

Fuzzy modelování hospodářských recesí

Ing. Vladimíra Kučerová Ph.D.

*Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav ekonomiky
Kolejni 2906/4. 612 00 Brno, e-mail: kucerova@fbm.vutbr.cz*

Abstrakt

Současná hospodářská recese, která má velký mezinárodní dopad, znovu otvírá otázky řešení hospodářských recesí. Ekonomická historie již zaznamenala celou řadu hospodářských recesí, se kterými si tehdejší vlády více či méně úspěšně poradily. Všechny recese vykazují řadu společných znaků. Tuto podobnost využívá níže uvedená studie k vytvoření modelu hospodářských recesí. Vytvořený model využívá fuzzy logiku, jejíž výhodou je možnost zpracování absolutních i relativních kvantitativních ukazatelů. Znalostní bázi modelu jsou údaje o poválečných ekonomických recesích v USA, hospodářské krizi v USA po roce 1929, japonské krizi po roce 1990 a hospodářské recesi v ČR po roce 1996. Model lze využít ke zkoumání podobností hospodářských recesí a jako podpůrný nástroj pro predikci budoucího vývoje hospodářských recesí.

Klíčová slova

Hospodářská recese, finanční krize, spekulativní bublina, fuzzy model, znalostní báze.

Úvod

Finanční krize, ekonomická krize, či jiná označení pro soudobou ekonomickou situaci postihující velkou část ekonomicky vyspělých zemí, je v podstatě situací, kterou v ekonomické teorii označujeme jako hospodářská recese. Jedná se tedy o sestupnou část hospodářského cyklu. Podle definice Mezinárodního měnového fondu lze finanční krizi chápat jako měnovou nebo bankovní krizi, jejíž důsledky se velmi negativně projeví v reálné ekonomice. “Finanční krize jsou potenciálně těžké rozpady finančních trhů, které mohou mít silné nepříznivé dopady na měnový a hospodářský vývoj“ (Czesany, 2006). S touto typologií dále souvisí pojmy jako krize měnová, bankovní, dluhová a rozpočtová. Všechna tato označení poukazují na vznik situace, která způsobila značnou nestabilitu ekonomického systému a zapříčinila problémy v mnoha provázaných oblastech. Proto problémy v jedné oblasti mají dominový efekt na oblasti další. Při studiu hospodářských recesí, lze vysledovat mnohé společné znaky. Právě tyto podobnosti jsou využity v následujícím textu k vytvoření modelu hospodářských recesí. Cílem práce bylo vytvoření fuzzy modelu, který je schopen vyhodnotit společné znaky recesí. Díky tomu je možné jeho využití ke zkoumání a jako podpůrný nástroj pro predikci průběhu hospodářských recesí.

Většina modelů zabývajících se hospodářskými cykly se soustřeďuje na analýzu příčin, impulzů vyvolávajících hospodářský cyklus a na procesy, které v rámci jednotlivých fází probíhají, viz část hospodářská recese. Fuzzy model hospodářských recesí je zaměřen poněkud odlišně. Nesnaží se analyzovat příčiny. Jeho úkolem je, na základě srovnání s již zaznamenanými recesemi, predikovat vývoj sledovaných ekonomických ukazatelů.

Hospodářská recese

Pokud se na daný problém podíváme z hlediska teorie hospodářského cyklu, je možné vzniklou situaci posuzovat z hlediska příčin a následků vzniklé recese, která může přerůst do dlouhodobé deprese či dokonce krize. Hospodářská recese je všeobecně definována jako stav, kdy dvě po sobě následující čtvrtletí klesá výkon ekonomiky. Obzvláště hluboký a dlouhý pokles výkonu ekonomiky je pak označován jako deprese. Hospodářská deprese je velmi nejasně specifikována, proto zde vzniká poměrně velký prostor pro úvahy, zda již ekonomika přešla z recese do deprese, či zda je možné již dokonce hovořit o hospodářské krizi. V dalším textu označení „délka recese v měsících“, označuje poklesovou fázi hospodářského cyklu, a to od vrcholu hospodářského cyklu až po dosažení dna (sedla). Za hospodářskou krizi je v textu považována situace, která má globální charakter, kdy pokles výkonu ekonomiky je delší než 24 měsíců a dochází k výraznému poklesu výkonu ekonomiky.

Nyní se zaměříme na příčiny vzniku hospodářského cyklu. Existuje celá řada ekonomických teorií zabývajících se možnými příčinami vzniku hospodářských cyklů. Základní dělení uvádí exogenní faktory, jako jsou technické a vědecké objevy, klimatické změny, války či přírodní katastrofy, a dále vlivy endogenní, kterými mohou být například investiční změny, spekulativní bubliny, fiskální a monetární zásahy, nebo další změny státních regulací a legislativy.

Z hlavních ekonomických teorií hospodářského cyklu lze uvést Friedmanovu teorii, která patří mezi monetární teorie hospodářského cyklu, kdy cyklické výkyvy způsobují šoky v peněžní nabídce, dále Keynesovu teorii nedostatečné efektivní poptávky, která vychází z předpokladu, že ekonomická recese nastává v důsledku poklesu investic a spotřeby. Monetární základ má i teorie Rakouské školy (představitelů Misesa a Hayeka), kde k cyklickým výkyvům dochází v důsledku měnové politiky centrální banky. Teorie reálných hospodářských cyklů, kterou se zabývali například ekonomové jako Schumpeter, Kydland, Prescott, spatřuje podstatu v externích šocích, jako jsou převratné inovace a tím vyvolaný nárůst investiční aktivity. Teorie racionálních očekávání zahrnuje mezi šoky vyvolávající ekonomické výkyvy hlavně neočekávané fiskální nebo monetární zásahy.

Rozbor příčin finančních krizí ukazuje, že monetární stimuly vyvolávají pozitivní podmínky pro nastartování prudkého ekonomického růstu. Tento růst je podmíněn nárůstem investiční aktivity a tedy i rostoucími objemy obchodů na trzích s cennými papíry. V důsledku investičního optimismu prudce roste poptávka po různých typech cenných papírů (například akcií, hypotečních dluhopisů) čímž dochází k nadměrnému růstu jejich cen nezávisle na skutečné hodnotě. Vzniká tak spekulativní bublina, která s každým dalším cenovým nárůstem nabývá na objemu. V této fázi je již jen otázkou času, kdy přijde první impulz, který vyvolá paniku a způsobí prudkou vlnu prodeje takovýchto cenných papírů a tím i razantní pokles ceny. Tyto spekulativní bubliny mohou mít katastrofální dopady na finanční trh i na ekonomiku jako celek. Po prasknutí spekulativních bublin mnohdy dochází k celkovému poklesu poptávky a produkce. Krachům se nevyhnou jak firmy tak banky a další finanční instituce. Vzniklé hospodářské recese se mohou, v důsledku globálního propojení, rozšířit i do dalších států.

Tvorba fuzzy modelu

Jak již bylo uvedeno v předchozím textu, ve většině hospodářských recesí lze vyzorovat shodné znaky, které jsou základem pro vytvoření fuzzy modelu. Fuzzy modely lze obecně využít pro modelování situací s nejednoznačně definovanými proměnnými, kdy vycházíme z kvantitativních ukazatelů, a to buď absolutních nebo relativních. Právě díky tomu umožňuje tato metoda široké uplatnění. V následujícím textu jsou stručně popsány nejdůležitější části postupu fuzzy modelování. Podrobnější informace naleznete například v (Novák, 2003), (Mařík, 2003), (Dohnal, 1996), (Zimmerman, 1987), (Dubois, 1980).

Základem fuzzy modelování je práce s fuzzy množinami, které umožňují popis vágních pojmů. Fuzzy množina je zobecněním klasického pojmu množiny, kdy každý prvek takovéto množiny je definován stupněm příslušnosti k dané fuzzy množině, který nabývá libovolné hodnoty z uzavřeného intervalu $\{0,1\}$. Pro účely fuzzy modelování se často využívají jednodušší fuzzy množiny s trojúhelníkovými nebo trapézovými funkcemi příslušnosti. Stupeň příslušnosti prvků k takovéto fuzzy množině můžeme popsat pomocí uspořádané čtveřice čísel **a**, **b**, **c**, **d**. Čísla **a** a **d** jsou krajními hodnotami množiny, jejich stupeň příslušnosti k fuzzy množině je 0. Hodnoty **b** a **c** jsou krajními hodnotami množiny se stupněm příslušnosti 1. U lichoběžníkové fuzzy množiny platí, že hodnota $\mathbf{a} < \mathbf{b} < \mathbf{c} < \mathbf{d}$ a pro trojúhelníkovou fuzzy množinu $\mathbf{a} < \mathbf{b} = \mathbf{c} < \mathbf{d}$. Fuzzy model je pak souborem podmíněných prohlášení ve tvaru “IF – THEN“.

Samotná tvorba fuzzy modelu probíhá v několika krocích. V první fázi je nutné zvolit klíčové proměnné modelu, které nejlépe vystihují podstatu zkoumaného problému. Pro každou klíčovou proměnnou se volí slovník, který specifikuje stavy, kterých klíčová proměnná může nabývat, viz tabulka 1. Například pro klíčovou proměnnou Délka ekonomického růstu, se mohou ve slovníku objevit vyjádření jako dlouhý (D), střednědobý (S), krátký (K). Pro každou hodnotu z každého slovníku je dále nutné definovat fuzzy množinu, tedy interval hodnot, kterých může daná proměnná ve své specifikaci nabývat.

Znalostní bázi modelu je množina podmíněných výrazů, které s využitím fuzzy hodnot ze slovníku popisují jednotlivé situace. Prohlášení jsou ve tvaru "IF – THEN", tedy pokud nastane určitá situace, potom je výsledek následující. Tyto podmíněné výrazy mohou být blíže specifikovány určením tzv. vah proměnných a podmíněných výrazů, což v podstatě znamená závažnost (míru pravdivosti) daného prohlášení. To umožňuje využít v rozhodovacím procesu i méně relevantní informace. Vytvoření znalostní báze je konečnou fází primární tvorby modelu. Další, neméně důležitou částí, je testování a doladování modelu. Pokud model vykazuje značnou nekonzistenci, či přímo rozpor, je nutné vrátit se k prvnímu kroku tvorby modelu, kdy je nutné přehodnotit správnost volby kritérií i hodnot fuzzy množin. Pokud vytvořený model nevykazuje nedostatky, je připravený k využití při zkoumání a predikci chování sledovaných jevů. Model pracuje na principu srovnávání zkoumaných situací s údaji znalostní báze modelu. Fuzzy modely jsou vhodnými nástroji aplikovanými pro usnadnění rozhodovacího procesu. Úspěšnost fuzzy expertních systémů je závislá na vhodnosti volby proměnných a na kvalitě dat znalostní báze.

Model hospodářských recesí na principu fuzzy logiky

Fuzzy model byl vytvořen na základě údajů o nejznámějších hospodářských recesích, které jsou spojeny s prasknutím spekulativní bubliny a údajů o poválečných hospodářských recesích v USA. Model byl doplněn údaji o hospodářské recesi v ČR po roce 1996.

Vybrané hospodářské recese spojené s prasknutím spekulativní bubliny:

1. Velká hospodářská krize ve 30. letech 20. stol.

Následovala po období ekonomického růstu v letech 1921–1927, kdy průmyslová produkce rostla průměrně o 4 % ročně. Ekonomický růst byl podporován nízkými úrokovými sazbami. Akciová spekulativní bublina praskla dne 24. 10. 1929. Recese, která následovala, trvala 43 měsíců (1929–1933) a byla provázena deflací. Výkon ekonomiky se snížil až o třetinu. Nezaměstnanost dosahovala úrovně až 25 %, což představuje nárůst cca 22 %. Vzniklá hospodářská krize měla globální charakter. Rozšířila se do mnohých dalších států, hlavně evropských, kde rovněž způsobila ekonomický propad. (Czesany, 2006), (Rejnuš, 2009)

2. Krach japonského akciového trhu v roce 1990

Dlouhodobá, takřka desetiletá, stagnace japonské ekonomiky, která následovala po prasknutí spekulativní bubliny na akciovém trhu v roce 1990, znamenala značný pokles japonské ekonomiky a propad akciového trhu. Provázanost bank a podniků prostřednictvím vzájemného vlastnictví akcií ochromila úvěrovou aktivitu a tím i možnost rychlého řešení vzniklé situace. Vzniklá recese byla provázena deflací. Nárůst nezaměstnanosti nebyl razantní, zhruba z 2,5 % na 5,5 %, ale za cenu poklesu a stagnace úrovně mezd. (Czesany, 2006), (Rejnuš, 2009)

3. Krach amerického trhu NASDAQ v roce 2000

Další dlouhodobé období růstu zaznamenala ekonomika USA v 90. letech 20. století, kdy od roku 1991 ekonomika rostla. S obdobím recese souvisí prasknutí spekulativní bubliny v roce 2000. Od roku 1994 narůstaly akciové kurzy, hlavně na trhu technologií. K obzvláště prudkému nárůstu došlo v období 1998–1999. Následná kontrakce trvala zhruba 8 měsíců. (Czesany, 2006), (Rejnuš, 2009)

4. Globální finanční krize v roce 2008

Krize vznikla v USA. Odtud se rychle rozšířila do celého světa. Příčinou bylo nadměrné zadlužení, hlavně amerických domácností. V roce 2004 ukončil FED politiku nízkých úrokových sazeb. Úrokové sazby se z hodnoty 1 % postupně navyšovaly. V roce 2006 dosáhly hodnoty až 5,25 %. Tento nárůst úrokových sazeb odrážel trend rostoucí cenové hladiny, vyvolaný především rostoucími cenami komodit, hlavně ropy. V roce 2006 došlo k prasknutí realitní bubliny (trh s hypotečními obligacemi), která vznikla v důsledku úvěrování rizikových hypoték. (Rejnuš, 2009)

Fuzzy model „Hospodářská recese“

Proměnné modelu byly voleny tak, aby pokud možno co nejlépe charakterizovaly hospodářské recese. **Fázi ekonomického růstu** (před hospodářskou recesí) charakterizuje první proměnná **Délka ekonomického růstu** (EG) v měsících. **Fázi hospodářské recese** vyjadřují ukazatelé: **Nárůst nezaměstnanosti** (UR), který udává procentuální nárůst nezaměstnanosti v době recese, **Propad HDP** (GDP), který vyjadřuje o kolik procent se snížil výkon ekonomiky, **Inflace v recesi** (IN), která vyjadřuje míru inflace nebo deflace, kterou ekonomika v recesi zaznamenala, a **Délka recese** (RE), která udává celkovou délku hospodářské recese v měsících. **Dopady řešení hospodářské recese** představují proměnné: **Nárůst státního dluhu** (ND), vyjadřující v % HDP, o kolik se zvýšil státní dluh v době recese, a **Změna úrokových sazeb** (IR), která vyjadřuje využití restriktivních nebo expanzivních monetárních zásahů při řešení vzniklé recese.

EG - Délka ekonomického růstu v měsících			
	a	b = c	d
D – dlouhý	41	60	125
S – středně dlouhý	17	30	42
K – krátký	1	12	18
ND - Nárůst státního dluhu v % HDP			
	a	b = c	d
V – vysoký	17	20	100
S – střední	3,8	10	18
N – nízký	0	3	4
IR - Změna úrokových sazeb %			
	a	b = c	d
R – růst	0	3	10
B – bez výrazné změny	0,2	0	-0,2
P – pokles	0	-3	-6
IN - Inflace v recesi v %			
	a	b = c	d
V – vysoká	5	10	20
M – mírná	0	3	5,5
D – deflace	-5	-2	0,5
UR - Nárůst nezaměstnanosti v %			
	a	b = c	d
V – velký	4,5	10	30
S – střední	1,5	3	5
M – malý	0,5	1	1,7
GDP - Propad HDP v %			
	a	b = c	d
H – hluboký	9,5	20	30
S – střední	3	5	10
M – malý	0	2	3,2
RE - Délka recese v měsících			
	a	b = c	d
D – dlouhá	29	60	120
S – středně dlouhá	12	18	30
K – krátká	3	10	14

Tab. 1 Slovník proměnných fuzzy modelu včetně určení trojúhelníkových fuzzy množin

V tabulce 2 jsou uvedena prohlášení, popisující jednotlivé ekonomické recese. Každá recese je vyjádřena pomocí verbálních hodnot proměnných ze slovníku. Soubor 13 prohlášení je znalostní bází modelu. Jako testovací dotaz byla použita současná „Finanční krize“. Dotazy jsou zadávány tak, že posuzovanou situaci popíšeme prostřednictvím klíčových proměnných, kterým přiřadíme odpovídající verbální hodnoty ze slovníku (viz tabulka 1).

	EG	ND	IR	IN	UR	GDP	RE
1929 USA	D	V	R	D	V	H	D
2000 USA	D	N	P	M	M	S	K
USA 1948	S	V	P	D	S	S	K
USA 1953	D	N	B	D	S	M	K
USA 1957	S	N	P	M	S	S	K
USA 1960	S	N	P	M	M	M	K
USA 1969	D	N	B	V	M	M	K
USA 1973	S	N	R	V	S	S	S
USA 1980	D	N	P	V	M	M	K
USA 1981	K	N	P	V	S	M	S
USA 1990	D	S	P	M	M	M	K
1990 Japonsko	D	V	P	D	S	S	D
1997 ČR	S	N	R	V	S	M	S
USA 2008	D	V	P	M	S	S	?

Tab. 2 Znalostní báze fuzzy modelu „Hospodářská recese“

Výsledky fuzzy modelu

K řešení bylo využito fuzzy expertního systému, který byl vytvořen a je k dispozici na Fakultě podnikatelské, VUT v Brně. Na základě výsledků expertního systému lze konstatovat, že vytvořený model je značně konzistentní, nevykazuje rozpory znalostní báze. Prohlášení s nejnižší podobností jsou údaje o Velké hospodářské krizi v 30. letech 20. století a Japonské depresi po roce 1990. Tyto dvě situace, které mají mnoho společných znaků, díky kterým se liší od ostatních recesí v souboru, lze považovat za nejdelší recese, s největším rozsahem dopadů. Nejvíce vzájemných podobností vykazaly hospodářské recese v USA po roce 1957, 1969, 1990 a 2000, které měly krátkodobý charakter a způsobily pokles výkonu ekonomiky do 3 %.

Závěr

Vytvořený fuzzy model byl využit pro sledování hospodářských recesí, jejich vzájemné srovnávání a jako základ pro odhady dopadů budoucích recesí. Z výsledku modelu lze konstatovat, že délka typické americké recese se pohybuje kolem jednoho roku, vykazuje nárůst nezaměstnanosti do cca 3 %, s poklesem výkonu ekonomiky do 3 %. K řešení recesí je převážně využíváno snižování úrokových sazeb, využití monetární expanze.

Model byl použit k odhadu délky trvání soudobé recese. Na základě vyhodnocení podobnosti současné krize se všemi recesemi uvedenými v modelu, byla vypočítána hodnota 23,08, což představuje odhad délky recese v měsících. Kvalitu odhadu lze bohužel posoudit až srovnáním se skutečně dosaženými výsledky.

Seznam literatury

- Czesany, S., 2006. *Hospodářský cyklus*. LINDE, Praha, 199 s. ISBN 80-7201-576-1.
- Dohnal, M., Fraser, D., and Keřkovský, M., 1996. A fuzzy pooling of investment cost knowledge. *International Journal of Production Management*, vol. 43 p. 91–106. ISSN 0144-3577.
- Dubois, D., Prade, H., 1980. *Fuzzy Sets and Systems: Theory and Application. Mathematics in Science and Engineering*. ACADEMIC PRESS, San Diego, 263 p.
- Holman, R., 2001. *Dějiny ekonomického myšlení*. C.H.Beck, Praha, 541 s. ISBN 80-7179-764-2.
- Kučerová, V., 2006. Environmentální ekonomika recyklace ve vodním hospodářství podniku. *Vědecké spisy Vysokého učení technického v Brně*, 2006, Edice PhD Thesis, sv. 368. s. 1–31. ISBN 80-214-3151-2.
- Mařík, V., Štěpánková, O., kol., 2003. *Umělá inteligence (4)*. ACADEMIA, Praha, 475 s. ISBN 80-200-1044-0.
- Novák, V., 2003. *Základy fuzzy modelování*. BEN – Technická literatura, Praha, 176 s. ISBN 80-7300-009-1.
- Rejnuš, O. 2009. *Cenné papíry a burzy*. CERM, Brno, 400 s.
- Zimmerman, J., 1987. *Fuzzy sets, Decision Making, and Expert Systems*. KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, Norwell, 235 p.

Summary

Vladimíra Kučerová

Fuzzy Modeling of the Business Recessions

The paper is a study of a business recessions. On the ground of the actual financial crisis, which has broad international influence, many questions about possibilities of efficient solutions of the economic recessions have been opened. In the economics history is possible to find many examples of business recessions and more or less successful solution methods. Each recession has several analogical characters with other recessions. The similarity of the recessions is utilized in this study as the base for fuzzy model of the business recessions. The fuzzy logic is very useful tool for modeling, because absolute as well as relative quantitative indicators can be used in the model. The fuzzy model of the business recession is based on the data of the American's recessions and also covers the data about the Japanese crisis and one example of the Czech business recession. The model was utilized for research of the recessions' similarities and for the prediction of the aspect of the future business recessions.

JEL Classification: C82

Doručeno redakci: 1. 11. 2009

Recenzováno: 6. 11. 2009

Schváleno k publikování: 9. 11. 2009