

Prestaties van modellen en ratio's bij het voorspellen van faillissementen

Ir. P.P.M. Pompe en Prof. Dr. J. Bilderbeek

1 Inleiding

Er is in de loop der jaren veel onderzoek verricht naar het voorspellen van faillissementen door middel van faillissementsmodellen (bijv. Pompe en Bilderbeek (2000), Dimitras, Zanakis en Zopounidis (1996), Bilderbeek (1977), Altman (1968)). Ook in België, het land waar de gegevens voor het beschreven onderzoek vandaan komen, zijn dergelijke modellen afgeleid (bijv. Ooghe, Joos en De Bourdeaudhuij (1995)). Een model voor het voorspellen van faillissementen heeft tot doel het beschrijven van de relatie tussen een naderend faillissement en een aantal verklarende financiële ratio's. Deze ratio's kunnen worden berekend met informatie uit de jaarrekening van een onderneming.

Het doel van het onderzoek dat in dit artikel wordt beschreven, is het vaststellen van de voorspellende waarde van een groot aantal financiële ratio's (63 in totaal) in de verschillende jaren vóór het faillissement en deze waarde te vergelijken met de voorspellende waarde van faillissementsmodellen. Bij het afleiden van de modellen maken we gebruik van de statistische methode lineaire discriminant-analyse en de meer recent ontwikkelde methode neurale netwerken. Het vaststellen van de voorspellende waarde van individuele ratio's heeft al vaker plaatsgevonden (bekend is bijvoorbeeld het eerste onderzoek betreffende dit onderwerp van Beaver (1966)). Een belangrijk voordeel van dit onderzoek is de grote hoeveelheid data waarover we kunnen beschikken. Hierdoor kan de voorspellende waarde nauwkeu-

riger worden bepaald. Daarnaast maken we onderscheid tussen oude en jonge ondernemingen, omdat de resultaten voor beide groepen ondernemingen mogelijk variëren. Door het ontbreken van bestaansjaren kan er bij een jonge onderneming in mindere mate sprake zijn van een geleidelijke ontwikkeling richting het faillissement. Het lijkt aannemelijk dat bij oudere ondernemingen een dergelijke ontwikkeling vaak wel te zien is, waarbij een verliesgevende onderneming bijvoorbeeld nog een tijd kan overleven door in te teren op de opgebouwde winstreserves.

Het artikel kent vijf paragrafen. In de tweede paragraaf behandelen we de verzamelde data en in de derde paragraaf wordt aangegeven hoe de voorspellende waarde van ratio's en modellen wordt vastgesteld. Paragraaf 4 gaat over de resultaten en we sluiten af met conclusies in paragraaf 5.

2 Data

In België moeten ondernemingen die zijn onderworpen aan de openbaarmaking van hun jaarrekening, publiceren volgens een gestandaardiseerd schema, waarbij de posten in de balans, resultatenrekening en toelichting vaste namen en codes hebben. Alle jaarrekeningen van deze ondernemingen worden door de centrale bank van België op cd-rom gezet. Het betreft onder meer alle naamloze vennootschappen en besloten vennootschappen met beperkte aansprakelijkheid. In dit onderzoek konden we beschikken over de cd-roms uit de jaren 1988 tot en met 1994. We hebben ons gericht op één sector; alleen jaarrekeningen van vennootschappen uit de sector industrie zijn van de cd-roms gehaald. De trekking was aselekt wat betreft de leeftijd en grootte van ondernemingen.

We onderscheiden twee klassen jaarrekeningen: de klasse 'lopend' en de klasse 'failliet'. Jaarrekeningen van de eerste klasse zijn afkomstig van ondernemingen die niet binnen een zekere periode failliet zijn gegaan. Jaarrekeningen van de

Ir. P. P. M. Pompe is als promovendus verbonden aan de afdeling Financieel Management en Bedrijfs-economie van de Faculteit Technologie en Management, Universiteit Twente. Prof. Dr. J. Bilderbeek is hoogleraar Financieel Management en Bedrijfs-economie aan de Universiteit Twente.

Tabel 1

	<i>Jaar 1</i>	<i>Jaar 2</i>	<i>Failliet Jaar 3</i>	<i>Jaar 4</i>	<i>Jaar 5</i>	<i>Lopend</i>
<i>Oud</i>	556	476	424	370	322	1500
<i>Jong</i>	732	492	342	234	132	1500
<i>Totaal</i>	1288	968	766	604	454	3000

tweede klasse horen bij ondernemingen die een bepaald aantal jaren na het jaar waar de jaarrekening betrekking op heeft, zijn gefailleerd. Bij de jaarrekeningen waarvoor dit aantal jaren gelijk is aan i ($i = 1, 2, 3, \dots$) zullen we spreken van jaarrekeningen uit jaar i . Er zijn vijf groepen jaarrekeningen, met $i = 1, 2, 3, 4, 5$. Een jaarrekening uit jaar 1 is altijd de als laatst gepubliceerde jaarrekening vóór het faillissement. Het jaar na het jaar waar de als laatst gepubliceerde jaarrekening betrekking op heeft, is dus gelijk gesteld aan het jaar van failleren. Het formeel juridische tijdstip van het faillissement hoeft niet in dit jaar te liggen. Echter, we zien het niet langer publiceren van jaarrekeningen door een onderneming als het materiële moment van failleren. Bij ongeveer 90% van de ondernemingen bedroeg de periode tussen de sluitingsdatum van de als laatst gepubliceerde jaarrekening en het formeel juridische moment van het faillissement een half tot twee jaar.

Tabel 1 geeft aan welke aantallen jaarrekeningen van de klasse 'failliet' beschikbaar zijn voor het onderzoek. Het zijn bijna alle jaarrekeningen van deze klasse die op de cd-roms aanwezig waren. Onder het kopje 'Jaar i ' staat de hoeveelheid jaarrekeningen uit jaar i vermeld. Elke jaarrekening heeft betrekking op één van de volgende negen kalenderjaren: 1985, 1986, ..., 1992 of 1993. In de tabel valt op dat de hoeveelheden bij een hogere waarde voor i flink afnemen. In de eerste plaats wordt dit veroorzaakt door het feit dat bijvoorbeeld een onderneming die maar drie jaar heeft bestaan geen jaarrekening uit jaar 5 kan hebben. Echter de belangrijkste reden is dat we in het onderzoek alleen op de hoogte waren van faillissementen die plaats hadden in de genoemde tijdsperiode van negen jaren. Dit betekent dat een jaar-

rekening uit jaar 5 op minder kalenderjaren betrekking kan hebben dan een jaarrekening uit jaar 1 (en dus zijn er minder jaarrekeningen uit jaar 5 dan jaarrekeningen uit jaar 1).

Jaarrekeningen van de klasse 'lopend' hebben altijd betrekking op één van de volgende vier kalenderjaren: 1988, 1989, 1990 of 1991. Op zich zijn er van één kalenderjaar meer dan voldoende jaarrekeningen van deze klasse beschikbaar. Om een wat langere tijdsperiode te representeren, is echter voor vier kalenderjaren gekozen. We gebruiken 3.000 aselekt getrokken jaarrekeningen, van elk kalenderjaar ongeveer evenveel. De jaarrekeningen horen bij 3.000 verschillende ondernemingen.

De aantallen jaarrekeningen in tabel 1 zijn overgebleven na het verwijderen van jaarrekeningen die betrekking hadden op een periode anders dan twaalf maanden en jaarrekeningen met rekenkundige fouten. Er is bijvoorbeeld sprake van een rekenkundige fout wanneer het eigen vermogen plus het vreemd vermogen ongelijk is aan het totaal vermogen.

We maken onderscheid tussen jaarrekeningen van oude en van jonge ondernemingen. Bij de klasse 'failliet' bevat de eerste groep jaarrekeningen van ondernemingen die langer dan acht jaar hebben bestaan en de tweede groep jaarrekeningen van ondernemingen met een bestaan van minder dan acht jaar. Uit tabel 1 blijkt bijvoorbeeld dat we beschikken over 1.288 jaarrekeningen uit jaar 1, waarvan er 556 horen bij oude ondernemingen en er 732 afkomstig zijn van jonge ondernemingen. Wat betreft de klasse 'lopend' bevinden zich in de eerste groep jaarrekeningen van ondernemingen die ouder zijn dan acht jaar en in de tweede groep jaarrekeningen van ondernemingen

Tabel 2

<i>Oud</i>	<i>Totaal verm.</i>			<i>Personeel</i>			<i>Jong</i>	<i>Totaal verm.</i>			<i>Personeel</i>		
	25%	50%	75%	25%	50%	75%		25%	50%	75%	25%	50%	75%
<i>Lopend</i>	8	25	83	3	9	29	<i>Lopend</i>	4	9	28	1	3	9
<i>Failliet (jaar 3)</i>	10	25	76	4	13	37	<i>Failliet (jaar 3)</i>	4	12	26	1	5	13

die jonger zijn dan acht jaar. 'Oud' en 'jong' kwamen in het geval van klasse 'lopend' ongeveer even vaak voor in de vier kalenderjaren. In tabel 2 wordt voor vier verzamelingen jaarrekeningen uit tabel 1 informatie gegeven over het totale vermogen en het aantal werknemers. Bijvoorbeeld in het geval van jaar 3 (oude ondernemingen) zijn de totale vermogens uit de 424 jaarrekeningen op een rijtje gezet, gesorteerd van laag naar hoog. Het 106de totale vermogen in de rij (25% van 424) was (afgerond) 10 miljoen Belgische Franken, het 212de totale vermogen (50% ofwel de mediaan) was 25 miljoen en het 318de totale vermogen (75%) bedroeg 76 miljoen.

We bepalen de voorspellende waarde van een groot aantal financiële ratio's: 13 rentabiliteitsratio's, 26 activiteitsratio's, 15 liquiditeitsratio's en 9 solvabiliteitsratio's. Bij het uitrekenen van bijna elke ratio volgen we de berekeningswijze van Ooghe en Van Wymeersch (1994). In tabel 4 worden de 63 ratio's genoemd en in de bijlage wordt verdere informatie over de ratio's gegeven¹.

3 Onderzoeksonderwerp

Het bepalen van de voorspellende waarde van een ratio betekent dat we op zoek gaan naar de optimale grenswaarde voor de ratio. Dit is de waarde waarbij de klassen 'failliet' en 'lopend' zo goed mogelijk worden gescheiden. We beschouwen de oude en de jonge ondernemingen afzonderlijk. In elk jaar van de klasse 'failliet' wordt opnieuw de voorspellende waarde van een ratio vastgesteld. Voor de vaststelling in een bepaald jaar zijn de jaarrekeningen van de klasse 'failliet' uit dat jaar nodig en daarnaast gebruiken we altijd de 1.500 jaarrekeningen van de klasse 'lopend'. Bijvoorbeeld in het geval van jaar 2 (oude ondernemingen) beschikken we over 476 jaarrekeningen van klasse 'failliet' en 1.500 jaarrekeningen van klasse 'lopend'. Deze verzameling met 1976 jaarrekeningen wordt aselekt opgedeeld in twee gelijke delen, een trainingsverzameling en een testverzameling (we zouden ook kunnen spreken van een steekproef en een controlesteekproef). We zorgen er wel voor dat per klasse de jaarrekeningen evenredig over de twee delen verdeeld worden. Elk deel bevat dus 750 stuks van klasse 'lopend' en 238 stuks van klasse 'failliet'.

De werkwijze bij iedere ratio is nu als volgt. Voor elke jaarrekening uit de trainingsverzameling berekenen we de waarde van de ratio (vanzelfsprekend wordt een jaarrekening die geen waarde heeft voor de ratio niet gebruikt). De ratio-waarden worden op een rij gezet, gesorteerd van laag naar hoog. Vervolgens bepalen we voor elk tweetal opeenvolgende waarden in de rij de waar-

de die daar precies tussenin ligt. Voor elke 'tussenin'-waarde w worden twee scores berekend.

$$\text{Score A} = (kl_{failliet}/tot_{failliet} + gr_{lopend}/tot_{lopend}) / 2 * 100\%$$

$$\text{Score B} = (gr_{failliet}/tot_{failliet} + kl_{lopend}/tot_{lopend}) / 2 * 100\%$$

Hierbij is kl_i en gr_i gelijk aan het aantal jaarrekeningen van klasse i in de verzameling met een ratio-waarde respectievelijk kleiner en groter dan waarde w en is tot_i gelijk aan het totaal aantal jaarrekeningen van klasse i in de verzameling. Na berekening van de scores voor alle 'tussenin'-waarden beschouwen we de 'tussenin'-waarde met de hoogste score (het maakt niet uit of het een score A of een score B betreft) als zijnde de optimale grenswaarde. In het geval deze hoogste score een score A is, ziet de scheiding van de klassen er als volgt uit: een jaarrekening wordt tot de klasse 'failliet' gerekend wanneer geldt dat *ratio van jaarrekening < optimale grenswaarde* en tot de klasse 'lopend' wanneer geldt dat *ratio van jaarrekening > optimale grenswaarde*. Score A geeft nu het percentage jaarrekeningen (gemiddeld voor de twee klassen) in de trainingsverzameling aan dat door deze scheiding juist geclassificeerd wordt. Gaat het bij de hoogste score om een score B, dan is de opdeling vanzelfsprekend andersom (als *ratio < optimale grenswaarde*, dan klasse 'lopend', anders klasse 'failliet'). We hebben nu nog het volgende probleem: omdat de optimale grenswaarde is bepaald met de trainingsverzameling, geeft de bijbehorende score een te positieve indruk van de voorspellende waarde van de ratio (er is sprake van een zogenaamde positieve bias). We passen daarom de scheiding aan de hand van de optimale grenswaarde ook toe op de testverzameling en bepalen een nieuwe score A of B (afhankelijk of de hoogste score bij de trainingsverzameling respectievelijk een score A of B was). Deze nieuwe score noemen we de testscore.

Een faillissementsmodel wordt uit een verzameling met jaarrekeningen afgeleid door middel van een leermethode. In dit onderzoek gebruiken we twee methoden: *lineaire discriminant-analyse* (lda) en *neurale netwerken* (nn). Lda is altijd een veel gebruikte methode geweest bij het afleiden van faillissementsmodellen. Een nadeel van lda is dat de methode alleen een optimaal model voortbrengt wanneer de data aan bepaalde verdelingskenmerken voldoen. Financiële ratio's hebben deze kenmerken niet of slechts in beperkte mate. Sinds enige jaren bestaat er belangstelling voor een nieuwe methode, 'neurale netwerken' genaamd. Mogelijk brengt deze methode betere faillissementsmodellen voort, aangezien het neurale netwerk geen voorwaarden aan de data stelt. De bereikte resultaten met de methode zijn tot op heden wisselend (zie bijv. Pompe en Bilderbeek (2000), O'Leary (1998), Pompe en Feelders

Tabel 3

	Oud					Jong				Oud					Jong		
	1	2	3	4	5	1	2	3		1	2	3	4	5	1	2	3
5 Ratio's: Lda	78	74	72	66	64	76	72	67	8 Ratio's: Lda	77	74	71	66	66	74	70	66
Nn	81	74	72	67	64	76	71	67		Nn	81	75	72	66	66	75	71

(1997)); veel onderzoekers rapporteren over betere faillissementsvoorspellingen door het gebruik van neurale netwerken, maar in andere onderzoeken zijn de prestaties niet beter dan die van de klassieke methoden zoals lineaire discriminant-analyse. Een nadeel van neurale netwerken is dat de modellen erg complex zijn. Modellen van lda zijn makkelijker te interpreteren.

Voor de modellen² gebruiken we dezelfde trainings- en testverzameling als voor het vaststellen van de voorspellende waarde van de ratio's. De trainingsverzameling wordt gebruikt om het model af te leiden en de testverzameling om te bepalen hoe goed het model de klassen scheidt. De score van het model voor de testverzameling (testscore) wordt berekend als³:

$$(juist_{jai}/tot_{jai} + juist_{lop}/tot_{lop}) / 2 * 100\%$$

Hierbij is $juist_i$ gelijk aan het aantal jaarrekeningen van klasse i in de testverzameling dat juist door het model is geclassificeerd en is tot_i gelijk aan het totaal aantal jaarrekeningen van klasse i in de testverzameling. In het model bevinden zich acht ratio's ($r_1, r_8, r_{30}, r_{31}, r_{40}, r_{44}, r_{55}, r_{58}$) of vijf ratio's ($r_{24}, r_{43}, r_{45}, r_{58}, r_{59}$). De acht ratio's zijn gekozen op grond van de resultaten van een stapsgewijze selectie van ratio's. We hebben er wel voor gezorgd dat alle vier categorieën ratio's (rentabiliteit, activiteit, liquiditeit en solvabiliteit) zijn vertegenwoordigd met twee ratio's, zodat het model de verschillende dimensies van de financiële positie van een onderneming beoordeelt. Daarnaast is er een model met vijf ratio's, waarbij wordt afgezien van de eis dat alle categorieën aanwezig moeten zijn. Deze vijf ratio's zijn uitgekozen naar aanleiding van hun grote voorspellende waarde zoals deze naar voren komt in tabel 4 van de volgende paragraaf (we hebben er wel op gelet dat de vijf ratio's onderling niet sterk gecorreleerd zijn).

Zowel bij het vaststellen van de voorspellende waarde van ratio's als bij het afleiden en testen van modellen zullen we in elk jaar het beschreven experiment tien keer uitvoeren. Hierdoor wordt de betrouwbaarheid van de onderzoeksresultaten vergroot. De belangrijke verandering in elke uitvoering ten opzichte van de negen andere uitvoeringen is dat we de totale verzameling

jaarrekeningen opnieuw aselekt opdelen in een trainings- en testverzameling.

4 Resultaten

Tabel 3 vermeldt de testcores van de modellen. Bijvoorbeeld tijdens elk van de tien uitvoeringen van het experiment in jaar 1 (oude ondernemingen) werd met lda een model met de vijf ratio's afgeleid en getest. Het gemiddelde van de tien testcores is het percentage 78% (linksboven in tabel 3). In het geval van de jonge ondernemingen hebben we alleen de jaren 1, 2 en 3 onderzocht, omdat we minder dan 300 jaarrekeningen van de klasse 'failliet' als te weinig data beschouwden om mee te experimenteren. Uit tabel 3 volgt dat neurale netwerken nauwelijks beter hebben gepresteerd dan lda (behalve in jaar 1 bij de oude ondernemingen). Het neurale netwerk lijkt in dit onderzoek niet veel extra toe te voegen ten opzichte van lda. Verder zijn de modellen met acht ratio's ongeveer even goed als de modellen met vijf ratio's.

De testcores van de ratio's staan in tabel 4. Ook nu geldt dat elke score in de tabel de gemiddelde testcore is van de tien uitvoeringen van het experiment. Om het onderscheid in de voorspellende waarde van de 63 ratio's inzichtelijker te maken, wordt het verschil gegeven met de voorspellende waarde van één groep modellen. Dit zijn de modellen van neurale netwerken met vijf ratio's (de testcores staan op de eerste rij van tabel 4). De oorspronkelijke testcores zijn eenvoudig terug te rekenen. Bijvoorbeeld het rijtje van jaar 1 tot en met jaar 5 (oude ondernemingen) is in het geval van ratio r_1 gelijk aan 69% (= 81 - 12), 63% (= 74 - 11), 60%, 57% en 55%. Het rijtje van deze ratio voor jonge ondernemingen is 68%, 62% en 59%. Er geldt dus: hoe hoger het getal in de tabel, hoe minder groot de voorspellende waarde⁴.

Als categorie hebben de solvabiliteitsratio's het beste gepresteerd. Maar ook onder de rentabiliteits- en activiteitsratio's vinden we ratio's, bijvoorbeeld r_5 en r_{19} , die goed presteren in alle jaren en zowel bij oud als bij jong. Er zijn geen liquiditeitsratio's die vlak vóór het faillissement een grote voorspellende waarde hebben. Wel zijn er goed presterende liquiditeitsratio's verder weg

Tabel 4

	Oud					Jong				Oud					Jong		
	1	2	3	4	5	1	2	3		1	2	3	4	5	1	2	3
Model met 5 ratio's	81	74	72	67	64	76	71	67	Model met 5 ratio's	81	74	72	67	64	76	71	67
<i>Rentabiliteit:</i>									33 fin.kosten/ tw	17	11	10	8	6	15	13	10
1 brutobedr.res./ tv	12	11	12	10	9	8	9	8	34 belast. op het res./ tw	20	12	11	5	3	17	13	11
2 nettobedr.res./ tv	12	15	14	12	10	11	12	12	35 tw/ personeelsbestand	17	12	10	4	3	15	10	7
3 brutores./ tv	11	10	12	8	7	8	9	8	36 tw/ omzet	29	21	22	15	11	23	20	13
4 nettores./ tv	12	14	12	11	9	10	11	12	37 vaste bedr.act./ pers.b.	26	21	18	11	9	21	16	13
5 winst vóór bel./ tv	4	5	8	5	3	5	8	7	38 tw/ vaste activa	27	23	20	14	12	26	20	16
6 winst na bel./ tv	4	5	7	6	5	5	8	8	39 aant.dagen afsl-neerl.	23	19	22	16	15	19	19	14
7 winst vóór bel./ ev	19	10	12	9	8	19	13	12	<i>Liquiditeit:</i>								
8 winst na bel./ ev	18	10	12	9	7	17	14	13	40 nettobedr.kap./ tv	11	9	8	7	5	11	11	10
9 ratio 8 met 2 grensw.	9	7	10	9	6	8	10	9	41 nettobedr.kap./ omzet	12	11	12	9	7	11	11	9
10 winst na bel./ ev	12	14	15	12	10	10	12	10	42 vlott.act./ vv op k.t.	11	6	7	6	5	9	9	8
11 cashflow/ ev	19	15	14	13	12	20	15	14	43 v+g+l/ schulden l jr.	10	6	6	5	2	9	9	8
12 brutobedr.res./ b.act.	10	10	10	9	7	7	7	6	44 liquide mid./ vlott.act.	17	10	11	8	7	8	6	5
13 nettobedr.res./ b.act.	12	13	12	10	9	11	11	11	45 g+l-f/ vlott.act.	10	5	5	3	0	6	3	1
<i>Activiteit:</i>									46 kostprijs prod./ voorr.	20	13	14	9	8	21	16	13
14 brutobedr.res./ omzet	14	11	12	9	6	10	8	8	47 voorr./ omzet	19	14	14	8	8	19	14	15
15 nettobedr.res./ omzet	11	13	15	10	9	9	12	9	48 voorr./ tv	24	16	15	10	10	19	15	11
16 brutores./ omzet	13	10	12	8	5	9	8	8	49 handelsvord./ omzet	29	23	23	17	15	21	19	13
17 nettores./ omzet	11	12	14	10	7	9	11	10	50 handelsvord./ tv	31	24	21	17	13	21	17	12
18 winst vóór bel./ omzet	3	5	7	3	4	5	7	7	51 handelssch/ ingekocht	19	13	13	10	6	12	14	10
19 winst na bel./ omzet	3	4	6	4	4	5	7	8	52 handelssch./ omzet	19	14	13	10	7	13	13	10
20 brutobedr.res./ tw	16	12	12	8	5	10	8	6	53 handelssch./ tv	24	16	14	11	7	12	10	8
21 nettobedr.res./ tw	15	12	14	10	7	12	12	12	54 vv op k.t./ omzet	10	9	9	8	6	10	11	10
22 brutores./ tw	15	11	10	8	6	10	8	6	<i>Solvabiliteit:</i>								
23 nettores./ tw	15	13	13	9	6	11	12	11	55 ev/ tv	5	4	4	3	2	5	6	6
24 winst vóór bel./ tw	7	4	6	5	2	7	7	8	56 vv/ ev	17	11	8	6	3	13	12	9
25 winst na bel./ tw	7	6	6	5	4	7	9	9	57 ev/ permanent verm.	22	15	14	11	7	18	16	11
26 omzet/ tv	24	21	22	17	15	26	20	17	58 reserves+over.w.v./ tv	2	4	4	3	0	5	7	6
27 omzet/ bedr.act.	21	15	16	15	11	22	18	16	59 cashflow/ vv	3	2	3	2	2	3	4	3
28 omzet/ vaste bedr.act.	27	24	22	17	15	26	22	17	60 cashflow/ vv op l.t.	5	6	8	7	6	7	10	8
29 omzet/ vlott.bedr.act.	20	15	15	11	10	16	14	11	61 cashflow/ sch.	1	6	10	8	8	4	7	6
30 tw/ tv	25	22	19	12	9	23	21	18	62 nettores./ fin.kosten	3	2	5	2	1	4	6	5
31 personeelskosten/ tw	16	12	12	8	5	11	9	7	63 teken van het ev	16	18	18	14	12	13	15	14
32 niet-kas-bedr.k./ tw	27	21	20	11	10	21	13	10									

van het faillissement, bijvoorbeeld r_{45} . Ratio's die verschillende aspecten van de financiële positie van een onderneming beoordelen, kunnen blijkbaar een aantal jaren vóór het faillissement een goede en ongeveer gelijke signaalwerking hebben.

Er is een aantal ratio's dat nauwelijks beter dan 50% scoort en dus bijna geen voorspellende waarde heeft. Een score van een ratio (of een model) gelijk aan 50% houdt in dat de ratio (of het model) de twee klassen niet op een zinvolle wijze kan scheiden. Willekeurig gokken leidt immers reeds tot dit percentage. Ratio r_{49} (*handelsvorderingen / omzet*) is zo'n zwak presterende ratio. Men kan zich indenken dat een in problemen verkerende onderneming haast zal maken met het innen van de handelsvorderingen om zodoende aan liquide middelen te komen (een lage waarde

voor r_{49} zou dan wijzen op een ongunstige situatie). Aan de andere kant is het aannemelijk dat debiteuren hun betalingen uitstellen wanneer ze een dreigend faillissement vermoeden (een hoge waarde is dan juist een negatief teken). Beide effecten houden elkaar mogelijk in evenwicht.

De rentabiliteit van het eigen vermogen blijkt een slechte voorspeller te zijn in vergelijking met de rentabiliteit van het totale vermogen (ratio r_7 en r_8 versus ratio r_5 en r_6). Een belangrijke oorzaak is dat veel jaarrekeningen uit de jaren vlak vóór het faillissement een verlies combineren met een negatief eigen vermogen, wat vaak leidt tot een hoge waarde voor ratio r_7 en r_8 . Het gebruik van absoluuttekens (ratio r_{10}) geeft weinig verbetering. Het toepassen van twee grenswaarden in plaats van één enkele grenswaarde vergroot de

Afkortingen gebruikt in tabel 4:

aant.dagen afsl-neerl. = aantal dagen tussen de dag van afsluiting en de dag van neerlegging van de jaarrekening. **act.** = activa, **b.act.** = bedrijfsactiva, **bedr.act.** = bedrijfsactiva, **bedr.k.** = bedrijfskosten, **bedr.kap.** = bedrijfskapitaal, **bedr.res.** = bedrijfsresultaat, **bel.** = belastingen, **belast.** = belastingen, **ev** = eigen vermogen, **fin.kosten** = financiële kosten, **g+l-f** = geldbeleggingen + liquide middelen - financiële schulden, **grensw.** = grenswaarden, **handelssch.** = handelsschulden, **handelsvord.** = handelsvorderingen, **kostprijs prod.** = kostprijs van de productie, **k.t.** = korte termijn, **l.t.** = lange termijn, **mid.** = middelen, **over.w.v.** = overgedragen winst of verlies, **pers.b.** = personeelsbestand, **res.** = resultaat, **sch.** = schulden op meer dan één jaar die binnen het jaar vervallen, **schulden 1 jr.** = schulden op ten hoogste één jaar, **tv** = totaal vermogen, **tw** = toegevoegde waarde, **verm.** = vermogen, **v+g+l** = vorderingen op ten hoogste één jaar + geldbeleggingen + liquide middelen, **vlott.** = vlottende, **voorr.** = voorraden en bestellingen in uitvoering, **vv** = vreemd vermogen.

Ratio r_{30} en r_{63} zijn geen echte ratio's (met de vorm *teller / noemer*), maar voor het gemak worden ze wel ratio's genoemd. Definitie van **ratio** r_{63} = teken van het eigen vermogen: er zijn twee waarden, is het ev positief dan $r_{63} = 1$ en is het ev negatief dan $r_{63} = 0$.

ACTIVA (1)

Vaste activa (2)

- I Oprichtingskosten (3)
- II Immateriële vaste activa (4)
- III Materiële vaste activa (5)
- IV Financiële vaste activa (6)
- V Vorderingen op meer dan één jaar (7)

Vlottende activa (8)

- I Voorraden en bestellingen in uitvoering (9)
- II Vorderingen op ten hoogste één jaar (10)
- Met o.a.: Handelsvorderingen (11)
- III Geldbeleggingen (12)
- IV Liquide middelen (13)
- V Overlopende rekeningen (14)

PASSIVA (15)

Eigen vermogen (16), met o.a.:

- I Reserves (17)
- II Overgedragen winst of verlies (18)

Vreemd vermogen (19)

- I Voorzieningen en uitgestelde belastingen (20)
- II Schulden op meer dan één jaar (21)
- III Schulden op ten hoogste één jaar (22), met o.a.:
 - A Schulden op meer dan één jaar die binnen het jaar vervallen (23)
 - B Financiële schulden (24)
 - C Handelsschulden (25)
- IV Overlopende rekeningen (26)

Grootheden uit de balans. **Totaal vermogen** = I = 15. **Bedrijfsactiva** = 3 + 4 + 5 + 9 + 10 + 14. **Vaste bedrijfsactiva** = 3 + 4 + 5. **Vlottende bedrijfsactiva** = 9 + 10 + 14. **Nettobedrijfskapitaal** = 8 - 22 - 26. **Vreemd vermogen op korte termijn** = 22 + 26. **Vreemd vermogen op lange termijn** = 20 + 21. **Permanent vermogen** = 16 + 20 + 21.

Grootheden uit de resultatenrekening en de toelichting. **Bedrijfsopbrengsten**, waaronder de **omzet**. **Ingekocht** = ingekochte handelsgoederen, grond- en hulpstoffen, diensten en diverse goederen. **Toegevoegde waarde** = bedrijfsopbrengsten - ingekocht. **Brutobedrijfsresultaat** = (toegevoegde waarde) - (wel-kas-bedrijfskosten). **Nettobedrijfsresultaat** = (toegevoegde waarde) - (wel-kas-bedrijfskosten) - (niet-kas-bedrijfskosten). **Brutoresultaat** = (winst vóór belastingen) + (financiële kosten) + (alle niet-kas-kosten). **Nettoresultaat** = (winst vóór belastingen) + (financiële kosten). **Winst vóór belastingen**. **Belastingen op het resultaat**. **Winst na belastingen**. **Cashflow** = (winst na belastingen) + (alle niet-kas-kosten). **Kostprijs van de productie** = ingekocht + (wel-kas-bedrijfskosten) + (niet-kas-bedrijfskosten). **Personeelskosten**. **Personeelsbestand**.

voorspellende waarde daarentegen wel (ratio r_{0}). Ratio r_{0} is gelijk aan ratio r_{63} , echter we gebruiken nu steeds twee grenswaarden, die bovendien altijd vaste waarden hebben (0 en 0,5). De toegepaste scheiding luidt als volgt: als de waarde van *winst na belastingen / eigen vermogen* tussen de 0 en de 0,5 ligt, is er sprake van de klasse 'lopend', anders gaat het om de klasse 'failliet'.

Ratio r_{1} tot en met r_{6} en ratio r_{14} tot en met r_{25} gebruiken zes vormen van het resultaat van de onderneming: bruto- en nettobedrijfsresultaat, bruto- en nettoresultaat en winst vóór en na belastingen. Ratio's met de twee laatstgenoemde grootheden zijn veel meer voorspellend dan ratio's met

de vier eerstgenoemde. Het blijkt dus belangrijk om de winst na aftrekking van de financiële kosten te nemen. Ook de hoge prestaties van ratio r_{62} (*nettoresultaat / financiële kosten*) wijzen erop dat de financiële kosten een belangrijk gegeven zijn. Verder geeft tabel 4 de indruk dat ratio's die gebruikmaken van het brutobedrijfsresultaat en het brutoresultaat iets beter scoren dan ratio's met daarin respectievelijk het nettobedrijfsresultaat en het nettoresultaat. Het is denkbaar dat een onderneming die zich vlak vóór het faillissement bevindt, geneigd is om de resultaten door middel van haar afschrijvingspolitiek positief te beïnvloeden. Hierdoor vermindert de voorspellende waar-

de van ratio's met daarin het nettobedrijfsresultaat en het nettoresultaat.

5 Conclusies

Tabel 4 maakt duidelijk dat bijna elke ratio wel een zekere voorspellende waarde bezit. Een enkele ratio, zoals bijvoorbeeld ratio *r59* (*cashflow / vreemd vermogen*), bereikt scores die in de buurt van de scores van de modellen liggen⁵. Er zijn weinig grote verschillen te constateren tussen de resultaten voor jonge en voor oude ondernemingen. Ratio's die goed (of slecht) presteren bij de ene groep ondernemingen presteren over het algemeen ook goed (of slecht) bij de andere groep. Wel liggen de scores bij de jonge ondernemingen wat lager dan bij de oude ondernemingen. Doordat bij jonge ondernemingen in mindere mate sprake is van een geleidelijke ontwikkeling richting het faillissement, zal het moment van failleren een meer onverwachts karakter hebben en minder vaak van tevoren te voorzien zijn. Daarnaast zijn jonge ondernemingen meestal kleine ondernemingen. Meer dan bij grote ondernemingen speelt bij kleine ondernemingen ook andere informatie dan financiële ratio's een rol bij faillissementspredictie. Een belangrijke reden is de grotere vervlechting van zakelijke en privé-activiteiten bij kleine ondernemingen (Caouette, Altman en Narayanan (1998)). We gebruikten twee methoden om modellen af te leiden. Lda bleek ook in dit onderzoek een robuuste methode; hoewel financiële ratio's niet of slechts in beperkte mate voldoen aan de voorwaarden die Lda stelt om een optimaal model voort te brengen, gaf de methode toch goede resultaten. De resultaten van de neurale netwerken waren niet veel beter.

LITERATUUR

- Altman, E.I., (1968), Financial ratio's, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy, *The Journal of Finance*, vol. 23, pp. 589-609.
- Beaver, W.H., (1966), Financial ratios as predictors of failure, *Empirical Research in Accounting: Selected Studies*, supplement van *Journal of Accounting Research*, vol. 5, pp. 179-199.
- Bilderbeek, J., (1977), *Financiële ratio-analyse*, Stenfert Kroese, Leiden.
- Caouette, J.B., E.I. Altman en P. Narayanan, (1998), *Managing credit risk, the next great financial challenge*, Wiley Frontiers in Finance, New York.
- Dimitras, A.I., S.H. Zankis en C. Zopounidis, (1996), A survey of business failures with an emphasis on prediction methods and industrial applications,

European Journal of Operational Research, vol. 90, pp. 487-513.

- O'Leary, D.E., (1998), Using neural networks to predict corporate failure, *International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, vol. 7, pp. 187-197.
- Ooghe, H. en C. Van Wymeersch, (1994), *Financiële analyse van de onderneming*, Kluwer Editorial, Zaventem.
- Ooghe, H., P. Joos en C. de Bourdeaudhuij, (1995), Financial distress models in Belgium: the results of a decade of empirical research, *The International Journal of Accounting*, vol. 30, pp. 245-274.
- Pompe, P.P.M. en J. Bilderbeek, (2000), Faillissementspredictie: een vergelijking tussen lineaire discriminant analyse en neurale netwerken, *Economisch en Sociaal Tijdschrift*, vol. 54, pp. 215-242.
- Pompe, P.P.M. en A.J. Feelders, (1997), Using machine learning, neural networks, and statistics to predict corporate bankruptcy, *Microcomputers in Civil Engineering*, vol. 12, pp. 267-276.

NOTEN

1 De meeste jaarrekeningen worden gepubliceerd volgens het zogenaamde verkorte schema. Hierdoor is het niet mogelijk om de exacte waarde te bepalen van een aantal grootheden uit de resultatenrekening in de bijlage. De waarde van deze grootheden wordt zo goed mogelijk benaderd. Verder is een beperking dat de financiële kosten van het vreemde vermogen in het verkorte schema niet apart genoemd worden. Daarom maken we gebruik van de totale financiële kosten, die wel bekend zijn (post met code 65).

2 In dit onderzoek wordt een *feed-forward*-netwerk met één *hidden layer* toegepast. Dit is een veel gebruikte vorm van het neurale netwerk in praktische toepassingen. We zorgen ervoor dat de trainingsverzameling evenveel jaarrekeningen van klasse 'failliet' als van klasse 'lopend' bevat door het dupliceren van jaarrekeningen van klasse 'failliet'. Door middel van *tenfold cross-validation* op de trainingsverzameling bepalen we wat de beste parameterinstelling van elke methode is. Bij neurale netwerken is onder meer een parameter 'het aantal units in de hidden layer' (dus verschillende aantallen units worden geprobeerd). Voor meer details, zie Pompe en Bilderbeek (2000); het hier gebruikte netwerk wordt daar 'nn2' genoemd. Bij Lda zijn er twee parameters: 'de combinatie van priorkansen' en 'de mate waarin jaarrekeningen met extreme ratiowaarden uit de trainingsverzameling worden verwijderd'.

3 Deze formule en de formule van score A en B maken duidelijk dat we in dit onderzoek ervoor hebben gekozen om een score te berekenen als het

gemiddelde van het resultaat voor klasse 'lopend' en het resultaat voor klasse 'failliet'. Eén procent misclassificatie van klasse 'lopend' wegen we dus even zwaar als één procent misclassificatie van klasse 'failliet'.

4 We hebben ook gekeken naar de voorspellende waarde van de stabiliteit van ratio's. Vaststelling van de voorspellende waarde van de stabiliteit van ratio r gebeurt op dezelfde wijze als vaststelling van de voorspellende waarde van ratio r (zoals beschreven in paragraaf 3). Echter, in het laatste geval wordt een jaarrekening in de trainings- of testverzameling gerepresenteerd door zijn waarde voor ratio r en in het eerste geval wordt een jaarrekening gerepresenteerd door de standaardafwijking van: zijn waarde voor ratio r , de waarde voor ratio r in de jaarrekening gepubliceerd één jaar eerder en de waarde voor ratio r in de jaarrekening gepubliceerd twee jaar eerder. We hebben de voorspellende waarde van de stabiliteit van ratio's vastgesteld in de volgende jaren van de klasse 'failliet': jaar 1, 2 en 3 in het geval van de oude ondernemingen. Wat betreft de klasse 'failliet' zijn bijvoorbeeld voor de vaststelling van de voorspellende waarde van de stabiliteit in jaar 3 de jaarrekeningen uit jaar 3, 4 en 5 gebruikt. Betreffende de klasse 'lopend' zijn extra jaarrekeningen verzameld om samen met de 1.500 jaarrekeningen in tabel 1 drietallen opeenvolgende jaarrekeningen te kunnen vormen. De voorspellende waarde van de stabiliteit van ratio r in jaar i ($i \in \{1, 2, 3\}$, oude ondernemingen) bleek vaak aanzienlijk slechter te zijn dan de voorspellende waarde van ratio r in jaar i gegeven in tabel 4 (in ongeveer 60% van de gevallen was er een verslechtering van meer dan 4%). Soms gaf de stabiliteit wel het beste resultaat. Dit was het geval bij de volgende ratio's: r_7 (-11, 0, 0), r_8 (-10, -1, -1), r_{10} (-5, -3, -2), r_{11} (-12, -8, -3), r_{26} (1, -3, -3), r_{30} (-3, -4, -2), r_{32} (-3, 2, 3), r_{33} (-4, 3, 5), r_{36} (-9, -2, -2), r_{49} (-6, -3, -6), r_{50} (-3, -5, 0), r_{56} (-10, -5, 1), r_{57} (-5, -1, -1). Tussen haakjes staat de verandering in de scores uit tabel 4, bijvoorbeeld de stabiliteit van r_{10} behaalde in jaar 1, 2 en 3 respectievelijk de scores 7, 11 en 13 i.p.v. 12, 14 en 15. Voor het vaststellen van de voorspellende waarde van de stabiliteit van ratio r zijn minder ondernemingen gebruikt dan voor het vaststellen van de voorspellende waarde van ratio r , omdat we niet van elke onderneming drie opeenvolgende jaarrekeningen hadden. We hebben ook nog gekeken naar een tweede definitie van de stabiliteit van ratio r . Hierbij wordt een jaarrekening gerepresenteerd door het verschil tussen zijn waarde voor ratio r en de waarde voor ratio r in de jaarrekening gepubliceerd twee jaar eerder. De voorspellende waarde van deze definitie was nog iets slechter dan de voorspellende waarde van de eerste definitie.

5 In paragraaf 6 van Pompe en Bilderbeek (2000) wordt een model in dusdanige vorm gepresenteerd dat gebruik in de praktijk mogelijk is. Ook individuele ratio's kunnen op een dergelijke wijze in de

praktijk worden toegepast. De hiervoor benodigde tabellen met grenswaarden en scores zijn verkrijgbaar bij de eerste auteur.