen }
10 { quotum }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.40	0.10	1.00		
Ass.C.	0.40	0.10	0.40	1.00	
Crit.v.	0.40	0.10	0.25	0.25	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	0.33	0.05	0.08	0.08

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.400	0.100	0.250	0.250
beta-coëfficiënten :	0.331	0.051	0.081	0.081

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4214

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	-0.145			
Interv.	-0.143	-0.021		
Ass.C.	-0.114	-0.016	0.174	
Crit.v.	0.154	0.023	0.068	0.073

Gehanteerde quota voor de achtereenvolgende selectiestappen:

10. Groep van 90 kandidaten

Parameters van de STEEKPROEFVERDELINGEN van de GEMIDDELDEN van 1000 runs:

Variabele	Gemiddelde	St. dev.	runs	toegelatenen-per-run
Intell.	1.5914	0.2049	1000	10
Pers.	0.3949	0.3179	1000	10
Interv.	0.9984	0.2734	1000	10
Ass.C.	0.9934	0.2840	1000	10
Crit.v.	0.6968	0.2997	1000	10

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 209027 per toegelatene  
bij salaris Fl 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

beta-coëff. extranei/allochtonen huidige selectieprocedure, hoge intercorrelaties

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v. {labels, op volgorde! }
1 { aantal selectiestappen }
10 { quotum }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.50	0.10	1.00		
Ass.C.	0.50	0.10	0.50	1.00	
Crit.v.	0.40	0.10	0.25	0.25	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	0.35	0.06	0.05	0.05

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.400	0.100	0.250	0.250
beta-coëfficiënten :	0.347	0.056	0.047	0.047

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4100

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	-0.194			
Interv.	0.052	-0.006		
Ass.C.	0.057	-0.024	0.291	
Crit.v.	0.180	0.025	0.076	0.068

Gehanteerde quota voor de achtereenvolgende selectiestappen:

10. Groep van 90 kandidaten

Parameters van de STEEKPROEFVERDELINGEN van de GEMIDDELDEN van 1000 runs:

Variabele	Gemiddelde	St. dev.	runs	toegelatenen-per-run
Intell.	1.6312	0.2005	1000	10
Pers.	0.4045	0.3147	1000	10
Interv.	1.0167	0.2737	1000	10
Ass.C.	1.0210	0.2826	1000	10
Crit.v.	0.6933	0.2928	1000	10

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 207997 per toegelatene  
bij salaris Fl 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

omgekeerde volgorde: huidige selectieprocedure, hoge intercorrelaties

```
70 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v. {labels, op volgorde! }
4 { aantal selectiestappen }
13 12 4 1 { quota voor resp. intell, RPDV, interviews, AC }
50000 15.0 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.50	0.10	1.00		
Ass.C.	0.50	0.10	0.50	1.00	
Crit.v.	0.40	0.10	0.25	0.25	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	0.00	0.00	0.00	1.00
2e selectiestap	0.00	0.00	1.00	0.00
3e selectiestap	0.00	1.00	0.00	0.00
4e selectiestap	1.00	0.00	0.00	0.00

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.400	0.100	0.250	0.250
beta-coëfficiënten :	0.347	0.056	0.047	0.047

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4100

Correlaties berekend op de data voor 1000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	0.014			
Interv.	0.235	0.067		
Ass.C.	0.237	0.055	0.265	
Crit.v.	0.199	0.018	0.071	0.090

STEEKPROEFVERDELING van GEMIDDELDEN van 1000 runs, 1 toegelatene per run

Variabele Gemiddelde St. dev.

Intell.	1.7208	0.6069
Pers.	1.1667	0.6020
Interv.	1.1978	0.8172
Ass.C.	1.6076	0.5512
Crit.v.	0.7851	0.9416

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 235518 per toegelaten kandidaat  
bij salaris Fl 50000 en diensttijd 15.0 jaar en 1 toegelatenen.



Simulatie: selectie op je beste instrument, hoge intercorrelaties

```
70 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
2 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Crit.v. { labels in volgorde ! }
1 { aantal selectiestappen }
1 { quotum }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Crit.v.
Intell.	1.00	
Crit.v.	0.40	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.
1e selectiestap	1.00
	Intell.
validiteiten :	0.400
beta-coëfficiënten :	0.400

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4000

Correlaties berekend op de data voor 1000 "toegelatenen":

	Intell.
Intell.	
Crit.v.	0.187

STEEKPROEFVERDELINGEN van de GEMIDDELDEN van 1000 runs, 1 toegelatene per run

Variabele Gemiddelde St. dev.

Intell.	2.3594	0.4337
Crit.v.	0.9672	0.9381

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 290156 per toegelaten kandidaat  
bij salaris Fl 50000 en diensttijd 15.0 jaar en 1 toegelatenen.

Simulatie extranei/allochtonen huidige selectieprocedure, hoge intercorrelaties

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v. {labels, op volgorde! }
4 { aantal selectiestappen }
45 40 20 10 { quota voor resp. intell, RPDV, interviews, AC }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.50	0.10	1.00		
Ass.C.	0.50	0.10	0.50	1.00	
Crit.v.	0.40	0.10	0.25	0.25	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	0.00	0.00
3e selectiestap	0.00	0.00	1.00	0.00
4e selectiestap	0.00	0.00	0.00	1.00

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.400	0.100	0.250	0.250
beta-coëfficiënten :	0.347	0.056	0.047	0.047

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4100

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	0.029			
Interv.	0.248	0.041		
Ass.C.	0.244	0.056	0.240	
Crit.v.	0.272	0.060	0.109	0.111

STEEKPROEFVERDELINGEN van de GEMIDDELDEN van 1000 runs, 10 toegelaten per run

Variabele	Gemiddelde	St. dev.
Intell.	1.1021	0.2293
Pers.	0.3629	0.2804
Interv.	1.2510	0.2260
Ass.C.	1.3671	0.2310
Crit.v.	0.5206	0.3034

Verwachte opbrengst selectie is Fl.156188 per toegelatene  
bij salaris Fl 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

90-40-10, zonder RPDV, 2 selectiefasen, huidig & hoge intercorrelaties, VERDUBBELD AC

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Interv. Ass.C.I Ass.C.II Crit.v. {labels, op volgorde! }
2 { aantal selectiestappen }
40 10 { voor iedere selectiestap het quotum }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Interv.	Ass.C.I	Ass.C.II	Crit.v.
Intell.	1.00				
Interv.	0.50	1.00			
Ass.C.I	0.50	0.50	1.00		
Ass.C.II	0.50	0.50	0.50	1.00	
Crit.v.	0.40	0.25	0.25	0.25	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Interv.	Ass.C.I	Ass.C.II
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	1.00	1.00

	Intell.	Interv.	Ass.C.I	Ass.C.II
validiteiten :	0.400	0.250	0.250	0.250
beta-coëfficiënten :	0.340	0.040	0.040	0.040

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4074

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Interv.	Ass.C.I	Ass.C.II
Intell.				
Interv.	0.165			
Ass.C.I	0.175	-0.034		
Ass.C.II	0.176	-0.039	-0.036	
Crit.v.	0.260	0.075	0.062	0.073

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele Gemiddelde St. dev.

Intell.	1.2029	0.2232
Interv.	1.3236	0.2582
Ass.C.I	1.3171	0.2542
Ass.C.II	1.3274	0.2458
Crit.v.	0.5531	0.3062

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 165931 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

90-40-10, zonder RPDV, 2 selectiefasen, beste & lage intercorrelaties, VERDUBBELD AC

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Interv. Ass.C.I Ass.C.II Crit.v. {labels, op volgorde! }
2 { aantal selectiestappen }
40 10 { voor iedere selectiestap het quotum }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Interv.	Ass.C.I	Ass.C.II	Crit.v.
Intell.	1.00				
Interv.	0.50	1.00			
Ass.C.I	0.50	0.50	1.00		
Ass.C.II	0.50	0.50	0.50	1.00	
Crit.v.	0.45	0.40	0.40	0.40	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Interv.	Ass.C.I	Ass.C.II
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	1.00	1.00

	Intell.	Interv.	Ass.C.I	Ass.C.II
validiteiten :	0.450	0.400	0.400	0.400
beta-coëfficiënten :	0.240	0.140	0.140	0.140

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.5254

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Interv.	Ass.C.I	Ass.C.II
Intell.				
Interv.	0.156			
Ass.C.I	0.172	-0.036		
Ass.C.II	0.181	-0.036	-0.026	
Crit.v.	0.237	0.143	0.112	0.157

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele Gemiddelde St. dev.

Intell.	1.2044	0.2239
Interv.	1.3245	0.2564
Ass.C.I	1.3223	0.2459
Ass.C.II	1.3223	0.2511
Crit.v.	0.8385	0.2934

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 251559 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

90-40-10, zonder RPDV, 2 selectiefasen, beste & hoge intercorrelaties, VERDUBBELD AC

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Interv. Ass.C.I Ass.C.II Crit.v. {labels, op volgorde! }
2 { aantal selectiestappen }
40 10 { voor iedere selectiestap het quotum }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Interv.	Ass.C.I	Ass.C.II	Crit.v.
Intell.	1.00				
Interv.	0.70	1.00			
Ass.C.I	0.70	0.70	1.00		
Ass.C.II	0.70	0.70	0.70	1.00	
Crit.v.	0.45	0.40	0.40	0.40	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Interv.	Ass.C.I	Ass.C.II
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	1.00	1.00

	Intell.	Interv.	Ass.C.I	Ass.C.II
validiteiten :	0.450	0.400	0.400	0.400
beta-coëfficiënten :	0.258	0.091	0.091	0.091

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4752

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Interv.	Ass.C.I	Ass.C.II
Intell.				
Interv.	0.322			
Ass.C.I	0.328	0.174		
Ass.C.II	0.341	0.177	0.188	
Crit.v.	0.235	0.143	0.142	0.138

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele Gemiddelde St. dev.

Intell.	1.3664	0.2371
Interv.	1.4954	0.2240
Ass.C.I	1.4929	0.2303
Ass.C.II	1.4913	0.2299
Crit.v.	0.7746	0.2907

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 232380 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

90-40-10, zonder RPDV, 2 selectiefasen, huidig & lage intercorrelaties

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
4 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Interv. Ass.C. Crit.v. {labels, op volgorde! }
2 { aantal selectiestappen }
40 10 { voor iedere selectiestap het quotum }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00			
Interv.	0.30	1.00		
Ass.C.	0.30	0.30	1.00	
Crit.v.	0.40	0.25	0.25	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	1.00

	Intell.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.400	0.250	0.250
beta-coëfficiënten :	0.330	0.116	0.116

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4361

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Interv.	Ass.C.
Intell.			
Interv.	0.094		
Ass.C.	0.079	-0.355	
Crit.v.	0.244	0.075	0.079

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele Gemiddelde St. dev.

Intell.	1.0507	0.2105
Interv.	1.2134	0.2592
Ass.C.	1.2144	0.2567
Crit.v.	0.6326	0.2922

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 189782 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

90-40-10, zonder RPDV, 2 selectiefasen, huidig & hoge intercorrelaties

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
4 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Interv. Ass.C. Crit.v. {labels, op volgorde! }
2 { aantal selectiestappen }
40 10 { voor iedere selectiestap het quotum }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00			
Interv.	0.50	1.00		
Ass.C.	0.50	0.50	1.00	
Crit.v.	0.40	0.25	0.25	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	1.00

	Intell.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.400	0.250	0.250
beta-coëfficiënten :	0.350	0.050	0.050

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4062

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Interv.	Ass.C.
Intell.			
Interv.	0.180		
Ass.C.	0.189	-0.168	
Crit.v.	0.261	0.066	0.081

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele Gemiddelde St. dev.

Intell.	1.1921	0.2266
Interv.	1.3959	0.2504
Ass.C.	1.3994	0.2466
Crit.v.	0.5678	0.3040

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 170329 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

90-40-10, zonder RPDV, 2 selectiefasen, beste & lage intercorrelaties

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
4 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Interv. Ass.C. Crit.v. {labels, op volgorde! }
2 { aantal selectiestappen }
40 10 { voor iedere selectiestap het quotum }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00			
Interv.	0.50	1.00		
Ass.C.	0.50	0.50	1.00	
Crit.v.	0.45	0.40	0.40	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	1.00

	Intell.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.450	0.400	0.400
beta-coëfficiënten :	0.275	0.175	0.175

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.5136

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Interv.	Ass.C.
Intell.			
Interv.	0.178		
Ass.C.	0.187	-0.181	
Crit.v.	0.249	0.151	0.145

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele Gemiddelde St. dev.

Intell.	1.1710	0.2218
Interv.	1.3917	0.2348
Ass.C.	1.4063	0.2378
Crit.v.	0.8060	0.2966

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 241793 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.



90-40-10, zonder RPDV, 2 selectiefasen, beste & hoge intercorrelaties

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
4 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Interv. Ass.C. Crit.v. {labels, op volgorde! }
2 { aantal selectiestappen }
40 10 { voor iedere selectiestap het quotum }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00			
Interv.	0.70	1.00		
Ass.C.	0.70	0.70	1.00	
Crit.v.	0.45	0.40	0.40	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	1.00

	Intell.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.450	0.400	0.400
beta-coëfficiënten :	0.285	0.118	0.118

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4718

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Interv.	Ass.C.
Intell.			
Interv.	0.344		
Ass.C.	0.327	0.069	
Crit.v.	0.260	0.149	0.155

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele Gemiddelde St. dev.

Intell.	1.3396	0.2277
Interv.	1.5398	0.2278
Ass.C.	1.5334	0.2217
Crit.v.	0.7347	0.2979

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 220407 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

90-20-10, zonder RPDV, 2 selectiefasen, huidige & lage intercorrelaties

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
4 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Interv. Ass.C. Crit.v. {labels, op volgorde! }
2 { aantal selectiestappen }
20 10 { voor iedere selectiestap het quotum }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00			
Interv.	0.30	1.00		
Ass.C.	0.30	0.30	1.00	
Crit.v.	0.40	0.25	0.25	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	1.00

	Intell.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.400	0.250	0.250
beta-coëfficiënten :	0.330	0.116	0.116

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4361

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Interv.	Ass.C.
Intell.			
Interv.	0.085		
Ass.C.	0.111	-0.182	
Crit.v.	0.215	0.108	0.100

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele Gemiddelde St. dev.

Intell.	1.3896	0.1953
Interv.	0.9755	0.2823
Ass.C.	0.9839	0.2707
Crit.v.	0.6852	0.2919

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 205572 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

90-20-10, zonder RPDV, 2 selectiefasen, huidige & hoge intercorrelaties

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
4 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Interv. Ass.C. Crit.v. {labels, op volgorde! }
2 { aantal selectiestappen }
20 10 { voor iedere selectiestap het quotum opgeven}
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00			
Interv.	0.50	1.00		
Ass.C.	0.50	0.50	1.00	
Crit.v.	0.40	0.25	0.25	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	1.00

	Intell.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.400	0.250	0.250
beta-coëfficiënten :	0.350	0.050	0.050

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4062

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Interv.	Ass.C.
Intell.			
Interv.	0.193		
Ass.C.	0.193	-0.041	
Crit.v.	0.216	0.057	0.073

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele Gemiddelde St. dev.

Intell.	1.4439	0.2036
Interv.	1.2370	0.2542
Ass.C.	1.2547	0.2610
Crit.v.	0.6397	0.3008

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 191911 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

90-20-10, zonder RPDV, 2 selectiefasen, beste & lage intercorrelaties

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
4 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Interv. Ass.C. Crit.v. {labels, op volgorde! }
2 { aantal selectiestappen }
20 10 { voor iedere selectiestap het quotum opgeven}
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00			
Interv.	0.50	1.00		
Ass.C.	0.50	0.50	1.00	
Crit.v.	0.45	0.40	0.40	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	1.00

	Intell.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.450	0.400	0.400
beta-coëfficiënten :	0.275	0.175	0.175

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.5136

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Interv.	Ass.C.
Intell.			
Interv.	0.199		
Ass.C.	0.200	-0.028	
Crit.v.	0.221	0.183	0.173

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele Gemiddelde St. dev.

Intell.	1.4478	0.1967
Interv.	1.2415	0.2673
Ass.C.	1.2342	0.2555
Crit.v.	0.8417	0.2840

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 252500 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

90-20-10, zonder RPDV, 2 selectiefasen, beste & hoge intercorrelaties

```
90 { aantal kandidaten }
1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
4 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Interv. Ass.C. Crit.v. {labels, op volgorde! }
2 { aantal selectiestappen }
20 10 { voor iedere selectiestap het quotum opgeven}
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }
```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00			
Interv.	0.70	1.00		
Ass.C.	0.70	0.70	1.00	
Crit.v.	0.45	0.40	0.40	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	1.00

	Intell.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.450	0.400	0.400
beta-coëfficiënten :	0.285	0.118	0.118

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4718

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Interv.	Ass.C.
Intell.			
Interv.	0.343		
Ass.C.	0.340	0.181	
Crit.v.	0.229	0.150	0.161

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele Gemiddelde St. dev.

Intell.	1.5012	0.2004
Interv.	1.4611	0.2360
Ass.C.	1.4501	0.2367
Crit.v.	0.7548	0.2844

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 226452 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

```

267909 { unieke seed voor deze simulatie, bijv. datum en uur als 1 getal }

267909.Uit { Naam voor uitvoerfile, 12 plaatsen }
90 ... 20, beta-coeff in laatste fase, huidige selectieprocedure, hoge intercorrelaties

  90 { aantal kandidaten }
 1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
   5 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v. { variabele-labels in volgorde ! }
  4 { aantal selectiestappen }
 45 40 20 10 { quota voor resp. intell, RPDV, interviews, AC }
50000 15 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }

```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.50	0.10	1.00		
Ass.C.	0.50	0.10	0.50	1.00	
Crit.v.	0.40	0.10	0.25	0.25	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	0.00	0.00
3e selectiestap	0.00	0.00	1.00	0.00
4e selectiestap	0.25	0.05	0.02	0.06

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.400	0.100	0.250	0.250
beta-coëfficiënten :	0.347	0.056	0.047	0.047

De multiple correlatie van de predictoren met het criterium is: 0.4100

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	-0.153			
Interv.	0.165	0.001		
Ass.C.	0.044	-0.011	0.236	
Crit.v.	0.221	0.022	0.090	0.037

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele	Gemiddelde	St. dev.
Intell.	1.4053	0.2198
Pers.	0.5124	0.2926
Interv.	1.2508	0.2269
Ass.C.	1.0504	0.2724
Crit.v.	0.6170	0.2954

Verwachte opbrengst selectie is Fl. 185110 per toegelatene  
bij salaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

```

2879011 { seed, datum en uur als 1 getal }

2879011.Uit { Naam voor uitvoerfile, 12 plaatsen }
90 ... 20, 2-stappen, zonder RPDV, beste val, lage r's

  90 { aantal kandidaten }
  1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
  4 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Interv. Ass.C. Crit.v. { variabele-labels in volgorde ! }
  2 { aantal selectiestappen }
  40 10 { quota voor resp. intell, RPDV, interviews, AC }
50000 15.0 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }

```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00			
Interv.	0.50	1.00		
Ass.C.	0.50	0.50	1.00	
Crit.v.	0.45	0.40	0.40	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00
2e selectiestap	0.00	1.00	1.00

	Intell.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.450	0.400	0.400
beta-coëfficiënten :	0.275	0.175	0.175

De multiple correlatie van predictoren met criterium is: 0.514.

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Interv.	Ass.C.
Intell.			
Interv.	0.185		
Ass.C.	0.181	-0.186	
Crit.v.	0.266	0.149	0.143

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele	Gemiddelde	St. dev.
Intell.	1.1840	0.2310
Interv.	1.4040	0.2397
Ass.C.	1.4000	0.2461
Crit.v.	0.8298	0.2920

De verwachte selectieopbrengst is Fl. 248926 per toegelatene,  
bij bruto jaarsalaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.



```

2879020 { seed, datum en uur als 1 getal }

2879020.Uit { Naam voor uitvoerfile, 12 plaatsen }
90 ... 10, 1-stap, zonder RPDV, beste val, lage r's

  90 { aantal kandidaten }
  1000 { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
  4 { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Interv. Ass.C. Crit.v. { variabele-labels in volgorde ! }
  1 { aantal selectiestappen }
  10 { quota voor resp. intell, RPDV, interviews, AC }
50000 15.0 { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }

```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00			
Interv.	0.50	1.00		
Ass.C.	0.50	0.50	1.00	
Crit.v.	0.45	0.40	0.40	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	1.00	0.00	0.00

	Intell.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.450	0.400	0.400
beta-coëfficiënten :	0.275	0.175	0.175

De multiple correlatie van predictoren met criterium is: 0.514.

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Interv.	Ass.C.
Intell.			
Interv.	0.257		
Ass.C.	0.253	0.372	
Crit.v.	0.220	0.275	0.265

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele	Gemiddelde	St. dev.
Intell.	1.6806	0.1906
Interv.	0.8460	0.3008
Ass.C.	0.8470	0.2849
Crit.v.	0.7617	0.2955

De verwachte selectieopbrengst is Fl. 228506 per toegelatene,  
bij bruto jaarsalaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

```

14109016      { seed, bijv. datum en uur als 1 getal }

Loten        { Naam voor uitvoerfile, 12 plaatsen }
90 ... 10, loten, 1-stap, huidige val, hoge r's    { beschrijving }

    90        { aantal kandidaten }
    1000      { aantal keren dat deze selectie wordt gesimuleerd (runs)}
    5         { aantal variabelen, incl. criteria, in deze selectieprocedure }
Intell. Pers. Interv. Ass.C. Crit.v.      { 8-char variabele-labels in
volgorde! }
    1         { aantal selectiestappen }
    10        { quota voor resp. intell, RPDV, interviews, AC }
50000 15.0   { bruto jaarsalaris en gemiddeld aantal dienstjaren }

```

Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.	Crit.v.
Intell.	1.00				
Pers.	0.10	1.00			
Interv.	0.50	0.10	1.00		
Ass.C.	0.50	0.10	0.50	1.00	
Crit.v.	0.45	0.10	0.25	0.25	1.00

Ingevoerde gewichten per selectiestap

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
1e selectiestap	0.00	0.00	0.00	0.00

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
validiteiten :	0.450	0.100	0.250	0.250
beta-coëfficiënten :	0.422	0.053	0.022	0.022

De multiple correlatie van predictoren met criterium is: 0.454.

Correlaties berekend op de data voor 10000 "toegelatenen":

	Intell.	Pers.	Interv.	Ass.C.
Intell.				
Pers.	0.102			
Interv.	0.499	0.091		
Ass.C.	0.500	0.091	0.496	
Crit.v.	0.452	0.099	0.242	0.255

Steekproefverdeling van gemiddelden van 1000 runs, telkens 10 toegelaten.

Variabele Gemiddelde St. dev.

Intell.	0.0046	0.3194
Pers.	-0.0037	0.3181
Interv.	0.0070	0.3201
Ass.C.	-0.0088	0.3184
Crit.v.	0.0090	0.3165

De verwachte selectieopbrengst is Fl. 2700 per toegelatene,  
bij bruto jaarsalaris Fl. 50000 en 15.0 dienstjaren; 10 toegelatenen.

PROGRAM SimSelec; { code: CodeWarrior 4 Pascal; deze broncode is niet opgenomen in rapport 246 }

{

Programmatuur geschreven door Ben Wilbrink,  
Stichting Centrum voor Onderwijsonderzoek van de Universiteit van Amsterdam  
Dit programma is niet voor commercieel gebruik bedoeld,  
Verantwoordelijkheid voor eventuele fouten in het programma  
moet de gebruiker zelf nemen.  
Alle auteursrechten berusten bij Ben Wilbrink / SCO.  
Belangrijke onderdelen van dit programma zijn ontwikkeld in het kader van  
het onderzoekproject selectie NPA in opdracht van het ministerie van  
Binnenlandse Zaken, in najaar 1990 door de SCO te rapporteren,  
auteurs Wilbrink, van Hoom, van der Kamp en Algera.

}

{

Simuleert multivariaatnormaalverdeling,  
en doet op basis daarvan simulaties voor opgegeven selectieprocedure.  
De parameters en de correlatiematrix voor de uit te voeren simulaties  
worden ingelesen vanuit de file Simulati.Inv.  
Voorafgaand aan iedere serie runs moet een nieuw uniek SEED voor de  
random-getallen-generator worden opgegeven (als const), bv. door  
daarvoor datum en uur te gebruiken.

}

{

Het ontwerp voor deze simulatiestudies, waar dit programma onderdeel van  
uitmaakt, is als volgt.

- (1) De selectie vindt plaats op basis van één of meerdere predictoren.
- (2) Iedere predictor wordt verondersteld normaal te zijn verdeeld.
- (3) De selectie is gebaseerd op de voorspelling van een als normaal verdeeld te beschouwen criteriumvariabele. Dat wil zeggen: de laatste gedeclareerde variabele wordt verondersteld de enige criteriumvariabele te zijn. De multiple correlatie die wordt berekend is de correlatie van alle andere variabelen met deze criteriumvariabele. Deze criteriumvariabele kan niet in de selectie meedoen (er kan geen wegingsfactor voor worden opgegeven). Er kunnen best meerdere criteriumvariabelen worden gebruikt, eenvoudig door van daartoe bedoelde variabelen geen gebruik te maken bij de selectie, dus door ze voor iedere selectiestap het gewicht 0 te geven. De uitvoer van gemiddelden etc. bevat de resultaten van de selectie in termen van de zo bedoelde criteriumvariabelen.
- (4) De relaties tussen de genoemde normaal verdeelde variabelen in een ongeselecteerde groep kandidaten worden weergegeven in een correlatiematrix (of, al naar gelang dat uitkomt, in een variantie-covariantie matrix en de vector van gemiddelden). Om in deze matrix reële waarden in te kunnen vullen, is het noodzakelijk uit de literatuur (meta-studies) de richtinggevende voorspellende waarden voor bijv. interviews te halen.  
N.B.: alle correlaties worden gespecificeerd als geldend voor de ONGESELECTEERDE groep kandidaten.
- (5) Uit de aldus gespecificeerde multivariate normaalverdeling worden random trekkingen ('cases') gedaan. Voor de programmatuur wordt gebruik gemaakt van o.a. Yakowitz ( 1977), en Press, Flannery, Teukolsky, & Vetterling (1986, 1989)  
( Zie de LITERATUUR na het einde van het programma )
- (6) Voor de concrete te simuleren selectieprocedure worden de getrokken

cases behandeld volgens de voor de selectie gestelde regels. Deze regels worden verondersteld als volgt te kunnen worden beschreven: de selectie bestaat uit één of meer afzonderlijke selectiestappen; voor iedere stap wordt aangegeven op basis van welke predictoren en zo ja met welk gewicht, de selectie voor die stap zal plaatsvinden. De beperking is hier dat predictoren alleen in lineaire combinaties kunnen worden gebruikt (al dan niet gewogen scores bij elkaar optellen). Een bijzonder geval dat door deze programmatuur wordt bestreken is zodoende in ieder geval de enkelvoudige (in 1 stap) selectie op grond van een multiple regressie van criterium op meerdere predictorscores.

- (7) Voor een bepaalde selectieprocedure kunnen meerdere 'runs' worden gedaan, zodat een steekproefverdeling kan worden gepresenteerd. Te denken valt aan telkens 100 runs.
  
  - (8) Nu kan worden onderzocht hoe gevoelig de selectieuitkomsten (bijv. gemiddelde criteriumscores) zijn voor bepaalde wijzigingen in de selectieprocedure: andere selectieverhoudingen bij de onderscheiden stappen, door werving verbeterde kwaliteit van de nog ongeselecteerde groep kandidaten, andere volgorde van de tests/interviews/assessment, verbeterde kwaliteit van afzonderlijke selectiestappen. (te variëren parameters kunnen dus de correlatiematrix, zowel als de selectieratio's betreffen.).
- }

Voor een gecompileerde applicatie neem contact op: [benwilbrik@euronet.nl](mailto:benwilbrik@euronet.nl).

(\*

Tzt toevoegen: procedure voor het vinden van de beste predictoren uit een in de ingevoerde correlatiematrix aangegeven set, e.e.a. min of meer ook zoals het in standaard statistiekpakketten gebeurt (zie bv. James Stevens, Applied multivariate statistics for the social sciences, 1986. Het principe is heel eenvoudig: van gegeven serie predictieve validiteiten de hoogste kiezen; voor de overige variabelen de partiële voorspellende geldigheden berekenen; voor de nieuwe set opnieuw de hoogste kiezen. E.e.a. is dus eenvoudig te programmeren: ik moet alleen voor de partiële correlatie een algoritme hebben dat gebruikt maakt van de procedure Cor.

Tzt toevoegen: subroutines voor meta-analytische berekeningen. Hunter & Schmidt (1990) geven in BASIC geschreven routines hiervoor.

\*)

uses ATM\_Metropatch;

const

```
nCasesMax = 200;
  { i.v.m. array waarin scores worden bewaard en gesorteerd;
  dit aantal is ook ongeveer de limiet van wat zonder
  problemen kan worden geprogrammeerd. Voor echt grotere
  aantallen is het in eerste aanleg handiger om toch
  binnen deze limiet te blijven en met meer runs te werken.
  In beginsel kan natuurlijk het data-array naar schijf
  worden weggeschreven en weer opgehaald, maar dat levert
  bij het sorteren toch teveel complicaties op, en tenminste
  zou een en ander ernstig ten koste van de snelheid gaan.
  }
nVarMax = 12; { maximum aantal variabelen, t.b.v. var declaraties }
nStappenMax = 12; { maximum aantal selectiestappen, t.b.v. var declaraties }
correlaties = FALSE; { bij iedere run correlatiematrix geven ja/nee ? }
gBigNumber = 1000000000; { voor procedure Ran3 }
```

type

```
transType = array [ 0.. nVarMax, 1.. 2 ] of longreal;
  { positie 0 wordt gebruikt bij stapsgewijze selectie. rij 1 is voor
  random normal deviates zoals met de functie GasDev te genereren, rij 2
  voor de scores die hieruit worden berekend door voorvermenigvuldigen
  met de matrix T. Het is nodig de normal deviates te bewaren en bij het
  sorteren telkens mee te nemen: daardoor is het mogelijk het genereren
  van normal deviates en scores voor de meeste variabelen voor vroeg
  uitgeselecteerde kandidaten te voorkomen, en daardoor juist bij
  kleinere selectieratios grote tijdwinst te boeken. De keerzijde van
  deze medaille is dat nCasesMax en nVarMax klein moeten blijven.
  }
nVarType = array [ 1.. nVarMax ] of longreal;
MatrixType = array [ 1 .. nVarMax ] of nVarType;
LabelType = array [ 1 .. 8 ] of char;
```

var

```
seed, idum : longint; { iedere opstart: kies een nieuwe seed }
nRuns: longint; { aantal keren simuleren met telkens nCases.
  type longint is nodig i.v.m. vermenigvuldigen met integers }
nCases: longint; { aantal cases per run }
nVar: longint; { multivariate verdeling van nVar variabelen, tevens
  dimensie van in te lezen correlatiematrix }
nStappen: longint; { aantal selectiestappen, tussen 1 en nVar }
diensttijd: longreal; { verwacht aantal dienstjaren voor geselecteerden }
salaris: longint; { bruto jaarsalaris voor betreffende functie }
gauss1: longint; { voor procedure GasDev }
```

```

gauss2: longreal;           { voor procedure GasDev }
gCel, gCel2: longint;
gKnuthArr: array[1..55] of longint; { Procedure Knuth }
MLabels: array [ 1 .. nVarMax] of LabelType;
           { matrix met labels voor variabelen}
stats, statsRuns: array [ 1 .. nVarMax, 1 .. 3 ] of longreal;
crossProduct: array [ 1 .. nVarMax , 1 .. nVarMax ] of longreal;
som: array [ 1 .. nVarMax ]of longreal;
W : array [ 1 .. nStappenMax, 1 .. nVarMax ]of longreal;
           { matrix met predictor gewichten per selectiestap }
A, PredInv, T, U : MatrixType;
           { resp. de ingevoerde variantie / covariantiematrix,
           de inverse hiervan nodig voor multiple correlatie,
           de Choleski factor hiervan die nodig is om van
           random normal deviates te komen tot de met A
           over de predictoren gespecificeerde multivariate
           normaalverdeling,
           correlatiematrix voor geselecteerden in nRuns }
quotum: array [ 0 .. nStappenMax ]of longint;
           { op positie 0 het aantal kandidaten waarmee de
           selectie start. Op positie x het aantal
           na stap x geselecteerde kandidaten. }
casus: array [ 1 .. nCasesMax ]of transType;
           { volledige matrix over alle nCases kandidaten;
           bij iedere stap geselecteerden worden telkens
           bovenaan geplaatst, en daar gaat de selectie mee
           verder. }
Gegenereerd: array [ 1 .. nVarMax ] of boolean;
           { zijn scores voor deze variabele al gegenereerd?
           zie opmerking bij globale transType declaratie. }
GegenereerdRandom: array [ 1 .. nVarMax ]of boolean;
           { zijn de GasDev's op deze plaats al gegenereerd?
           zie opmerking bij globale transType declaratie. }
f, inv: TEXT; { uitvoerfile, invoerfile }
MultR: longreal; { R van predictoren met criterium }
validiteitenVector: nVarType; { vector met voorspellende geldigheden }
volgende: boolean; { ook de volgende reeks ? }
langelInteger: longint;
tellerH: longint;
ch: char;
NaamUitvoer: String [ 12];
tekst: string;

```

```

Procedure Writeln;
begin
    Writeln;
    Writeln ( f )
end;

```

```

Procedure Wrt ( tekst: string );
begin
    Write ( tekst);
    Write ( f, tekst )
end;

```

```

Procedure WrtLn ( tekst: string );
begin
    Writeln ( tekst);
    Writeln ( f, tekst )
end;

```

```

Procedure WriteInteger ( int : longint );
begin
  Write ( int : 1 );
  Write ( f, int : 1 )
end;

```

```

Procedure WriteReal ( reeel : Real );
begin
  Write ( reeel : 6 : 3 );
  Write ( f, reeel : 6 : 3 )
end;

```

```

Procedure SchrijfLabel ( dezeVar : longint);
  { schrijf het label van de variabele dezeVar }
var
  j: longint;
begin
  for j := 1 to 8 do
    Write ( MLabels [ dezeVar, j ])
  end;

```

```

Procedure SchrijfLabels ( dezeVar : longint);
  { schrijf het label van de variabele dezeVar, ook naar uitvoerfile }
var j : longint;
begin
  for j := 1 to 8 do
    Wrt ( MLabels [ dezeVar, j ])
  end;

```

```

Function Ran3 : longreal;
  { Random getallen generator gebaseerd op (met behoud van de naam Ran3):
  Press et al. 1986, blz. 199, 715-716.
  Hier is gekozen voor gebruik van 4-byte integers, dus longint, ipv reals.
  Deze procedure veronderstelt initialiseren door procedure Ran3Init.
  Deze procedure is sneller dan gebruikmaken van Ran0 en de SANE function
  RandomX, welke laatste nog moet worden vertaald naar 0-1 range.
  Veronderstelt initialisatie-procedure Ran3Init
  ( wordt in het hoofdprogramma aangeroepen )
  }
const
  delen = 10e-10;
var
  v { verschil } : longint;
begin
  gCel := gCel + 1;      { Hoog celnummer op met 1 }
  gCel2 := gCel2 + 1;   { Hoog celnummer op met 1 }
  if gCel = 56 then     { Natuurlijk niet verder dan 55 }
    gCel := 1
  else
    { cellers worden nooit tegelijk groter dan 55 }
    if gCel2 = 56 then
      gCel2 := 1;
  v := gKnuthArr[ gCel ] - gKnuthArr[ gCel2 ];
  if v < 0 then         { positief blijven }
    v := v + gBigNumber;
  gKnuthArr[ gCel ] := v; { Dit random getal bewaren }
  { Knuth := difference / gBigNumber; } { Random tussen 0 en 1 is gevraagd }
  Ran3 {KnuthReal } := delen * v;
  { output is on the range big, not the range 0 to 1 as Press at al. give }
end;
  { function Ran3 / Knuth }

```

```

Procedure Ran3Init (start: longint);
    { initialiseren ten behoeve van procedure Ran3;
      vervangt de door Press c.s. gebruikte conditie op de
      geinitialiseerde waarde voor idem = -1
    }
const
    big = 1000000000;
mseed = 161803398;
var
    cel, i, cel2, andereCel: longint;
    v, getal: longint;
begin
    getal := 12345678;
    v := Round( mseed - start );
    if v < 0 then
        v := - v;
    v := v mod big;
    gKnuthArr[55] := v;
    for cel := 1 to 54 do begin
        cel2 := 21 * cel mod 55;
        gKnuthArr[cel2] := getal;
        getal := v - getal;
        if getal < 0 then { positief houden }
            getal := getal + big;
        v := gKnuthArr[cel2]
    end;
    for i := 1 to 4 do begin { doe een paar keer }
        for cel := 1 to 55 do { neem verschillen en zet die in de cel, conform de 'verschilmethode' }
            begin
                andereCel := (cel + 30) mod 55 + 1;
                gKnuthArr[cel] := gKnuthArr[cel] - gKnuthArr[andereCel];
                if gKnuthArr[cel] < 0 then
                    gKnuthArr[cel] := gKnuthArr[cel] + big
            end;
        end;
    gCel := 0;
    gCel2 := 31; { NB: Verschil tussen beide moet per se 31 zijn, zie Knuth p. 26 }
end; { procedure Ran3Init / KnuthReallnit }

```

```

Function Gauss: longreal;
    { Geeft standard normal deviates. Procedure geïnspireerd door:
      Press et al. 1986, blz. 199, 716 GasDev.
      Dit programma is identiek aan dat van Yakowitz (1977, p. 55).
      Yakowitz verwijst voor
      bewijzen naar Knuth (1968, p. 104) en G. Fishman (1973, p. 212 ).
      Yakowitz ( p. 59 ) gebruikt de Kolmogorov-Smirnov test op de
      resultaten van deze en twee andere generatoren van normaal verdeelde
      waarnemingen.
      Deze functie is redelijk snel, iets sneller dan Normaal1 van Matloff
      (1988, p. 105.)
    }
var
    q, r, v1, v2: longreal;
begin
    if gauss1 = 0 then
        begin
            REPEAT
                v1 := 2 * Ran3 - 1;
                v2 := 2 * Ran3 - 1;
            UNTIL

```



```

        r := Sqr ( v1 ) + Sqr ( v2 );
        UNTIL r < 1;
        q := Sqrt ( -2 * Ln ( r ) / r );
        gauss2 := v1 * q;
        Gauss := v2 * q;
        gauss1 := 1
    end
else begin
    Gauss := gauss2;
    gauss1 := 0
end
end;

```

```

Procedure CholeskiFactoring ( dimensie : longint; C: MatrixType; var X: MatrixType );
{ Voor het genereren van multivariaat normaal verdeelde waarden, is
  het nodig de opgegeven variantie/covariantiematrix C te factoriseren:
  C = X X'.
  Gebaseerd op algoritme van Bock, (1975, p. 85 e.v.)
}
var
    i, j, k: longint;
    s : longreal;
    Tt: MatrixType;
begin
    for i := 1 to dimensie do
        for j := 1 to dimensie do
            Tt [ i, j ] := 0;
            { eerste rij: }
        Tt [ 1, 1 ] := Sqrt ( C [ 1, 1 ] ); { eerste diagonaal-element }
        for j := 2 to dimensie do
            Tt [ 1, j ] := C [ 1, j ] / Tt [ 1, 1 ];
            { volgende rijen achtereenvolgens: }
        for i := 2 to dimensie do begin
            { eerst de waarde voor de diagonale cel bepalen: }
            s := 0;
            for k := 1 to i - 1 do
                s := s + Sqr ( Tt [ k, i ] );
            Tt [ i, i ] := Sqrt ( C [ i, i ] - s );
            for j := 1 to dimensie do
                if j > i then begin
                    s := 0;
                    for k := 1 to i - 1 do
                        s := s + Tt [ k, i ] * Tt [ k, j ];
                    Tt [ i, j ] := ( C [ i, j ] - s ) / Tt [ i, i ]
                end
            end;
        end;
    { Van de transpose van de Choleskifactor naar de Choleskifactor zelf: }
    for i := 1 to dimensie do for j := 1 to dimensie do
        X [ j, i ] := Tt [ i, j ];
    if nRuns = 1 then
        { De Choleski-factor kan desgewenst bij nRuns=1 worden uitgevoerd }
        if dimensie = nVar then begin
            writln;
            writln ( 'Choleski factor: ' );
            writln;
            for i := 1 to dimensie do
                for j := 1 to dimensie do begin
                    write ( X [ i, j ] : 12 : 2 );
                    write ( f, X [ i, j ] : 12 : 2 );
                    if j = dimensie then writln

```

```

        end;
      writn
    end
  end;

```

```

Procedure Inverse ( dimensie : longint; C: MatrixType; var CInv: MatrixType);
{ Maakt voor het berekenen van de inverse gebruik van Cholesky factoring:
  C = TT'.
  Gebaseerd op algoritme van Bock (1975, p. 85 e.v.)
  Berekenen van de inverse van de variantie/covariantiematrix, zoals
  beschreven in Timm 1974, blz. 73 e.v.
  Inv C = (Inv X)' Inv X
  Immers, de inverse van C is gelijk aan de inverse van een matrix X,
  na-vermenigvuldigd met de transpose van diezelfde inverse matrix.
  Omdat X een lower-triangular matrix is, is de inverse daarvan eenvoudig
  te bepalen.
}
var
  i, j, k: longint;
  T, TINV: MatrixType;
begin
  CholeskiFactoring ( dimensie, C, T); { Eerst de Choleskifactor T bepalen }
  for i := 1 to dimensie do
    for j := 1 to dimensie do
      TInv [ i, j ] := 0;
    for i := 1 to dimensie do
      TInv [ i, i ] := 1 / T [ i, i ]; { diagonale elementen }
    for i := 2 to dimensie do
      for j := 1 to i - 1 do
        for k := j to i - 1 do
          TInv [ i, j ] := TInv [ i, j ] - TInv [ i, i ] * T [ i, k ] * TInv [ k, j ];
        { Berekening van de inverse van de variantie/covariantiematrix: }
      for i := 1 to dimensie do
        for j := 1 to dimensie do
          CInv [ i, j ] := 0;
        for i := 1 to dimensie do
          for j := 1 to dimensie do
            for k := 1 to dimensie do
              CInv [ i, j ] := CInv [ i, j ] + TInv [ k, i ] * TInv [ k, j ];
            { tussenstap om de transpose van TInv te vormen is niet nodig,
              omdat TInv [ k, i ] het diagonaal tov TInv [ i, k ] gespiegelde
              element is
            }
          }
        if nRuns = 1 then begin { De inverse wordt bij nRuns=1 geprint }
          writn;
          writn ( 'Inverse van de variantie/covariantiematrix van de predictoren.' );
          writn;
          for i := 1 to dimensie do
            for j := 1 to dimensie do begin
              write ( CInv [ i, j ] : 12 : 2 );
              write ( f, CInv [ i, j ] : 12 : 2 );
              if j = dimensie then begin
                writeln; writeln ( f )
              end
            end
          end
          writn;
        end { of if nRuns = 1 then }
      end;
    end;
  end;

```

```

Procedure BepaalMultR ( dimensie : longint; S: MatrixType; vals: nVarType; var R: longreal);
{ Berekent multiple correlatie van 'dimensie' predictoren met
  criteriumvariabele, op basis van de inverse variantie/covariantiematrix
  S van alleen de predictoren, en de vector 'vals' met predictieve
  validiteiten. Zie Lord & Novick 1968, p. 268.
}
var
  i, j, k: longint;
  beta: nVarType;
begin
  { matrix S navermenigvuldigen met rijvector 'vals': }
  R := 0;
  for j := 1 to dimensie do
    beta [ j ] := 0;
  for j := 1 to dimensie do { alleen voor de kolommen van de matrix }
    for k := 1 to dimensie do
      beta [ j ] := beta [ j ] + S [ k, j ] * vals [ k ];
      { kolomvector 'beta' voorvermenigvuldigen met rijvector 'vals': }
  for k := 1 to dimensie do
    R := R + vals [ k ] * beta [ k ];
  R := Sqrt ( R );
  writln;
  write ( ' ': 30 ); write ( f, ' ': 30 );
  for i := 1 to nVar - 1 do
    for j := 1 to 8 do begin
      write ( mLabels [ i, j ] );
      write ( f, mLabels [ i, j ] )
    end;
  writln;
  wrt ( 'validiteiten :      ' );
  for i := 1 to dimensie do begin
    write ( vals [ i ] : 8 : 3 );
    write ( f, vals [ i ] : 8 : 3 );
  end;
  writln;
  wrt ( 'beta-coëfficiënten :      ' );
  for i := 1 to dimensie do begin
    write ( beta [ i ] : 8 : 3 );
    write ( f, beta [ i ] : 8 : 3 )
  end;
  writln; writln;
  wrt ( 'De multiple correlatie van predictoren met criterium is: ');
  writeReal ( r ); writln ( ' ')
end;

```

```

Function Cor ( n : longint; x, y, x2, y2, xy : longreal ) : longreal;
{ Niet volgens definiërende formule, maar volgens berekeningsformule,
  zie bijv. Hoel, (1962, par. 7.1.2)
}
var
  rc : real;
begin
  rc := ( n * x2 - Sqr ( x ) ) * ( n * y2 - Sqr ( y ) );
  if rc > 0 then
    rc := Sqrt ( rc )
  else if rc < 0 then begin
    writeln ( 'wortel uit negatief getal in function Cor' );
    Cor := 999 { code voor onbepaald }
  end;
  if rc > 0 then

```

```

        Cor := ( n * xy - x * y ) / rc
    else
        Cor := 999 { code voor onbepaald }
    end;
    { Function Cor }

```

```

Procedure ShowSort ( stap: longint );
var i, j : longint;
begin
    writln; writln;
    if quotum [ stap ] < quotum [ stap - 1 ] then
        { anders is er niet geselecteerd en geordend }
        wrt ( 'Geordend' );
    wrt ( 'array voor deze selectiestap ' );
    WriteInteger ( stap ); writln; writln;
    wrtln ( 'Op de eerste regel de voor deze stap geldende gewichten: ' );
    writln; wrt ( 'stapscore ' );
    for i := 1 to nVar - 1 do begin
        wrt ( ' ' );
        writeReal ( W [ stap, i ] )
    end;
    Wrt ( ' criterium' ); writln; writln;
    for i := 1 to quotum [ stap ] do begin
        wrt ( ' ' );
        if quotum [ stap ] < quotum [ stap - 1 ] then
            { anders is er niet geselecteerd }
            writeReal ( casus [ i, 0, 1 ] )    { score voor deze stap }
        else
            wrt ( '——' );
            wrt ( ' ' );
            for j := 1 to nVar do
                if Gegeneerd [ j ] = TRUE then begin
                    WRT ( ' ' );
                    writeREAL ( casus [ i, j, 1 ] )
                end
            end
        else
            wrt ( ' ——' );
        writln
    end;
    writln
end;
    { Procedure ShowSort }

```

```

Procedure Sort ( aantal, stap: longint );
{ Heapsort procedure ontleend aan Press et al. (1989, blz. 258 e.v.)
aantal = aantal te sorteren cases, bepaald door gestelde quota;
stap = selectiestap waarvoor moet worden geordend;
de score voor die stap staat op positie 0 in het cases array trans.
}

```

```

LABEL 99;
var
    welk, j, grootte, i: longint;
    trans: transType;
begin
    { The index 'welk' will be decremented from its initial value down to
    1 during the 'hiring' (heap creation) phase. Once it reaches 1, the
    index ir will be decremented from its initial value down to 1 during
    the 'retirement-and-promotion' (heap selection) phase.
    }
    welk := aantal DIV 2 + 1;
    grootte := aantal;

```

```

while TRUE do begin
  if welk > 1 then begin           { still in hiring phase }
    welk := welk - 1;
    trans := casus [ welk ]
  end
  else begin                      { in retirement-and-promotion phase }
    trans := casus [ grootte ];    { clear a space at end of array }
    casus [ grootte ] := casus [ 1 ]; { retire the top of the heap on it }
    grootte := grootte - 1;       { decrease the size of the corporation }
    if grootte = 1 then begin      { done with the last promotion }
      casus [ 1 ] := trans;       { the least competent worker of all! }
      GOTO 99
    end
  end
  end;
  { whether we are in the hiring or promotion phase, we here set up to
  sift down element welk to its proper level }
  i := welk; j := welk + welk;
  while j <= grootte do begin
    if j < grootte then
      if casus [ j, 0, 1 ] > casus [ j + 1, 0, 1 ] then
        { descending order }
        j := j + 1;
      if trans [ 0, 1 ] > casus [ j, 0, 1 ] then begin { descending order }
        casus [ i ] := casus [ j ];
        i := j;
        j := j + j
      end
    else { this is welk's level. Set j to terminate the sift-down }
      j := grootte + 1
    end;
    casus [ i ] := trans
  end;
99: if ( stap <> nStappen ) and ( nRuns = 1 ) then
  ShowSort ( stap );
end; { Procedure Sort }

```

Procedure Foutmelding;

```

begin
  writeln; writeln;
  writeln ('FOUTMELDING');
  writeln;
  write ('Door deesignaleerde fout kan het programma niet behoorlijk');
  writeln ('worden beëindigd. ');
  writeln ('Verbeter de invoerfile, en probeer het dan opnieuw. ');
  write ('Er wordt wel een uitvoerfile weggeschreven, ');
  writeln ('waarin de foutmelding is opgenomen. ');
  writeln;
  Close ( inv ); { sluit de invoerfile af }
  Close ( f ); { sluit de uitvoerfile af }
  writeln ('Druk op een return toets om programma te beëindigen. ');
  readln;
end;

```

Procedure Simuleer;

```

{ Random trekken uit een multivariaat normale verdeling is tamelijk
eenvoudig te beschrijven, zoals onderstaand citaat uit Matloff
Matloff (1988, p. 172) laat zien.
"Suppose we wish to generate random vectors that are multivariate normal
with mean vector  $\mu$  and covariance matrix  $\Sigma$ . From the theory of linear

```

algebra, we know that there are  $p \times p$  matrices  $P$  and  $D$  such that

$$P'DP = \Sigma,$$

where the inverse of  $P = T$  and  $D$  is a diagonal matrix (one whose off-diagonal entries are all 0). Let  $Y_1, \dots, Y_p$  be independent univariate normal variables, with  $Y_i$  having mean 0 and variance equal to  $d_{(ii)}$ , the  $(i, i)$  element of  $D$ . Let  $Y = (Y_1, \dots, Y_p)'$ .

Then  $Y$  has a multivariate distribution, with mean equal to the  $p \times 1$  zero vector, and covariance matrix  $D$ . Define the  $p \times 1$  vector  $X$  to be  $P'Y + \mu$ . Then from the linearity property it can be shown that  $X$  too has a multivariate normal distribution, with mean vector equal to  $\mu$  and covariance matrix  $\Sigma$ .

In this way, we can generate the desired  $X$ . We simply generate the  $Y_i$  in the usual way and then generate  $X$  from  $Y$ , by  $X = P'Y + \mu$ .

```
}
var
  i, j, run: longint;
  gem, stDev: longreal;

Procedure SimuleerCasus ( kand : longint; pred : longint );
var
  j : longint;
begin
  if GegeneerdRandom [ pred ] = FALSE then
    casus [ kand, pred, 2 ] := Gauss;      { normal deviate invullen }
    casus [ kand, pred, 1 ] := 0;         { initialiseren }

    { transformeer de univariaatnormale trekkingen GasDev
      door voorvermenigvuldigen met de passende rij uit de matrix T,
      i.e. de Choleski-factor van de Var/Covar-matrix:
    }
    for j := 1 to pred do                { de cellen met 0 overslaan ! }
      casus [ kand, pred, 1 ] :=
        casus [ kand, pred, 1 ] + T [ pred, j ] * casus [ kand, j, 2 ]
end; { Procedure SimuleerCasus }

Procedure Selecteer;
{ data genereren, sorteren, en selecteren, voor iedere selectiestap;
  de cases die na de voorgaande selectiestap nog over zijn, worden geordend
  op de score waarop voor de huidige selectiestap zal worden geselecteerd.
  De 'selectie' bestaat er eenvoudig uit dat voor de volgende selectiestap
  alleen met het geselecteerde top-quotum wordt verdergegaan.
  Bij kleine selectieverhoudingen is het van belang computertijd te
  besparen door alleen de voor de selectie in de onderhavige stap
  benodigde data te genereren, voorzover dat niet eerder is gebeurd.
}
var
  stap, pred: longint;

Procedure GenereerRandom ( i, aantal : longint );
var kand: longint;
begin
  for kand := 1 to aantal do
    casus [ kand, i, 2 ] := Gauss;
  GegeneerdRandom [ i ] := TRUE
end;

Procedure GenereerScores ( pred, aantal: longint );
var kand: longint;
begin
  for kand := 1 to aantal do
    SimuleerCasus ( kand, pred ); { Genereer scores van alle kandidaten }
```

```

    Gegeneerd [ pred ] := TRUE;
    GegeneerdRandom [ pred ] := TRUE
end;

Procedure SelecteerDezeStap ( stap: longint );
var
    pred, i, kand: longint;
    loten: boolean;
begin
    if nRuns = 1 then begin
        writeln;
        writeln ( 'Selectiestap: ', stap : 4 )
    end;

    { Als voor deze stap alle gewichten gelijk 0 zijn, dan wordt gehandeld
    als bij loten: de selectiescore wordt een randomgetal Ran3, en op
    deze random getallen wordt de selectie uitgevoerd. Het is nodig
    om random getallen te gebruiken, omdat bij de 2e en volgende
    selectiestappen de data geordend in het array staan, en dus niet mag
    worden aangenomen dat de eerste tien kandidaten als een willekeurige
    steekproef van tien kunnen gelden.
    }
    loten := TRUE;
    for pred := 1 to nVar-1 do      { niet voor de criteriumvariabele! }
        if W [ stap, pred ] <> 0 then
            loten := FALSE;
    if loten then
        for kand := 1 to quotum [ stap - 1 ] do
            casus [ kand, 0, 1 ] := Ran3;
            { Voor deze stap moeten scores worden gegeneerd voor variabelen die
            in deze stap worden gebruikt, en waarvoor nog niet eerder scores zijn
            gegeneerd. In de boolean matrix Gegeneerd wordt een en ander
            bijgehouden.
            }
        if not loten then
            for pred := 1 to nVar - 1 do      { niet voor de criteriumvariabele! }
                if ( W [ stap, pred ] <> 0 ) and ( Gegeneerd [ pred ] = FALSE ) then
                    { Het kan zijn dat voor een benodigde predictor nog geen scores zijn
                    gegeneerd, in dat geval moeten voor de betreffende positie wel
                    de univariate random trekkingen worden gedaan en opgeslagen:
                    }
                begin
                    for i := 1 to pred - 1 do
                        if GegeneerdRandom [ i ] = FALSE then
                            GenereerRandom ( i, quotum [ stap - 1 ] );
                            GenereerScores ( pred, quotum [ stap - 1 ] )
                        end; { for pred := 1 to nVar-1 do }
                    if quotum [ stap ] < quotum [ stap - 1 ] then begin
                        { anders hoeft er niet te worden geselecteerd }
                    if nRuns = 1 then begin
                        writn; wrt ( ' Selecteert ' );
                        WriteInteger ( quotum [ stap ] );
                        wrt ( ' kandidaten uit ' ); WriteInteger ( quotum [ stap - 1 ] );
                        writn ( ' ' );
                        if loten then begin
                            writn;
                            wrt ( ' ER IS GELOOT, de stapcores zijn random getallen.' );
                            writn;
                            wrt ( ' Loten gebeurt omdat alle opgegeven gewichten 0 zijn.' )
                        end
                    end;
                end
            if not loten then

```

```

    for kand := 1 to quotum [ stap - 1 ] do begin
        casus [ kand, 0, 1 ] := 0;
        { hier de score voor de betreffende selectiestap opbouwen }
        for pred := 1 to nVar - 1 do { voor alle predictoren }
            if W [ stap, pred ] <> 0 then
                casus [ kand, 0, 1 ] :=
                    casus [ kand, 0, 1 ] + W [ stap, pred ] * casus [ kand, pred, 1 ]
            end;
        Sort ( quotum [ stap - 1 ], stap )
        { het aantal te sorteren cases is immers wat er NA de
          VOORGAANDE stap nog is overgebleven }
        end
        { if quotum [ stap ] < quotum [ stap - 1 ] }
    end;
    { Procedure SelecteerDezeStap }

```

Procedure Criteriumscores;

```

    { Genereert scores voor zowel de criteriumvariabele als voor andere
      variabelen die niet bij de selectie zijn gebruikt. }
    var i, pred : longint;
    begin
        for i := 1 to nVar do
            if GegeneerdRandom [ i ] = FALSE then
                GenereerRandom ( i, quotum [ nStappen ] );
                { quotum [ nStappen ] : alleen voor uiteindelijk geselecteerden }
            for pred := 1 to nVar do
                if Gegeneerd [ pred ] = FALSE then
                    GenereerScores ( pred, quotum [ nStappen ] )
                    { quotum [ nStappen ] : alleen voor uiteindelijk geselecteerden }
                end;
            { Procedure Criteriumscores }
        end;
    end;

```

```

begin { ----- Selecteer ----- }
    for pred := 1 to nVar do
        begin
            GegeneerdRandom [ pred ] := FALSE; { voor deze run initialiseren }
            { onthoudt of bij deze predictor behorende Gasdev al is gegeneerd }
            Gegeneerd [ pred ] := FALSE { voor deze run initialiseren }
            { onthoudt of bij deze predictor behorende score al is berekend }
        end;
        for stap := 1 to nStappen do
            SelecteerDezeStap ( stap );
            Criteriumscores; { ook criteriumscores genereren }
            if nRuns < 10 then ShowSort ( nStappen )
        end;
    { Procedure Selecteer }
end;

```

Procedure BepaalStatistiekenDezeRun;

```

    var kand, i, j : longint;
    begin
        for kand := 1 to quotum [ nStappen ] do begin
            { Voor 'toegelatenen' statistieken en correlaties bepalen;
              sorteren en selecteren moet hiervoor dus al hebben plaatsgevonden }
            { de statistieken worden bepaald over scores op VARIABELEN, niet
              de scores per STAP waarop de selectie is uitgevoerd. }
            for i := 1 to nVar do begin
                stats [ i, 1 ] := stats [ i, 1 ] + 1;
                stats [ i, 2 ] := stats [ i, 2 ] + casus [ kand, i, 1 ];
                stats [ i, 3 ] := stats [ i, 3 ] + Sqr ( casus [ kand, i, 1 ] );
            end;
            { Correlatiematrix over alle geselecteerden IN ALLE RUNS, de initialisatie
              heeft dus in procedure Init plaatsgevonden.;
              Als check op een en ander kan dan het programma worden gedraaid met quota
              die voor alle stappen gelijk zijn aan nCases }
        end;
    end;

```



```

    }
    for i := 2 to nVar do
        for j := 1 to i - 1 do
            crossProduct[i, j] := crossProduct[i, j] + casus[kand, i, 1] * casus[kand, j, 1];
            for i := 1 to nVar do begin
                crossProduct[i, i] := crossProduct[i, i] + Sqr(casus[kand, i, 1]);
                som[i] := som[i] + casus[kand, i, 1]
            end
        end
    end; { for kand := 1 to quotum [ nStappen ] do }
if nRuns < 10 then begin
    writeln;
    writeln ('Voor run ', run: 3, ' zijn de statistieken:'); writeln;
    write ('Variabele      Gemiddelde  Standaarddeviatie');
    writeln (' toegelatenen');
    for i := 1 to nVar do begin
        for j := 1 to 8 do
            write ( MLabels [ i, j ] );
        if stats [ i, 1 ] > 0 then
            gem := stats [ i, 2 ] / stats [ i, 1 ]
        else
            gem := 0;
        if stats [ i, 1 ] > 1 then
            stDev := Sqrt ( ( 1 / ( stats [ i, 1 ] - 1 ) ) * ( stats [ i, 3 ] - stats [ i, 1 ] * Sqr ( gem ) ) )
        else
            stDev := 0;
        writeln ( i: 8, Gem: 14 : 4, stDev: 20 : 4, quotum [ nStappen ]: 10 )
    end;
    writeln
end; { if run < 10 dan op scherm laten zien }
{ Voor deze run nu de gegevens toevoegen aan array waarin gegevens over de
steekproefverdeling worden opgebouwd: per variabele wordt over nRuns de
som van de gemiddelden en de variantie van de gemiddelden bewaard:
}
for i := 1 to nVar do begin
    statsRuns [ i, 1 ] := statsRuns [ i, 1 ] + 1;
    if stats [ i, 1 ] > 0 then
        gem := stats [ i, 2 ] / stats [ i, 1 ]
    else
        gem := 0;
    statsRuns [ i, 2 ] := statsRuns [ i, 2 ] + gem;
    statsRuns [ i, 3 ] := statsRuns [ i, 3 ] + Sqr ( gem );
end
{ Volgens Press et al. 1986 p. 458 is bovenstaande formule kwetsbaar
voor afrondingsfouten; zij stellen een alternatief voor, waarbij
echter de data in een array worden bewaard, zodat eerst het
gemiddelde al kan worden berekend, en daarna de deviaties van het
gemiddelde.
}
end; { Procedure BepaalStatistiekenDezeRun }

```

Procedure SchrijfResultaten;

```

var i : longint;
begin
    writln; writln;
    wrt ('Steekproefverdeling van gemiddelden van ');
    WriteInteger ( nRuns );
    wrt (' runs, telkens ');
    WriteInteger ( Round(100* quotum [ nStappen ] / nCases ));
    writln (' % toegelaten. ');
    writln;

```

```

writeln ('Variabele Gemiddelde St. dev. ');
writeln;
for i := 1 to nVar do begin
  if statsRuns [ i, 1 ] > 0 then
    gem := statsRuns [ i, 2 ] / statsRuns [ i, 1 ]
  else
    gem := 0;
  if statsRuns [ i, 1 ] > 1 then
    stDev := Sqrt ( ( 1 / ( statsRuns [ i, 1 ] - 1 ) ) * ( statsRuns [ i, 3 ]
      - statsRuns [ i, 1 ] * Sqr ( gem ) ) )
  else
    stDev := 0;
  SchrijfLabels ( i );
  writeln ( Gem : 10 : 4, stDev : 12 : 4 );
  writeln ( f, Gem : 10 : 4, stDev : 12 : 4 )
end; { for i := 1 to nVar do }
writeln;
Wrt ( 'De verwachte selectieopbrengst is Fl. ' );
WriteInteger ( Trunc ( gem * 0.4 * salaris * diensttijd ) );
writeln ( ' per toegelatene.' ); wrt ( ' bij bruto jaarsalaris Fl. ' );
WriteInteger ( trunc ( salaris ) ); wrt ( ' en ' );
write ( diensttijd : 4 : 1 ); write ( f, diensttijd : 4 : 1 );
wrt ( ' dienstjaren.' );
WriteInteger ( quotum [ nStappen ] );
wrt ( ' toegelaten uit ' ); WriteInteger ( nCases ); writeln ( ' '); writeln
{ de factor 0.4 is de 40 % die Hunter & Hunter 1984 als vanuit
empirisch onderzoek een realistische inschatting vinden,
dus 40 % van brutojaarsalaris als equivalent voor de utiliteit
in gulden, gekoppeld aan 1 s.d. op de criteriumvariabele.
}
end; { Procedure SchrijfResultaten }

Procedure CorrelatieMatrixToegelatenen;
{ berekent deze matrix, en schrijft de matrix weg naar Simulati.Uit }
var
  i, j: longint;
begin
  writeln; writeln;
  wrt ( 'Correlaties berekend op de data voor ' );
  langeInteger := nRuns * quotum [ nStappen ];
  WriteInteger ( langeInteger );
  writeln ( ' "toegelatenen": '); writeln;
  wrt ( ' ');
  for i := 1 to nVar - 1 do begin
    SchrijfLabels ( i );
    wrt ( ' ' )
  end;
  writeln;
  SchrijfLabels ( 1 ); writeln;
  for i := 2 to nVar do begin
    SchrijfLabels ( i );
    for j := 1 to i - 1 do begin
      { bereken correlatie in matrixcel U [ i, j ] }
      U [ i, j ] := Cor ( Trunc ( nRuns * quotum [ nStappen ] ), som [ i ],
        som [ j ], crossProduct [ i, i ], crossProduct [ j, j ],
        crossProduct [ i, j ] );
      if U [ i, j ] = 999 then
        wrt ( ' *** )
      else begin
        write ( U [ i, j ] : 12 : 3 );
        write ( f, U [ i, j ] : 12 : 3 )
      end
    end
  end
end

```

```

        end;
        if j = i - 1 then
            writln
        end
    end
end; { Procedure CorrelatieMatrixToegelatenen }

begin { ----- Procedure Simuleer ----- }
    CholeskiFactoring ( nVar, A, T );          { bepaal T uit A = TT' }
    Inverse ( nVar - 1, A, PredInv );
    validiteitenVector := A [ nVar ]; { vector met predictieve validiteiten }
    BepaalMultR ( nVar - 1, PredInv, validiteitenVector, MultR );
    for run := 1 to nRuns do begin
        for i := 1 to nVar do
            for j := 1 to 3 do
                stats [ i, j ] := 0;          { initialiseer }
            if nRuns < 10 then begin
                writeln; writeln; write ( 'scores per casus bepalen ' ); writeln;
            end;
            Selecteer;          { Voor iedere selectiestap de selectie uitvoeren }
            BepaalStatistiekenDezeRun;
            { statistische gegevens, en bijdragen aan correlatiematrix }
        end; { for run := 1 to nRuns do }
        CorrelatieMatrixToegelatenen;
        { correlatiematrix voor toegelatenen over alle runs }
        SchrijfResultaten;          { statistieken ( steekproefverdeling ) }
    end; { Procedure Simuleer }

```

```

Procedure Leesgetal ( var getal : longreal; tekst : string );
var
    ditGetal : longreal;
begin
    while Eoln ( inv ) do
        Readln ( inv );
        {$I-}          { Turn I/O checking off }
        Read ( inv, ditGetal );
        if IOResult = 0 then
            getal := ditGetal          { aantal kandidaten }
        else begin
            writln; wrt( 'De opgave voor ' ); wrt ( tekst );
            wrtln ( ' is geen getal, verbeter dat.' );
            writln; writln;
            Foutmelding
        end
        {$I+}          { Turn I/O checking on }
    end; { Procedure Leesgetal }

```

```

Procedure HaalInvoerGegevens;
    { Leest waarden voor de parameters van de simulatie in.
      Leest lower-diagonal correlatiematrix MET diagonale waarden in }
var
    i, j: longint;
    s: LabelType;
    tekst : string;
    Getal: longreal;
begin
    while eoln ( inv ) do
        readln ( inv );
        Readln ( inv, tekst ); { lees titel voor deze simulatie }
    end;

```

```

writeln ( tekst ); writeln;
Leesgetal ( getal, 'het aantal kandidaten' );
nCases := Round ( getal );           { aantal kandidaten }
if nCases > nCasesMax then begin
    nCases := nCasesMax;
    writeln; writeln; writeln;
    wrt ( 'Te hoog aantal opgegeven kandidaten is teruggebracht tot: ' );
    WriteInteger ( nCasesMax ); writeln; writeln;
end;
quotum [ 0 ] := nCases; { maakt meer logische procedureopbouw mogelijk }
Readln ( inv, tekst );
writeln ( f, nCases : 8, tekst ); writeln ( nCases : 8, tekst );
Leesgetal ( getal, 'het aantal runs' );
nRuns := Round ( getal ); { aantal keren dat wordt gesimuleerd (runs) }
Readln ( inv, tekst );
writeln ( f, nRuns : 8, tekst ); writeln ( nRuns : 8, tekst );
Leesgetal ( getal, 'het aantal variabelen' );
nVar := Round ( getal ); { aantal variabelen in deze selectieprocedure }
Readln ( inv, tekst );
writeln ( f, nVar : 8, tekst ); writeln ( nVar : 8, tekst );
for i := 1 to nVar do begin
    for j := 1 to 8 do Read ( inv, s [ j ] );
    MLabels [ i ] := s;           { labels voor de variabelen inlezen }
    Schrijflabels ( i ); wrt ( '' );
    Readln ( inv, tekst );
    writeln ( tekst )
end;
Leesgetal ( getal, 'het aantal selectiestappen' );
nStappen := Round ( getal ); { aantal stappen in selectieprocedure }
Readln ( inv, tekst );
write ( nStappen : 8 ); write ( f, nStappen : 8 );
writeln ( tekst );
for i := 1 to nStappen do begin    { voor iedere selectiestap het quotum }
    {$!-}
    Read ( inv, getal );
    if IOResult = 0 then
        quotum [ i ] := Round ( getal )
    else begin
        writeln; writeln; wrt ( 'De opgave voor het quotum voor stap ' );
        WriteInteger ( i ); writeln;
        wrtln ( ' is geen geheel getal, verbeter dat.' );
        Foutmelding;
    end;
    {$!+}
    { quota moeten kleiner of gelijk voorgaande quota zijn : }
    if ( i = 1 ) and ( quotum [ i ] > nCases ) then
        quotum [ i ] := nCases;
    if ( i <> 1 ) and ( quotum [ i ] > quotum [ i - 1 ] ) then
        quotum [ i ] := quotum [ i - 1 ];
    Write ( f, quotum [ i ] : 5 ); Write ( quotum [ i ] : 5 )
end;
Readln ( inv, tekst );
writeln ( tekst );
Leesgetal ( getal, 'het aantal bruto jaarsalaris' );
salaris := round ( getal );           { bruto jaarsalaris }
Leesgetal ( getal, 'het gemiddeld aantal dienstjaren' );
diensttijd := getal;           { gemiddeld aantal dienstjaren }
Readln ( inv, tekst );
write ( salaris : 5 );
write ( f, trunc ( salaris ) : 5 );
write ( f, diensttijd : 5 : 1 );

```

```

writeln ( f, tekst );
      { lower diagonale correlatiematrix inclusief diagonale waarden inlezen }
writeln;
writeln ( 'Ingevoerde correlatie- of var/covar-matrix' ); writeln;
wrtn ( '          ');
for i := 1 to nVar do begin
  SchrijfLabels ( i );
  wrtn ( ' ')
end;
wrtn ( '          ');
writeln;
Leesgetal ( getal, 'een correlatie' ); { eerste diagonale waarde }
A [ 1, 1 ] := getal;
ReadLn ( inv );
SchrijfLabels ( 1 );
writeln ( A [ 1, 1 ] : 12 : 2 );
writeln ( f, A [ 1, 1 ] : 12 : 2 );
for i := 2 to nVar do begin { voor alle rijen behalve de eerste }
  SchrijfLabels ( i );
  for j := 1 to i do begin
    { voor alle cellen op deze rij tot en met de diagonaal }
    Leesgetal ( getal, 'een correlatie' ); { eerste diagonale waarde }
    A [ i, j ] := getal;
    A [ j, i ] := A [ i, j ];
    { vul ook de corresponderende boven-diagonale cel in }
    write ( A [ i, j ] : 12 : 2 );
    write ( f, A [ i, j ] : 12 : 2 );
    if j = i then
      writeln;
  end;
  readln ( inv ); { ga over tot de volgende rij }
end;
writeln;
      { gewichtenmatrix inlezen: }
writeln ( 'Ingevoerde gewichten per selectiestap' ); writeln;
wrtn ( '          ');
for i := 1 to nVar - 1 do begin
  SchrijfLabels ( i );
  wrtn ( ' ')
end;
writeln;
for i := 1 to nStappen do begin { voor iedere selectiestap }
  WriteInteger ( i ); wrtn ( 'e selectiestap' );
  for j := 1 to nVar - 1 do begin
    { voor alle predictoren, dus except de criterium variabele }
    Leesgetal ( getal, 'een gewicht' );
    W [ i, j ] := getal;
    write ( W [ i, j ] : 12 : 2 );
    write ( f, W [ i, j ] : 12 : 2 );
    if j = nVar - 1 then
      writeln;
  end;
  readln ( inv ) { ga over tot de volgende rij }
end;
ch := '!'; volgende := FALSE;
REPEAT
  if not Eof ( inv ) then
    if not Eoln ( inv ) then
      readln ( inv, ch )
    else
      ReadLn ( inv );

```

```

        if ch = '&' then      { er volgt in de invoerfile nog een set-up }
            volgende := TRUE;
        UNTIL EOF ( inv ) or ( ch = '&' )
    end; { Procedure HaalInvoerGegevens }

```

```

Procedure Init;
var i, j : longint;
begin
    HaalInvoerGegevens;
    for i := 1 to nVar do begin
        som [ i ] := 0;
        for j := 1 to 3 do
            statsRuns [ i, j ] := 0;
        for j := 1 to nVar do begin
            crossProduct [ i, j ] := 0; U [ i, j ] := 0
        end
    end
end;

```

```
end; { Procedure Init }
```

```
{ ----- hoofdprogramma ----- }
```

```

begin
{$I-}
    Reset ( inv, 'SimSelec.Inv' );
        { open de invoerfile met de benodigde gegevens voor deze simulaties }
    {$I+}
    if IOResult <> 0 then begin
        writeln ( 'Er is geen invoerfile met de naam SimSelec.Inv gevonden.' );
        writeln ( 'Het programma maakt daarom zelf een voorbeeldfile aan.' );
        writeln ( 'Druk op enter-toets om het programma voort te zetten.' );
        Readln;
        Rewrite ( inv, 'SimSelec.Inv' );
        Writeln ( inv, 'FileNaam.Uit { naam voor de uitvoerfile }' );
        Writeln ( inv, '26112001 seed, hiervoor telkens een ANDER getal opgeven!' );
        Writeln ( inv, 'Geef op deze regel een korte beschrijving van deze simulatie.' );
        Writeln ( inv, '100 { aantal kandidaten, maximaal ', nCasesMax, ' }' );
        Writeln ( inv, '1000 { aantal runs (geen maximum) voor deze simulatie }' );
        Writeln ( inv, '3 { aantal (max. ', nVarMax, ') variabelen, incl. criterium }' );
        Writeln ( inv, 'Intell. { max. 8-letter naam voor 1e variabele }' );
        Writeln ( inv, 'Ass.C. { idem 2e variabele, volgorde is kritisch! }' );
        Writeln ( inv, 'Criter. { criterium-variabele is altijd de laatste! }' );
        Writeln ( inv, '2 { aantal selectiestappen, maximaal ', nStappenMax, ' }' );
        Writeln ( inv, '20 10 { quota voor respectievelijke selectiestappen }' );
        Writeln ( inv, '50000 15.0 { bruto jaarsalaris & gemiddeld aantal dienstjaren }' );
        Writeln ( inv );
        Writeln ( inv, '1 { correlatiematrix, inclusief diagonale waarden 1 }' );
        Writeln ( inv, '0.5 1' );
        Writeln ( inv, '0.45 0.25 1' );
        Writeln ( inv );
        Writeln ( inv, '1 0 { resp. selectorgewichten 1e selectiestap }' );
        Writeln ( inv, '0 1 { idem, 2e selectiestap }' );
        Writeln ( inv );
        Writeln ( inv, 'Een tweede serie simulaties kan hieraan worden gekoppeld' );
        Writeln ( inv, 'door het teken: & te plaatsen, en daaronder alle parameters' );
        Writeln ( inv, 'zoals in de opzet hierboven, maar ZONDER de seed! );
        Writeln ( inv );
        Close ( inv );
        Reset ( inv, 'SimSelec.Inv' )
    end
end

```

```

end;

while Eoln ( inv ) do
  readln ( inv );
  Read ( inv, naamUitvoer );
  if 'Z' < Copy ( NaamUitvoer, 1, 1 ) then
    { eventuele gelezen regelfeed verwijderen, nodig in DOS-versie }
    naamUitvoer := Copy ( naamUitvoer, 2, 12 );
  if ( NaamUitvoer = " ) or ( Copy ( NaamUitvoer, 1, 1 ) = ' ' ) then
    Rewrite ( f, 'Simulati.Uit' ) { geen opgave, dan een default-naam }
  else
    Rewrite ( f, NaamUitvoer );
  Writeln ( f, 'Simulatieprogramma voor complexe selectieprocedures.' );
  Writeln ( f, 'Ben Wilbrink, SCO UvA, oktober 1990.' );
  Readln ( inv );

  while Eoln ( inv ) do readln ( inv );
  {$!-}
  Read ( inv, seed );
  if IOResult <= 0 then begin { unieke seed voor deze serie runs }
    writln; writln;
    wrtln ( 'De opgave voor de seed is geen geheel getal, verbeter dat.' );
    Foutmelding;
  end;
  {$!+}
  Readln ( inv, tekst );
  if seed > 0 then
    idum := seed
  else
    idum := - seed;
    { Voor onafhankelijke runs idum telkens een andere POSITIEVE waarde geven }
  gauss1 := 0; { nodig in procedure GasDev }
  Ran3Init( idum );
  { initialiseert de voor de random generator Ran3 benodigde matrix }
  WriteInteger ( seed ); wrtln ( tekst );
  writln;
  { wrt ( NaamUitvoer ); wrtln ( ' Naam voor uitvoerfile, 12 plaatsen ' ); }
  volgende := TRUE;
  while volgende do begin
    linit;
    Simuleer;
    writeln;
    if volgende then
      writeln( '----- volgende reeks simulaties -----');
    writeln
  end;
  for tellerH := 1 to 60 do
    wrt ( ' ');
  writln; writln;
  Close ( inv ); { sluit de invoerfile af }
  Close ( f ); { sluit de uitvoerfile af }
  writeln ( 'Kies Quit of Stop in het menu onder File of Archief.' );
  writeln ( 'Dan kan ook de uitvoer als file worden bewaard.' );
  readln
end.

```

```

(*
Procedure Normaal1 ( var x, y: longreal );

```

```

{

```

In dit programma niet gebruikte procedure, gebaseerd op  
Matloff (1988, p. 105.)

" Box and Muller have shown that if V and W are  
independent U(0,1) random variables,

and we set  $X = \cos(2\pi V) \sqrt{-2\ln(W)}$

and  $Y = \sin(2\pi V) \sqrt{-2\ln(W)}$

then X and Y will be independent N(0, 1) random variables.

Then the linearity property of the normal family can be used to  
transform X and Y to

the distribution N(c, b\*b) as in the following program."

Deze procedure is tamelijk tijdrovend, er zijn alternatieven voorhanden.

De function GasDev is vermoed ik twee keer zo snel.

}

var i : longint; t1, t2 : longreal;

begin

t1 := 6.28 \* Ran3;

t2 := Sqrt(-2 \* Ln(Ran3));

x := cos(t1) \* t2;

y := sin(t1) \* t2;

end;

Procedure Normaal2(a, b, c : longreal; var x : longreal);

{

In dit programma niet gebruikte procedure, gebaseerd op:

Matloff (1988, p. 107, proof p. 142 e.v.)

"... REJECTION METHOD : Suppose we wish to simulate a random variable X  
which has density h and cumulative distribution function H. Suppose h has maximum value c,  
and h(t) is nonzero only for a < t < b. (If these bounds do not exist, then h can be truncated,  
and an approximate generator can be obtained.) ... in the rejection method, we need not  
compute either H or its inverse; only h is used, as follows. We continue to generate  
variables U1 and U2 which are uniformly distributed on (a, b) and (0, c), respectively,  
until U2 < h(U1). X is then U1.

Deze procedure zou sneller dan Normaal1 moeten zijn,  
maar zoals hier geïmplementeerd is ze vier keer zo traag !

}

var i : longint; u1, u2 : longreal;

begin

REPEAT

u1 := a + (b - a) \* Ran3;

u2 := c \* Ran3;

UNTIL u2 < (1 / Sqrt(2 \* Pi)) \* Exp(-Sqr(u1 - 1) / 2);

x := u1;

end;



## LITERATUUR

- Bock, R.D. (1975). Multivariate statistical methods in behavioral research. London: McGraw-Hill.
- Hoel, P.G. (1962). Introduction to Mathematical statistics. New York: Wiley, 1962.
- Hunter & Hunter (1984) Psychological Bulletin.
- Hunter & Schmidt (1990). Methods of meta-analysis, London: SAGE.
- Lord & Novick, M.R. (1968). Statistical theories of mental test scores. Addison-Wesley.
- Matloff, N.S. (1988). Probability modeling and computer simulation. Boston: PWS-KENT Publishing Company
- Press, W.H., Flannery, B.P., Teukolsky, S.A., & Vetterling, W.T. (1986). Numerical recipes; the art of scientific computing, London: Cambridge University Press.
- Press, W.H., Flannery, B.P., Teukolsky, S.A., & Vetterling, W.T. (1989). Numerical recipes in Pascal; the art of scientific computing, London: Cambridge University Press.
- S.J. Yakowitz, Computational probability and simulation, Amsterdam: Addison-Wesley, 1977;
- Stevens, J. (1986). Applied multivariate statistics for the social sciences. 1986
- Knuth, (1968). Seminumerical algorithms. Addison-Wesley.
- Fishman, G. (1973). Concepts and methods in discrete digital simulation, New York: Wiley.

\*)

Edith van Eck, Ard Vermeulen en Ben Wilbrink (1994). Doelmatigheid en partijdigheid van psychologisch onderzoek bij de selectie van schoolleiders in het primair onderwijs. Amsterdam: SCO-Kohnstamm Instituut. (rapport 359)

## Hoofdstuk 5 Seksepartijdigheid en rendement [140k pdf]

[http://www.euronet.nl/users/ben\\_dies/94Seksepartijdigheid.pdf](http://www.euronet.nl/users/ben_dies/94Seksepartijdigheid.pdf)

### Uit de conclusies:

Voor de technische en methodische aspecten van het gebruikte simulatieprogramma is verwezen naar Wilbrink (1990). De simulatiestudie dwingt tot het operationeel definiëren van belangrijke begrippen als partijdigheid, voorspellende geldigheid, en criterium. De simulatiestudie heeft nog eens bevestigd wat op theoretische gronden reeds bekend was: voorspellende geldigheid en partijdigheid hebben niets met elkaar te maken. <br>

Een ander kwalitatief resultaat is dat de verhouding mannen - vrouwen bij de sollicitanten op zich geen of vrijwel geen invloed heeft op de gevolgen van eventuele partijdigheid. Het is dus niet zo dat zorgen voor een groter aandeel van vrouwen in de groep sollicitanten, bijvoorbeeld door intensiever te werven onder vrouwen, een dempende werking heeft op de gevolgen van eventuele partijdigheid in gesprek of test. Intensiveren van de werving onder vrouwen, en het verbeteren van het loopbaanbeleid voor vrouwelijke teamleden in het Primair Onderwijs, zijn op zich belangrijk om te bewerkstelligen dat vrouwen in redelijke verhouding door kunnen dringen tot het management van het Primair Onderwijs. Intensiever werven van vrouwen staat dus los van vraagstukken van partijdigheid in de selectieprocedure, eventuele partijdigheid zal daar op zich niet door verminderen. Intensiever werven van vrouwen kan wel leiden tot een hoger rendement van de selectieprocedure, en daarmee alleen al zichzelf dubbel en dwars terugverdienen. Het laatste effect is in de simulatiestudie niet expliciet onderzocht, wel is op een aantal plaatsen aangegeven dat scherpere selectieverhoudingen (een direct gevolg van grotere aantallen sollicitanten verkregen door intensiever werven) leiden tot een verhoogde opbrengst van de selectieprocedure.

De simulaties gaan dan ook uit van een selectieverhouding van 1 op 8. Onder deze selectieverhouding blijken de bescheiden vormen van partijdigheid die in de simulaties zijn ingebouwd, te leiden tot tamelijk drastische verlaging van de succesansen voor de

benadeelde groep. Deze resultaten wijzen op de noodzaak een beleid te voeren dat partijdigheid waar dan ook in de selectieprocedure uitsluit. Of een dergelijk beleid succes heeft, valt in afzonderlijke selectieprocedures niet na te gaan omdat de aantallen kandidaten en een enkele benoeming daarvoor geen goed uitgangspunt vormen. Maar wat voor een enkele procedure niet kan, kan wel voor alle procedures gezamenlijk, bijvoorbeeld voor de meerdere honderden procedures die jaarlijks worden uitgevoerd. Volgens de operationele definitie van partijdigheid die in de simulatiestudie is gehanteerd, is iedere scheve uitkomst een zeker teken van partijdigheid. Een belangrijk kwantitatief resultaat met betrekking tot de gevolgen van partijdigheid is tenslotte nog dat partijdigheid slechts marginale gevolgen heeft voor het rendement van selectieprocedures. Het laatste betekent dat werkgevers niet vanzelf door de markt zullen worden gestraft wanneer zij partijdig selecteren en concurrenten dat niet doen.

In de analyses is een voorzichtige vertaling van criteriumscores naar financiële resultaten gehanteerd, waarin een verbetering in de verwachte criteriumscores van 0,1 standaarddeviatie gelijk staat aan een financiële meerwaarde van circa  $\approx$  18.000, in een enkele selectieprocedure. Verbeteringen door het hanteren van een goede functieanalyse zouden kunnen leiden tot een meerwaarde van circa  $\approx$  27.000. Eenzelfde meerwaarde kan ook nog eens worden gerealiseerd door zowel het gesprek strenger te structureren volgens de methodiek van de selectiepsychologie, als in het psychologisch onderzoek instrumenten in te zetten die specifiek voor deze selectie van directeuren Primair Onderwijs moeten worden ontworpen. Deze bedragen mogen echter niet zomaar worden vermenigvuldigd met het aantal selectieprocedures dat jaarlijks in ons land voor deze functie wordt gevoerd, omdat het reservoir van gekwalificeerde kandidaten maar beperkt is, en in beginsel alle werkgevers (besturen) uit datzelfde reservoir proberen de best gekwalificeerden in hun procedure te krijgen.

Simulatie is in dit onderzoek een nuttig instrument gebleken: door de simulatiestudie zijn op inzichtelijke wijze verbanden gelegd, en sommigen verbanden weerlegd, waar dat anders alleen via moeilijk navolgbare rekenkundige oefeningen zou moeten gebeuren.

2003 \ benwilbrink@euronet.nl \ advies onderzoek ontwikkeling

[www.euronet.nl/users/benwilbrink/90SelectieSimulerenNPA.pdf](http://www.euronet.nl/users/benwilbrink/90SelectieSimulerenNPA.pdf)

