

*Dr. M. J. T. J. van Nieuwburg*

# Numerieke kredietbeoordeling

## 1. Inleiding

Een belangrijk aspect van de kredietverlening is de beoordeling van elke kredietaanvraag. De kredietgever moet in dat geval beslissen of hij de kredietaanvraag zal toewijzen of op grond van enkele overwegingen afwijzen. De kredietgever vraagt zich wellicht af of de kredietnemer zijn verplichtingen zal kunnen nakomen. De kredietbeoordelaar gebruikt daarbij soms intuïtieve overwegingen en vuistregels, waarmee hij tracht te voorzien of de te verstrekken lening al dan niet naar behoren zal worden terugbetaald. Het is echter slechts retrospectief mogelijk een definitief oordeel over de lening te geven, zodat men een lening achteraf pas goed of slecht kan noemen. Met een goede lening (resp. slechte lening) wordt een achteraf goede (resp. achteraf slechte) lening bedoeld.

Tegenwoordig gebruiken de kredietgevers bij het beoordelen van de kredietaanvraag steeds meer een instrument dat de naam numeriek kredietbeoordelingssysteem of 'credit-scoring'systeem draagt. Zo'n systeem voegt aan enkele relevante kenmerken een puntenscore toe. De puntenscores worden over de relevante kenmerken opgeteld en de totaalscore geeft een objectieve indicatie van de (kans op) correcte terugbetaling van de geleende som. Deze kans speelt - met de te verwachten opbrengsten en kosten - een rol in het beslissingsproces.

In de onderhavige studie staat de ontwikkeling van een 'credit-scoring'-systeem centraal. Daartoe worden enkele kenmerken besproken die voor het beoordelingssysteem in aanmerking kunnen komen. Vervolgens bespreken wij twee statistische methoden, waarmee de gewichten verbonden aan de kenmerken kunnen worden geschat. Op de belangrijkste resultaten uit een onderzoek van toegewezen persoonlijke leningen (p.l.'s) - uitgevoerd bij een financieringsbank in Nederland - wordt nader ingegaan.

## 2. Kenmerken

Alvorens te kunnen nagaan welke kenmerken met het goed of slecht worden van een lening samenhangen, dient de kredietgever over een praktisch hanteerbaar criterium te beschikken, waarmee de slechte p.l. geïdentificeerd kan worden. In de onderhavige studie is gekozen voor het criterium van achterstalligheid in de terugbetaling van het maandelijks te betalen bedrag. Een p.l. waarvoor op twee maanden plus een dag na het verstrijken van de

overeengekomen looptijd nog een verschuldigd bedrag niet is voldaan, is als een slechte p.l. gedefinieerd. Alle overige p.l.'s zijn goede p.l.'s.

Het is mogelijk verliesgevende p.l.'s als slecht te definiëren, hoewel het meten van de verliesgevendheid naast theoretische ook praktische problemen geeft.

De toepassingsmogelijkheid van een 'credit-scoring'systeem wordt in hoge mate bepaald door de kenmerken die in dat systeem zijn opgenomen. Een kenmerk dient een theoretisch verband met de kans op een goede lening te hebben, waarna empirische toetsing kan volgen. Het aantal kenmerken dat in de literatuur wordt aangedragen is groot (Durand 3, Myers 5, Myers 7). Deze kenmerken zijn voor de overzichtelijkheid in negen hoofdgroepen ondergebracht: 1. de persoonskenmerken, w.o. de leeftijd, het geslacht, de burgerlijke staat, het aantal kinderen/afhankelijken, het beroep, 2. de budgetkenmerken, w.o. het inkomen en de bestedingen, 3. de vermogenspositie, w.o. het bezit van een eigen huis, een bankrekening, 4. de verblijfskenmerken, w.o. het aantal jaren wonend op het huidige adres, 5. de gegevens van de kredietverlening in het verleden, 6. het huidige aangevraagde krediet, w.o. het maandtermijnbedrag, de looptijd, 7. de besteding van de lening, w.o. een auto, een caravan of een boot, 8. de overige kenmerken, w.o. het telefoonbezit, 9. een combinatie van kenmerken, w.o. ratio's.

Op theoretische gronden zijn de budgetkenmerken interessant om enigszins te kunnen aangeven of de kredietnemer financieel in staat is aan zijn verplichtingen te voldoen. De kredietgever dient - op het moment van de kredietaanvraag - zich over de looptijd van de p.l. een beeld te vormen van het verschil tussen enerzijds het totale netto-inkomen en anderzijds de totale bestedingen van de kredietnemer en het totale terug te betalen bedrag van de p.l. Dit verschil (eventueel gedeeld door het totale gesommeerde inkomen) geeft een kenmerk, dat onder bepaalde veronderstellingen een positieve relatie vertoont met de kans dat de p.l. goed wordt. De veronderstellingen hebben onder andere betrekking op gelijkblijvende omstandigheden, het afwezig zijn van spaargelden e.d. De vermogenspositie van de kredietnemer kan eventueel worden gekwantificeerd.

Verder blijkt er een aantal kenmerken nodig waarmee invloeden en reacties worden beschreven die niet tevoren met de budgetkenmerken kunnen worden waargenomen. Het gaat daarbij om de bereidheid te betalen die onder andere wordt beïnvloed door de verantwoordelijkheid van de kredietnemer en zijn reactie als de omstandigheden veranderen. In dit kader zijn de persoonskenmerken relevant.

Een analyse van de met de kredietverlening opgedane ervaring wordt erg belangrijk geacht voor het al dan niet nakomen van de verplichtingen van de huidige p.l. Ook de waardevolste besteding van de p.l. kan in dit kader van betekenis zijn.

### **3. Beoordelingsmodel en scheidingstechnieken**

Bij het beoordelen van een kredietaanvraag kan de kredietgever twee mogelijke fouten maken. Als de kredietgever de aanvraag toewijst en hij merkt dat de lening goed is, heeft hij terecht toegewezen. Zou de krediet-

gever deze aanvraag niet toewijzen, dan wijst hij de aanvraag ten onrechte af, hetgeen de fout van de eerste soort wordt genoemd. Als de kredietgever de aanvraag toewijst en hij merkt dat de lening slecht is, dan heeft hij ten onrechte toegewezen, hetgeen de fout van de tweede soort wordt genoemd. Zou men deze aanvraag niet toewijzen dan zou dat terecht zijn gebeurd. De situatie wordt in tabel 1 samengevat.

TABEL 1

	<i>De aanvraag leidt tot een</i>	
	<i>goede lening</i>	<i>slechte lening</i>
De aanvraag wordt toegewezen	juiste beslissing	onjuiste beslissing (fout v.d. 2e soort)
De aanvraag wordt afgewezen	onjuiste beslissing (fout v.d. 1e soort)	juiste beslissing

De a priori kans dat een kredietaanvraag een goede lening zal opleveren en de a priori kans dat de kredietaanvraag een slechte lening zal opleveren is gelijk aan één (som van de kolom totalen in tabel 1). Deze a priori kansen geven de relatieve verhouding tussen de twee populaties (goed en slecht) met kredietaanvragen weer. De a priori kansen spelen een rol bij de beslissingsaspecten van het 'credit-scoring'systeem.

De multiple discriminantanalyse wordt door de kredietgevers veelvuldig als scheidingstechniek toegepast in het consumptief kredietonderzoek. Met deze techniek wordt nagegaan in hoeverre een bestaande indeling van goede en slechte p.l.'s met een lineaire discriminantfunctie (LDF) van een aantal kenmerken - en een nader te kiezen grensscore - kan worden aangegeven (Tatsuoka 8).

Multiple discriminantanalyse heeft theoretische bezwaren als zij op de veelvuldig voorkomende kwalitatieve kenmerken wordt toegepast. Deze bezwaren betreffen de veronderstelling van normaal verdeelde kenmerken met gelijke variantie-covariantie matrices voor de populatie met goede leningen en de populatie met slechte leningen. Door het gebruik van kwalitatieve kenmerken wordt aan deze veronderstelling niet voldaan. Het blijkt uit simulaties dat de betekenis van deze bezwaren voor het maximale percentage correcte classificatie (d.w.z. correct met de LDF ingedeeld) niet erg groot (Gilbert 4) is. Het is echter aan te bevelen naast multiple discriminantanalyse ook enkele andere scheidingstechnieken op hun classificatieresultaten te onderzoeken.

De uiteindelijke keuze is gevallen op het logistische response model. Binnen de veronderstellingen van dit model kunnen onafhankelijke (kwalitatieve) kenmerken, die de kans op een goede lening beïnvloeden, worden opgenomen. De logistische response functie specificeert de posterior kans op een goede lening (gegeven de steekproefuitkomsten) met behulp van  $k$  kenmerken. De posterior kans op een goede lening is

$$p_x = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k}}$$

Hierin zijn

$\beta_1, \dots, \beta_k$  : de wegingscoëfficiënten (parameters)

$x_1, \dots, x_k$  : de relevante kenmerken

$e$  : 2,71828

De logaritme van de verhouding van respectievelijk de posteriorkans op een goede lening en de posterior kans op een slechte lening is

$$e \log \left( \frac{p_x}{1-p_x} \right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k$$

Deze uitdrukking geeft aan dat de natuurlijke logaritme van de verhouding van de genoemde posterior kansen gelijk is aan een lineaire functie die als scheidingsfunctie kan worden gebruikt. Het is mogelijk niet-lineaire termen als  $x_1^2$  en logistische interactie termen als  $x_1 x_2$  in het model op te nemen. De wegingscoëfficiënten kunnen met behulp van de maximum 'likelijkheid' methode worden geschat (Anderson 2).

De kredietgever bouwt een portefeuille toegewezen leningen op, die door het 'filter van de beoordeling' is gegaan. In deze portefeuille treedt een vertekening op, waardoor zowel de a priori kansen als de populatiekarakteristieken van de kenmerken (w.o. gemiddelde en spreiding) moeilijk zijn te schatten. De vertekening is te ondervangen door afgewezen kredietaanvragen op beperkte schaal toch experimenteel toe te wijzen en (naar verhouding) in de berekening van de wegingscoëfficiënten mee te nemen. Een tweede mogelijkheid bestaat uit het handhaven van de oude toewijzingsmethode waarbij het 'credit-scoring'systeem als een beoordeling in tweede instantie wordt gebruikt. Een derde mogelijkheid maakt gebruik van een selectie in twee etappen. In de eerste etappe wordt zo nauwkeurig mogelijk nagegaan of een kredietnemer over de looptijd van de p.l. op financiële gronden aan zijn verplichtingen kan voldoen. Daarna wordt in de tweede etappe aan de hand van een scheidingsfunctie op de overige kenmerken nagegaan of de kredietaanvragen - die de eerste etappe met positief advies hebben doorlopen - definitief kunnen worden toegewezen.

Bij de classificatie aan de hand van de scheidingsfunctie kan de kredietgever voor slechts één beslissingsgrens of grensscore (zie de rijen in tabel 1) maar ook voor twee beslissingsgrenzen opteren. De berekening van slechts één beslissingsgrens geschiedt meestal door minimalisatie van de totale (posterior) verwachte kosten ('opportunity loss') (Anderson 1).

Een andere mogelijkheid is maximalisatie van de te verwachten opbrengst (Myers en Forgy 6) of wellicht maximalisatie van het totale te verwachten nut (Anderson 2). Het gebruik van niet één maar twee beslissingsgrenzen heeft het voordeel dat de kredietbeoordelaar zijn aandacht in het bijzonder kan richten op dat interval van de scoreschaal, waar de verdelingen van de goede leningen en slechte leningen elkaar sterk overlappen.

#### 4. Empirische resultaten

Aan de hand van steekproefgegevens uit de archieven van een financieringsbank<sup>1</sup> zijn toegewezen persoonlijke leningen (afkomstig) uit de productiejaren 1971 en 1972 gekwalificeerd naar goede p.l.'s en slechte p.l.'s (zie paragraaf 2). Er is een initiële steekproef getrokken van 684 p.l.'s die bestaat uit een substeekproef van 540 goede p.l.'s en een substeekproef van 144 slechte p.l.'s. De test-steekproef omvat 99 p.l.'s en bestaat uit 70 goede p.l.'s en 29 slechte p.l.'s. De kenmerken waarvan informatie beschikbaar is zijn in bijlage I vermeld.

Het kenmerk beroep is op verschillende manieren onderzocht, waaronder een indeling naar opleidingsniveau en een indeling in drie beroepscategorieën naar afnemend risico. De laatst genoemde indeling heeft het beste resultaat opgeleverd.

De geschatte gewichten van de lineaire discriminantfunctie (LDF) en de logistische response functie (LRF) zijn in bijlage II vermeld. De gewichten van de LRF verschillen enigszins van de LDF gewichten. Het verschil is gering voor het kenmerk 'eerder p.l. afgesloten met gunstig resultaat' en de kenmerken 'p.l. waardevol besteed' en de 'leeftijd', afgezien van een niet relevante factor  $10^{-3}$  tussen de LRF en de LDF. De kenmerken 'beroep, eerder p.l. afgesloten met gunstige afloop, leeftijd, p.l. waardevol besteed, gehuwd en de woonlasten' zijn de belangrijkste kenmerken met betrekking tot het maximale percentage correcte classificatie. Het teken bij elk gewicht van deze zes kenmerken is consistent met de theoretische overwegingen.

Het beroep levert de grootste bijdrage aan het maximale percentage correcte classificatie, hetgeen in de initiële steekproef 83,3 en in de onafhankelijke teststeekproef 77,8 is. Als wij deze percentages normeren naar een steekproefverhouding van 50% slechte p.l.'s dan worden de percentages<sup>2</sup> respectievelijk 72,4 en 72,2.

De hypothese dat het gewicht bij het corresponderende kenmerk nul is, wordt voor de zes genoemde relevante kenmerken in de LRF verworpen, waarbij het kenmerk 'woonlasten' zwak significant is.

Het is opvallend dat de (scheidings)resultaten met de LRF nauwelijks verschillen van de resultaten met de LDF, ofschoon de wegingscoëfficiënten enigszins afwijken.

De theoretische relatie tussen het netto-inkomen en het maandtermijnbedrag enerzijds en de kans dat de p.l. goed wordt anderzijds, kan empirisch niet worden waargenomen. De oorzaak hiervan ligt mogelijk in de selectie van de kredietaanvragen met deze kenmerken door de kredietgever. Een andere oorzaak is wellicht de beperkte informatie van de budgetkenmerken over de looptijd van de p.l. Men dient te bedenken dat enkele jaren na het productiejaar 1971 de conjuncturele situatie redelijk is geweest, waarbij de netto-inkomens een stijging hebben vertoond. In die situatie is het zeer wel mogelijk dat in het bijzonder andere dan financiële kenmerken belangrijk zijn voor de verklaring van het betalingsgedrag.

## 5. Conclusies

In deze studie zijn verschillende kenmerken met betrekking tot het terugbetalen van de persoonlijke lening onderzocht. Wij hebben zes kenmerken gevonden die het beste tussen de goede p.l.'s en de slechte p.l.'s kunnen scheiden, waaronder het 'beroep' het belangrijkste kenmerk is. Het teken bij het gewicht van deze kenmerken is consistent. Ofschoon kwalitatieve kenmerken op theoretische gronden in het logistische response model kunnen worden opgenomen, verschillen de resultaten nauwelijks van die met multiple discriminantanalyse. De scheidingskracht van de financiële kenmerken bleek teleurstellend te zijn.

### Bijlage I

Kenmerken waarvan informatie beschikbaar is (produktiejaar 1971, steekproef 1973).

<i>Kenmerk</i>	<i>Meeteenheid</i>
1. Netto-inkomen	(gld./maand)
2. Woonlasten (huur, rente + aflossing)	(gld./maand)
3. Eerder een p.l. afgesloten waarvan de afloop 'gunstig' was	(ja: 1 - nee: 0)
4. Wordt de p.l. afgesloten om een waardehoudend artikel aan te schaffen	(ja: 1 - nee: 0)
5. Leeftijd	(jaar)
6. Gehuwd	(ja: 1 - nee: 0)
7. Heeft de kredietnemer een hypotheek	(ja: 1 - nee: 0)
8. Beroep	(indeling in groepen)
9. Maandtermijnbedrag van de p.l.	(gld./maand)
10. Looptijd van de p.l.	(maand)
11. Woonplaats	
12. Lopende verplichtingen elders	(ja: 1 - nee: 0)
13. Aantal dienstjaren bij huidige werkgever	(jaar)
14. Bezit onroerend goed	(ja: 1 - nee: 0)
15. Bankrekening bij de kredietgever	(ja: 1 - nee: 0)
16. Aantal jaren woonachtig op huidige adres	(jaar)
17. Vrouw ouder dan de man	(ja: 1 - nee: 0)

## Bijlage II

Kenmerken en gewichten van de lineaire discriminantfunctie (LDF) en de logistische response functie (LRF), productiejaar 1971, steekproef 1973.

Kenmerk	LDF gewicht ( $\times 10^{-4}$ )	LRF gewicht
intercept		-0,6474
netto-inkomen	$-3,1193 \cdot 10^{-4}$	$4,1696 \cdot 10^{-5}$
woonlasten	$-2,0199 \cdot 10^{-2}$	$-2,5457 \cdot 10^{-3}$
eerder p.l. afgesloten met gunstige afloop	13,5927	1,4842
p.l. waardehoudend besteed	7,3015	0,7890
leeftijd	0,5805	$5,7806 \cdot 10^{-2}$
gehuwd	5,7066	0,4780
hypotheek	2,7045	0,4258
beroepscategorie I	-5,8684	-2,1913
beroepscategorie II	5,4711	-1,5788
beroepscategorie III	23,3540	*)
maandtermijnbedrag	$-7,8818 \cdot 10^{-4}$	$-4,7373 \cdot 10^{-4}$
looptijd	0,1647	$1,3416 \cdot 10^{-2}$

\*) De derde beroepscategorie is weggelaten om inverteren in de schattingsprocedure mogelijk te maken.

## Literatuur

1. Anderson, T. W., 1958, *An Introduction to Multivariate Statistical Analysis*, Wiley, hoofdstuk 6.
2. Anderson, J. A., 1972, 'Separate sample logistic discrimination', *Biometrika* 59, pag. 19.
3. Durand, D., 1941, 'Risk Elements in Consumer Instalment Financing', *Studies in Consumer Instalment Financing* 8, National Bureau of Economic Research.
4. Gilbert, E., 1968, 'On discrimination using Qualitative Variables', *Journal of the American Statistical Association*, Dec., pag. 1399.
5. Myers, J. H., Cordner, W., 1957, 'Increase Credit Operation Profits', *Credit World*, Febr., pag. 12-13.
6. Myers, J. H., Forgy, E. W. 1963, 'The Development of Numerical Credit Evaluation Systems', *Journal of the American Statistical Association*, vol. 58, no. 303, pag. 799-806.
7. Myers, J. H., 1963, 'Predicting Credit Risk With a Numerical Scoring System', *Journal of Applied Psychology*, vol. 47, no. 5, pag. 348-352.
8. Tatsuoka, M. M., 1971, *Multivariate Analysis*, Wiley, pag. 158.

## Noten

1 Deze bank wenst niet nader genoemd te worden.

2 Met de cumulatieve relatieve frekwentieverdeling wordt voor een gelijke steekproevenverhouding het percentage correcte classificatie herberekend.