

KLASIFIKACE OBCHODNÍCH PARTNERŮ S VYUŽITÍM MATEMATICKÝCH METOD

M. Režňáková, J. Jedlička

Došlo: 16. března 2010

Abstract

REŽŇÁKOVÁ, M., JEDLIČKA, J.: *Customers' classification by the using mathematics methods*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2010, LVIII, No. 3, pp. 219–224

Companies, as well as financial institutions, deal with the same problem – verification of credibility of and enterprise. How can they identify enterprises with real threat of insolvency? One of the ways are various scoring models oriented on evaluation of the failure probability. This possibility is, however, very demanding on information about financial behaviour of a given subject. Our article discusses the utilisation of cluster analysis to identify similarities of companies and their distribution into groups. The aim of this contribution is to show what possibility are hidden in utilization of the cluster analysis and test by using of cophenetic correlation coefficient. The firms' distribution in the class may be used to determine strategy for granting trade credits.

credit management, firms' classification, rating, scoring, ratio analysis, cluster analysis, defaults

Při prodeji výrobků, resp. poskytování služeb je běžnou praxí poskytovat obchodním partnerům obchodní úvěr. Jeho poskytnutí je nástrojem podporujícím prodejnost produktů. Obchodní úvěr je současně i běžným nástrojem financování podniku. Pro poskytovatele úvěru je obchodní úvěr spojen s existencí platebního rizika, kterým rozumíme riziko platební neschopnosti a riziko zpoždování plateb. Neuhrazením obchodního úvěru nebo jeho uhrazením se zpožděním může zákazník způsobit svému věřiteli/dodavateli problémy v řízení cash flow.

Rozhodnutí o prodeji na úvěr by měla předcházet analýza kupujícího z hlediska platební schopnosti a stability. V závislosti na výsledcích analýzy je pak potřebné zvolit zásady pro poskytnutí obchodního úvěru. Stanovení principů úvěrové politiky patří mezi strategická rozhodnutí managementu podniku a je součástí credit managementu podniku. K tomu účelu se používá klasifikace zákazníků do skupin/ tříd dle bonity a významnosti zákazníka pro podnik. Možnost odhalení podniků s omezenou schopností splácet závazky vychází z předpokladu, že tyto podniky budou vykazovat společné znaky. Základní informace o ekonomické situaci podniku poskytují účetní výkazy, proto jednou z možností posuzování důvěryhodnosti podniků je konstrukce modelů využívajících informací obsažených v účetních výka-

zech. Jiným přístupem konstrukce modelů je využití tržních dat. V našich podmínkách má však tento postup omezené využití, protože tržní ocenění podniků je velice ojedinělé.

Cílem článku je zdůraznit nutnost hledání netradičních přístupů ke klasifikaci podniků podle rizika vzniku platební neschopnosti a prezentovat výsledky třídění podniků s použitím metod shlukové analýzy. K tomuto závěru vedly negativní zkušenosti autorů s aplikací bonitních modelů vytvořených v jiných ekonomických podmínkách a náročnost tvorby vlastního scoringového modelu. Na základě znalosti výpovědní schopnosti dílčích ukazatelů poměrové finanční analýzy byly nejdříve vytipované nejdůležitější ukazatele pro hodnocení finanční stability a výkonnosti podniků, které byly dále použity jako kritérium pro třídění podniků do bonitních skupin.

SCORINGOVÉ MODELY – MOŽNOSTI VYUŽITÍ PRO KLASIFIKACI PODNIKŮ

Nástrojem hodnocení důvěryhodnosti podniků jsou zpravidla scoringové modely, případně rating. Dle autorů Vinše a Lišky (2005) se ratingem rozumí kompletní hodnocení rizikovosti hodnoceného subjektu spojené s udělením určitého ratingového stupně, vyjadřujícího pravděpodobnost, že daný

subjekt nesplátí svůj dlužný závazek. Naproti tomu scoring je hodnocení subjektu na základě kvantitativních dat získaných zpravidla z účetnictví. V praxi i odborné literatuře (např. Mrkvička, 1997; Grunwald, 2001; Kislingerová a Hnilica, 2007; Sůvová a kol., 1999; Zalai a kol., 2007) jsou známy různé scoringové modely, zpravidla označované jako bonitní, případně bankrotní modely (Altmanovo Z-score, Tafflerův model, Tamariho model, Kralickův Quicktest, model W. Beavera, Index bonity a další). Vycházejí z účetních dat za minulá období a rozdělují hodnocené subjekty do kategorií z hlediska spolehlivosti. Z tohoto pohledu lze scoring považovat za dílčí část celkového ratingu.

Uvedené modely byly vytvořeny v jiných ekonomických podmínkách (např. Altmanovo Z-score v roce 1983, Tafflerův index v roce 1977) a zkušenosti z jejich použití ukazují, že dochází k nejednoznačnosti při identifikaci problémových, resp. stabilních podniků. Z toho důvodu by bylo vhodné použít vlastní scoringový model.

Konstrukce scoringového modelu je náročná na získání a validaci dat. Vývoj scoringového modelu probíhá ve čtyřech etapách:

1. vytvoření databáze podniků;
2. vývoj scoringové funkce;
3. kalibrace hodnot score;
4. validace modelu.

Databáze použitelná pro vývoj scoringového modelu musí obsahovat data o podnicích, které splácely závazky ve standardní době, dále data o podnicích, které závazky nesplácely, resp. je splácely opožděně. Pro účely vývoje scoringové funkce se používají ukazatele konstruované na principu finančních poměrových ukazatelů. Jejich použitím se eliminují rozdíly ve velikosti podniků, avšak nezohledňují rozdílnosti vyplývající z oboru podnikání, proto je žádoucí vytvářet databázi podniků a vyvíjet model podle oboru podnikání.

Vývoj scoringové funkce probíhá v několika krocích. V první řadě je nutné stanovit míru korelace mezi kvantifikovanými poměrovými ukazateli a chováním podniků. Pro vývoj funkce je vhodné použít maximálně možný počet (někdy i netradičních) ukazatelů. Možnosti disponibilního software však mohou být limitující. Pak je vhodné z již zmiňovaných bankrotních a bonitních modelů vytipovat nejpravděpodobnější druhy poměrových ukazatelů, které mohou vstoupit do výpočtu modelu (viz např. Režňáková, 2006). Z ukazatelů, které vykazují nejvyšší korelaci, se pak metodami vícerozměrné analýzy tvoří scoringová funkce.

Kalibrace hodnot score představuje stanovení hraničních hodnot pro rozdělení podniků do skupin. V rámci validace modelu se následně ověřuje, jestli scoringový model správně rozlišuje podniky se sníženou platební schopností a zařazuje je do definovaných skupin. Validace může probíhat s využitím stejné databáze, která byla použita k vytvoření modelu. V případě dostatečně velké databáze se

její část použije na vývoj modelu a druhá část slouží k validaci modelu.

Naznačený postup jednoznačně prokazuje, že vývoj vlastního scoringového modelu si mohou dovolit pouze společnosti disponující dostatečně velkou databází podniků, ve které lze identifikovat skupinu standardně se chovajících podniků a skupinu podniků, které závazky nesplácejí, případně nesplácejí včas. Nelze předpokládat, že takovouto databází podniky běžně disponují. To vede k zamyšlení, jestli nelze pro účely klasifikace podniků použít jiné metodické postupy.

METODY SHLUKOVÉ ANALÝZY

Shluková analýza dat patří mezi metody vícerozměrné statistické analýzy, jejímž předmětem je popis a zobecňování vztahů ve skupině proměnných. Pro potřeby klasifikace je nutné stanovit pravidla, podle nichž se objekty zařazují do jedné z několika tříd. Následně dochází k typologii objektů, při kterém se objekty hierarchicky třídí do relativně homogenních skupin. Předem nemusí být známý počet skupin, skupiny nemusí být definovány a současně je možné v určitých případech určit pořadí těchto skupin podle zvolených kritérií. Klasifikace se provádí na základě měření předem určeného počtu znaků a vytvoření popisu těchto tříd.

Cílem shlukové analýzy je tedy roztržidění daného počtu objektů do několika relativně homogenních shluků, přičemž se požaduje, aby si byly objekty uvnitř jednoho shluku co nejvíce podobné a objekty patřící do různých shluků si byly podobné co nejméně.

Při aplikaci metod shlukové analýzy je dle Řezánkové (2007) nutné postupovat v následujících krocích:

1. vytvoření množiny objektů, v našem případě podniků/odběratelů, které budou předmětem shlukování;
2. vymezení množiny proměnných, dle kterých se budou měřit objekty množiny, tj. v našem případě definování kritérií třídění podniků;
3. výpočet vzdáleností mezi objekty dle zvolených kritérií;
4. použití shlukové analýzy k vytvoření shluků z podobných objektů;
5. potvrzení výsledků metod shlukové analýzy.

Shlukovací metody se dělí podle různých kritérií, a to například:

- dle způsobu tvorby shluků:
 - aglomerativní metody, u nichž dochází k postupnému spojování objektů do větších skupin;
 - divizivní, u nichž dochází k postupnému dělení objektů do menších skupin.
- dle uspořádání shluků:
 - hierarchické, tj. shluky jsou hierarchicky uspořádané,
 - nehierarchické, tj. objekty se dělí jen do primárních skupin, klasifikace na vyšších úrovních se neprovádí.

Jednou z často používaných technik shlukové analýzy jsou hierarchické aglomerativní metody. Jejich podstatou je postupné sdružování (shlukování) objektů pomocí různých měr. Pro proměnné poměrového typu se nejčastěji používá euklidovská vzdálenost. Vzdálenost d_{x_j, x_i} mezi objekty x_j a x_i se vypočítá:

$$d_{x_j, x_i} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{jk} - x_{ik})^2}.$$

Vzdálenosti vypočtené pro všechny dvojice objektů se uspořádají do matice vzdáleností D . Na začátku každý objekt tvoří samostatný jednobodový shluk. V každém kroku se sloučí dva shluky, jejichž vzdálenost je nejvhodnější dle zvolené metody. V dalším kroku se přepočítá matice vzdáleností, jejíž řád se sníží o jedna (tj. $n - 1$) vůči výchozímu stavu. Shlukování končí, když dojde ke sloučení všech objektů do jednoho shluku.

Mezi nejznámější hierarchické metody měření vzdálenosti mezi shluky patří dle Čermákové a Rosta (2009):

- metoda nejbližšího souseda: u této metody je vzdálenost mezi dvěma shluky minimem ze všech vzdáleností mezi jejich objekty;
- metoda nejvzdálenějšího souseda: u této metody je vzdálenost mezi dvěma shluky maximem ze všech vzdáleností mezi jejich objekty;
- metoda průměrné vazby, u níž je vzdálenost mezi shluky měřena jako průměr ze všech vzdáleností mezi jejich objekty;
- centroidní metoda, u níž se vzdálenost shluků počítá jako euklidovská vzdálenost průměrů proměnných v jednotlivých shlucích – centroidů.
- Wardova metoda, která je určena k optimalizaci minimální odchylky uvnitř shluků.

Výsledky shlukování s využitím uvedených metod se zpravidla znázorňují pomocí dendrogramu, který graficky znázorňuje vývojové vztahy skupin objektů formou větvičného stromu.

Stupeň shody mezi vlastnostmi objektů a výsledným shlukovacím procesem je vhodné vyjádřit koeficientem korelace (CPCC, Cophenetic Correlation Coefficient). CPCC je koeficientem korelace mezi prvky primární matice vzdáleností mezi objekty a mezi prvky kofenetické matice. Kofenetickou maticí se rozumí trojúhelníková matice, jejíž prvky tvoří vzdálenosti mezi shlukovanými objekty v okamžiku, kdy byly poprvé zařazeny do shluku. Obecně platí, že čím je CPCC vyšší, tím nižší je ztráta informací v procesu shlukování objektů.

Spojení metod shlukové analýzy s ekonomickými ukazateli podniků dává možnost klasifikace podniků dle zvolených parametrů do relativně homogenních skupin. Tím se nabízí možnost využití metod při hodnocení výnosnosti a spolehlivosti (tj. bonity) podniků a jejich kategorizace.

VSTUPNÍ DATA

S použitím hierarchické metody shlukové analýzy jsme se pokusili roztrždit dvacet podniků působících v chemickém průmyslu. K analýze byla použita data, získaná z výročních zpráv těchto společností, umístěných v Obchodním rejstříku, případně doplněna z internetových stránek jednotlivých společností. Předmětem analýzy byly společnosti: Andre Group, Bochemie, Borsod Chem, Deza, Don Gemini, Druchema, Drutep, Fosfa, Henkel, Chemotex, Cheport, Lovochemie, Precheza, Procter & Gamble, Qalt, Spolchemie, Synthesia, Unilever, Valtech, Zenit. Tyto podniky tvoří relativně homogenní skupinu výrobců chemických látek, pracích prášků a hnojiv. Rozdílná je velikost podniků měřená velikostí tržeb.

Množina kritérií, dle kterých se posuzovala bonita podniků, byla tvořena 21 ukazateli používanými v rámci finanční poměrové analýzy. Množinu tvořilo šest ukazatelů rentability, tři ukazatele likvidity, pět ukazatelů zadluženosti, jeden ukazatel aktivity a šest dalších ukazatelů konstruovaných na báze ukazatele potenciálního cash flow.

Vzhledem ke značné variabilitě dat bylo v dalším kroku nutné provést standardizaci dat, která se stala předmětem analýzy. Pro proces shlukování byl použit program MATLAB. Jako míra podobnosti byla použita euklidovská vzdálenost a na vzniklou matici vzdáleností byly aplikovány čtyři nejznámější hierarchické metody shlukování:

- Metoda nejbližšího souseda;
- Metoda nejvzdálenějšího souseda;
- Metoda průměrné vazby;
- Wardova metoda.

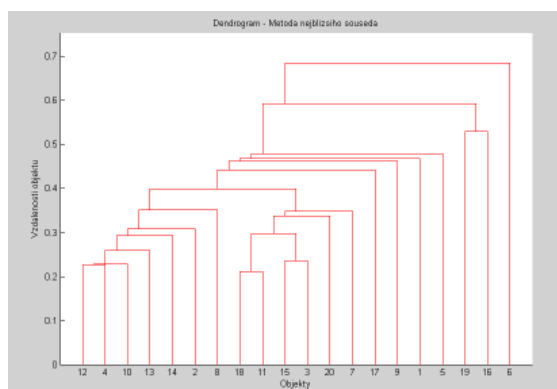
VÝSLEDKY SHLUKOVÁNÍ PODNIKŮ

Na obrázku 1 jsou znázorněny výsledné dendrogramy uvedených shlukovacích metod.

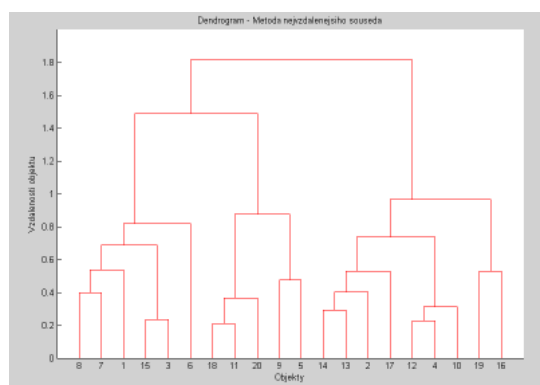
Dendrogram má na vertikální ose vyneseny koeficient podobnosti (*similarity*) a na ose horizontální jsou vyneseny objekty (v našem případě čísla podniků). Čím delší jsou ve stromovém diagramu vertikální úsečky, tím větší je rozdíl mezi objekty. K ověření správnosti výsledků byla použita metoda kofenetické korelace. Poněvadž nebyla splněna podmínka normálního rozdělení obou matic, byl použit Spearmanův koeficient korelace namísto běžného korelačního koeficientu. Kofenetické koeficienty Spearmanovy (pořadové) korelace¹ pro jednotlivé metody jsou následující:

- Metoda nejbližšího souseda: 0,49
- Metoda nejvzdálenějšího souseda: 0,67857
- Metoda průměrné vazby: 0,72098
- Wardova metoda: 0,63962

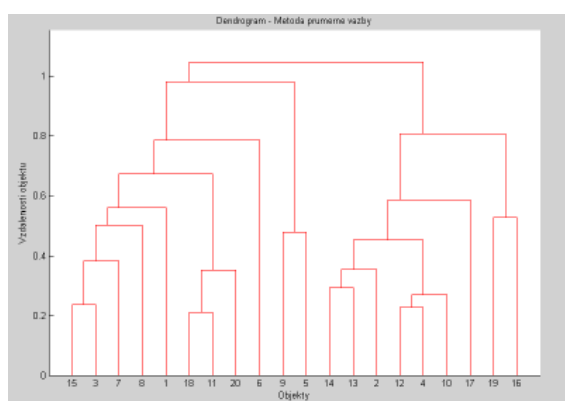
¹ Spearmanův koeficient korelace pořadových čísel vyjadřuje závislost mezi pořadím znaků. Může nabývat hodnot v rozmezí -1 až 1 včetně. Řadíme ho mezi neparametrické ukazatele (řídí se pořadím znaků).



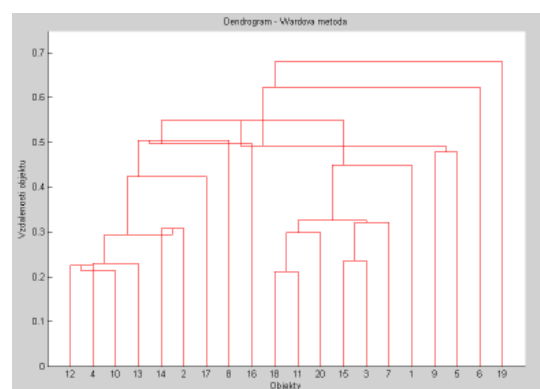
a)



b)



c)



d)

1: Dendrogram: a) Metoda nejbližšího souseda, b) Metoda nejvzdálenějšího souseda, c) Metoda průměrné vazby, d) Wardova metoda

1: Hierarchical tree: a) Single linkage (nearest neighbour) method, b) Complete linkage (furthest neighbour) method, c) Unweighted pair-group average, d) Ward's method

Nejvhodnější metodou pro shlukování podniků dle zadaných kritérií je metoda průměrné vazby, která má nejvyšší kofenetický koeficient korelace.

VYTVOŘENÍ A POPIS SKUPIN PODNIKŮ

Pro určení počtu shluků byl použit graf závislosti počtu shluků na hodnotách fuzních koeficientů. Jako kritérium pro volbu počtu shluků byla použita slovní charakteristika skupin podniků: podniky vynikající, nadprůměrné, průměrné, podprůměrné a zaostávající podniky, tj. pět shluků. Při změně počtu shluků z pěti na čtyři se v grafu projevuje již větší zploštění, které svědčí o tom, že toto snížení počtu shluků není vhodné.

Po rozdělení objektů na pět výsledných shluků, což odpovídá „přestřihnutí“ dendrogramu zhruba na hladině vzdálenosti 0,7, obsahují jednotlivé shluky následující počty a charakteristiky podniků:

1. shluk obsahující dva podniky, vyznačující se vynikajícími výsledky, vysokou rentabilitou, platební schopností, nízkou zadlužeností;
2. shluk obsahující sedm podniků, které dosahují nadprůměrné výsledky v oblasti rentability i platební schopnosti;

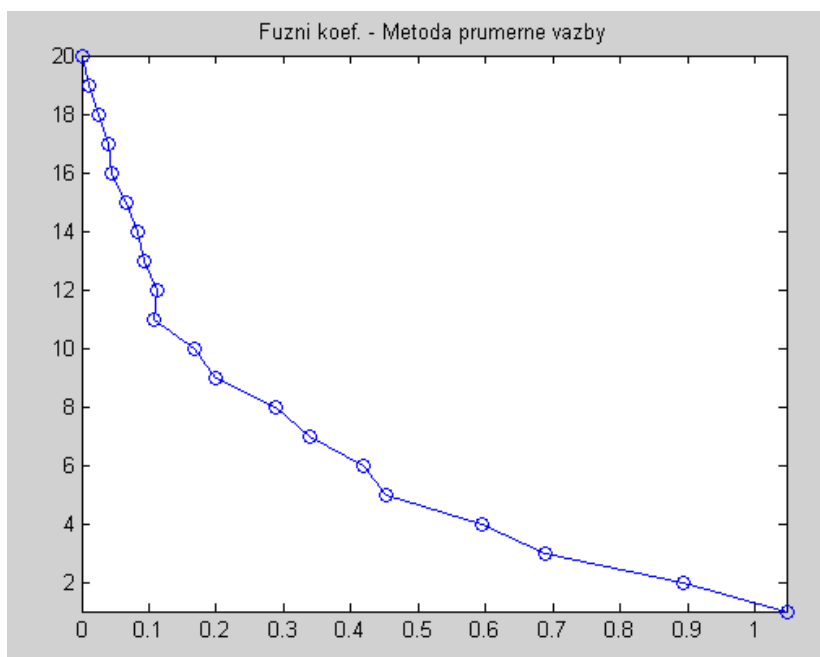
3. shluk obsahující osm podniků, které mají ve srovnání s předešlou skupinou horší parametry likvidity;

4. shluk obsahující jeden podnik, který dosahuje podprůměrné výsledky;

5. shluk obsahující dva podniky s nejnižší bonitou, tj. ztrátové, ohrožené platební neschopností, se záporným čistým pracovním kapitálem.

Pro každý shluk (třidu) podniků může podnik zvolit specifický přístup k poskytování obchodních úvěrů. U první skupiny podniků je možné poskytovat odloženou splatnost faktur, čímž může získat konkurenční výhodu. Naproti tomu u poslední skupiny podniků lze prodej uskutečňovat pouze proti okamžité platbě.

Z uvedeného výsledku lze usuzovat, že platební riziko podniků do jisté míry kopíruje Gaussovo normální rozdělení, kdy se většina podniků pohybuje kolem střední hodnoty rizika všech firem; ostatní případy, kdy je riziko příliš vysoké nebo příliš malé, se nacházejí na okrajích.



2: Závislost počtu shluků na hodnotách fuzních koeficientů pro metodu průměrné vazby
 2: Cluster number dependence of unweighted pair-group average method

ZÁVĚR

Metodou průměrné vazby byly podniky rozděleny do pěti shluků podobných podniků. Dle posouzení hodnot použitých ukazatelů bylo každému shluku přiřazeno označení vyjadřující míru rizika platební neschopnosti. Pro analýzu bylo použito co nejvíce poměrových ukazatelů s očekáváním lepší možnosti zatřídění hodnocených subjektů. Tento předpoklad se však nepotvrdil a podniky byly jednoznačně roztrženy do shluků s jinou mírou rizika likvidity. Pro závěrečné třídění pod-

niků do shluku byly posuzovány zejména ukazatele likvidity a rentability. Z toho plyne, že pro třídění podniků do shluků je možné vycházet i z menšího počtu ukazatelů.

Jak uvedená aplikace ukázala, použití metod shlukové analýzy není tak náročné na informace o podnicích, jako je tomu v případě vývoje scoringového modelu, přičemž získané výsledky a jejich následná analýza svědčí o korektnosti rozdělení subjektů do skupin.

SOUHRN

Článek pojednává o možných přístupech ke klasifikaci obchodních partnerů/zákazníků podniku za účelem volby strategie poskytování obchodních úvěrů. Poskytnutím obchodního úvěru je podnik vystaven platebnímu riziku, tj. riziku nezaplacení dluhu, resp. opožděného zaplacení. To má za následek vznik druhotní platební neschopnosti podniku. Jednou z možností třídění podniků je vývoj vlastního scoringového modelu, protože aplikace v literatuře dostupných modelů neposkytuje korektní zatřídění podniků. Vývoj scoringového modelu je náročný na informace o podnicích a vhodnými daty disponují zpravidla pouze instituce zabývající se poskytováním finančních služeb. Cílem článku je prezentovat možnosti využití shlukové analýzy pro třídění podniků do skupin s využitím poměrových ukazatelů finanční analýzy. Pro účely třídění byly použity ukazatele finanční analýzy, a to šest ukazatelů rentability, tři ukazatele likvidity, pět ukazatelů zadluženosti, jeden ukazatel aktivity a šest dalších ukazatelů konstruovaných na bázi ukazatele potenciálního cash flow. Předmětem analýzy byl soubor podniků chemického průmyslu zabývajících se výrobou chemických látek, pracích prášků a hnojiv. Výsledkem analýzy je rozdělení souboru podniků do pěti skupin vykazujících podobné znaky. K ověření správnosti výsledků byla použita metoda kofenetické korelace. V článku byla prokázána možnost využití hierarchických metod shlukové analýzy pro třídění podniků. Pokud výrobce využije tento postup pro klasifikaci svých zákazníků, může pro každou skupinu zvolit specifický přístup k poskytování obchodních úvěrů.

credit management, třídění podniků, rating podniků, scoring, poměrové ukazatele finanční analýzy, shluková analýza, platební neschopnost

SUMMARY

The article discusses possible approaches to classification of business partners/customers of a company in order to choose the strategies of granting trade credits. By selling on open account a company is exposed to payment risk (the default risk or delayed payment). This leads to secondary financial insolvency. One of the possible ways of company classification is using of scoring model. Application of traditional models accessible in literature doesn't provide correct company classification. This is the reason for development of individual scoring models. The development demands information about companies; which is usually accessible only to institutions of financial intermediation. The goal of the article is to present potential of cluster analysis for company classification with utilization of financial ratio indicators. For the purpose of sorting the following financial ratios have been used: six profitability ratios, three liquidity ratios, five debt management ratios, one asset management ratio and six other indicators constructed on the basis of a potential cash flow. The subject of the analysis was a sample of companies producing chemical substances, washing powders and fertilizers. The result is distribution of the companies into five groups; companies in each group showed similar attributes. For results verification was used a cophenetic correlation coefficient. In this contribution was shown how to use hierarchical cluster analysis for customers' sorting. The producer then might choose specific approach of granting a trade credit for each group.

LITERATURA

- ČERMÁKOVÁ, A., ROST, M. 2009: *Statistické nástroje a jejich využití při segmentaci trhu*. Dostupné: <http://www.agris.cz/etc/textforwarder.php?iType=2&iId=137518&PHPSESSID=a3>. [cit: 21-08-2009].
- DOSTÁL, P., 2008: *Pokročilé metody analýz a modelování v podnikatelství a veřejné správě*. 1. vyd. Brno: CERM, 340 s. ISBN 978-80-7204-605-8.
- GRÜNWALD, R., 2001: *Analýza finanční důvěryhodnosti podniku*. 1. vyd. Praha: EKOPRESS, 76 s. ISBN 80-86119-47-5.
- HINDLS R., HRONOVÁ, S., SEGER, J., 2006: *Statistika pro ekonomy*, 6. vyd. Praha: Professional Publishing, 412 s. ISBN 80-86419-99-1.
- KISLINGEROVÁ, E., HNILICA, J., 2007: *Finanční analýza krok za krokem*. 1. vyd. Praha: C. H. Beck, 137 s. ISBN 80-7179-321-3.
- HURTOŠOVÁ, J., 2008: Postup vývoje ratingového modelu. *Trendy ekonomiky a managementu*. 2, 2.: s. 34–40. ISSN 1802-8527.
- JEDLIČKA, J., 2008: *Využití statistických metod při hodnocení finančního rizika podniku*. (Diplomová práce) Brno: VUT v Brně, Fakulta podnikatelská, 2008, 78 s.
- MRKVIČKA, J., 1997: *Finanční analýza*. 1. vyd. Praha: Bilance, 207 s.
- REŽŇÁKOVÁ, M., 2006: Řízení platebního rizika podniku. In: *Řízení a modelování finančních rizik. Sborník vybraných příspěvků*. VŠB-TU Ostrava, s. 300–307. ISBN 80-248-1159-6.
- ŘEZÁNKOVÁ, H., HÚSEK, D., SNÁŠEL, V., 2007: *Shluková analýza dat*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 196 s. ISBN 978-80-86946-26-9.
- SŮVOVÁ, H. a kol., 1999: *Finanční analýza*. 1. vyd. Praha: Bankovní institut, 622 s. ISBN 80-7265-027-0
- ZALAI, K. a kol., 2007: *Finančno-ekonomická analýza podniku*. 5. vyd. Bratislava: SPRINT v.fra, 358 s. ISBN 978-80-89085-74-1.
- VINŠ, P., LIŠKA, V., 2005: *Rating*. 1. vyd. Praha: C. H. Beck, 110 s. ISBN 80-7179-807-X.
- www.justice.cz

Adresa

doc. Ing. Mária Režňáková, CSc. Ústav financí, Fakulta podnikatelská, Vysoké učení technické v Brně, Kolejní 4, 612 00 Brno, Česká republika, e-mail: reznakova@fbm.vutbr.cz, Ing. Mgr. Jaromír Jedlička, Fosfa, a. s., Hraniční 268, 691 41 Břeclav-Poštorná, Česká republika, e-mail: jedlicka.jaromir@fosfa.cz