

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ZEMĚDĚLSKÁ EKONOMIKA

Agricultural Economics

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

12

ROČNÍK 46
PRAHA
PROSINEC 2000
ISSN 0139-570X

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření Ministerstva zemědělství České republiky a pod gescí České akademie zemědělských věd

An international journal published under the authorization by the Ministry of Agriculture and under the direction of the Czech Academy of Agricultural Sciences

Redakční rada – Editorial Board

Chairman – Předseda

Doc. Ing. Vladimír Jeníček, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Members – Členové

- Ing. Gejza Blaas, CSc. (Výzkumný ústav ekonomiky poľnohospodárstva a potravinárstva, Bratislava, SR)
PhDr. Stanislav Buchta, CSc. (Národný úrad práce, GR, Bratislava, SR)
Ing. Juraj Cvečko, CSc. (OTIS spol. s r.o., Bratislava, SR)
Ing. Tomáš Doucha, CSc. (Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky, Praha, ČR)
Prof. Ing. Jiří Erbes, CSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)
Ing. Josef Hanibal (Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky, Praha, ČR)
Prof. Ing. Jan Hron, DrSc., dr. h.c. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
Mgr. Helena Hudečková, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
Ing. Viera Izáková, CSc. (Výzkumný ústav ekonomiky poľnohospodárstva a potravinárstva, Bratislava, SR)
Prof. Ing. František Střeleček, CSc. (Jihočeská univerzita, České Budějovice, ČR)
PhDr. Jana Šindlářová (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)
Prof. Ing. Jozef Višňovský, CSc. (Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra, SR)

Vedoucí redaktorka – EditorinChief

Mgr. Alena Rottová

Redakční kruh – Editorial circle

- Prof. Dr. Konrad Hagedorn (Humboldt-Universität Berlin, Deutschland)
Prof. Dr. Alois Heißenhuber (Technische Universität München, Deutschland)
Prof. J. Sanfords Rikoon, PhD. (University of Missouri-Columbia, USA)

Cíl a odborná náplň: Časopis publikuje autorské vědecké statě s agrární tematikou z oblasti ekonomiky, managementu, informatiky, ekologie, sociálně-ekonomické a sociologické. Od roku 1993 zajišťuje kontinuálně problematiku dosud uveřejňovanou ve zrušeném časopisu Sociologie venkova. Široké tematické spektrum zahrnuje prakticky celou sféru agrobusinessu, tj. ekonomickou problematiku dodavatelských inputových sfér pro zemědělství a potravinářský průmysl, sociálně-ekonomickou problematiku a sociologii venkova a zemědělství, až po ekonomiku výživy obyvatelstva. Statě jsou publikovány v jazyce českém, slovenském nebo anglickém.

Abstrakty z časopisu jsou zahrnuty v těchto databázích: Agris, CAB Abstracts, Czech Agricultural Bibliography, WLAS.

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12× ročně), ročník 46 vychází v roce 2000.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou kopiích je třeba zaslát na adresu redakce: Mgr. Alena Rottová, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Česká republika, tel.: + 420 2 24 25 34 89, fax: + 420 2 22 51 40 03, e-mail: edit@uzpi.cz. Den doručení rukopisu do redakce je publikován jako datum přijetí k publikaci.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 2000 je 816 Kč.

Aktuální informace najdete na URL adrese: <http://www.uzpi.cz>

Aim and scope: The journal published original scientific papers dealing with agricultural subjects from the sphere of economics, management, informatics, ecology, social economy and sociology. Since 1993 the papers continually treat problems which were published in the journal Sociologie venkova a zemědělství until now. An extensive scope of subjects in fact covers the whole of agribusiness, that means economic relations of suppliers and producers of inputs for agriculture and food industry, problems from the aspects of social economy and rural sociology and finally the economics of the population nutrition. The papers are published in Czech, Slovak or English.

Abstracts from the journal are comprised in the databases: Agris, CAB Abstracts, Czech Agricultural Bibliography, WLAS.

Periodicity: The journal is published monthly (12 issues per year). Volume 46 appearing in 2000.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: Mgr. Alena Rottová, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic, tel.: + 420 2 24 25 34 89, fax: + 420 2 22 51 40 03, e-mail: edit@uzpi.cz. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of reception.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic. Subscription price for 2000 is 195 USD (Europe) and 214 USD (overseas).

Actual information are available at URL address: <http://www.uzpi.cz>

INFORMATIKA V ZEMĚDĚLSTVÍ

INFORMATICS IN AGRICULTURE

I. Vrana

Dept. of Information Engineering, Faculty of Economics and Management, Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: Computers combined with communication technology penetrate to all spheres of human activities, including agriculture. Enterprises, which use these means correctly, can gain a strategic advantage in a competitive environment. Utilising methods and services offered by a current computing and communication technology makes an increased effectiveness of the agri-complex possible. Agricultural enterprises are, by tradition, rather conservative, which builds some obstacles to the fast implementation of the above-mentioned modern technology. Moreover, individual parts of this problem were solved separately, without a system approach. This paper introduces a collection of papers by colleagues from the Department of Information Engineering, Faculty of Economics and Management, Czech University of Agriculture in Prague. These papers are focussed at various forms of ICT utilisation in the agri-complex.

Key words: information system, object oriented analysis, reengineering, geographical information systems, expert systems, artificial intelligence, quality measurement

ABSTRAKT: Počítače kombinované s komunikační technikou pronikají do všech oblastí lidské činnosti, zemědělství nevyjímaje. Podniky, které správně využívají těchto prostředků, získávají v konkurenčním prostředí strategickou výhodu. Zvládnutí metod a služeb, které může poskytnout soudobá výpočetní a komunikační technika, umožní zvýšit efektivnost agrokomplexu. Zemědělství a zemědělské podniky jsou ale tradičně spíše konzervativní, což vytváří určité překážky efektivního uplatnění výpočetní a komunikační techniky. Navíc, dosud byly řešeny části tohoto problému pouze izolovaně, bez systémového přístupu. Tímto příspěvkem uvedeme soubor článků pracovníků Katedry informačního inženýrství PEF ČZU v Praze, které se zabývají možnostmi využití výpočetní techniky v agrokomplexu.

Klíčová slova: informační systém, objektová analýza, reinženýring, geografické informační systémy, expertní systémy, umělá inteligence, měření kvality.

Spojení možností výpočetní techniky s technikou komunikační přináší novou kvalitu do využití počítačů v oblasti řízení, administrativy, rozhodování, výzkumu a mnoha dalších. V zájmu zvýšení efektivnosti produkčních, obchodních i řídicích činností zemědělských podniků je žádoucí využívat těchto možností v co největší míře. Toto téma je proto předmětem výzkumu zemědělských vysokých škol. Pracovníci Katedry informačního inženýrství PEF ČZU v Praze se v rámci výzkumného zámeru „Zpracování dat a matematické modelování v zemědělství“ zabývají zmíněnou problematikou hlavně v následujících směrech:

- efektivním zaváděním dedikovaných informačních systémů s ohledem na specifické požadavky daného prostředí,
- metodami analýzy, návrhu a implementace informačních systémů především se zaměřením na úvodní fáze životního cyklu informačního systému, a jejich využitím pro tvorbu informačních systémů

a reinženýring procesů pro potřeby zemědělských organizací,

- problematikou geografických informačních systémů provázanou na problémy zpracování obrazové informace, analýzu textur a optimalizaci příznakového prostoru, dálkový průzkum Země a specifické problémy zemědělství,
- expertními systémy a jejich aplikacemi v zemědělství s důrazem na propojení expertních systémů s dalšími databázovými technologiemi, např. objektovými a relačními databázemi, multimediálními prostředky a GIS,
- otázkami umělé inteligence, zejména využitím neuronových sítí pro rozpoznání objektů a pro podporu rozhodování,
- problematikou standardizace popisu datových prvků užívaných v informačních systémech s cílem zajistit slučitelnost se standardy platnými v EU,
- otázkami péče o jakost informačních systémů

z pohledu tvůrce, akvizitára produktů a služeb s cílem zabezpečení a kontroly jakosti v prostředí, kde má být IS využíván – a mnoha dalších.

Dále stručně zmíníme, jaké výzkumné aktivity v tomto směru plánuje Katedra informačního inženýrství PEF ČZU v Praze.

Systematický výzkum bude zaměřen na rozvoj metod informačního inženýrství s důrazem na zvýšení efektivnosti zavádění informačních systémů v agrokomplexu. Zvláštní pozornost bude věnována specifickým zvláštěnostem agropotravinářského komplexu. Cílem bude zlepšit úroveň využívání výpočetní techniky s ohledem na soudobé potřeby řízení zemědělských podniků, na návratnost vložených nákladů, na podporu elektronické formy obchodování a přechod na standardy EU.

Zvláštní pozornost výzkumu bude zaměřena na rozvoj technik objektového modelování v prvních fázích životního cyklu informačních systémů. Tato fáze tvorby informačních systémů a služeb se podstatnou měrou podílí na úspěšnosti zavedení a uplatnění ICT. Přesto je ale vedením podniků velmi podceňována a zanedbávána. Chyby vznikající v této době se později obtížně odstraňují a jejich náprava může být velmi nákladná. Zmíněné techniky objektového modelování obecně slouží nejen jako úvodní fáze v projektování IS, ale je možné je využít i jako nástroje modelování a reingenýringu podnikových procesů. To je cesta k možnému radikálnímu zlepšení činnosti mnoha zemědělských podniků.

Většina zemědělských dat má geografickou povahu. Proto je potřeba hledat účinné nástroje pro zpracování těchto dat. Geografické informační systémy představují specializovaný typ databázově orientovaného SW, který je zaměřen na práci s prostorovou informací. Výzkum bude zaměřen na možnosti využití GIS pro vytváření jednotlivých tematických vrstev databáze GIS s možností jejich následného propojení a provádění nad nimi logických operací. Toto může sloužit potřebám produkční analýzy, kompetentního rozhodování, správě území, ekologickému a bezpečnostnímu plánování, apod. Jedním z uvažovaných směrů výzkumu bude též využití dálko-

vého průzkumu Země s případnou automatickou klasifikací objektů zemědělské povahy.

Výzkum se bude též zabývat hledáním nových možností smysluplného využívání expertních systémů v zemědělské praxi. Budou řešeny problémové domény, které jsou poznamenány nedostatkem informací nebo nedostatkem expertů. Bude ověřeno propojení takto pojatých expertních systémů s dalšími technologiemi, např. databázemi a multimediálními aplikacemi.

Nadějným směrem výzkumu bude využití umělé inteligence pro zemědělství. Předmětem zájmu bude především využití neuronových sítí a hledání metod adaptace algoritmu zpětného šíření chyby pro zrychlení konvergence. Předpokládána oblast využití v zemědělství je rozpoznávání objektů (např. pro jednotlicí stroje), podpora inteligentního rozhodování a propojení s expertními systémy. Tento směr má zatím spíš charakter základního výzkumu.

Cílem výzkumu v oblasti standardizace dat bude zmapovat situaci s ohledem na datové modely a registry užívané ve veřejné správě i v soukromém sektoru a posoudit míru jejich kompatibility se standardy EU, navrhnout kroky potřebné k nápravě a vypracovat typové postupy pro akvizitery produktů a služeb v oblasti IT v zemědělství a tvorbě krajiny. Dále pak získat nové poznatky základního výzkumu v oblasti exaktních metod pro měření a hodnocení jakosti.

V tomto čísle ZE představíme články členů Katedry informačního inženýrství PEF ČZU v Praze doc. Vaníčka, Dr. Klimešové, Ing. Veselého, Dr. Vostrovského a Dr. Merunky, které prezentují výsledky získané v prvním roce výzkumného záměru „Zpracování dat a matematické modelování v zemědělství“. Jedná se především o formulaci teoretických základů pro jednotlivé zmiňované oblasti. Jednotlivým principem zmíněných tematických okruhů je možnost uplatnění zkoumaných metod v agropotravinářském komplexu s uvažování specifických charakteristik zemědělského prostředí. V dalším průběhu řešení bude proto postupně uplatňován větší důraz na specifické rysy zemědělského prostředí. Další aktivity pak budou směřovat k propojování a sjednocování dosud izolovaných funkcí ICT.

Došlo 17. 5. 2000

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. Ivan Vrana, DrSc., Katedra informačního inženýrství, PEF, Česká zemědělská univerzita, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, e-mail: vrana@pef.czu.cz

NĚKTERÁ ZOBECNĚNÍ V TEORII MĚŘENÍ

SOME GENERALISATIONS IN THE MEASUREMENT THEORY

J. Vaníček

Dept. of Information Engineering, Faculty of Economics and Management, Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

Office for Public Information Systems, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: The contribution concentrates on some generalizations of the measurement theory, which are useful for the relevant description of problems associated with the measurement and evaluation of the information system and software product quality and complexity. References to the more detailed papers of the author are given. The generalizations concerned are essential also for agricultural applications, where it is necessary to follow several criteria, which can not be reduced to only one. The typical example of such criteria is the economic benefit in contrast to the environmental viewpoint. This paper deals with relations between two metrics in the same empirical structure, the possibility of non-additive measurement in the case of non-associativity of concatenation operation and the continuity of metrics. The base for the generalization of the metric scale type for the structures with unusual preference relation or concatenation operation and for the case of more relations or operations concerned is also given.

Key words: measurement theory, software quality measurement, software complexity measurement, multicriterial evaluation, structure homeomorphism, measurement scale type, measurement scale type signature, nonadditive measurement, empirical structures with non associative concatenation operation, continuous empirical structures

ABSTRAKT: Článek se zabývá některými zobecněními teorie měření, které jsou potřebné pro to, aby bylo možné relevantně popsat problémy, které vznikají při měření a hodnocení jakosti a složitosti informačních systémů a softwarových produktů. Tato zobecnění teorie měření jsou nezbytná i pro rozhodování v zemědělských aplikacích, kdy je třeba sledovat více kritérií, která nelze snadno převést na jediné. Typickým případem je ekonomický užitek v kontrastu s hlediskem péče o životní prostředí. Jsou uváděny odkazy na podrobnější práce autora, které se zabývají vztahy mezi dvěma metrikami na téže empirické struktuře, možností neaditivních metrik v případě, že skládání na empirické struktuře není asociativní a problematikou spojitosti těchto zobecněných metrik. Jsou uvedena i východiska pro zobecnění pojmu typu měřicí stupnice pro struktury s méně obvyklými relacemi preference nebo operacemi skládání a pro případ vyššího počtu uvažovaných relací a operací.

Klíčová slova: teorie měření, měření jakosti software, měření složitosti software, vícekritériální hodnocení, homeomorfismus struktur, typ měřicí stupnice, signatura měřicí stupnice, neaditivní měření, empirické struktury s neasociativní operací skládání, spojitě empirické struktury

CÍL PŘÍSPĚVKU

Cílem tohoto příspěvku je upozornit na důležitost studia některých směrů, které rozvíjejí a zobecňují známé výsledky teorie měření a na některé obecné výsledky, které se podařilo získat. Prvotním impulsem pro studium těchto otázek byla snaha autora navrhnout vhodné metriky, umožňující exaktně hodnotit jakost informačních systémů a softwarových produktů a jejich složitost. Ukázalo se, že snaha o přesný popis a validaci více než dvou set metrik navržených pro tento účel se neobejde bez toho, aby byly pečlivě studovány vlastnosti těchto metrik a exaktně popsán proces měření prostředky abstraktní matematiky.

Pokus aplikovat známé výsledky matematické teorie měření na vytyčený problém však narazil na problémy. Vyšetřované objekty (informační systémy, softwarové moduly, třídy objektů) obvykle vzhledem k preferencím a k operaci kompletace celku z komponent nemají tak jednoduché a průhledné vlastnosti jako fyzikální entity, pro které byla teorie měření prvotně vytvořena. V jistém smyslu vykazují i složitější, respektive méně determinované, chování než přístupy z hlediska psychologického oceňování světa nebo entity společenských věd, pro jejichž měření byla teorie zobecněna. Je tedy třeba další zobecnění. Naznačení těchto směrů je cílem příspěvku.

Autor je přesvědčen, že význam navržených zobecnění a dokazovaných tvrzení se neomezuje pouze na použití

pro studium informačních systémů a softwarových produktů. Má jistě širší rozsah. Bude třeba je užít vždy, když mají uvažovaná kritéria pro hodnocení „měkkou“ povahu, to je když je třeba brát do úvahy více hledisek, nebo když je k dispozici několik konkurenčních nebo paralelních přístupů k vytváření celku z komponent. Naznačené principy a získané výsledky budou potřebné i vždy tehdy, kdy složitost studované a hodnocené situace bude taková, že nebudeme moci předem garantovat platnost některých předpokladů, na kterých je klasická teorie měření založena. Podíl takovýchto případů podle názoru autora v budoucnu jistě poroste se snahou rozšířit možnost aplikace exaktních postupů pro zkoumání stále složitějších vztahů.

Zobecnění teorie měření, o kterých pojednává tento příspěvek, jsou nezbytná i pro získání relevantních podkladů pro rozhodování v zemědělství. Zde je třeba brát v úvahu jak ekonomická hlediska užítivosti, tak hlediska další, jejichž klasifikace je obtížnější. Jde především o ekologická hlediska péče o životní prostředí a tvorbu krajiny i o společenská hlediska spojená s hrozbou nezaměstnanosti v některých regionech. Další fenomén, který zde přichází v úvahu, je otázka trvale udržitelného rozvoje a obnovitelnosti zdrojů. Vzniká tak typická situace, kdy je obtížné hodnotit důsledky nějakého rozhodnutí jediným číslem, které by plně vystihovalo dlouhodobý dopad tohoto rozhodnutí. V žádném případě si nelze představovat, že nedostatek v jednom hodnotícím kritériu lze vždy nahradit dostatečně velkým přebytkem v kritériu jiném. Bez takového předpokladu se však u poměrového měření obejít nelze. Klasické prostředky měření nám tedy neskýtají nástroj pro to, aby bylo možné takovéto komplexní preference přímo a adekvátně popsat. Jde zde opět o případ hodnotících kritérií „měkké“ povahy, které jsou, právě tak jako u hodnocení jakosti informačních technologií, vážným podnětem pro zobecnění teorie měření.

Rozsah příspěvku a povaha časopisu neumožňuje přesnou formulaci všech získaných výsledků formou matematických vět. Tím spíše pak neumožňuje uvádět důkazy. Byla proto zvolena cesta spíše upozornit na význam těchto výsledků a pro jejich podrobnější studium čtenáře odkázat na literaturu, v které jsou prezentovány úplně. Autor se však snažil při tomto postupu nenarušit přesnost vykladu.

ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Počítá se charakterizovat jako stroje na automatizované zpracování informací. Informace jsou při zpracování výpočetní technikou reprezentovány daty. Přitom ovšem nejde o vzájemně jednoznačný vztah. Různá data mohou představovat touž informaci, také není výjimkou situace, kdy doplnění dalších dat již žádnou novou informací nepřináší. Nedůsledné rozlišování mezi informací a daty je jednou z častých chyb, která může mít za následek výrazné snížení účinnosti využití výpočetní techni-

ky. Člověk ke svému rozhodování potřebuje informace. K tomu, aby je získal z dat, je nutné určité úsilí. Je-li daty zahlcen, je potřebné úsilí značné a může význam informací i znehodnotit.

Bývá zvykem informace a zprostředkované i data dělit na kvalitativní a kvantitativní. Při pohledu z hlediska reprezentace výpočetní technikou na data logická (booleovská), numerická a alfanumerická (textová). V každém případě data odrážejí informace o světě, respektive o jeho výseku či pohledu na něj, který chceme automaticky zpracovávat. Zamysleme-li se nad tím, co je třeba zobrazit podrobněji, vidíme, že toto běžně užívané dělení vystihuje naše potřeby pouze částečně. Představuje spíše některé „krajní typické možnosti“, než různorodost vztahů, které potřebujeme výpočetní technikou zachytit a zpracovávat. Ani to, co ve světě kolem nás popisujeme čísly, nemusí vždy být čistě kvantitativní údaj. Původní motivací pro vznik abstrakce, kterou matematika označuje termínem „číslo“, byla jistě lidská potřeba vyjádřit množství. Tak vznikla čísla přirozená, případně doplněná nulou. Záhy se však zjistilo, že matematické operace v tomto číselném oboru narážejí na nepřijemná omezení. To vedlo v matematice k potřebě zavedení „bohatších“ číselných oborů. Celých čísel (aby bylo možné libovolně odečítat), racionálních čísel (aby bylo možno dělit), reálných čísel (aby byl možný limitní přechod), komplexních čísel (aby každá rovnice aspoň prvního řádu měla řešení). Pro náročnější operace zavedla matematika i řadu dalších formálních struktur (vektory, grafy a řada dalších).

Podíváme-li se na roli čísel ne pouze z hlediska potřeb matematiky, ale z hlediska potřeby zobrazit předměty kolem nás a podstatné vztahy mezi nimi, vidíme, že ani zde nevystačíme s číslem jako abstrakcí pojmu množiny. Někdy nám čísla spíše než o množství vypovídají o nějaké klasifikaci předmětů do tříd, o míře naší preference určité variantě, či o umístění dané entity v nějaké stupnici. Pro vyjádření složitějších vztahů mezi empirickými objekty často s čísly nevystačíme. To však neznamená, že by nám matematika či výpočetní technika nemohla posloužit. V tomto případě můžeme skutečnost popsat jinými formálními prostředky než jsou čísla. Tyto formální struktury můžeme samozřejmě též reprezentovat daty. Číselná data i jiná data reprezentující jiné formální struktury nelze považovat jednoznačně ani za kvalitativní informaci ani za informaci čistě kvantitativní. Bylo by tedy přesnější hovořit o strukturálních informacích a chápat kvalitativní a kvantitativní informace jako jejich zvláštní okrajové případy. Právě tak je užitečné hovořit o datech zobrazujících struktury a numerická, logická a alfanumerická data považovat za speciální případy reprezentace dat. Obecnější reprezentace lze vytvořit skládáním těchto prvků a užitím speciálních dat typu „ukazatel“ (směrník), nezbytných pro vytváření dynamických datových struktur.

Popisem skutečnosti v naznačeném obecném smyslu a reprezentací výseku skutečnosti, či pohledu na ni v naznačeném smyslu, se zabývá *teorie měření*. Její podstatou je studování vztahu mezi empirickou strukturou

(výsekem skutečnosti) a formální strukturou (reprezentací tohoto výseku nebo pohledu na něj) pro účely aplikace aparátu matematiky či informačních technologií. Přitom vystačíme obvykle s chápáním struktury jako množiny, na které jsou definovány nějaké vztahy a operace. Vztahy mohou zahrnovat vlastnosti entit, binární vztahy mezi nimi a obecně vztahy n -ární, mezi n entitami. Podle své povahy pro jejich popis užíváme po řadě unární, binární či n -ární relace. Vzhledem k tomu, že binární operaci můžeme považovat za ternární relaci speciálního typu (takovou, že neobsahuje žádné dvě trojice, které se liší pouze v poslední složce) a n -ární operaci za podobně speciální typ $(n+1)$ -ární relace, vystačíme při formálním popisu struktur pouze jako množin se zadanou indexovanou třídou relací

$$(A, \{R_j\}_{j \in J}).$$

kde R_j je $a(j)$ -ární relace na A .

Empirická struktura představuje zkoumaný výsek skutečnosti, formální struktura pak čísla či jiné formální matematické entity, užité pro její popis. Měřením pak nazýváme zobrazení nosiče A zkoumané empirické struktury, do nosiče B užité formální struktury, které je homomorfismem, to je které zachovává všechny relace (a operace), které uvažujeme jako relevantní. Toto zobrazení ovšem nemusí být prosté, ani nemusí být zobrazením na množinu B .

Princip užití matematiky a informatiky jako prostředku pro řešení konkrétních problémů a pro podporu rozhodování spočívá v tom, že po provedení měření provedeme s prvky formální struktury algoritmy a operace, které vycházejí z našich teoretických poznatků o pravidlech platných v příslušné formální struktuře (v nejjednodušším případě operace s čísly, které skutečnost popisují) a užijeme případně automatizované prostředky pro provedení těchto operací. Získáme poznatky platné ve formální struktuře (pro čísla) a ty pak interpretujeme jako výpovědi platné ve formální struktuře, která je prvotním předmětem našeho zájmu. Můžeme tak nepřímou, oklikou, získat poznatky, které by bylo obtížné nebo nemožné získat přímo, pouhým studiem empirické struktury.

Naznačený postup, který je typický pro užití jakéhokoliv formálního aparátu pro rozvoj lidského poznání, má však i svá úskalí. Ta spočívají v tom, že ne každá interpretace musí být nutně oprávněná. Měření, jako zobrazení empirické struktury do formální struktury, které je homomorfismem vůči studovaným relacím, totiž není zpravidla určeno jednoznačně. Užijeme-li jiné měření, které relace rovněž zachovává, obdržíme jiné formální prvky (jiná čísla) a provedeme-li s nimi příslušné operace, získáme pochopitelně jiné výsledky jako vztahy ve formální struktuře (mezi čísly). Pokud bychom neměli zaručeno, že interpretace těchto jiných hodnot bude též jako hodnot původních, dostali bychom sice výsledek, který by platil v formální struktuře (pro ta čísla), ale neměl by v studované empirické struktuře žádný význam. Z tohoto

důvodu je třeba spolu s každým měřením uvažovat i množinu přípustných transformací formální struktury, po jejichž provedení zůstává zobrazení empirického světa do formálního stále homomorfismem, to znamená množinu těch funkcí definovaných na nosiči B dané formální struktury, pro které platí, že je-li zobrazení μ nosiče empirické struktury A do B měřením, je i složený zobrazení $f \circ \mu$, definované vztahem $f \circ \mu(a) = f(\mu(a))$, také měřením (homomorfismem struktur). Čím „bohatší“ je množina přípustných transformací, tím méně poznatků získaných pro formální strukturu lze legitimně interpretovat jako smysluplné výroky, platné v empirické struktuře a naopak, čím je množina přípustných transformací chudší, tím více odvozených výroků o formálních objektech získaných měřením má po interpretaci význam i v empirické struktuře. Měření spolu s množinou přípustných transformací ve formální struktuře nazýváme zpravidla „měřicí stupnicí“.

Krajní případy typů měřicích stupnic jsou:

- *absolutní stupnice* – u které je přípustnou transformací pouze identita a každý výrok získaný pro formální strukturu je interpretovatelný ve struktuře empirické a
- *nominální stupnice* – u které je přípustné každé prosté zobrazení formální struktury do sebe a interpretovat lze pouze výroky o shodě či rozdílnosti přiřazených formálních prvků.
- Nejčastější stupnice užívané v praxi jsou pak v případě empirických struktur s jednou preferenční relací, zobrazených do oboru přirozených, celých, racionálních či reálných čísel:
- *ordinální stupnice* – u které přípustné transformace jsou rostoucí funkce a interpretovatelné jsou všechny výroky, které se opírají pouze o pořadí čísel podle velikosti, pro empirické struktury, které kromě preferenční relace uvažují ještě binární operaci skládání prvků a formální strukturou je podmnožina reálných čísel, pak
- *intervalová stupnice* – u které grupu přípustných transformací tvoří funkce typu $f(x) = a \cdot x + b$, kde $a > 0$ a b jsou reálná čísla. U této stupnice jsou kromě výroků o pořadí legitimní například závěry o aritmetickém průměru, nikoliv však již o průměru geometrickém nebo o procentech či násobcích a
- *poměrová stupnice* – u které jsou přípustné pouze transformace typu $f(x) = a \cdot x$, kde $a > 0$ je reálné číslo. Zde je interpretovatelné vše, co v předchozím případě a navíc například i procenta, násobky a geometrický průměr.

Daný výčet samozřejmě není vyčerpávající. U měření reálnými čísly a empirických struktur s jednou preferenční relací, která je slabým uspořádáním, a jednou binární operací skládání má smysl vyšetřovat například i translační stupnice, logaritmicky-poměrové a logaritmicky-intervalové stupnice. Má význam vyšetřovat i měření empirických struktur, u kterých není preferenční relace slabým uspořádáním, ale pouze quasiuspořádáním (částečným uspořádáním) nebo semiuspořádáním či intervalovým uspořádáním (s prahem nerozlišitelnosti). Má pochopitelně smysl uvažovat i struktury s několika pre-

ferenčními relacemi (podle různých kritérií) a několika binárními operacemi, které popisují různé možné způsoby skládání empirických objektů.

Podrobný výklad teorie měření lze nalézt v monografiích: Krantz et al. (1971), Luce et al. (1971), Roberts (1979) a částečně i Vaniček (1997).

Hlavními výsledky klasické teorie měření jsou podmínky pro platnost tak zvaných reprezentačních vět, to je nalezení nutných a postačujících podmínek, které mají platit v empirické struktuře, aby pro ni existovalo měření v dané měřicí stupnici. Pokud jde o závěry, které z těchto výsledků vyplývají pro hodnocení jakosti a složitosti informačních systémů a softwarových produktů, lze známé výsledky stručně shrnout takto:

- Pro existenci měření reálnými čísly v *ordinální* stupnici je nutnou a postačující podmínkou, aby relace preferencí byla aspoň slabým uspořádáním a aby nosič empirické struktury obsahoval nejvýše spočetnou podmnožinu, která je v něm hustá vzhledem k tomuto slabému uspořádání. Protože všech myslitelných algoritmů a programů, právě tak jako všech běžně užívaných modelů počítačů, je pouze spočetně mnoho, je druhá část této podmínky triviálně splněna. Problémy by mohly nastat pouze tehdy, kdybychom chtěli měření ordinální stupnicí rozšířit na měření složitosti „problémů“, nikoliv jejich řešení. Při přirozené formalizaci pojmu „problém“ formou otázky, zda daný znakový řetězec patří do „jazyka“ či nikoliv, již totiž se spočetnými množinami nevystačíme. Zbývá tedy se zabývat důležitými problémy jak měřit struktury, u kterých je preferenční relace obecnějšího typu, například kdy je pouze částečným uspořádáním, quasiuspořádáním či semiuspořádáním. Takovéto preferenční relace jsou ovšem důležité.
- Intervalové stupnice se pro měření jakosti a složitosti užívají jen velmi zřídka. Zato měření užitím *poměrové* stupnice je velmi důležité a významné především vždy tehdy, chceme-li usuzovat na vlastnosti celku z vlastností jeho komponent. V informačních technologiích se můžeme bez tohoto postupu obejít jen ztěžka. Pro existenci měření v poměrové stupnici jsou ovšem podmínky, které musí empirická struktura, tentokrát s preferenční relací a s binární operací skládání, splňovat, neporovnatelně silnější. Zůstává požadavek, aby preferenční relace byla slabým uspořádáním. Navíc však přistupují další požadavky (omezíme se na jejich neformální popis, podrobnosti lze nalézt v Krantz et al. (1971) a Roberts (1979), jmenovitě:
 - slabé monotónnosti (preferenční relace zůstane zachována po sloučení s týmž prvkem),
 - slabé asociativnosti (preferenční hodnocení celku nezáleží na pořadí, v kterém se provede slučování komponent, při zachování pořadí slučovaných komponent),
 - platnosti tak zvaného Archimédova axiomu (pokud nějakou výhodu při slučování uplatníme dostatečně často, vždy převáží nad jakoukoliv počáteční nevýhodou).

Pokud jde o poslední požadavek, jeho splnění v nějaké formě se nevyhne. Vystihuje totiž podstatnou vlastnost čísel, pomocí kterých chceme experimentální strukturu měřit. Pokud v experimentální struktuře Archimédův axiom neplatí (a že je takové případy rozumné vyšetřovat si lze představit snadno), nezbyvá než pro měření užít jiné objekty než čísla. V případě informačních systémů a softwarových produktů lze však často úspěšně pochybovat i o slabé monotónnosti a slabé asociativnosti v empirické struktuře. Pak ovšem nelze očekávat, že bude možné pro řešení problémů v této struktuře adekvátně užít čísel s operací sčítání, která monotónní a asociativní je. Není však důvod, proč bychom se měli na operaci běžného sčítání čísel omezovat. V softwarovém inženýrství se často užívají vztahy mezi různými metrikami, které mají povahu $Y=f(X)$, kde X je základní a Y je odvozená metrika a f je zadaná rostoucí funkce. Příkladem může být vztah COCOMO (viz například Boehm 1981) mezi objemem programu LOC a jeho pracností EFFORT

$$EFFORT = a \times LOC^b$$

kde a a b jsou kladné konstanty (obvykle $b > 1$).

To však znamená, že pro sčítání odvozených metrik (to je pro stanovení odvozené metriky celku) není možné užít běžného sčítání čísel, ale sčítání definovaného vztahem

$$Y_1 + Y_2 = f(f^{-1}(Y_1) + f^{-1}(Y_2)) = f(X_1 + X_2).$$

Má tedy smysl uvažovat i jiná pravidla pro sčítání čísel.

Souhrnně lze tedy říci, že je několik směrů, v kterých snaha o rigorózní měření jakosti a složitosti informačních systémů a softwarových produktů inspiruje zobecnění obecné teorie měření. Probereme je v následujících odstavcích, s tím, že výsledky naznačíme neformálně a zájemce o přesnější a úplnější informace odkážeme na specializované výsledky.

ZÁKLADNÍ A ODVOZENÁ MĚŘENÍ NA TĚŽE STRUKTUŘE

V předchozím odstavci jsme již naznačili daný problém. V softwarovém inženýrství je jedním ze základních problémů odhad nákladů na realizaci určitého projektu, odhad minimální doby, za kterou je možné projekt realizovat při rozumných nákladech (to je tak, aby náklady nerostly neúměrně), odhad počtu řešitelů, které je třeba na projekt vyčlenit, a podobných údajů, klíčových pro manažery. Vstupem pro tyto odhady je vždy vhodným způsobem měřená *složitost projektu*. Tu můžeme odhadovat před jeho zahájením jen obtížně. Přesto však dnes již existují metody, jak ji odhadnout na základě specifikace úkolu. Tak zvaná metoda funkčních jednotek (functional points) je dnes předmětem snahy o mezinárodní normalizaci. Z hotového produktu je možnost odhadu složitosti snazší. Nevýhodou však je, že odhad získáme až tehdy,

když již bývá pozdě se podle něj zařadit. I zde však není lehké nalézt všeobecně přijatelný a přitom jednoduchý atribut složitosti. Délka zdrojového kódu, měřená například v počtu řádků LOC, které neobsahují pouze komentáře, vypovídá o složitosti jen částečně. Složitější metriky, vycházející z grafu řízení, kterých je v práci Zuse (1991) navrženo asi 200, obvykle složitost rovněž nepopisují tak, aby proti nim nebylo snadné nalézt závažné výhrady. Nicméně potřeba plánování prací a jejich inženýrského řízení vede k tomu, že přes vážné výhrady (viz Vaníček 1997 a 1998) je nutné nějakou metriku složitosti přijmout. Přitom je třeba zachovat možnost aditivnosti při skládání celku z komponent, což vede na požadavek, aby zvolené měření bylo v poměrové stupnici. Tu automaticky splňuje metrika LOC, pro složitější metriky je požadavek poměrové stupnice nesamozřejmý, leč v podstatě rovněž splnitelný, součástí metrik založených na funkčních jednotkách je mnoho odhadů, založených na více méně subjektivních odhadech, které vedou pouze na metriky v ordinální stupnici. Přesto lze, i když poměrně násilně, odhady upravit tak, aby výsledná metrika pro složitost vyhovovala poměrové stupnici.

Problém tkví v tom, že další důležité údaje o projektu, jakými jsou náklady, minimální „rozumná“ doba realizace a podobně sice rovněž vytvářejí vzhledem k empirické struktuře poměrovou stupnici, avšak tyto odvozené metriky již aditivní nejsou. V imperativním programovém prostředí nebude dvojnásobně dvou násobně nákladný, ale jeho cena bude vyšší o náklady na zvládnutí rozhraní obou částí. Náklady tedy tvoří superaditivní metriku. V objektovém prostředí je naopak šance na to, že společné záležitosti obou skládaných částí budou řešeny jen jednou na úrovni hierarchicky vyšší třídy objektů a že náklady na celek budou nižší než součet nákladů na obě části řešené separátně. Metrika tedy bude subaditivní (viz Vaníček 1998). Minimální „rozumná“ doba rovněž nebude lineární funkcí obtížnosti (rozsahu). Sice s jeho růstem poroste, avšak pomaleji. Něco, nikoliv však vše, lze totiž kompenzovat posílením řešitelského týmu. Obecně vede vztah mezi základní metriku m a odvozenou metriku j na rovnici

$$\varphi(x) = f(\mu(x))$$

kde f je rostoucí funkce.

Vztah mezi sčítáním „+“ v základní metrice a zobecněným sčítáním „ $\oplus$ “ v metrice odvozené je pak dán vzorcí

$$\varphi(x) \oplus \varphi(y) = f(f^{-1}(\varphi(x)) + f^{-1}(\varphi(y))),$$

$$\mu(x) + \mu(y) = f^{-1}(f(\mu(x)) \oplus f(\mu(y))).$$

Pokud zůstáváme v oblasti ordinálních metrik, je to skutečně vše, co můžeme o daném vztahu říci a jakákoliv rostoucí funkce f má v daných vztazích stejné oprávnění. U poměrové stupnice je však situace jiná. Zde mohou roli funkcí f plnit jen některé speciální funkce.

Pokud jsou stupnice základní a odvozené metriky poměrové a pokud je kromě toho funkce f z předchozích vzorců spojitá, bylo dokázáno, že jediný její možný tvar je

$$f(t) = a \cdot t^b$$

kde a a b jsou kladná čísla.

Nepříjemný předpoklad spojitosti funkce f je důsledkem toho, že k odvození tohoto vztahu je potřeba užít výsledků o řešení tak zvaných Cauchyho funkcionálních rovnic. Tak například pro tak zvanou prvou Cauchyho rovnici

$$f(x+y) = f(x) + f(y)$$

je zřejmé, že ji řeší funkce tvaru

$$f(t) = a \cdot t + b$$

kde a a b jsou reálná čísla.

Omezíme-li se pouze na funkce spojitě, je snadné dokázat, že jiná řešení tato rovnice již nemá. To však již neplatí mimo obor spojitých funkcí. Existuje mnoho jiných řešení. Takové funkce jsou však značně „divoké“. Zda podobně „divoké“ funkce nemohou sloužit jako vztah mezi dvěma poměrovými stupnicemi nebylo na první pohled zřejmé. Autorovi se podařilo dokázat, že zde tomu na rozdíl od řešení Cauchyho rovnic však tak není. Vyplývá to z následující úvahy. Pro vyloučení „divokých“ řešení Cauchyho rovnice stačí místo spojitosti všude se omezit pouze na požadavek, aby uvažované funkce byly spojitě aspoň v jednom bodě. Ta „divoká“ řešení Cauchyho rovnice totiž nejsou spojitá nikde. Funkce f , popisující vztah mezi dvěma poměrovými metrikami, však musí být rostoucí. Snadno se nahlédne, že každá rostoucí funkce může mít pouze spočetně mnoho bodů nespojitosti. U rostoucí funkce lze totiž ke každému bodu nespojitosti přiřadit interval tak, aby tyto intervaly byly po dvou disjunktní. Rostoucí funkce je tedy jistě aspoň v jednom bodě spojitá. Předpoklad spojitosti lze tedy pro funkce vyjadřující vztah mezi metrikami v obou stupnicích vynechat a funkce $f(t) = a \cdot t^b$, kde a a b jsou kladná čísla, jsou jediné, které mohou přicházet v úvahu. Podrobné odvození lze nalézt v práci Vaníčka (1996).

Podobně lze získat vztahy mezi základní a odvozenou stupnicí i pro další možné kombinace typů stupnic, například poměrová – intervalová, intervalová – poměrová, intervalová – intervalová, atd. Konkrétní transformační formule lze nalézt v publikaci Vaníčka (1996). Veškeré tyto vztahy byly odvozeny rovněž bez doplňujících umělých předpokladů o funkci f , jakými je například její spojitost.

Význam těchto výsledků spočívá v tom, že při experimentálním vyšetřování vztahů mezi metrikami, které nejlépe odpovídají naší zkušenosti, můžeme významně omezit okruh funkcí, mezi kterými vybíráme. Tak například při hledání vhodného vztahu mezi dvěma poměrovými stupnicemi, který nejlépe aproximuje experimentální data, je jediným problémem nalézt optimální hodnoty čísel

a a b . To lze obvykle snadno provést regresní analýzou. Nemá smysl vyšetřovat jiné zdánlivé možné vztahy, dané například vzorci, v kterých se vyskytují logaritmy či exponenciály. Ty nemohou tyto vztahy relevantně popisovat z teoretických důvodů. Získali jsme tak teoretický nástroj, který umožňuje předem eliminovat cesty, které nikam nevedou, a výrazně tak ušetřit úsilí spojené s analýzou experimentálních dat.

NEÚPLNÉ A NEASOCIATIVNÍ SKLÁDÁNÍ

V úvodní části jsme se již zmínili o tom, že u informačních systémů a softwarových produktů při hodnocení jejich jakosti a složitosti není zdaleka samozřejmé splnit nutné předpoklady, obvykle vyžadované pro existenci měření s poměrovou stupnicí.

Prvá obtíž spočívá v tom, že obvykle není možné požadovat, aby operace skládání v empirické struktuře byla úplná, to je aby pro libovolné dva prvky a a b byla definována jejich kompozice $a \cdot b$. Ve skutečnosti se toto omezení vyskytuje i při měření fyzikálních veličin. Ani zde není možné například prodlužovat dálnici přidáváním dalších úseků „do nekonečna“. Zde jsme však zvyklí obvykle od takovýchto omezení abstrahovat. U informačních technologií jsou tato omezení patrnější a stojí zato vyšetřovat případy, kdy operace skládání „ $\cdot$ “ není definována na celém kartézském součinu $A \times A$, ale pouze na nějaké jeho vlastní podmnožině. Obvykle je třeba požadovat, aby definiční obor této operace měl rozumný vztah k preferenční relaci, uvažované na A , tak zvanou lokální definovanost.

Další potřeba zobecnění vyplývá z toho, že preferenční relace při aplikaci na informační technologie obvykle nesplňuje požadavek slabé asociativnosti vůči skládání, respektive že tento požadavek může být problematický.

Oba tyto problémy vedly autora k vyšetřování tak zvaných měřitelných struktur s operací skládání, jejichž podrobnější výklad lze nalézt v článcích Vaníčka (1999a, 1999b). Zde naznačíme pouze neformálně podstatu dosažených výsledků.

V případě asociativního skládání bylo možné, při splnění dalších podmínek pro existenci měření v poměrové stupnici, přiřadit objektům z empirické struktury čísla tak, aby měření bylo vzhledem ke skládání aditivní. Nicméně jsme ukázali, že i v tomto případě existuje mnoho rozumných důvodů pro vyšetřování takových odvozených metrik φ , které ovšem již vzhledem k běžnému sčítání čísel aditivní nejsou. Lze z nich ovšem aditivní metriku získat vztahem $\mu(x) = f^{-1}(\varphi(x))$, respektive jsou aditivní vůči operaci „ $\oplus$ “, definované vztahem $\varphi(x) \oplus \varphi(y) = f(f^{-1}(\varphi(x)) + f^{-1}(\varphi(y)))$. Takového případu je rozumné říkat *nepodstatná neaditivnost*.

Pokud však v empirické struktuře není splněn požadavek slabé asociativnosti, nelze dosáhnout aditivnosti metrik žádnou transformací, která by zachovávala slabé uspořádání. V tomto případě hovoříme o *podstatné nea-*

ditivnosti metrik. Pro tento případ se v práci Zuse (1991) podařilo dokázat, že pokud empirická struktura $(A, \geq, \cdot)$ splňuje následující vlastnosti:

1. preference „ $\geq$ “ je slabé uspořádání,
2. operace „ $\cdot$ “ je lokálně definovaná (to je, pokud je $a \cdot b$ definováno a $a \geq c$ a $b \geq d$, je i $c \cdot d$ definováno),
3. operace „ $\cdot$ “ je oboustranně monotónní vzhledem k preferencím „ $\geq$ “,
4. je omezené řešitelná (to znamená, že pokud je $a \geq b$, potom existuje $c \in A$, tak že buď je definováno $b \cdot c$ a platí $a \geq b \cdot c$ nebo je definováno $a \cdot c$ a platí $a \cdot c \geq b$),
5. platí vhodná obdoba Archimédova axiomu, potom existuje měření, při kterém formální strukturu tvoří kladná reálná čísla s preferencí vyjádřenou obvyklou nerovností „ $\geq$ “ mezi čísly a nějakou neasociativní operací „ $\square$ “ skládání čísel, která má rovněž vlastnosti 1. až 5. Toto měření je určeno až na transformaci naměřených hodnot pomocí libovolné rostoucí funkce. To znamená, že je-li η jedno takovéto měření, potom všechna měření, která jsou homomorfismem struktur mají tvar $\psi(a) = g(\eta(a))$ pro $a \in A$, kde g je rostoucí funkce, zobrazující kladná reálná čísla do sebe. Operace „ $\square$ “ v druhé ze struktur je s operací „ $\square$ “ svázána vztahem $a \diamond b = g(g^{-1}(a) \square g^{-1}(b))$.

Takovéto struktury lze nazvat *měřitelné struktury se skládáním* a přenést na ně většinu toho, co lze dokázat pro měření v poměrových stupnicích (samozřejmě kromě asociativnosti skládání a aditivnosti metrik). Význam tohoto zobecnění spočívá v tom, že tyto podmínky jsou značně slabší než klasické podmínky pro existenci měření v poměrové stupnici a předpoklad, že je splňují informační systémy či programové produkty je mnohem méně náročný. Přitom umožňují aplikovat téměř vše, co je pro práci s naměřenými hodnotami podstatné.

Při naznačeném zobecnění teorie měření zůstává jeden problém. Je jím formulace obdoby Archimédova axiomu. Ten samozřejmě nelze převzít beze změny, protože skládání má v těchto strukturách obecnější povahu. V asociativních strukturách lze požadavek Archimédova axiomu přeformulovat tak, že veškeré aritmetické posloupnosti (to je takové posloupnosti, kde se dva sousední členy liší o aditivní konstantu), pokud jsou shora omezené, musí být konečné. V neasociativním případě lze pojem aritmetické posloupnosti zobecnit několika způsoby. Na tak zvané standardní posloupnosti, regulární posloupnosti, či diferenciální posloupnosti (podrobnosti jsou uvedeny v práci Zuse 1991). Podle toho dostáváme různé formy zobecněného Archimédova axiomu. V každém případě lze dokázat, že tyto zobecněné požadavky jsou splněny ve strukturách, které jsou plně řešitelné (to znamená pro libovolné $a, b \in A$ existují $c, d \in A$ tak, že $a \cdot c \approx b \cdot d$, kde $\approx = * \cap \geq$, je ekvivalence, definovaná současným splněním relací „ $\geq$ “ a „ $\leq$ “) a rovněž ve strukturách, které jsou Dodekindovsky úplné (viz další odstavec tohoto příspěvku). Tyto výsledky umožňují aplikovat teorii měření na značně široký okruh empirických struktur bez požadavky asociativnosti operace skládání. Zdá se, že toto

zobecnění pokrývá většinu situací, které mohou nastat při studiu informačních systémů a softwarových produktů a které se dosud studiu pomocí klasické teorie měření vymykaly.

SPJOJITÉ SLUČOVACÍ STRUKTURY A MOŽNOST UŽITÍ PROSTŘEDKŮ MATEMATICKÉ ANALÝZY

Popis skutečnosti naměřenými čísly není samoúčelný. Podstatné je, abychom mohli na takto získaná čísla aplikovat prostředky, které nám dává k dispozici matematika. Pro možnosti aplikace metod matematické analýzy je nezbytný limitní přechod. Na něm jsou založeny základní pojmy derivace, integrálu a metody diferenciálního a integrálního počtu, diferenciálních a integrálních rovnic, variačního počtu a mnoha dalších disciplín tak zvané vyšší matematiky. Potřeba postavit tyto metody na exaktní základ vedla na nutnost rozšířit obor racionálních čísel (zlomků) na obor čísel reálných. Podstatou totiž je, že pro racionální čísla platí tak zvaná věta o supremu, garantující existenci nejmenšího horního odhadu pro libovolnou shora omezenou množinu čísel. Pro racionální čísla taková věta neplatí. Bez ní nebo některé věty s ní ekvivalentní (například věty o infimu, Cauchyovy věty o existenci limity Cauchyovské posloupnosti, Bolzano-Weierstrassovy věty o limitě shora omezené neklesající posloupnosti, věty o hromadném bodě omezené posloupnosti, Lebesgueovy věty o možnosti výběru konečného pokrytí z libovolného pokrytí uzavřeného intervalu a mnoha dalších) nelze dokázat základní věty matematické analýzy a postavit ji tak na exaktní základ. Pokud nás neasociativnost skládání v empirické struktuře donutí užít místo reálných čísel za formální strukturu čísla s jinou operací skládání, vzniká přirozená otázka, zda jsme i nadále oprávněni metody matematické analýzy používat v této nové struktuře, či nikoliv. V práci Vaníčka (1999b) jsou uvedeny podmínky, za kterých to možné je. V podstatě lze říci, že výsledky nejsou překvapením. Formální struktura musí mít vlastnosti, které jsou analogické k těm, které bylo potřeba mít k dispozici i pro čísla, aby bylo možné postavit matematickou analýzu na pevný základ. Tento požadavek vedl k rozšíření oboru racionálních čísel a algebraických čísel na obor čísel reálných. V práci Vaníčka (1999b) je ukázáno, že i pro rozšíření obecných struktur lze aplikovat analogický postup.

Co je tedy podstatnou vlastností umožňující rigorózně zavést limitní přechod. Lze ukázat, že jsou to dva požadavky.

- Říkáme, že v množině A s preferenční relací dvojice (a, b) tvoří mezeru, pokud je a (ostře) před b a neexistuje žádné c , takové, že je současně a před c a c před b .
- Říkáme, že rozklad $A = D \cup H$ množiny A tvoří díru, pokud je libovolný prvek z v H v relaci preference před libovolným prvkem D , ale neexistuje z hlediska preference ani maximální prvek v D , ani minimální prvek v H .

Vynecháme-li z reálných čísel všechna čísla větší než jedna a menší než 2, to je otevřený interval $(1, 2)$, dostaneme množinu s mezerou $(1, 2)$, která však nemá díry. Vynecháme-li uzavřený interval $[1, 2]$, dostaneme množinu, která nemá žádné mezery, ale má jednu díru. Pokud do uvažované množiny doplníme čísla 1 a 2 jako další prvky, zmíněnou díru odstraníme, vznikne však místo ní mezeru. Racionální čísla mají (dokonce nespočetně) mnoho děr. Jednou z nich je například rozklad $Rac = \{x: x^2 < 2\} \cup \{x: x^2 > 2\}$. Díry odpovídají všem iracionálním číslům. Reálná čísla získáme z racionálních právě „zaplněním“ děr. Pro bezproblémové vybudování limitního přechodu je podstatné právě to, že množina nemá vzhledem k preferencím mezery ani díry. Množina, která nemá vzhledem k uspořádání žádné díry, se nazývá též Dodekindovsky úplná. Množina bez mezer a děr se nazývá často topologicky souvislá.

Výsledky uváděné v práci Vaníčka (1999b) ukazují, že pokud se omezíme na empirické struktury, u kterých je preferenční relace (úplným) uspořádáním, a toho je možné vždy dosáhnout rozkladem množiny na třídy ekvivalentně hodnocených prvků, potom pro existenci ordinální stupnice, v které by měření představovalo isomorfismus s intervalem reálných čísel, je nutné a stačí současné splnění následujících podmínek:

1. v empirické struktuře existuje nejvýše spočetná podmnožina, která je hustá vzhledem k tomuto uspořádání,
2. v uspořádání nejsou mezery,
3. v uspořádání nejsou díry.

Snadno lze nahlédnout, že tyto tři podmínky jsou navzájem nezávislé.

Přímým důsledkem tohoto tvrzení je skutečnost, že v každé měřitelné struktuře se slučováním, která neobsahuje maximální prvek, lze zavést zobecněnou (obecně neasociativní a tedy i neaditivní) metriku (s obecnou operací slučování čísel) tak, že měření je spojitý homomorfismus do množiny Re^+ všech kladných reálných čísel. Další podmínky, platné v empirické struktuře (například asociativnost slučování), pak mají za následek splnění jistých funkcionálních rovnic mezi reálnými čísly.

Přirozeným požadavkem na empirickou strukturu $(A, *, \cdot)$ je spojitost operace slučování „ $*$ “ jako funkce z $A \times A$ do A vzhledem k topologii, která je v A indukována uspořádáním pomocí preferenční relace. Měření je pak pro takovou strukturu samozřejmě spojitým zobrazením do numerické struktury se stejně definovanou topologií. Platí však i silnější tvrzení (viz Vaníček 1999b). Měření je spojitě i vzhledem k obvyklé topologii v množině Re^+ všech kladných reálných čísel. To umožňuje aplikace matematické analýzy pro naměřené hodnoty i v případě naznačených zobecnění.

Dále je v práci Vaníčka (1999b) naznačeno, že pokud empirická struktura Dodekindovsky úplná není, lze ji do Dodekindovsky úplné struktury vnořit. Postup tohoto úplného sleduje myšlenku, která byla užita pro vnoření množiny racionálních čísel do čísel reálných, pomocí tak zvaných řezů. Situace zde je pouze poněkud komplikovanější ze dvou důvodů:

- při pokusu odstranit díru může v uspořádání vzniknout mezeřa,
- konstrukce řezů a ekvivalence v této množině je delikátnější, protože je třeba se vyrovnat s tím, že nelze předpokládat obecně platnost asociativního zákona pro skládání ve vyšetřované struktuře.

Obecně platí, že úplnění existuje vždy, pokud je operace slučování definována pro každou dvojici prvků a struktura neobsahuje mezery. Úplnění je definováno jednoznačně až na isomorfismus.

Získané výsledky umožňují při dodržení určité opatrnosti aplikovat matematickou analýzu i v případě zobecnění teorie měření na neasociativní a neaditivní případy, pokrývající řadu praktických situací.

ZOBEČNĚNÍ TYPU MĚŘICÍCH STUPNIC

Při hodnocení informačních technologií často nevystačíme s jediným hlediskem. Tak tomu konečně je i v jiných oblastech aplikace teorie rozhodování. Při multikriteriálním rozhodování nelze vždy vystačit s preferencemi, které by měly povahu slabého uspořádání. Je třeba uvažovat i nelineární případy preferencí. Typickým případem je částečně uspořádání nebo slabé částečné uspořádání, zvané též quasiuspořádání. Zde nelze podstatu preferencí vyjádřit jediným číslem. V řadě případů zde můžeme v roli formální struktury užít n -členné vektory, obecně ale ani s nimi nevystačíme. Další případ, kdy potřebujeme vyšetřovat jiné preferenční relace, je situace, kdy nejsme schopni odlišit od sebe z hlediska našich preferencí blízké hodnoty a preference uplatňujeme až tehdy, když je překročen určitý práh. Takovéto preference mohou být popsány intervalovým uspořádáním (uvnitř intervalu jsou nerozlišitelné případy a rozsah tohoto intervalu může obecně záležet na svém středu) nebo semiuspořádáním (kde práh nerozlišitelnosti je stanoven jednotně). Tyto typy relací lze rovněž definovat axiomaticky vlastnostmi, které musí být splněny.

Při hodnocení jakosti a složitosti informačních systémů a softwarových produktů je dále třeba často sledovat paralelně několik hledisek. Je tedy účelné uvažovat struktury s více než jednou preferenční relací. I skládání celku z komponent může mít u software různou povahu. Může jít o skládání sekvenční ($P \oplus Q = P; Q$, kde P a Q jsou programy), skládání alternativou ($\text{if } C \text{ then } P \text{ else } Q$, kde Q je podmínka), případně může jít o volání procedury (funkce) či spolupráci programů na úrovni korutin. Chování indikátorů jakosti a složitosti může být při různých typech skládání různé. Je proto někdy nezbytné vyšetřovat problém měření pro struktury s několika preferenčními relacemi a, případně nebo, s více operacemi skládání.

Klasická teorie typů měřicích stupnic, to je problematika invariantnosti metrik vzhledem k určitým grupám transformací formální struktury) tyto potřeby nepokrývá. Diskutuje pouze případ empirických struktur s jednou

preferenční relací a případně ještě s jednou operací skládání. Při pokusech klasickou teorií zobecnit tak, aby pokryla i uvedené potřebné případy, je třeba si všimnout toho, co je pro typ měřicí stupnice charakteristické. To v podstatě znamená studovat vlastnosti grup přípustných transformací, které se mohou vyskytnout.

V práci Vaníčka (1999a) je ukázáno, že pokud se omezíme na struktury, v kterých je vymezena jedna privilegovaná preferenční relace „ $\geq$ “, která je slabým uspořádáním, potom typ měřicí stupnice dostatečně charakterizují dvě čísla, určující jakési „stupně volnosti“ této transformační grupy:

- počet po dvou různých dvojic prvků (a_j, b_j), takových, že platí $a_j \geq a_j^* \geq \dots \geq a_j^m$ a současně $b_1^* \geq b_2^* \geq \dots \geq b_m^*$, pro které existuje přípustná transformace, převádějící a_j na b_j pro $j = 1, \dots, m$. Je-li maximální takovýto počet m , říkáme že transformační grupa je m -určená;
- podobně je-li minimální počet takovýchto dvojic, pro které platí, že pokud dvě transformace převádějí a_j na b_j pro $j = 1, \dots, n$, potom tyto transformace musí být shodné, roven n , říkáme že transformace je n -jednoznačná.

Ukazuje se, že rovnost $m = n$ platit může, ale nemusí. Pokud má struktura více než m prvků, platí však vždy vztah $m \leq n$. Uspořádanou dvojici (m, n) těchto čísel nazýváme *signaturou měřicí stupnice*. Pokud příslušné maximum či minimum neexistuje, dosazujeme do signatury místo příslušného přirozeného čísla symbol ∞ .

V práci Vaníčka (1999a) je ukázáno, že signatura měřicí stupnice může sloužit jako zobecnění pojmu jejího typu. Jsou zde uvedeny výsledky popisující vztah mezi počtem uvažovaných relací a operací ve struktuře, jejich řádem a signaturou. Automorfismy uspořádané struktury jsou rozlišeny na dilatace, které mají pevný bod a translace, které jej nemají. Jsou ukázány vztahy, které platí pro toto členění vzhledem k signatuře měřicí stupnice. Hlubší výsledky jsou uvedeny pro případ, kdy jde o formální struktury, jejichž nosičem je množina reálných čísel.

Tyto výsledky potvrzují mimo jiné zásadní rozdíl mezi translační stupnicí s formální strukturou všech reálných čísel a poměrovou stupnicí s formální strukturou kladných reálných čísel. Ukazuje se tak, že poměrovou stupnici není možné považovat za zvláštní případ stupnice intervalové, ale spíše za zvláštní případ logaritmicky-intervalové stupnice. Zvláštním případem intervalové stupnice je pak stupnice translační. Pro toto utřídění typu stupnic hovoří zásadní rozdíl v existenci či neexistenci pevného bodu přípustné transformace. Pro poměrovou stupnici, kromě případu identické transformace, pevný bod neexistuje, transformace intervalové stupnice pevný bod mají.

Obecně platí, pro případ měření formální strukturou reálných čísel, že pokud je transformační grupa m -určená, je buď m menší než nejvyšší stupeň relace ve zkoumané struktuře (k -ární operace je považována za $(k+1)$ -ární relaci), nebo je signatura této transformační grupy (∞, ∞) . Není však známo, zda mohou existovat

struktury se signaturou (m, ∞) , kde $0 \leq m \neq \infty$. Pouze pro případ, že preferenční relace je semiúspořádáním, lze dokázat, že je buď $m = \infty$ nebo $m < 2$.

Pokud je formální strukturou $(Re, \geq, \{R_j\}_{j \in J})$ množina reálných čísel s libovolným počtem relací (a operací), mezi kterými je však obvyklá nerovnost mezi čísly, lze dokázat, že příslušná struktura je vždy 1-určená nebo 2-určená a mohou nastat pouze tyto tři možnosti:

1. Signatura transformační grupy je $(1, 1)$ a transformační grupa je isomorfní s diferenční grupou.
2. Signatura transformační grupy je $(2, 2)$ a transformační grupa je isomorfní s afinní grupou.
3. Signatura transformační grupy je $(1, 2)$ a formální struktura je isomorfní se strukturou nad reálnými čísly, jejíž automorfismy jsou vlastní podgrupy afinní grupy, které obsahují jako svou vlastní podgrupu diferenční grupu transformací.

Tato věta podstatně zužuje okruh situací, které mohou nastat při měření reálnými čísly. Její důkaz však podstatně využívá Dodekindovskou úplnost množiny reálných čísel. Bez předpokladu topologické souvislosti formální struktury mohou nastat mnohem složitější situace. Příslušné konstrukce jsou však značně umělé. Tak tomu je například v případě, kdy by pro měření byla užívána jen racionální čísla.

Za dosud otevřenou, avšak důležitou otázku lze považovat analýzu měřicích stupnic a jejich typů pro případ struktur s preferenční relací quasiúspořádání či slabého úspořádání. Měření v těchto strukturách je potřebné pro analýzu situace v multikriteriálním rozhodování, které nelze vždy adekvátně redukovat na rozhodování podle jediného kritéria pomocí vah.

Další problém, jehož řešení považuje autor za naléhavé, je problém navrhnout vhodné formální struktury pro měření jakosti a složitosti software vytvářeného v objektovém prostředí. Zde je potřeba postihnout subaditivnost slučování, způsobenou tím, že to, co je společné pro dvě třídy, lze řešit jen jednou, na úrovni hierarchicky vyšší třídy. Pro popis této situace se lépe než součet čísel hodí sjednocení množin, kde pro počty prvků konečných množin platí vztah $\text{card}(A \cup B) = \text{card}(A) + \text{card}(B) - \text{card}(A \cap B) \leq \text{card}(A) + \text{card}(B)$. Všechny metriky pro složitost objektového návrhu s výjimkou metrik složitosti metod (zde totiž jde v podstatě o imperativní programy) mají právě vzhledem k slučování tuto vlastnost. Tato problematika dosud uspokojivě zpracována není.

LITERATURA

- Boehm B. W. (1981): Software Engineering Economics. Englewood Cliffs, Prentice Hall.
- Krantz D. H., Luce R. D., Suppers P., Tversky A. (1971): Foundation of Measurement, Vol. I. Additive and Polynomial Representation. Academic Press Inc., San Diego, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo, Toronto, 384 p., ISBN 0-12-425403-9.
- Luce R. D., Krantz D. H., Suppers P., Tversky A. (1990): Foundation of Measurement, Vol. III. Representation, Axiomatization and Invariance. Academic Press Inc., San Diego, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo, Toronto, 341 p., ISBN 0-12-425403-9.
- Roberts F. S. (1979): Measurement Theory with Applications to Decisionmaking, Utility, and the Social Sciences. Encyclopaedia of Mathematics and its Applications, Vol. 7, Addison-Wesely Publ. Comp., London, Amsterdam, Don Mills – Ontario, Sydney, Tokyo, 420 p., ISBN 0-201-13506-X.
- Vaniček J. (1996): Měření kvality. Zpráva k řešení grantu GA ČR č. 103/96/0353 Systémový model soutěže v technickém rozvoji. Stavební fakulta ČVUT v Praze, 76 s.
- Vaniček J. (1997): Software Complexity as a Software Quality Indicator (the three doubts and the light at the end of tunnel). Kybernetika 33, pp. 333–356, ISSN 0023-5954.
- Vaniček J. (1998): Information System Quality and Complexity in Imperative and Object-Oriented Environment. In: Proc. EUNIS'98, Congress on European Co-operation in Higher Education Information Systems, 21.– 22., Sept. 1998; Vrana, I. Edit., Prague, pp. 75–80, ISBN 80-213-0420-0.
- Vaniček J. (1998a): O možném zobecnění pojmu měřicí stupnice – On the Possible Generalisation of the Measure Scale Type Concept. In: Sborník mezinárodní konference Agrární perspektivy '98, ČZU Praha, s. 781–786, ISBN 80-213-0420-0.
- Vaniček J. (1999a): Continuous Measurable Concatenation Structures – Spojité měřitelné struktury s operací skládání. In: Sborník mezinárodní konference Agrární perspektivy '99, ČZU Praha, s. 728–732, ISBN 80-213-05630-0.
- Vaniček J. (1999b): Nonadditive Representation of Measurement Results. Sborník příspěvků z odborné konference k aktuálním otázkám české ekonomiky a univerzitního ekonomického vzdělávání. PEF MZLU v Brně, Brno 1999. 2. díl, ISBN 80-86515-87-8, v tisku
- Zuse H. (1991): Software Complexity – Measures and Methods. Berlin, DeGruyter, ISBN 3-11-12226-X and 0-89925-640-6.

Došlo 17. 5. 2000

Kontaktní adresa:

Doc. RNDr. Jiří Vaniček, CSc., Katedra informačních technologií, Provozně-ekonomická fakulta, Česká zemědělská universita, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, e-mail: vanicek@pef.czu.cz

Úřad pro veřejné informační systémy, Havelkova 22, 130 00 Praha 3, Žižkov, e-mail: vanicekj@uvis.cz

INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION

Slezská 7, 120 56 Prague 2, Czech Republic

Tel.: + 420 2 24 25 79 39, Fax: + 420 2 24 25 39 38, e-mail: redakce@uzpi.cz

In this institute scientific journals dealing with the problems of agriculture and related sciences are published on behalf of the Czech Academy of Agricultural Sciences. The periodicals are published in English with abstracts in Czech.

Journal	Number of issues per year	Yearly subscription in USD	
		Europe	overseas
Rostlinná výroba (Plant Production)	12	195,-	214,-
Czech Journal of Animal Science (Živočišná výroba)	12	195,-	214,-
Agricultural Economics (Zemědělská ekonomika)	12	195,-	214,-
Journal of Forest Science	12	195,-	214,-
Veterinární medicína (Veterinary Medicine – Czech)	12	159,-	167,-
Czech Journal of Food Sciences (Potravinařské vědy)	6	92,-	97,-
Plant Protection Science (Ochrana rostlin)	4	62,-	64,-
Czech Journal of Genetics and Plant Breeding (Genetika a šlechtění)	4	62,-	64,-
Horticultural Science (Zahradnictví)	4	62,-	64,-
Research in Agricultural Engineering	4	62,-	64,-

Subscription to these journals be sent to the above-mentioned address.

PŘÍNOSY OBJEKTOVĚ ORIENTOVANÉHO PŘÍSTUPU K MODELOVÁNÍ BUSINESS PROCESSŮ A BUSINESS-PROCESS REENGINEERINGU

CONTRIBUTIONS OF THE OBJECT-ORIENTED PARADIGM IN BUSINESS-PROCESS MODELING AND BUSINESS-PROCESS REENGINEERING

V. Merunka

Dept. of Information Engineering, Faculty of Economics and Management, Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: The paper informs about object-oriented paradigm use possibilities in analysis and design of business processes. The presented method was developed under the research project, where the Czech University of Agriculture participated as well. The method was practically used in consulting projects from agricultural sector along with other business areas. The role of CASE tools and the need of formal techniques are stressed. There is also a brief overview of the BORM method in this paper.

Key words: object-oriented paradigm – OOP, business process modeling, business process reengineering – BPR, CASE tools, system modeling methods.

ABSTRAKT: Článek se zabývá možnostmi využití objektově orientovaného přístupu k analýze a návrhu obchodně správních procesů (business procesů). Popisovaná metoda byla vyvinuta v rámci výzkumného projektu, na kterém se také podílela ČZU, a byla prakticky ověřena na poradenských projektech ze sektoru zemědělství i v jiných oblastech. V článku je zdůrazněna úloha CASE nástrojů a potřeby používání formálních technik. Součástí článku je také stručný přehled metody BORM.

Klíčová slova: objektově orientovaný přístup (paradigma) – OOP, modelování obchodně správních procesů, business process reengineering – BPR, CASE nástroje, metody modelování systémů

ÚVOD – OBJEKTOVĚ ORIENTOVANÝ PŘÍSTUP (PARADIGMA)

Objektově orientované paradigma (OOP) je jedním z nejprogressivnějších směrů v oblasti programování, analýzy, návrhu a realizace softwarových produktů. Netýká se však jen vlastního procesu programování, ale i také reprezentace světa v počítači, způsobu nazírání na uspořádání reálného světa, chápání zadání problému a metodiky jeho řešení (tj. analýzy, návrhu a implementace). Pomocí OOP lze také nazírat na organizaci architektury samotného počítače a celého informačního systému (IS). Právě v oblasti zemědělských informačních systémů je třeba věnovat objektovému modelování náležitou pozornost, protože agropotravinářský sektor je charakteristický svou geografickou rozlehlostí, vysokou strukturovaností zpracovávaných informací a závislostí informace na čase, což jsou vlastnosti, které vyžadují nasazení moderních softwarových technologií a modelových postupů.

V současné době se již OOP dostává v praxi maximální pozornosti. Nesmí se však zapomínat, že vznik OOP je především výsledkem snahy řešit již delší dobu trvající softwarovou krizi, která se projevuje rostoucí složitostí programů překonávajících rostoucí sémantickou mezeru, nebezpečně nízkou spolehlivostí programového vybavení a neúměrnými náklady na pracovní sílu pro programování a údržbu provozovaného softwaru. Roste obliba metod objektově orientované analýzy a designu a postupně se do popředí zájmu dostávají i objektově orientované databáze, které však zatím patří mezi nejméně známé (i využívané) aplikační oblasti objektově orientovaného paradigmatu.

Myšlenka OOP je důležitá pro rozvoj nových operačních systémů, databázových systémů, systémů pro reprezentaci znalostí a také expertních systémů. Uplatňuje se při vývoji velmi rozsáhlých aplikací; výsledný produkt je díky flexibilitě objektově orientovaných programů lépe udržovatelný a také lépe umožňuje reagovat na změny v zadání.

Pro programátorskou obec je příznačné, že si pod pojmem OOP představují především jeho implementaci v konkrétním programovacím jazyce, nejčastěji v Object Pascalu nebo C++ nebo Java. Jazyků, které poskytují na různé úrovni možnost využití objektové orientace, je však od 70. let vyvinuto značné množství. Připomeňme jazyky Simula, Smalltalk, Actor, Eiffel, Objective C, Flavors, CLOS, Dragoon, Mainsail, ESP, Perl, Beta, ABCL, Actalk, Plasma etc.

Pro naivní uživatele výpočetní techniky je příznačné, že pojem „objektově orientovaný“ ztotožňují s výhodami, které přináší grafická uživatelská rozhraní současných softwarových systémů.

Tento příspěvek je zaměřen na zkušenosti autora s využitím OOP v úvodních fázích systémové analýzy a na zajímavou možnost adopcí myšlenek OOP do modelování business procesů.

„BUSINESS“ ANALÝZA

Pojem „business“ analýza systémů, jak jsou úvodní fáze procesu projektování často označovány, je poměrně novou a v současné době velmi rozvíjenou aplikací OOP v praxi (The United Modeling; Golberg, Kenneth 1985; Patrige 1996). Tato oblast modelování má dvojí na sobě poměrně nezávislý původ:

1. Prvním je potřeba formálního podchycení prvních fází vývoje informačního systému nástroji používajícími jiný pojmový aparát, než nástroje klasického softwarového inženýrství právě z výše popsaných důvodů. Tato potřeba vznikla na základě zkušenosti, že zahájení tvorby IS nějakou „klasickou“ objektovou metodou zbavuje většinu zainteresovaných osob ze strany zadavatele schopnosti sledovat projekt již od samého počátku.
2. Jako druhá příčina rozvoje se považuje rozvoj tzv. „business process“ reengineeringu (BPR) (Darnton G., Darnton M. 1997; Finkelstein 1989) právě v souvislosti se zjištěním, že myšlenky OOP jsou velmi přínosné pro konstrukci nástrojů a technik pro potřeby BPR.

Využití myšlenek OOP a znalostí a postupů známých z „klasických“ metod tvorby softwaru (The United Modeling; Yourdan 1995; Sklenář 1997; Jacobson 1992) a aplikovaných ve fázi business analýzy činí z této fáze důležitou a novou poměrně ucelenou oblast nástrojů a technik, která je označována jako „business“ modelování (jiní autoři používají též označení „esenciální“) v návrhu IS. Dochází zde k velmi zajímavému prolínání „business“ inženýrství a softwarového inženýrství. Tento proces je někdy označován jako konvergenční přístup v informačním inženýrství (Taylor 1995).

Je velmi zajímavé, že fáze „business“ modelování je v procesu návrhu IS použitelná hned třím možným způsobem:

1. Jako fáze, která předchází „klasické“ konceptuální modelování. V tomto případě je využita jako

předstupeň pro tvorbu konceptuálních modelů (které potom lze navrhovat podle OMT či UML). Zde „business“ modelování plní úlohu spojovacího a komunikačního mezikroku mezi zadavateli a tvůrci softwaru v úvodních fázích vývoje.

2. Jako fáze, která může být provedena jiným subjektem, než následná „klasická“ analýza a návrh. V tomto případě je použita jako ucelená metoda pro tvorbu strukturovaných podkladů a dokumentace, která dále slouží jako výchozí bod tvorby IS prováděné jiným subjektem, např. na základě následně provedeného výběrového řízení (Merunka et al. 1995; Objecta Ltd.; Anderson Consulting).
3. Jako samostatná metoda, která slouží pro tvorbu informačního modelu pro potřeby BPR a to jak zmapování stávajícího stavu, tak i pro popis návrhu budoucího stavu jednotlivých modelovaných procesů a jejich potřebné změny (Patridge 1996; Knott et al. 1999; Merunka 1999a). Zde se objektové modelování dokonce jako metoda úplně osamostatňuje a vlastně nepřímo dokazuje větší uplatnitelnost myšlenek OOP než pouze v procesu tvorby programů, jak bylo naznačeno v úvodu článku.

Z našich zkušeností vyplývá, že varianta 2) a především varianta 3) je dnes v praxi nejvíce vyžadována, je součástí postupů např. velkých konzultačních firem a lze v blízké budoucnosti očekávat její další rozvoj.

BPR – BUSINESS PROCESS REENGINEERING

Podnikovým reengineeringem se rozumí zamyšlení a zásadní přeměna nehlubších principů fungování daného podniku a to především z hlediska zákazníka – jaké hodnoty mu organizace poskytuje a především, jakým způsobem tak činí. K takovému zamyšlení může mít management firmy několik zásadních důvodů:

- organizace je v tak špatném stavu, že zásadní změna struktury je jednou z mála cest k záchraně;
- dlouhodobě negativní trendy tržních ukazatelů společnosti – „něco není v pořádku“;
- organizace je vedoucí firmou ve své oblasti podnikání, a aby si toto postavení mohla udržet, musí se neustále zlepšovat a hledat způsoby, jak lépe sloužit svým zákazníkům;
- „ostatní to dělají také“ – management firmy chce udržet postavení na trhu a má obavu, že jej ztratí.

Pracovníci účastníci se projektu reengineeringu si pokládají otázku „Jak by vypadala tato firma, kdybychom ji dnes – se současnými znalostmi a s využitím moderních technologií – budovali znovu?“

Zakladatel BPR Hammer definuje reengineering takto (Taylor 1995; Finkelstein 1989; Darnton G., Darnton M. 1997):

„Reengineering znamená zásadní přehodnocení a radikální rekonstrukci (redesign) podnikových procesů tak, aby mohlo být dosaženo dramatického zdokonalení

z hlediska kritických měřítek výkonnosti, jako jsou náklady, kvalita, služby a rychlost.“

Pro lepší pochopení této definice je vhodné blíže vysvětlit význam klíčových slov z definice. Prvním takovým slovem je slovo „zásadní“ – rozumíme tím, že pracovníci si musí o svých firmách klást nejzákladnější otázky: „Proč děláme to, co děláme?“, „Proč to děláme právě tímto způsobem?“. Podobné otázky vedou až k odhalení nevyslovených pravidel a předpokladů, na kterých je způsob podnikání organizace založen.

V současné převratné době se často ukazuje, že tato pravidla jsou zastaralá, chybná či nevhodná. Z posloupnosti výše uvedených otázek vyplývá důležitá skutečnost charakteristická pro reengineering – jeho primární zaměření na to, co podnik dělá, či musí dělat, a teprve sekundárně na způsob zajištění těchto činností. Pracovníci pracující dle zásad reengineeringu tedy například nezačnou práci s otázkou „Jakým způsobem budeme zajišťovat skladové zásoby?“, ale „Proč vůbec jsou skladové zásoby nutné?“.

Druhým důležitým výrazem je „dramatické zdokonalení“. Nezajímají nás povrchní úpravy či přizpůsobování stávajících struktur. Jde o změnu, která bude znamenat zásadní obnovu podnikových činností. Požadujeme-li zlepšení výkonnosti určitého ukazatele o více než několik desítek procent, nedosáhneme toho konvenčními technikami zlepšování výkonnosti. Máme-li proces vyřizování reklamací, který trvá průměrně řádově týdny a chceme jej zkrátit na pouhé dny, nemůžeme toho dosáhnout tím, že zachováme dosavadní poštovní styk s klientem, a ve firmě zavedeme dokonalejší systém oběhu dokladů.

Čtvrté klíčové slovo v definici je „proces“. Podnikový proces je soubor činností, který vyžaduje jeden nebo více vstupů a tvoří výstup, který má pro zákazníka hodnotu. Zákazník procesu může být jak interní, tak externí. Hlavní podnikové procesy dodávají produkt (hodnotu) konečnému zákazníkovi podniku. Podpůrné procesy jsou procesy, které zajišťují zdárný průběh klíčových procesů. Posledním druhem procesů jsou procesy řídicí, jejichž úkolem je zajistit řízení klíčových a podpůrných procesů tak, aby firma jako celek dosahovala cílů, která má vytýčeny.

Modelování procesů je tedy klíčovou technikou při provádění BPR. Provádí se ve dvou etapách:

1. V první etapě (*etapa AS-IS = tak, jak to je*) se podrobně modeluje stávající stav podnikových procesů. To je důležité pro exaktní vymezení předností a především nedostatků podniku. Bez této nepopulární fáze totiž nelze zodpovědně modelovat budoucí stav.
2. Po vyhodnocení výsledků první etapy se přistupuje k druhé etapě (*etapa TO-BE = jak by to mělo být*). Zde se navrhuje a podrobně popisují nové procesy a z informací v nich uložených se nakonec provádí návrh nové organizační struktury.

MOŽNOSTI „KLASICKÝCH“ OBJEKTIVÝCH METOD

Objektové metody analýzy a návrhu, které dnes již lze označit za klasické, poskytují určité prostředky pro business modelování. Typickým představitelem je unifikovaná metoda (UML), která ve verzi 1.1 obsahuje rozšíření směrem k „business“ modelování. Většina takových rozšíření objektových metod (včetně uvedeného) vychází z Jacobsonovy „Use-Case“ analýzy. Tento přístup sice jde správným směrem, ale jednotlivé pojmy „business“ modelu jsou na příliš abstraktní úrovni a celkově jsou značně podřízeny a svázané s následnými pojmy modelů ve fázi podrobné analýzy a návrhu.

Notace diagramu „business“ modelu podle návrhu UML ukazuje, že se jedná o poměrně velmi jednoduchý nástroj, který dokáže popsat systém pouze na velmi vysoké úrovni zjednodušení. Kromě toho, že tento nástroj nedovoluje uspokojivě zachytit mnohé pro zadání důležité informace (např. pravidla, návaznosti, vazby mezi entitami, ...), tak je jeho další nevýhodou, která dále snižuje jeho použitelnost pro náležitý popis „business“ procesů, jeho samotná koncepce a pojmový aparát, protože dle názoru autora má přímou vazbu na programovou strukturu navrhovaného systému, tedy např. na implementaci jednotlivých modulů apod. V případě potřeby zachycení většího detailu o modelovaném systému je doporučováno použití následných nástrojů UML, jako např. object interaction diagram, object-class diagram atd.

Bohužel ani jeden z vyjmenovaných nástrojů nedosahuje takové míry srozumitelnosti, jednoduchosti a zároveň výstižnosti, jaké ve své době dosahoval dodnes známý a používaný ER diagram nebo DF diagram. Například notace UML sice pokrývá většinu situací, se kterými se při projektování může setkat tvůrce softwaru (*i když dle názoru autora i zde jsou ještě rezervy především směrem k návrhu objektových databází*), ale je pro neprogramátora velmi komplikovaná a obtížně čitelná. Na rozdíl od dříve používaného ER či DF diagramu, který je laikovi čitelný po čtvrt hodinovém výkladu (*zde je myšleno pouze postačující pasivní pochopení – ne schopnost takový model vytvářet*), nelze prostředky UML nasadit například při jednáních se zadavateli a s pomocí nich ověřovat a korigovat správnost zadání, což by jistě bylo žádoucí, jenomže tyto prostředky jsou orientovány více na podporu softwarové implementace než na možnost podrobného modelování z pohledu vlastního zadání.

JAK PROVÁDĚT „BUSINESS“ ANALÝZU

Z výše uvedených informací vyplývá, že není možné pracovat ve všech etapách tvorby systému se stejným pojmem objektu.

Nejedná se jen o to, že je na pojem objekt a na jeho vazby v úvodních fázích analýzy nahlíženo jednodušším způsobem na vyšší úrovni abstrakce. To by bylo příliš velké zjednodušení. Na proces návrhu systému lze také nahlížet jako na postupné transformace modelu systému skládajícího se z množiny objektů a jejich vazeb od vymezeného problému reálného světa až k softwarovému řešení (Knott et al. 1999; Goldberg, Kenneth 1995). Tyto postupné transformace jsou v obrázky vyznačeny jako svislé zaoblené obdélníky.

Samozřejmě, že softwarové objekty pokrývají vlastnosti konkrétních programovacích jazyků a vývojových prostředí, a proto tyto objekty mají celou řadu vlastností specifických pouze pro fázi implementace bez smysluplné analogie v pojmech reálného světa a „business“ objektů. O tomto samozřejmě není třeba pochybovat. Jde však i o to, že také mezi „business“ objekty existují pro model důležité vlastnosti, které nejsou přímo podporovány v současných (ani *objektově orientovaných*) programovacích jazycích a musejí se v případě potřeby složitě implementovat pomocí dostupných konstruktů například s použitím určitých návrhových vzorů. Je to především:

- Schopnost zachycení objektu proměnlivého v čase do té míry, že objekt v různých stavech reaguje na stejné podněty (zprávy) různým způsobem.
- Modelování procesů v systému pomocí provázání stavů a přechodů několika vzájemně na sebe působících objektů mezi sebou.
- Business objekty nepředstavují pouze jakési „zárodky“ budoucích datových objektů v softwarovém systému, ale také např. uživatele budoucího systému a další podobné entity, které nemusejí být ve fázi implementace softwarové přímo reprezentovány.

CO JE METODA BORM

Metoda BORM (Business Object Relation Modeling) byla vyvíjena postupně od roku 1993. Od počátku byla orientována na podporu tvorby objektově orientovaných softwarových systémů založených na čistých objektově orientovaných programovacích jazycích a vývojových prostředích, jakými jsou například prostředí Smalltalku (VisualWorks, VisualWave, VisualAge, ...) a objektové databáze (Gemstone, Artbase, ...). Během práce na této metodě bylo zjištěno, že některé její techniky a nástroje je možné využít k reprezentaci znalostí a modelování business procesů.

Práce na BORMu je od svého počátku součástí grantu VAPPIENS (*research project Various Programming Paradigms in Integrated Environments*), který je součástí programu „Know How Fund of Czech Academic Link Programme“ Britské rady (British Council). Od roku 1996 je další vývoj také podporován firmou Deloitte&Touche Czech Republic and Central Europe, kde je tato metoda také používána.

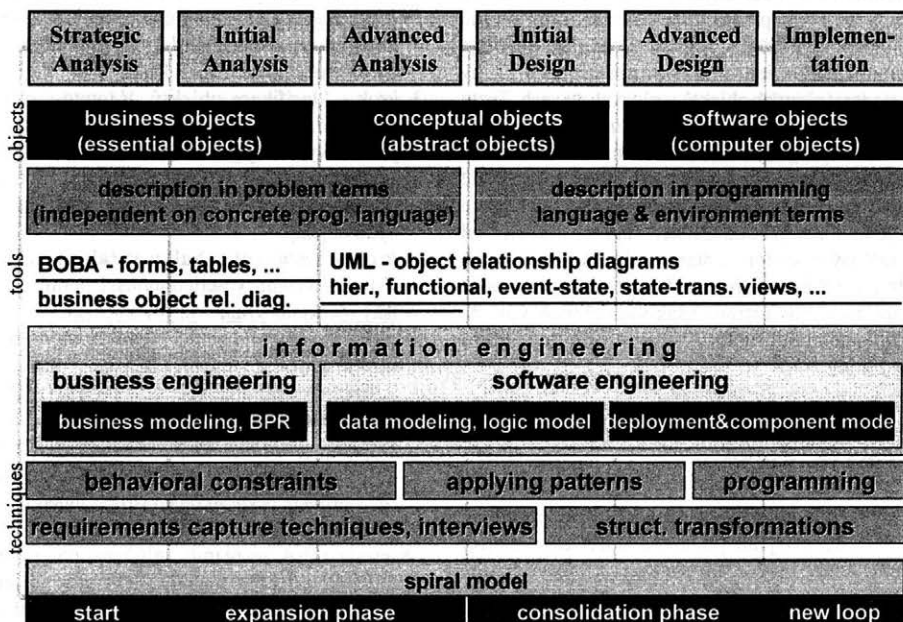
Metoda BORM a především její možnosti analýzy v počátečních fázích vývoje projektu byla prakticky použita například v projektech pro pražské zdravotnictví, Ústav pro státní informační systém ČR, elektroenergetiku, zemědělství, telekomunikace a plynárenství. Ve všech těchto projektech se ukázalo, že BORM lze dobře využívat jako nástroj pro provádění business process reengineeringu. Výsledky takové analýzy také velmi dobře slouží pro podrobnou a úplnou specifikaci zadání softwarového projektu.

JAK SE BORM LIŠÍ OD JINÝCH METOD

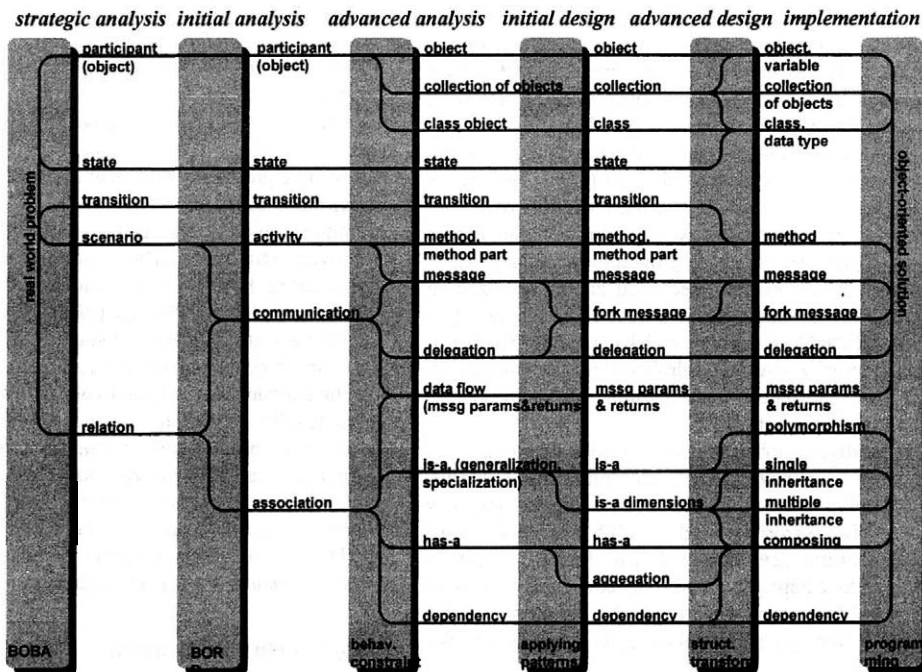
BORM byl navrhován jako metoda, která pokrývá všechny fáze vývoje softwaru (obr. 1). Velká pozornost je na rozdíl od jiných metod věnována úvodním fázím projektu. Nejpoužívanější metody se spoléhají jen na analýzu textového popisu zadání a odvozování objektů a jejich operací z podstatných jmen a sloves v jednotlivých větách. Technika „use-case“, která je součástí dnes nejpoužívanějších metod OMT a UML, sice pomáhá při definování interakcí a členění systému, ale poskytuje jen malou podporu pro identifikaci objektů ze zadání. Z „use-case“ diagramů se však přímo vytvářejí diagramy sekvencí a komunikací mezi objekty a třídní diagramy. U všech těchto následných diagramů se však již předpokládá, že objekty a třídy jsou již rozpoznány. Stručně řečeno, většina dnes používaných metodologií začíná nad množinou objektů, pro které se například vytvářejí nejrůznější softwarově orientované diagramy, ale sofistikovanější postupy, jak tyto objekty v zadaném problému najít a zkontrolovat jejich správnost, v nich chybějí.

Druhou odlišností od jiných metod je skutečnost, že BORM pro každou jednotlivou fázi životního cyklu využívá v diagramech jen omezenou sadu pojmů. Předpokládá se totiž, že během projektování dochází k postupným přeměnám pojmů na jiné (obr. 2). Například ve fázi analýzy se nepoužívají pojmy jako agregace, jednoduchá či vícenásobná dědičnost, protože tyto pojmy jsou relevantní až pro implementaci. Naopak pojmy jako stav, přechod či asociace jsou používány během analýzy, ale ve fázi implementace, kdy se snažíme model přizpůsobit cílovému implementačnímu prostředí, se s nimi již nepracuje. Nejde jen o postupné zvyšování úrovně detailu ve vytvářeném modelu, ale skutečně o řadu transformací modelu v průběhu životního cyklu. Na rozdíl od přístupu BORMu u metody OMT (a také UML) lze například do object-class diagramu libovolně vkládat kterýkoliv z pojmů bez ohledu na to, jestli se daný diagram týká fáze analýzy nebo návrhu.

Třetí a poslední specifickou vlastností BORMu je skutečnost, že metoda nevyžaduje oddělování od sebe statických a dynamickému pohledu na systém do různých typů diagramů s rozdílnou notací a dovoluje je dokonce v jednotlivých diagramech kombinovat. V BORMu je každý pojem reprezentován shodnými symboly bez



1. BORM project life cycle



2. BORN concepts progression

ohledu na to, jestli se jedná o diagramy datové struktury nebo komunikací mezi objekty. BORM používá pro znázorňování konceptuálních a softwarových pojmů většinu symbolů shodně s jazykem UML, ale dovoluje v jednom diagramu znázornit například posílání zpráv mezi metodami různých objektů v různých stavech. Tento přístup dovoluje vyjádřit konzistentním způsobem některé žádoucí detaily softwarové konstrukce, které lze výhodně aplikovat především při návrhu pro čisté objektově orientované programovací jazyky. Tento způsob je mnohem jednodušší než např. tvorba více od sebe oddělených třídních, stavových a kolaboračních diagramů a také dovoluje zobrazit větší množství informací. Na druhou stranu však samozřejmě platí, že samostatné stavové či interační diagramy jsou v BORMu také používány.

ÚVODNÍ FÁZE ANALÝZY – BUSINESS INŽENÝRSTVÍ – V BORMU

Úvodní fáze analýzy jsou v BORMu podporovány technikou analýzy objektů podle chování (OBA – Object Behavioral Analysis) a nástrojem ORD (Object Relation Diagram).

Metoda OBA

Metoda OBA (*Object Behavioural Analysis*) je typickým představitelem pokročilé techniky sloužící k získávání strukturovaných podkladů ze zadání pro potřeby konstrukce prvotního objektového modelu. Právě proto je velmi vhodná pro nasazení v počáteční fázi tvorby IS, kde výstup OBA analýzy slouží ke konstrukci diagramů „business“ objektů.

Metoda vnikla počátkem 90. let na základě zkušeností s aplikacemi různých technik JAD (*Joint Application Design*) a CRC (*Class-Responsibility-Collaborator*) pro potřeby objektové analýzy a návrhu a implementace v objektově orientovaných programovacích jazycích.

Jedná se o iterativní techniku začínající řízeným interview se zadavateli a pracující s různými typy formulářů, tabulek a modelových karet, ke kterým přísluší sada postupů a pravidel. Podrobnější popis OBA analýzy lze například nalézt v práci Rubin, Goldberg (1992) a Goldberg, Kenneth (1995).

Jednotlivé kroky OBA analýzy jsou následující:

1. krok – **rozpoznání procesů** (plánování scénářů). V tomto kroku se na základě provedeného interview sestaví **seznam požadovaných funkcí systému** a **seznam scénářů systému**. Jedná se vesměs o textové popisy, přičemž v nejjednodušší variantě se u každého scénáře rozlišuje **původ procesu**, vlastní **popis procesu**, participující objekty a **popis výsledku procesu**.
2. krok – **definování objektů pomocí modelových karet**. V tomto kroku se pro každý rozpoznaný objekt z předchozího kroku vytvoří jeho modelová karta,

kteřá obsahuje jméno objektu, seznam aktivit objektu a s ním související seznam s modelovaným objektem spolupracujících objektů. Předpokládá se, že pro každý rozpoznaný spolupracující objekt je také vytvářena jeho modelová karta.

3. krok – **klasifikace objektů**. V tomto kroku dochází k přidání další informace k modelovým kartám jednotlivých objektů. Modelové karty jsou tříděny podle různých kritérií a podle určitých pravidel dochází ke vzniku nových modelových karet s novými objekty.
4. krok – **sestavení tabulky vztahů mezi objekty**. Tabulka vztahů v nejjednodušší podobě vyjadřuje jaký objekt má vztah s jiným objektem.
5. krok – **modelování životních cyklů objektů**. V tomto kroku se pro každý rozpoznaný objekt s pomocí informací v tabulce scénářů, modelových kartách a tabulkách vztahů sestaví životní cyklus objektu jako sled jeho stavů a přechodů mezi těmito stavy v podobě procesního diagramu. Tento poslední krok lze v případě první iterace provést ihned po kroku 1. a 2. a teprve poté provést kroky 3. a 4.

Metoda OBA je přímo založena na předpokladu iterativního přístupu k analýze. Například jednotlivé scénáře z 1. kroku jsou v 5. kroku příslušným předepsaným způsobem konfrontovány s životními cykly jednotlivých objektů a kontroluje se jejich vzájemná úplnost a souvislost. Následné kroky OBA tedy mohou posloužit i jako podklady pro dodatečné upřesňování informace v krocích předchozích. (*Pro varianty známých řešení se doporučuje provést 2 až 3 opakování všech kroků, ale pouze jeden průběh nestačí*).

OBA pomáhá získávat strukturovaným způsobem potřebné podklady k sestavení prvotních objektových diagramů. Má však i další zajímavé přínosy do procesu tvorby I.S.:

1. poskytuje prostředky pro dokumentování projektu od samého počátku,
2. modelové karty a další výstupy OBA jsou znovupoužitelné v dalších podobných projektech (Goldberg, Kenneth 1995; Rubin, Goldberg 1995; Bellin, Suchman 1997) (například jako návrhové vzory) a úsilí vynaložené při sestavování scénářů a
3. životních cyklů objektů lze zužitkovat při návrhu optimální funkčnosti uživatelského rozhraní.

Metodu OBA lze provádět dokonce jen s tužkou v ruce a příslušnými předtištěnými formuláři a tabulkami na papíře. Samozřejmě lepším způsobem je použití CASE nástroje, který dokáže většinu rutinních operací (například různé vzájemné kontroly, udržování projektových dat v konzistentním tvaru a možnost tisku tabulek a formulářů) provádět automaticky.

CASE NÁSTROJ PRO BORM

Softwarová podpora „business“ analýzy je již dnes **částečně zahrnuta** ve většině profesionálních CASE

objektových nástrojích, jako například Rational Rose, Select nebo Paradigm Plus a další.

Kromě toho existují i **specializované CASE nástroje** pro podrobnou „business“ analýzu, které však nejsou snadno dostupné na běžném softwarovém trhu, protože kromě toho, že jsou velmi drahé a málo poptávané, tak jsou většinou součástí know-how příslušných firem – např. Objecta Ltd.; Anderson Consulting; Merunka et al. (1995).

Pokud nutně nepotřebujeme drahý profesionální CASE, je také možné použít některý z inteligentních programů pro tvorbu **prezentační grafiky** (např. Visio nebo Visual Thought) a opatřit si nebo sám vyrobit šablony pro podporu příslušné metody.

Vzhledem k rychlému rozvoji a změnám v této oblasti je především pro potřeby velké konzultační firmy a nebo na akademickou půdu vhodné použití některého z **meta CASE nástrojů**, které jsou někdy také označovány jako CAME – Computer Aided Method Engineering. Jedná se o takové CASE nástroje, které kromě tvorby modelu (jako obyčejný CASE) také dovolují modelovat samotnou metodu – např. doplňovat symboly a vazby a kromě definování jejich grafické reprezentace i popisovat jejich chování např. pomocí programovatelného generátoru výstupních sestav a tím například měnit z modelu generovaný kód apod.

Je třeba zdůraznit, že použití meta CASE nástroje není vhodné jen kvůli možnosti úprav a doplňování podporované metody vlastní silou. Je tu i možnost **snadných úprav a změn používané metody na objednávku** dokonce v průběhu řešení projektu a samozřejmě bez nutnosti měnit celý softwarový produkt.

Součástí vývoje metodologie BORM byl i výběr vhodného CASE nástroje. V současné době je metoda BORM již implementovaná v nástroji Metaedit Plus¹. V tomto nástroji jsou pořízeny i obrázky z přílohy k tomuto článku.

Jedná se o nástroj, který podporuje 3 metody vhodné pro BPR (*Porter's Method, Business Systems Planning by IBM a Gaskin's Activity Analysis*) a 6 metod OOA&D (*OMT, UML, Coad/Yourdon, Shlaer/Mellor, Fusion, Moses a Embley*). Generuje kód SQL, Smalltalku, C++, Delphi Pascalu a Javy. Pro ukládání dat a metadat používá víceuživatelskou třídně-instanční objektovou databázi s podporou transakcí. Kromě různých i uživatelsky definovaných výstupních sestav Metaedit dovoluje prezentovat informaci každého modelu trojím možným způsobem: 1) graficky jako diagram, 2) ve vztahových maticích a 3) v tabulkách, přičemž například změna informace v tabulce či vztahové matici může vyvolat automatickou změnu grafické podoby odpovídajícího objektu v diagramu.

CASE Metaedit Plus je dle údajů firmy Metacase software kategorie CAME – Computer Aided Method

Engineering. Znamená to, že obsahuje prostředky pro implementaci nových metod. Nová metoda se v Metaeditu Plus poměrně snadno implementuje pomocí definování jejího metamodelu (Metacase inc.), k němuž se prostředky vizuálního programování přidávají příslušné dialogy a vzhled a chování symbolů. Metaedit Plus je naprogramován nad objektově orientovanou databází². Informace uložená v databázi je prezentovatelná a zpracovatelná nejen v podobě grafů, ale i jako tabulky a matice a také přímo uvnitř databáze pomocí různých browserů. Součástí Metaeditu Plus je i skriptový jazyk, ve kterém jsou předdefinovány různé výstupy ve formátu TXT, RTF, HTML, GIF a PCT. Protože systém je otevřený, je možné programovat další výstupní sestavy pro potřeby dokumentace.

Diagramy pro „business“ analýzu

Již bylo řečeno, že pro potřeby konstrukce modelu s „business“ objekty je nevhodné použití „klasických“ konceptuálních diagramů. Z tohoto důvodu autoři jednotlivých metod doplňují svoje metody o různá rozšíření. Diagram, který by byl vhodný pro konstrukci modelů „business“ objektů, musí splňovat následující podmínky:

1. Musí být podstatně jednodušší a srozumitelnější než konceptuální diagramy typu object-class diagram, jak je známe např. z OMT nebo UML. Diagram musí být čitelný i pro „neprogramátory“.
2. Musí zobrazovat objekt, jeho jméno a aktivity (metody).
3. Musí zobrazovat vazby (asociace) mezi jednotlivými objekty i přímo mezi aktivitami jednotlivých objektů (komunikace = zprávy). Není potřebné vyjadřovat detailní podrobnosti vazeb jako např. různé varianty dědičnosti a nebo agregací, neboť se jedná až o podrobnosti potřebné až při modelování softwarových objektů.
4. Musí zobrazovat stavy a přechody jednotlivých objektů v čase včetně souvislostí, jaké aktivity a jaké vazby má příslušný objekt v příslušném stavu. Množina spolu souvisejících stavů a přechodů jednoho objektu je označována jako „role objektu“ v systému. Předpokládá se, že jeden objekt může mít v systému více rolí.
5. Musí dovolovat propojení spolu souvisejících stavů a přechodů různých objektů. Právě tato propojení, která vlastně obsahují propojené role různých objektů, slouží k popisu jednotlivých „business“ procesů v systému. Tyto modely procesů (agent, zákaznických procesů,...) podrobně popisují způsobů užití („use-cases“) modelovaného systému.

¹ Metaedit dovoluje nejen projektovat podle nějaké metody (v základní sadě nabízí dokonce 14 metod včetně OMT a UML), ale také naprogramovat metodu vlastní. Podrobnosti o vlastnostech tohoto nástroje lze nalézt na adrese <http://www.metacase.com>.

² Jedná se o nerelační objektovou databázi Artbase firmy ArtInApples Ltd. (<http://www.artbase.sk>).

Diagram ORD

Diagram ORD (Object-Relationship-Diagram) slouží k vizuální reprezentaci informace získané metodou OBA. Jedná se o velmi jednoduchý diagram, který obsahuje jen malý počet pojmů a symbolů, které jsou plně postačující pro prvotní popis modelovaných procesů. (V dalších fázích projektování je ORD transformován do podoby podobné diagramům UML výše naznačeným způsobem) Pojmy ORD jsou následující:

ORD dovoluje modelovat jednotlivé procesy současně dvojím způsobem:

1. Sekvence stavů a přechodů každého objektu, na které lze nazírat jako na dílčí stavový diagram, vyjadřují rolí daného objektu v modelovaném procesu. Tento pohled slouží ke kontrole celkového modelovaného procesu například při interview.

2. Sled komunikací mezi aktivitami různých objektů v různých stavech vyjadřuje průběh vlastního procesu. Celkový proces je tedy znázorněn jako propojení rolí

objektů, které se tohoto procesu účastní. Nazíráme-li na participující objekty se svými stavy a přechody jako na automaty, jedná se vlastně o skládání automatů (Mellor, Shlaer 1991).

Vzhledem k tomu, že modelovaný proces je konstruován jako propojení rolí (stavů a přechodů) účastníků se objektů, tak ORD dovoluje jednoduchým a nenásilným způsobem zachytit přesný průběh modelovaného procesu a poskytuje tím i prostředky pro ověřování jeho správnosti. (Do ORD totiž není například možné přidat aktivitu, která by nenavazovala na nějaký již přítomný stav nebo nebyla vázána nějakou komunikací s jinou aktivitou.) Tyto vlastnosti, které přímo vyplývají z použité teorie, jsou velmi dobře využitelné v interview, ve kterých se diagram sestavuje nebo kontroluje.

Následující tabulka ukazuje rozsahy (metriky) vybraných konkrétních projektů prováděných mezinárodní poradenskou firmou na území ČR metodou BORM v průběhu let 1997–1999.

Pojem	Symbol	Popis
Objekt = Participant	Obdélník se jménem zobrazeným uvnitř v levém horním rohu.	Objekt (v úvodních fázích BORMu je označován jako "Participant") představuje účastníka modelovaného procesu, jak byl rozpoznán s pomocí modelových karet.
Stav	Menší obdélník odlišený barvou a typem písma pro pojmenování stavu kreslený dovnitř symbolu pro objekt. (Pro počáteční a koncový stav se používají symboly shodné s UML)	Stavy vyjadřují postupné změny participantů v čase.
Asociace	Silná černá šipka s plným zakončením mezi participanty nebo stavy. U šipky se píše popis, který blíže specifikuje charakter vazby. Pojmy přirozeného jazyka zde mají přednost před programátorskými označeními typu "dědič", "skládá", ...	Asociace vyjadřují datově orientované vztahy mezi participanty a nebo jejich stavy, protože se mohou v čase měnit. Asociace vyjadřují jednotným způsobem vztahy, které mohou být později upřesněny jako skládání, dědění nebo závislost objektů.
Aktivita	Ovál propojený čarou s participantem nebo jeho stavem. Ovály mohou být kresleny také dovnitř k nim příslušných objektů.	Aktivity reprezentují jednotlivé aspekty chování objektů tak, jak byly rozpoznány pomocí scénářů v modelových kartách.
Komunikace	Šipka, která propojuje aktivity mezi sebou. Malé pojmenované šipky kreslené rovnoběžně k hlavní šipce komunikace vyjadřují datové toky.	Komunikace vyjadřují sled provádění a vzájemnou závislost aktivit různých objektů mezi sebou. datové toky mohou být vedeny oběma směry.
Přechod	Šipka s nevyplněným trojúhelníkovým zakončením, která propojuje aktivity a stavy jednoho objektu.	Součástí přechodu je také aktivita, ze které přechod vychází. Přechod tedy představuje činnost, kterou je třeba vykonat, aby objekt změnil svůj stav.
Podmínka	Přeškrtnutí s textovým popisem u komunikace nebo u propojení aktivity a objektu.	Podmínkou se vyjadřuje omezená platnost komunikace nebo aktivity.

ZÁVĚR

OOP má nezastupitelnou úlohu. Dnes již neobstojí názor, že objektové prostředky jsou vhodné pouze jako lepší implementační softwarové nástroje dovolující využívat například předností vizuálního programování a nebo používání hotových komponent a že nemají přímý vztah k manažerské práci a systémovému modelování.

Podle našich zkušeností je objektově orientovaný diagram a objektová reprezentace business procesu

vhodný pro podrobný popis business procesů a práci s nimi. Jedním z jeho největších přínosů je jeho velká srozumitelnost pro experty z problémové oblasti, kteří například nejsou vyškoleni v technikách softwarového inženýrství.

Vzhledem k neustále rostoucí složitosti zadání při analýze a návrhu systémů a také vzhledem k souvislostem s reinženýringem „business“ procesů je třeba metodám analýzy prováděné objektovým způsobem věnovat náležitou pozornost.

PŘÍLOHA – PŘÍKLAD BUSINESS ANALÝZY

Na tomto místě přinášíme příklad analýzy konkrétního zadání podle metody BORM. jedná se o jeden „business“ proces, který popisuje průběh řízení občana a orgánů státní správy pro vyřizování stavebního povolení.

V procesu jsou zohledněny tři varianty staveb (běžná, jednoduchá a drobná) tak, jak je vymezuje stavební zákon č.50/1976 Sb. ve znění zákona č.103/1990 Sb. včetně souvisejících prováděcích vyhlášek.

Příklady jsou vybrány z konkrétního projektu pro Ústav pro státní informační systém ČR z roku 1998.

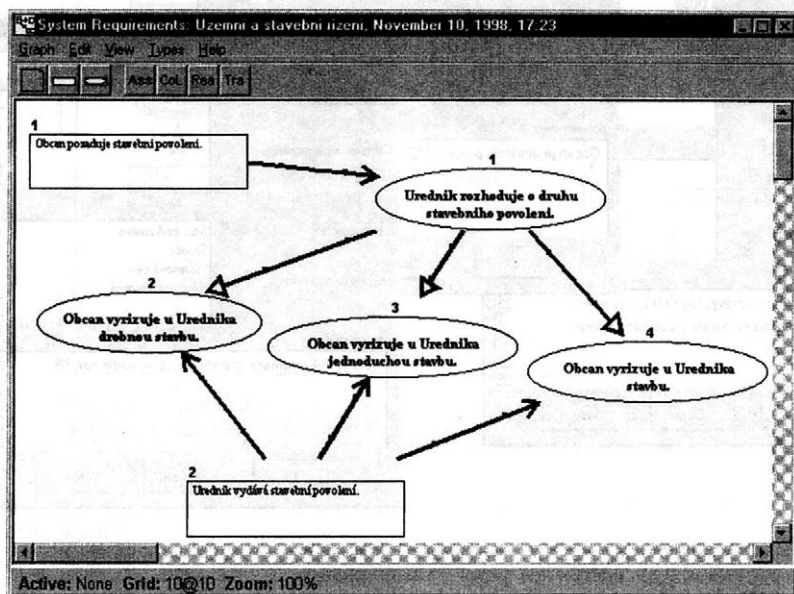
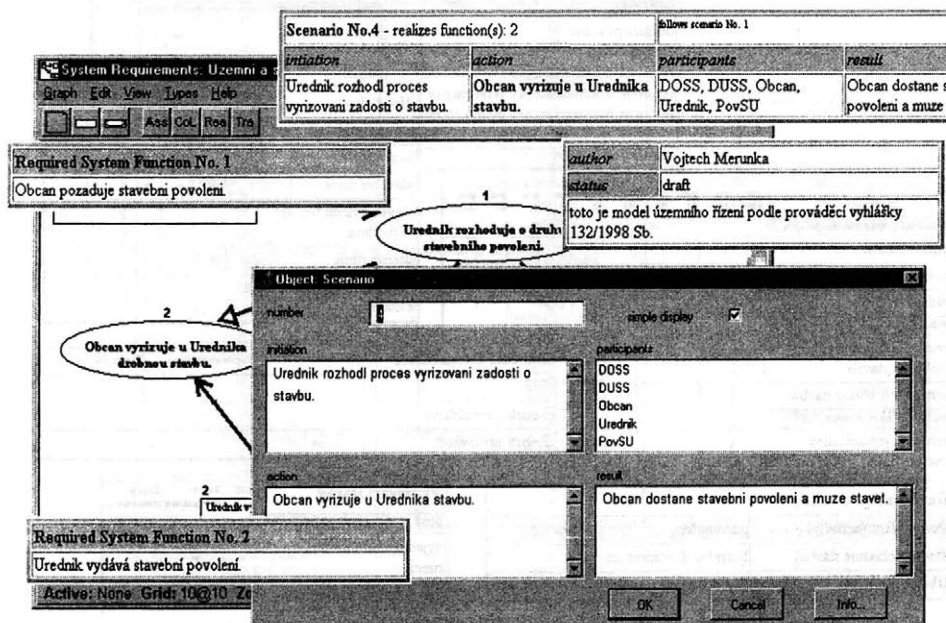
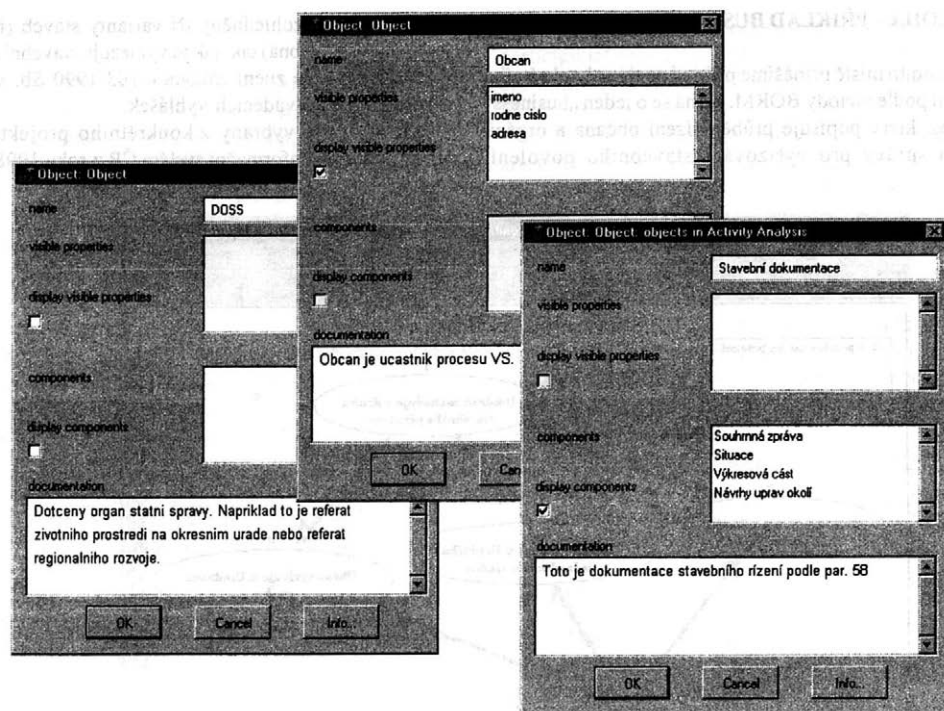


Schéma vyjadřující vzájemné souvislosti mezi požadovanými funkcemi procesu (obdélníky) a scénáři procesu (ovály).



Ukázka jednoho scénáře v detailu a příklad dokumentace generované ve formátu HTML.



Ukázky modelových karet v podobě dialogů v CASE nástroji Metaedit.

Občan activities dostava povoleni prijima sdeleni sestavuje dokumentaci pro stavebni pov. sestavuje dokumentaci pro stavebni pov. sestavuje dokumentaci pro uzemni rozho. Občan je účastník procesu VS.		components: visible properties jmeno rodne cislo adresa	
--	--	---	--

Uředník	prv	prv	prv	prv	prv	prv	prv	prv	prv	prv	prv
	1200	32	54	57	55	57	58	59	60	64	
Rozhodnutí o typu rozho. povolení											
prijima zadost	x									x	
rozhoduje se	x										
vydava rozhodnuti	x										
Vystavení druhé sady											
evduje dokumentaci drobných staveb						x					
potvrzuje drobnou stavbu	x										
Vystavení jednoduché sady											
potvrzuje jednoduchou stavbu	x										

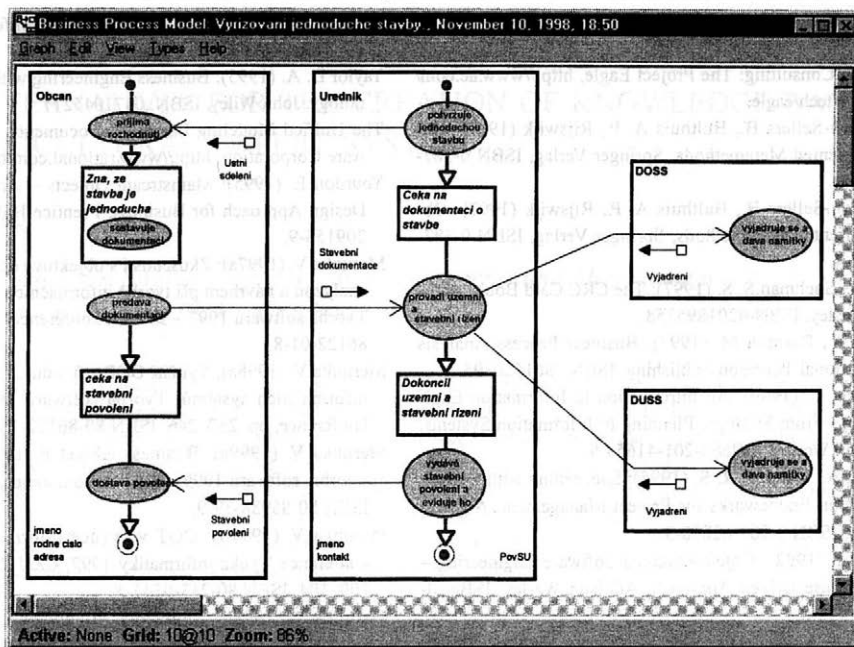
Uředník	DOSS	DOSS	Občan	PovSV	Uzemní
potvrzuje zadost					
rozhoduje se				x	
stavebni rizeni	x	x	x		
stavebni rizeni bez uz rozhodnuti	x	x	x		
uzemni rizeni	x	x	x	x	
vydává stavebni povolení a evduje ho			x		

Stavebni dokumentace	GIS	Registr obyvatelstva	Registr nemovitosti
GIS			
Registr obyvatelstva	x		x
Registr nemovitosti	x		x

Registr nemovitosti inputs	from object (activity)	parameters	return
Občan (ohlasuje stavbu)	Stavebni dokumentace		
Občan (predava dokumentaci)	Stavebni dokumentace		

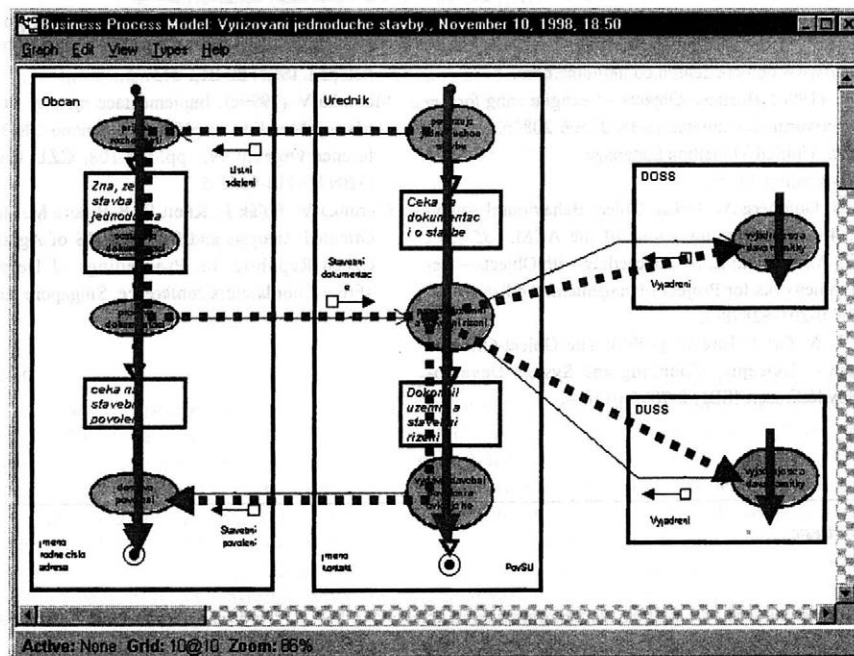
Vyrizovani stavby	GIS	Registr obyvatelstva	Registr nemovitosti
DOSS			
vyjadruje se k uzemnimu rizeni	x	x	x
vyjadruje se ke stav. rizeni	x	x	x

Ukázka tabulek různých vztahů a vlastností objektů. (např. dotčené paragrafy stavebního zákona jsou pojednány jako atributy aktivit)



Ukázka tabulek různých vztahů a vlastností objektů (např. dotčené paragrafy stavebního zákona jsou pojednávány jako atributy aktivit).

Role tvoří proces.



Vysvětlení vztahu mezi procesem a rolími na procesu se účastnících se objektů.

LITERATURA

- Andersen Consulting: The Project Eagle, <http://www.ac.com/aboutus/tech/eagle>.
- Henderson-Sellers B., Bulthuis A. P., Rijswijk (1997): Object-Oriented Metamethods. Springer Verlag, ISBN 0-387-98257-4.
- Henderson-Sellers B., Bulthuis A. P., Rijswijk (1997): Object-Oriented Metamethods, Springer Verlag, ISBN 0-387-98257-4.
- Bellin D., Suchman S. S. (1997): The CRC Card Book Addison-Wesley, ISBN 0201895358.
- Darnton G., Darnton M. (1997): Business Process Analysis International Thomson Publishing, ISBN 1861520395.
- Finkelstein C. (1989): An Introduction to Information Engineering - From Strategic Planning to Information Systems, Addison Wesley, ISBN 0-201-41654-9.
- Goldberg A., Kenneth R. S. (1995): Succeeding with Objects - Decision Frameworks for Project Management, Addison Wesley, ISBN 0-201-62878-3.
- Jacobson I. (1992): Object-Oriented Software Engineering - A Use Case Driven Approach, Addison Wesley, ISBN 0-201-54435-0.
- Knott R. P., Polák J., Merunka V. (1999): Business Object Relation Modeling Methodology, závěrečná zpráva k řešení projektu VAPPIENS, British Council - Know-How Fund, Dept. of Computer Studies, Loughborough University.
- Mellor S., Shlaer S. (1991): Object Lifecycles: Modeling the World in States, ISBN 0136299407.
- Metacase inc.: <http://www.jsp.fi/metacase>
- Norman R. J. (1996): Object-Oriented Systems Analysis and Design, Prentice Hall, ISBN 0-13-242819-9.
- Objecta Ltd.: Object-Oriented Business Process Reengineering, <http://www.objecta.demon.co.uk/home.html>.
- Partridge C. (1996): Business Objects - Reengineering for Reuse, Butterworth-Heinemann, ISBN 07506-2082X.
- Rational inc.: Unified Modelling Language, <http://www.rational.com>.
- Rubin K. S., Goldberg A. (1992): Object Behavioural Analysis, pp. 48-62, Communications of the ACM, 35 (9); Goldberg A., Kenneth R. S.: Succeeding with Objects - Decision Frameworks for Project Management, Addison Wesley, ISBN 0-201-62878-3.
- Satzinger J. W., Orvik Tore U. (1996): The Object-Oriented Approach - Concepts, Modelling and System Development, Boyd&Fraser, ISBN 0-7895-0110-4.
- Sklenář V. (1997): Jazyk UML. Sborník konference Objekty 97, Praha, listopad.
- Taylor D. A. (1995): Business Engineering with Object Technology. John Wiley, ISBN: 0471045217.
- The Unified Modeling Language Documents. Rational Software Corporation, <http://www.rational.com/ot/uml.html>
- Yourdon E. (1995): Mainstream Objects - An Analysis and Design Approach for Business. Prentice Hall, ISBN 0-13-209156-9.
- Merunka V. (1997a): Zkušenosti s objektově orientovanou analýzou a návrhem při tvorbě informačních systémů. Tvorba softwaru 1997 - sborník konference, ISBN 80-86122-01-8.
- Merunka V. (1998a): Využití OOP v úvodních fázích analýzy informačních systémů. Tvorba softwaru 1998 - sborník konference, pp. 237-246, ISBN 80-86122-15-8.
- Merunka V. (1999a): Business Object Relation Modeling. Tvorba softwaru 1999 - sborník konference, pp. 202-214, ISBN 80-85988-39-9.
- Merunka V. (1997b): OOT ve výuce informatiky. Sborník konference Výuka informatiky 1997, ČZU Praha, září, pp. 100-104, ISBN 80-213-0345-X.
- Merunka V. (1998b): Objektově orientované programování v reengineeringu business procesů. Sborník vědecké konference Agrární perspektivy 1998, ČZU Praha.
- Merunka V. (1999b): Využití metody BORM v Business Process Reengineeringu. Sborník vědecké konference Agrární perspektivy 1999, ČZU Praha.
- Merunka V. (1997c): Výuka objektově orientovaného programování. Sborník konference Objekty 97, pp. 115-128, ČZU Praha, listopad.
- Merunka V. (1998c): Analýza objektů podle chování. Sborník konference Objekty 98, pp. 127-139, ČZU Praha, listopad, ISBN 80-213-0437-5.
- Merunka V. (1999c): Implementace metody BORM v CASE nástroji MetaEdit na příkladu diagramu ORD. Sborník konference Objekty 99, pp. 99-108, ČZU Praha, listopad, ISBN 80-213-0552-5.
- Merunka V., Polák J., Knott R. P., Buldra M. (1995): Object-Oriented Analysis and Design of IS of Agrarian Chamber Czech Republic. In: Proceedings of Deloitte&Touche 4Front Coordinators conference, Singapore January.

Došlo 17. 5. 2000

Kontaktní adresa:

Ing. Vojtěch Merunka, M.Sc., Ph.D., Katedra informačního inženýrství, PEF ČZU v Praze, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, e-mail: merunka@pef.czu.cz, merunka@cs.felk.cvut.cz
<http://omega.pef.czu.cz/pef/kii/merunka>

MOŽNOSTI TVORBY BÁZE ZNALOSTÍ ZEMĚDĚLSKÝCH EXPERTNÍCH SYSTÉMŮ

NEW ALTERNATIVES FOR THE CREATION OF KNOWLEDGE BASES FOR AGRICULTURAL EXPERT SYSTEMS

V. Vostroviský

Dept. of Information Engineering, Faculty of Economics and Management, Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: The article concentrates on the new possibilities of knowledge base creation in expert systems. The proposed solution is based on the decision tables method, which brings the possibility of correctness and fullness check of the developed final application. This method enables the best type of communication among particular solvers and optimizes the time requirements of the solution development as well. Next part of the thesis contains the author's ideas of the future use possibilities of expert systems developed by the proposed method in the agricultural sector and presents that the embedding of expert systems into multimedia applications will be most important in the near future. Those solutions should serve as specific user's guides for the particular target problematics. Those may also work as new information source in self-learning process of young generation because of it has relative accessibility and attractiveness especially in the areas with insufficiency of proper human teachers. Final part of the thesis describes the contributions of the proposed solution in the agricultural practice and generalizes them for the future possible use in other areas as well.

Key words: Expert system, management and explication mechanism, knowledge base, production rule, AND-OR graph, root node, between-level node, leaf node

ABSTRAKT: Předkládaný článek se zabývá novými možnostmi tvorby báze znalostí expertních systémů. Základem navrženého řešení je metoda rozhodovacích tabulek, která do řešení problematiky vnáší vyčerpávající kontrolu správnosti a úplnosti vytvářeného produktu. Navíc tento nástroj umožňuje vhodný způsob komunikace mezi zúčastněnými řešiteli a významným způsobem optimalizuje časové nároky na tvorbu těchto řešení. V další části se autor zabývá možnostmi uplatnění takto vytvářených expertních systémů v resortu zemědělství a vyvozuje, že těžištěm efektivního využití bude jejich vkomponování do multimediálních aplikací, kde se stanou nedílnou součástí takto pojatých specifických odborných příruček. Takováto řešení se mohou stát novým informačním zdrojem pro sebevzdělávání mladé generace svoji dostupností a přitažlivostí zvláště v těch oborech, které jsou poznamenány nedostatkem vhodných pedagogů. V závěrečné části autor přináší návrh řešení zobecňuje pro další možné použití nejen v zemědělské problematice.

Klíčová slova: expertní systém, řídicí a vysvětlovací mechanismus, báze znalostí, produkční pravidlo, AND-OR graf, kořenové uzel, mezilehlý uzel, listový uzel

CÍL PŘÍSPĚVKU

Během více než třicetileté historie svého vývoje doznaly požadavky kladené na expertní systémy (dále ES), jakožto prostředky pro podporu rozhodování, velmi podstatných změn. Lze konstatovat, že tyto požadavky se vyvíjely v souladu se změnami charakteru činností a intenzity konkurenčního prostředí problémových domén, pro něž jsou tyto systémy určeny. Těžiště tvorby těchto prostředků se přesunulo od vlastního vytváření samotných systémů k tvorbě nejdůležitější jejich komponenty, tj. báze znalostí. Kvalita této báze se tak stala limitující pro kvalitu celého ES a její případné nedostatky ve svém důsledku způsobují nesprávné fungování ES jako celku. Proto současné požadavky kladené na ES se ve své

podstatě týkají úplnosti a správnosti fungování báze znalostí včetně efektivního způsobu jejího vytváření.

S ohledem na výše uvedená kritéria je cílem předkládaného článku:

1. nalézt takovou prezentaci problémových domén určených pro expertní řešení, která by usnadňovala komunikaci mezi jednotlivými řešiteli a zabraňovala tak vzniku případných nedorozumění vyúsťujících v nesprávné fungování realizovaného řešení;
2. navrhnout, ověřit a zobecnit efektivní metodiku tvorby báze znalostí zemědělských ES pomocí některého již zavedeného nástroje pro tvorbu programů, která by dostatečně optimalizovala proces tvorby báze znalostí a současně zaručovala její správné fungování.

Za základní východisko tohoto snažení byly zvoleny potřeby a možnosti budoucího uživatele navrhovaného řešení z resortu zemědělství.

TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Informatizace společnosti pronikla do všech jejích oblastí a s jejími důsledky se lze setkat na každém kroku. Významným způsobem ovlivnila i rozhodovací procesy, pro něž přinesla softwarové prostředky, které toto rozhodování zefektivňují. Jedním z těchto prostředků jsou ES. Jejich bouřlivý a nekoordinovaný rozvoj v minulých letech však nepřispěl k jejich věrohodnosti, naopak je do jisté míry zdiskreditoval. Nyní je proto třeba hledat cesty a možnosti jejich dalšího smysluplného využití. Je zákonité, že toto hledání by nemělo ponechat stranou možnosti těchto prostředků i v našem zemědělství.

Úloha expertních systémů v rozhodovacích procesech

ES jsou mnoha autory klasifikovány jako součást systémů pro podporu rozhodování, které lze definovat následovně:

Systémy pro podporu rozhodování jsou aplikace přístupné a vhodné technologie založené na bázi výpočetní techniky, která zvyšuje efektivnost rozhodování při řešení semistrukturovaných problémů.

ES jako součást systémů pro podporu rozhodování jsou ve svém principu založeny na myšlence převzetí znalostí od experta, včetně jeho znalostí heuristických, a jejich vhodného kódování tak, aby je tento systém mohl využívat stejným způsobem jako příslušný expert.

Rozhodování v této souvislosti lze chápat jako řešení problému a rozhodovací proces je procesem řešení tohoto problému. H. Simon (1960) vyslovuje tzv. **rozhodovací dogma**, podle nějž člověk preferuje ty směry činnosti, o nichž se domnívá, že jsou dostatečně dobré, tzn. že raději volí vyhovující alternativy než ty nejlepší, protože toto rozhodování podléhá vlivu jeho osobnosti. Člověk ocitající se v situaci, kdy se má rozhodovat, má zpravidla nedostatek potřebných informací, a proto je začne shromažďovat tak dlouho, dokud nezíská pocit, že jich má dostatečné množství. Při této činnosti si však neuvědo-

muje, že více získaných informací nemusí vždy znamenat kvalitnější rozhodnutí. Příčinou toho je schopnost lidské mysli přijímat a analyzovat informace jen do určité hranice, je-li tato hranice překročena, všechny analytické nebo heuristické postupy nabízející optimální řešení selhávají a člověk tak vybírá raději jednodušší řešení, které ve svém důsledku nemusí být optimální. Není třeba zbytečně zdůrazňovat, že právě k takovému situacím v zemědělství dochází velmi často. Například v oblasti nabídky veterinárních či agronomických přípravků nás může přemíra poskytovaných informací, jimiž jsou dotčení zaměstnanci zahrnování, spíše dezorientovat než informovat.

Názornění takového „nasycení“ a využitelnosti informací člověkem je na obr. 1.

Pojetí expertních systémů

ES se liší od běžných počítačových programů svoji architekturou a vlastnostmi. Jirků (1990) vyzdvihuje především ten fakt, že na rozdíl od konvenčních programů, ve kterých jsou znalosti implicitně roztroušeny v jejich algoritmu, je rozhodující většina znalostí důležitých pro řešení problému daného typu v rámci ES soustředěna explicitně v samostatné modulární struktuře, v tzv. **bázi znalostí**.

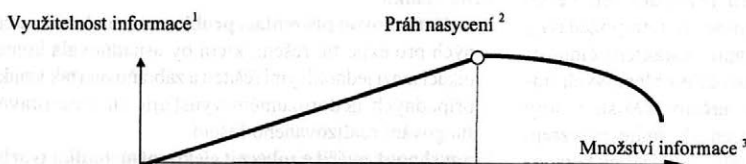
Charakteristické rysy ES:

- ES obsahují explicitní reprezentaci odborných znalostí v dané problémové doméně;
- umožňují práci s neúplnými a nejistými znalostmi;
- poskytují uživateli zdůvodnění závěrů, ke kterým se při řešení problému došlo;
- komunikují s uživatelem v průběhu řešení.

Přijatelná definice ES může být následující:

Expertní systémy jsou počítačové programy simulující rozhodovací činnost experta při řešení složitých úloh, využívající přítom vhodně zakódovaných speciálních znalostí, převzatých od experta, s cílem dosáhnout ve zvolené problémové oblasti kvality rozhodování na úrovni příslušného špičkového experta.

Teoretický základ ES poskytují metody **umělé inteligence**. Umělá inteligence je poměrně nová vědní disciplína.



1. Využití informací – Implementations of information

¹ implementation of information, ²point impregnation, ³amount of information

plína, jejímž úkolem je naučit stroje činností, které vyžadují přirozenou inteligenci, jsou-li prováděny člověkem. Trvalým vzorem a inspiračním zdrojem pro tuto vědní disciplínu je činnost lidské nervové soustavy. Vývoj umělé inteligence nevedl přímou cestou k úspěchu, svého vrcholu dosáhl na počátku 80. let, kdy do běžného provozu vstoupily personální počítače, pro které softwarové firmy začaly dodávat ES. Při zkouškách a provozu těchto systémů se však vyskytly různé obtíže a nedostatky, které pak následně vyústily ve velké diskuse o smysluplnosti takového řešení. Postupně se tak vytvořily tři skupiny uživatelů lišící se ve svém názoru na tyto prostředky: **optimisté, pesimisté a realisté.**

Optimisté: mezi nekritické příznivce a propagátory umělé inteligence patří především softwarové firmy, které dodávají hotové ES.

Pesimisté: jejich nejčastější námitka proti umělé inteligenci je velmi závažná, neboť tyto uživatelé tvrdě argumentují, že v ES se může vždy vyskytnout natolik závažná chyba, která způsobí nenapravitelnou škodu. K takovýmto chybám v ES však dochází především proto, že jejich tvůrci nejsou schopni zahrnout do řešení všechny možné situace, které se při praktickém použití mohou vyskytnout.

Realisté: realističtí uživatelé umělé inteligence neočekávají, že ES zcela nahradí lidský činitel v procesu rozhodování, ale že jim pomůže při řešení konkrétního problému. Ztotožňují se s názorem, že lidský subjekt by si měl podržet nejvyšší prioritu při konečném rozhodování.

Podle charakteru řešených úloh lze současné ES rozdělit na:

- **interpretační** – umožňují analýzu dat s cílem určit, která z hypotéz z předem dané konečné množiny cílových hypotéz nejlépe koresponduje s těmito daty;
- **diagnostické** – zabývající se procesem hledání příčin závad a nepříznivých tendencí v živých i neživých systémech;
- **predikační** – umožňující předvídat vývoj na základě modelu současnosti a minulosti.

Mezi nejčastěji uváděné přínosy použití ES patří tyto aspekty:

- ES šetří čas, urychluje osvojování znalostí, vylučuje špatné alternativy, informace jim poskytované jsou neustále pohotové, trvale on-line;
 - zvyšuje produktivitu, dále vzdělává uživatele, zvyšuje konkurenční výhody;
 - snižuje potřebu externích poradců a urychluje zapracování začátečníků do dané činnosti;
 - umožňuje řídit rutinní operace „podle výjimek“ a přivolaávat další znalosti, je-li třeba překročit rámec rutiny.
- Příčiny nedostatečného rozšíření ES jsou podle J. Schmullera (1993) následující:
- chybí efektivnější techniky získávání znalostí k zefektivnění vývoje konkrétní aplikace;
 - tvorba ES je značně nákladná a časově náročná;
 - klíčovým faktorem úspěšného uplatnění ES je aktivní účast budoucích uživatelů těchto systémů na jejich tvorbě a účinná motivace celého řešitelského týmu;

– odezívající módní vlna zájmu o ES vedla k nerealistickému očekávání, že ES zcela nahradí určité profese řídících pracovníků. To způsobilo ve svém důsledku zklamání, které vyústilo v opačnou tendenci jednostranného zavržení těchto produktů.

Struktura expertního systému

Struktura ES je tvořena těmito komponentami:

1. **Báze znalostí** obsahující veškeré znalosti, které experti využívají při řešení problémů v dané problémové doméně; je nejdůležitější částí ES.
2. **Báze dat** zahrnující množinu konkrétních údajů vztahujících se k řešenému případu získaných v průběhu dialogu od uživatele ES.
3. **Odvozovací (inferenční) mechanismus**, který napodobuje myšlenkový pochod experta při řešení problému, vyvolává znalosti ze znalostní báze a aplikuje je na právě řešený problém.
4. **Vysvětlovací mechanismus** se skládá z celé řady podpůrných algoritmů umožňujících uživateli sledovat vlastní proces formování rozhodnutí.

Získávání znalostí

Tvorba báze znalostí je obvykle vyvrcholením realizace ES a musí ji vždy předcházet kvalitní strukturální analýza. Tato komponenta je také velmi časově náročná. Účelem **získávání znalostí** je tedy opatření všech dostupných znalostí nutných pro tvorbu báze znalostí. Tato činnost je hlavní náplní **znalostního inženýrství**.

Vybrané techniky získávání znalostí

S ohledem na zaměření předkládaného článku budou stručně charakterizovány následující metody získávání znalostí.

Získávání znalostí od expertů

Získávání znalostí od experta lze charakterizovat jako realizaci efektivního zprostředkování potřebné informace mezi lidským zdrojem a uživatelem. Tohoto procesu se zpravidla účastní **expert** (tj. odborník v dané problémové doméně), **znalostní inženýr** a **uživatel** ES. Nejrozšířenější metodou zde stále zůstává **rozhovor** (interview) s expertem, na jehož průběhu závisí kvalita a efektivnost vytvářené báze znalostí a tím i celého ES. Z tohoto důvodu je třeba otázku předem dobře připravit, rozhovor vést plánovitě a výsledky pečlivě hodnotit. Celkově lze tuto metodu získávání znalostí hodnotit jako poměrně obtížnou, velkým problémem je nalezení takového způsobu komunikace mezi zúčastněnými řešiteli, který by jim umožnil plně pochopit správný smysl vytvářené ES. V případě práce s více experty je třeba navíc zajistit součinnost celé skupiny, což bývá velmi často nepřekonatelnou překážkou.

Většina informací potřebných pro bázi znalostí ES je více či méně skryta v odborných textech napsaných na dané téma, proto požadavek získávání těchto znalostí z takovýchto zdrojů je velmi přirozený. Řešení značně složitých úloh automatizovaného získávání znalostí z textu musí těžit z rozvoje **matematické a strojové lingvistiky**, které analyzují významové jádro textu. V této souvislosti bylo však přesvědčivě dokázáno, že je možno dostatečně kvalifikovaně zacházet s texty předem daného **úzkého zaměření** (jako jsou např. příručky pro určitý druh techniky či technologie).

Reprezentace znalostí

Snaha o **úplnost báze znalostí** pro řešení složitých rozhodovacích problémů je spojena se značnými obtížemi týkajícími se rozsahu a způsobu reprezentace této komponenty. Volba takovéto reprezentace má velmi podstatný vliv na výsledný efekt celého řešení. To, zda dokážeme znalosti, které máme k dispozici, reprezentovat způsobem přirozeně vystihujícím jejich povahu a zároveň srozumitelným i pro uživatele, je pro úspěšnost celého řešení velmi důležité.

Nejčastěji používanou reprezentací jsou **sémantické sítě** představující orientovaný graf s ohodnocenými uzly a hranami, přičemž uzly vyjadřují konkrétní objekty a hrany pak relace náležení (vztah objektu k nadřazenému pojmu) nebo inkluze (vztah objektu k obecnějšímu pojmu). Hlavní výhodou sémantických sítí ve srovnání s reprezentací pomocí formulí logiky 1. řádu spočívá v tom, že tyto sítě zachycují významy a souvislosti jednotlivých znalostí. Dají se jimi velmi dobře modelovat znalosti o konkrétním světě a uvažování formou tzv. „zdravého selského rozumu“. Specifickým případem sémantických sítí je vyjádření pomocí AND-OR grafu.

Validace a verifikace báze znalostí

Důležitým krokem před nasazením ES do rutinního provozu je zajištění **syntaktické a sémantické kontroly báze znalostí**. Této činnosti, nazývané také **verifikace a validace báze znalostí**, je nutno věnovat dostatečně velkou pozornost. Pod pojmem validace se chápá splnění všech funkčních požadavků na ES, verifikaci se rozumí posouzení správné implementace navrženého systému. Jde v podstatě o detekování následujících situací:

- **konflikt**, tj. dvě pravidla se aktivují ve stejné situaci, ale s rozpornými výsledky;
- **redundance** znamená, že dvě pravidla zafungují ve stejné situaci se shodnými výsledky;
- **vnoření pravidel**, tj. dvě pravidla poskytují stejné výsledky, ale jedno je zprůšněním druhého;
- **chybějící pravidla**, tj. pro určitou situaci neexistuje v bázi znalostí žádné pravidlo.

Otázka validace a verifikace ES je zatím nejméně probádanou oblastí a nebyl proto dosud pro ni stanoven žádný standardní postup. Běžné ES je velmi obtížné objektivně zhodnotit, protože obvykle zúčastněný expert formuluje několik vzorových problémů, které se systémem předloží ke konzultaci, a získané výsledky porovnává se svými závěry. To samozřejmě nefká nic o fungování báze znalostí v jiných konkrétních situacích. Havránek (1990) se zabývá otázkou počtu zkušebních konzultací, které by poskytl představu o celkovém fungování vytvořeného ES. Vychází z toho, že pro n dotazů v bázi je nutno provést 2^n různých konzultací se systémem a to jen za předpokladu, že se omezíme na odpovědi typu ano/ne. Získat však takovýto počet zkušebních příkladů je prakticky nemožné.

VÝCHODISKA PRO NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ

Z předchozích částí lze vymezit následující příčiny nedostatečné akceptovatelnosti ES, jejichž případné odstranění by představovalo významný impuls pro uplatnění těchto prostředků nejen v podmínkách našeho zemědělství:

- chybějící efektivnější techniky získávání znalostí, které by významným způsobem urychlily a zefektivnily vývoj konkrétní aplikace;
- tvorba ES je značně nákladná a časově náročná;
- schází vhodné způsoby komunikace mezi řešiteli báze znalostí, případná nedorozumění se projeví ztrátou informací nebo chybným pravidlem;
- chyby v ES se vyskytují především proto, že jejich tvůrci nejsou schopni zahrnout do řešení všechny možné situace, které se při praktickém použití mohou vyskytnout.

Pokud výše uvedené limitující faktory rozšířenosti ES zobecníme, lze konstatovat, že bude přínosné **hledat takové nástroje a metody, jejichž použití zefektivní tvorbu báze znalostí, odstraní nebezpečí jejího nesprávného fungování a usnadní komunikaci mezi účastníky řešení**. Autor v této souvislosti předpokládá, že jedním z takovýchto prostředků mohou být rozhodovací tabulky, které jsou prověřeny dlouholetým využíváním v algoritmizaci programování, kde plně osvědčily všechny své přínosy a možnosti. Nyní je třeba dostatečně prokázat zachování těchto předností i při použití v procesu tvorby báze znalostí.

POUŽITÉ METODY

Základem navrženého řešení byla autorem předkládaného článku zvolena metoda rozhodovacích tabulek, která je s ohledem na potřeby řešené problematiky charakterizována v následující části. Další záležitosti uplatněnou pro diskusi a vymezení případných kritických faktorů je metoda rozhodovací analýzy, která je dostateč-

ně popsána v řadě odborných publikací na toto téma (např. Hron 1993).

Rozhodovací tabulky jako nástroj pro automatickou tvorbu báze znalostí

Rozhodovací tabulky (dále RT) se staly velmi účinným a mnohaletou praxí ověřeným nástrojem pro tvorbu programů, kterou výrazným způsobem zefektivňují a poskytují podklady pro jejich automatické vygenerování. Z těchto důvodů se logicky nabízí myšlenka využít tento nástroj obdobným způsobem i v procesu vytváření báze znalostí expertních systémů s předpokladem, že takovýto postup zachová všechny přednosti RT. Těmito přínosy jsou: úplnost řešení, možnost vyčerpávající kontroly správnosti, optimalizace rozhodování a předpoklady pro automatické vygenerování odpovídajícího zdrojového tvaru. Formou RT lze vyjádřit a vyřešit velmi komplikované logické vztahy. Rovněž tak je možné při zachování této přehledné formy zápisu vyjádřit i rozhodovací algoritmus, tzn. definovat pro všechny kombinace logických podmínek, které mohou při řešení problému nastat, vždy i nezbytnou činnost (činnosti) nebo rozhodnutí, které musí následovat.

Definice a princip rozhodovacích tabulek

Definice RT publikovaná V. Chvalovským (1974) má následující znění:

RT jsou nástrojem k vyjádření komplexní logiky rozhodování způsobem relativně jednoduchým pro vypracování a porozumění. RT znázorňuje specifické a variantní série činností, které nutno provést při různých kombinacích podmínek.

Z této definice je možné odvodit základní tvar RT, který lze schematicky (obr. 2).

RT je tedy definována ve formě 4 kvadrantů, jejichž náplň je patrná z uvedeného schématu a současně určuje obvyklý logický postup při sestavování tabulky.

záhlaví tabulky	záhlaví pravidel
1. seznam podmínek ¹	3. kombinace podmínek ³
2. seznam činností ²	4. kombinace činností ⁴

2. Základní tvar rozhodovací tabulky – Basic form of decision tables

¹listing conditions, ²listing activities, ³combination of conditions, ⁴combination of activities

Kvadrant č. 1 – Seznam podmínek zachycuje veškeré podmínky (předpoklady), které určitým způsobem ovlivňují řešení problému a předurčují jeho možné varianty.

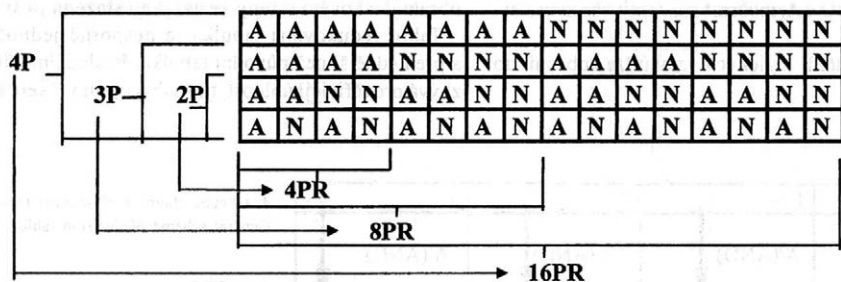
Kvadrant č. 2 – Seznam činností obsahuje výčet konkrétních činností (akcí), které je třeba provést v rámci veškerých, v tabulce zachycených variant řešení daného problému.

Kvadrant č. 3 – Kombinace podmínek zachycuje jednotlivé kombinace stavů podmínek uvedených v seznamu podmínek. Tento kvadrant rozdělen na určitý počet sloupců, tzv. pravidel RT charakterizovaných jednoznačnou kombinací stavů podmínek v něm uvedených a představuje jednu z variant možných řešení daného problému.

Rozsah úplné RT v závislosti na počtu podmínek je schematicky znázorněn na obr. 3.

Kvadrant č. 4 – Kombinace činností obsahuje v jednotlivých sloupcích vhodnou formou provedené zadání těch činností z druhého kvadrantu, které je nutné provést při výše uvedené kombinaci stavů vybraných podmínek.

V praxi se však vyskytuje velmi málo problémů, které lze obsáhnout v jedné RT za předpokladu, že uživatel těchto tabulek se snaží dodržet stanovená pravidla jejich optimální skladby a rozsahu pro zachování maximální přehlednosti prezentované problematiky. Protože ES ve většině případů napomáhají řešit problémy právě tohoto rozsahu, kdy v úvahu přichází členité kombinace podmínek, bude vhodnější řešit takovéto problémové domény pomocí tzv. soustavy RT plně pokrývající jednotlivé části řešeného problému.



3. Rozsah úplné rozhodovací tabulky – Area full decision tables

$PR_n = 2^p$ PR_n = počet možných pravidel, p = počet podmínek

Druhy rozhodovacích tabulek

Limited Tables – rozhodovací tabulky s jednoduchými vstupy (tj. A nebo N);

Extended Tables – RT s rozšířenými vstupy (tj. se slovně rozepsanými vstupy);

Mixed Tables – RT se smíšenými vstupy (tj. se slovně rozepsanými i jednoduchými vstupy).

Aby byl tento přehled úplný, je třeba uvést ještě jeden typ tzv. **dynamických RT**, které umožňují **uvádět činnosti a jejich vstupy i uvnitř 1. a 3. kvadrantu**. Tímto způsobem se spojení podmínek a činností uvnitř tabulky stává v mnoha směrech pružnějším, což umožňuje rozsáhle experimentovat s jejím tvarem. Takovouto formu tabulky autor předkládané práce shledává za velmi přínosnou pro navrženou metodu tvorby báze znalostí.

Funkce rozhodovacích tabulek

Nezastupitelná úloha RT je vedle samotného procesu řízení i v programování jako prostředku optimalizace, přehlednosti a kontroly úplnosti a konzistence. Vzájemným porovnáním požadavků procesu programování a tvorby báze znalostí lze odvodit jejich velkou podobnost. Navíc je potřeba neustále hledat takovou platformu vyjádření báze znalostí, která bude srozumitelná všem účastníkům její tvorby. Tuto vlastnost však většina způsobů prezentace báze znalostí včetně AND-OR diagramů postrádá, protože při větším počtu pravidel se ztrácí jejich čitelnost a prohlubuje se nebezpečí vzniku chyb. Proto bude účelné navrhnout metodu s funkčním začleněním RT do procesu tvorby báze znalostí a vymezit tak tematický okruh úloh – problémů, pro které by tato metoda byla použitelná a efektivní.

Logické vazby v rozhodovacích tabulkách

RT lze považovat za **specifickou formu vyjádření funkcí logického součtu a součinu pracujících s proměnnými**, které mohou nabývat hodnot 0 (tj. symbol neplatnosti podmínky – N) a 1 (tj. symbol platnosti – A). Použijeme-li dále slovního vyjádření operací logického součtu a součinu, tj. **NEBO a A**, můžeme znázornit obecnou stavbu RT (obr. 4).

Takovéto vyjádření logických vztahů lze zobecnit do těchto závěrů:

1. Jednotlivé stavy podmínek každého pravidla RT jsou mezi sebou spojeny logickým operátorem **A (AND)**, tj. jsou vyhodnocovány funkcí logického součinu.

2. Pravidla RT představují výsledky funkce logického součinu stavů jejich podmínek a jsou spojena operátorem **NEBO (OR)**, tj. vyhodnocena funkcí logického součtu.

Kontroly správnosti rozhodovacích tabulek

Předpokladem efektivního využití RT je jejich logická správnost, přičemž možnost kontroly této správnosti je jednou z největších předností tohoto nástroje. Cílem kontroly je zajistit především tzv. **úplnost tabulky**, která znamená, že sestavená tabulka plně pokrývá všechny situace, ke kterým může v problémové doméně v praxi dojít. V samotném procesu kontroly správnosti půjde vedle **zajištění úplnosti** sestavené tabulky i o **odstranění případné redundance a kontradikce** obsažených pravidel.

Úplnost rozhodovací tabulky

Jestliže uvažujeme použít RT s jednoduchými vstupy (mohou nabývat pouze hodnot ANO nebo NE), můžeme snadno zjistit **maximální počet pravidel**, které by měla taková tabulka obsahovat. Tento počet musí být roven hodnotě 2^c , kde c vyjadřuje **počet podmínek** uvedených v dané tabulce. Při dodržení tohoto počtu pravidel je zaručeno, že RT plně vyčerpává veškeré možné kombinace definovaných podmínek, a nazýváme ji proto **úplnou**.

Takovýmto způsobem stanovený počet pravidel lze snadno dodržet, nepředstíhá-li počet podmínek řádově hodnotu 5, což znamená nutnost definovat 32 tomu odpovídajících pravidel. Se vzrůstajícím počtem podmínek se ovšem požadavek na množství pravidel rychle a úměrně zvyšuje tak, že takovéto množství již nelze zvládnout a je tedy nezbytné vhodnými způsoby redukovat počet pravidel v tabulce. Při takovéto úpravě lze vyjít z toho, že některé podmínky svým stavem neovlivňují provádění či neprovádění činností, což znamená, že jsou pro příslušná pravidla bezvýznamné. Pro takovéto případy pak lze použít tzv. **prázdných vstupů podmínek**. Pravidla, která obsahují takovéto vstupy, se nazývají **složená pravidla**.

Takto redukovaná tabulka je nesporně jednodušší a přehlednější než původní tabulka. Posledním úkolem zbývá prověřit její úplnost, tj. zachycuje-li veškeré kom-

	1	2	3
Podmínka ¹ -1	A (AND)	A (AND)	A (AND)
podmínka-2			
podmínka-n			
	NEBO (OR)		

4. Obecná stavba rozhodovací tabulky – General scheme of decision table

¹condition

binace podmínek. Pro tento účel bude nutno použít tzv. **sloupcový součet**, který lze pro j -té pravidlo definovat jako 2^{Sdj} , kde Sdj představuje součet prázdných vstupů podmínek v j -tém pravidle RT. Na jeho základě lze pak vyvodit, že RT je úplná (kompletní), jestliže pokrývá všechny kombinace podmínek tak, že platí:

$$\sum_{j=1}^r 2^{Sdj} = 2^c$$

kde r je počet pravidel a c počet podmínek rozhodovací tabulky.

Redundance a kontradikce pravidel

Dalšími logickými chybami, na které se musí kontrolovat správnost záměřit, mohou být:

- **Redundance** (nadbytečnost), která vzniká dvojím zápisem podmínky nebo činnosti; většina chyb tohoto typu bývá odstraněna již samotným postupem sestavování RT.
- **Kontradikce** (rozpornost) vzniká tehdy, když po dvou nebo více shodných kombinací podmínek následuje různý sled činností.

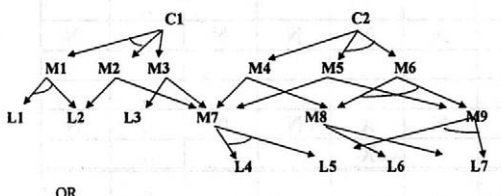
Takováto chybná pravidla lze v RT velmi snadno objevit a vyloučit.

Porovnání rozhodovacích tabulek s AND-OR grafem

Pro toto porovnání předpokládáme následující AND-OR znázornění báze znalostí (obr. 5).

Prezentace znázorněné báze znalostí formou RT, bude mít podobu uvedenou na obr. 6.

Takto pojatá prezentace báze znalostí ve srovnání s AND-OR vyjádřením zabraňuje některým již výše uvedeným nedostatkům při tvorbě ES. Stavovým prostorem daného problému je celá RT nebo soustava těchto tabulek, přičemž pravidlo, tj. každý sloupec této tabulky, představuje jeden konkrétní stav řešené úlohy. Tento způsob prezentace navíc přináší do procesu řešení možnost kontroly úplnosti, odstranění redundantních nebo rozporných pravidel a optimální skladbu báze znalostí. Řešitel



5. AND-OR graf báze znalostí – AND-OR graf of knowledge base

L = listové uzly M = mezilehlé uzly C = cílové uzly (závěry)

v tomto případě na rozdíl od AND-OR znázornění má jistotu, že zahrnul do řešení všechny možnosti, ke kterým může v praxi dojít. Navíc tento nástroj poskytuje vhodné předpoklady pro případné automatické vygenerování odpovídající báze znalostí.

Při vytváření báze znalostí je nutno hledat takovou platformu vyjádření, která bude srozumitelná jak pro zadavatele, experta i znalostního inženýra. Tuto vlastnost však klasické AND-OR znázornění postrádá, protože při větším rozsahu řešené problematiky se zhoršuje jeho přehlednost a srozumitelnost pro experta i zadavatele. Na-

RT1	1	2	3	4
L4	A	N	N	N
L5	A	A	N	N
L6	N	N	A	N
L7	N	A	N	A
M7	X			
M8			X	X
M9		X		

RT2	1	2	3	4	5	6	7	8
L1	A	N	N	N	N	N	N	N
L2	A	A	N	N	N	N	N	N
L3	N	N	A	N	N	N	N	N
M7	N	A	N	A	A	A	N	N
M8	N	N	N	N	A	N	N	A
M9	N	N	N	N	N	N	A	A
M1	X							
M2		X						
M3			X	X				
M4					X			
M5						X	X	
M6								X

RT3	1	2	3	4
M1	A	A	N	N
M2	A	A	N	N
M3	A	N	N	N
M4	N	N	A	N
M5	N	N	A	N
M6	N	N	A	A
C1	X	X		
C2			X	X

6. Znázornění báze znalostí pomocí RT – Figuration of knowledge base by decision tables

víc podoba této prezentace je pro tyto účastníky řešení většinou neznámá, protože neměli možnost ve své profesi se s ní setkat. V případě použití RT je tomu naopak, neboť jde o jednu z běžně používaných metod řídicí praxe.

NAVŘENÁ METODA TVORBY BÁZE ZNALOSTÍ S POŽITÍM RT

Navržená metoda tvorby báze znalostí pomocí RT se sestává z kroků, které jsou schematicky znázorněné na obr. 7.

Protože by nebylo účelné rezignovat na kvalitní vysvětlovací mechanismus vytvářeného ES umožňující další sebevzdělávání uživatele, bude vhodné pro tento účel navrhnout takový tvar RT, který by byl vyhovujícím podkladem pro vyřešení této záležitosti. V podstatě půjde o modifikaci standardního tvaru tabulky do typu tzv. **dynamických RT**, umožňujících **uvádět jednotlivá dílčí zdůvodnění postupu hledání řešení a tím i kladených otázek uvnitř 1. a 3. kvadrantu RT**. To dovolí uživateli sledovat průběh hledání požadovaného řešení a současně vhodně rozšiřovat a doplňovat své znalosti. Takováto autorem navržená forma RT bude mít podobu uvedenou na obr. 8,

1. IDENTIFIKACE:

Identifikuj problémové charakteristiky

2. KONCEPTUALIZACE:

Vyhledej z odborného textu pojmy pro reprezentaci znalostí

3. FORMALIZACE:

Navrhni způsob prezentace báze znalostí odpovídající RT

4. KONTROLA SPRÁVNOSTI RT:

Proveď kontrolu logické správnosti navržené RT

5. SIMULACE:

Proveď kontrolu této prezentace simulací za účasti experta

6. IMPLEMENTACE:

Vygeneruj ze sestavené RT odpovídající bázi znalostí

7. TESTOVÁNÍ:

Vyhodnot' bázi znalostí a proveď případné korektury

8. RUTINNÍ PROVOZ:

Zaváděj nové záležitosti a odstraňuj případné chyby

Přeformulování

Nový návrh

Vytřídění

7. Postup tvorby báze znalostí – Process of creation knowledge bases

podmínka ¹ -1	A	A	A	A	A	A	A	A	N	..	N
vysvětlení ¹ -1	X	X	X	X						..	
podmínka-2	A	A	N	N	A	A	N	N	N	..	N
vysvětlení-2	X	X								..	
:			X	X						..	
podmínka-n	A	N	A	N	A	N	A	N	N	..	N
vysvětlení ² -n	X		X		X		X			..	
činnost ³ -1	X		X		X					..	
:		X				X			X	..	X
činnost-n				X				X		..	

8. Navržená forma RT – Designed form of decision table

¹condition, ²definition, ³activities

kde příznak X v řádku vysvětlení znamená, že v tomto stádiu hledání řešení při této kombinaci otázek a následných odpovědí bude uživateli poskytnuto zdůvodnění takového postupu.

PŘÍNOSY NAVRŽENÉ METODY PRO PROCES TVORBY BÁZE ZNALOSTÍ

Z předchozího výkladu a následného ověření vyplývá široká využitelnost navržené metody nejen v samotné prezentaci dané problémové domény, ale i ve všech etapách analytické práce vedoucí k tvorbě odpovídající báze znalostí. Těmito etapami jsou:

- analýza problémové domény,
- návrh a implementace odpovídající znalostní báze,
- kontrola správnosti vytvořené báze znalostí a údržba realizovaného řešení.

Bezpochyby nejdůležitější etapou bude analýza dané problematiky. Snaha řešit pomocí ES stále složitější a komplexnější problémy předpokládá zvládnout, odpovídajícím způsobem znázornit a vyřešit neustále se zvětšující množství různorodých rozhodovacích momentů, které jsou organicky průvodním jevem všech takovýchto problémových domén. Závažnou otázkou přitom zůstává, jaké nástroje volit, aby toto znázornění a následné řešení rozhodovacích momentů v systému bylo co nej přesnější a přitom stále přehledné. RT budou mít zde své logické opodstatnění jako jedna z možných součástí takovýchto použitelných metod řešení problémů.

Máme-li stručně vymezit hlavní přínosy RT v navržené metodě tvorby báze znalostí, můžeme provést toto rozdělení:

- komunikace mezi uživatelem ES a znalostním inženýrem při analýze daného problému;
- komunikace mezi znalostním inženýrem a expertem při hledání řešení;
- komunikace mezi znalostním inženýrem a řešitelem (tj. znalostním programátorem);
- algoritmizace problému, tj. rámcový způsob a postup řešení problému na počítači,
- podklad pro případné automatické vygenerování odpovídající báze znalostí,
- ověřování správného fungování vytvořené báze znalostí.

Slovo komunikace se v tomto rozdělení vyskytuje několikrát a to ne zcela náhodou. Ti kdo zkusili počítačově řešit jakýkoli problém ve spolupráci s dalšími řešiteli, jistě plně potvrdí význam tohoto slova. Čeština je v této souvislosti ve srovnání s ostatními jazyky silně redundantní prostředek, což v případě, že je použita k přesnému a jednoznačnému verbálnímu popisu určitého problému, představuje nemalé problémy. Nejinak tomu bude i v případě, že výchozím zdrojem informací pro naplnění příslušné báze znalostí je odborný text. I zde se může, obzvláště v zemědělské problematice, takováto redundance našeho mateřského jazyka negativně projevit. Znalostní inženýr se tak v této souvislosti ocitá v nezá-

viděnné roli hledání přijatelného způsobu komunikace, neboť musí:

- od uživatele přesně zjistit, co požaduje, tj. jaký je jeho dosavadní způsob řešení problému, jaké jsou jeho limitující činitele a jím používané informace;
- všechny shromážděné poznatky a požadavky získané od uživatele postupně formalizovat, utřídit a učinit si ucelenou představu o způsobu řešení problému, která bude podkladem pro následné konzultace s expertem a pak i znalostním programátorem.

Potřeba komunikace oběma směry je tedy nejnáročnější činitel v práci znalostního inženýra, neboť sebemenší nedorozumění či opomenutí v analýze dané problémové domény se záporně projeví v konečné kvalitě vytvářeného ES. Protože riziko takového nedorozumění je v komunikaci oběma směry velmi značné, je více než výhodné využít pro tuto interakci RT. Zde je třeba připomenout, že nejčastěji uváděný argument oponentů ES je právě častá neúplnost či dokonce nesprávnost fungování takovýchto řešení. V této souvislosti lze proto bez přehánění tvrdit, že rozhodne-li se znalostní inženýr použít pro řešení problému RT, ulehčí tím nejen práci sobě, ale vnese pořádek a přehled i do systému uživatele a samotného experta.

Prezentace pomocí RT přináší řadu výhod již při formulaci problému. Odstranění redundantních informací, které jsou běžné při slovní formulaci, a exaktnost vyjádření problému jsou jejich největšími přednostmi. Tato etapa se vyznačuje nejužším kontaktem s uživateli, tj. s pracovníky, kteří většinou nemají dostatečné znalosti počítačových metod, a proto se zde s výhodou využije při zpřesňování zadání jednoduchost a čitelnost těchto tabulek.

Rovněž tak pro etapu ladění a testování vytvořené znalostní báze přináší RT zcela zřejmé výhody. Přípravu testovacích dat provádí obvykle znalostní inženýr, ale ten je zatížen tím, že sám ví, co má v řešení zakódováno, a testovací data připravuje neúmyslně s tímto vědomím. To znamená, že prověří jen ty případy, o nichž ví, že je má v programu ošetřeny. Ani běžnými technikami nepřipraví testovací data tak, aby byly prověřeny všechny situace, na které musí ES reagovat. Teprve tyto tabulky mu poskytují jistotu, že uvažil všechny případy, které se mohou vyskytnout, a pro všechny tyto situace připravil testovací data.

ZÁVĚR

Výše navrženou metodu lze v podstatě použít v jakékoliv oblasti – problémové doméně, kde je průběh činnosti lidského subjektu dostatečně odborně popsán a současně existuje příslušný expert ochotný spolupráce na tvorbě takovýchto řešení. Pokud tedy existuje k této řešené doméně dostatečný informační zdroj, tj. odborný text, a tato doména je doprovázena četnými problémovými situacemi, které vyžadují expertní rozhodování, nic nebrání tomu aplikovat navrženou metodu

nou problematiku expertně řešit, je-li popsána v odborném textu, kde je možno v případě potřeby hledat poučení, nebo existuje pro takovou problematiku dostatečně kvalifikovaný odborník. Tuto námitku lze vyvrátit konstatováním, že takovýto informační zdroj k danému tématu většinou zahrnuje více odborných titulů, často méně dostupných nebo v cizojazyčném provedení, a v případě experta zase nemusí být vždy zaručena jeho dostupnost a ochota k takovýmto konzultacím. Tím se využitelnost a pohotovost tohoto informačního zdroje velmi zřetelně snižuje. Navíc v této souvislosti zde velmi často schází vyčerpávající podchycení všech situací, ke kterým může v běžné praxi dojít. Tento nedostatek lze odstranit pomocí kontroly úplnosti, která je nedílnou součástí navržené metody. Není třeba příliš zdůrazňovat, že většina zemědělských činností je ve svém průběhu poznamenána celou řadou nepředvídatelných problémových situací, které se různě kombinují, z čehož lze usuzovat, že uplatnění takto realizovaných ES by bylo přínosné.

Pokud budeme chtít dostatečně rozšířit ES i do podmínek našeho zemědělství a zemědělského školství, bude nutno proces jejich tvorby, především báze znalostí, velmi podstatným způsobem zefektivnit. Aby intelektuální a časové nároky kladené na vytváření takto pojatých systémů byly optimalizovány na přijatelnou úroveň, je třeba hledat vhodné formy prezentace znalostní báze, které by proces její tvorby usnadnily. Autor se domnívá, že předložená práce prokázala, že jednou z takovýchto možností může být prezentace formou RT, která je součástí navržené metody. Použití této metody umožní dostatečně optimalizovat časové nároky na tvorbu řešení, a to především z hlediska přizvaného experta, na nezbytné minimum. Protože navržená prezentace pomocí RT umožňuje navíc v některých případech výsledný produkt i automaticky vygenerovat, její využitelnost se tím podstatně zvyšuje.

ES realizované pomocí této metody se pak budou vyznačovat především větší pružností, spočívající v schopnosti včas diagnostikovat a analyzovat momentální situaci v dané doméně na základě aktuálních údajů s dostatečným časovým předstihem pro eventuelní nápravu.

Dalším velmi nadějným faktorem pro uplatnění takto vytvářených ES je stále se zlepšující vybavenost mikropočítači na všech stupních našich škol, která přináší zcela nové prvky do vzdělávacích procesů. Nové aspekty naší vzdělávací soustavy v souladu s požadavky současné praxe vyžadují posun nejen ve vyučovacích metodách, ale i v prostředcích. Jedním z těchto aspektů takového modernizace je účelné využívání výpočetních prostředků ve výuce, kde se stávají plnohodnotnou součástí struktury vyučovacího procesu.

Velmi příhodné se proto v této souvislosti jeví propojení navrženou metodou vytvářených ES s nyní velmi populárními multimediálními (CD-ROM) aplikacemi, které představují významný impuls svojí dostupností a přitažlivostí pro vzdělávání mladé generace. Takto realizované aplikace ve formě vhodných multimediálních příruček

(např. včelařská encyklopedie), vhodně zaměřené na konkrétní oblasti a doplněné malými ES, se mohou stát významným zdrojem poučení pro případné zájemce o tyto záležitosti. Jím by tak vedle všech předností, které vykazují tyto multimediální prostředky, byla poskytnuta možnost ověřit si takto osvojené znalosti formou zkušebních konzultací s připojeným ES nebo případně i hledat odbornou radu v problémech, se kterými se budou potýkat při praktickém provozování dané činnosti. To ve svém důsledku znamená, že těžištěm by se stala tvorba ES systémů s přiměřenou bází znalostí přímo se vztahujících k jednotlivým tématickým částem příslušné multimediální příručky. Zcela samozřejmým požadavkem kladeným na takto pojaté ES by byla jejich nákladová únosnost, aby zbytečně neprodukovaly danou multimediální aplikaci. Tento požadavek včetně podmínky bezchybného fungování takto vkomponovaných ES, lze aplikováním navržené metody, jak již bylo výše několikrát uvedeno, plnohodnotně zajistit.

Takovýmto způsobem by bylo možno využít zvyšující se dostupnosti výpočetní techniky a současně i přirozeného zájmu mladé generace o tuto techniku a její prostředky. Mladým zájemcům by tak byl nabídnut velmi specifický zdroj poučení, který by napomohl zvýšit přitažlivost těch oborů zemědělské činnosti (např. i včelařství), které jsou poznamenány nedostatkem pedagogů a odborníků schopných a ochotných tyto obory vyučovat a nadchnout pro ně mladou generaci. Autor se domnívá, že řada zemědělských oborů má všechny předpoklady pro smysluplné uplatnění takovýchto řešení realizovaných navrženou metodou.

V žádném případě by však neměla být autorem předložená metoda chápána jako všelék na všechny nedostatky stávajících ES, ale za jednu z možných cest, jak některé z těchto jejich současných neduhů minimalizovat.

PUBLIKACE AUTORA K ŘEŠENÍ PROBLEMATICE

- Vostrovský V. (1993): Expertní systémy v chovu včel a možnosti jejich využití. Sborník konference Agrární perspektivy II., ČZU Praha.
- Vostrovský V. (1996): Možnosti expertních systémů pro podporu výuky. Sborník konference Agrární perspektivy V., ČZU Praha.
- Vostrovský V. (1996): Možnosti expertních systémů v českém včelařství. Včelařství, č. 5.
- Vostrovský V. (1997): Tvorba báze znalostí pomocí rozhodovacích tabulek. Sborník konference Agrární perspektivy VI., ČZU Praha.

LITERATURA

- Havráněk T. (1990): O hodnocení práce expertních systémů. ČSVTS, České Budějovice.
- Hron J. (1993): Kybernetika v řízení. Akademie J. A. Komenského, Praha.
- Chvalovský V. (1974): Rozhodovací tabulky. SNTL, Praha.

Jirků P. (1990): Defeasible reasoning. Linköping University.
Schmuller J. (1993): On The Brink. PC AI, vol. 7, no. 4.

Simon H. A. (1960): The New Science of Management Decision. Harper & Br., New York.

Došlo 17. 5. 2000

Kontaktní adresa:

Dr. Ing. Václav Vostrovský, Katedra informačního inženýrství, Provozně ekonomická fakulta, Česká zemědělská univerzita, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, e-mail: vostrovsky@pef.czu.cz

LOGICKÝ A NEURONOVÝ PŘÍSTUP K UMĚLÉ INTELIGENCI

LOGICAL AND CONNECTIONIST APPROACH TO ARTIFICIAL INTELLIGENCE

A. Veselý

Dept. of Information Engineering, Faculty of Economics and Management, Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: Logical and connectionist approaches to artificial intelligence are described and compared. The method of using a priori knowledge for improving convergence and decreasing decision error of a neural network with adaptation algorithm back propagation of error is discussed. In the end, trends in so called new artificial intelligence are summarized.

Key words: artificial intelligence, neural network, algorithm of back propagation of error, using a priori knowledge in neural network adaptation, new artificial intelligence

ABSTRAKT: Jsou popsány a vzájemně porovnány logický a neuronový přístup k umělé inteligenci. Dále je vysvětleno jak lze použít apriorní znalosti pro urychlení konvergence a snížení chyby rozhodování neuronové sítě adaptované algoritmem zpětného šíření chyby. Je upozorněno na možnosti využití umělé inteligence v ekonomice a v zemědělství. Nakonec jsou shrnuty trendy v oblasti tak zvané nové umělé inteligence.

Klíčová slova: umělá inteligence, neuronová síť, algoritmus zpětného šíření chyby, použití apriorní znalosti pro adaptaci neuronové sítě, nová umělá inteligence

Devadesátá léta zaznamenala bouřlivý rozvoj inteligentních systémů a jejich aplikací v celé řadě oblastí. Kromě technických disciplín jako je robotika nebo řízení složitých technických zařízení, našly tyto systémy své uplatnění také ve společenských a humanitních vědách. Teorie a postupy vyvinuté v oblasti umělé inteligence umožnily řešit obtížné problémy jako je automatický překlad nebo přepis mluvené řeči do textové formy.

Oblasti, kde byly postupy vypracované v oblasti umělé inteligence velmi často aplikovány, je ekonomika. Nejčastější aplikací v ekonomice je použití neuronových sítí pro predikci vývoje některé ekonomické veličiny, jako je například devizový kurs, cena akcií nebo cena určité komodity na trhu. To se samozřejmě týká i zemědělských komodit. Jiným příkladem úspěšného použití neuronové sítě v ekonomice bylo její použití pro predikci bankrotu určitého subjektu působícího na trhu. V současné době je proto komerční statistický software doplňován modulem, který umožňuje snadnou realizaci a aplikaci neuronových sítí.

Umělá inteligence se zabývá teorií a vytvářením systémů, které dokáží řešit úlohy, u nichž se předpokládá, že k jejich řešení je třeba jisté dávky inteligence. Idea vytvoření systému, který by vykazoval prvky inteligentního

chování, se objevila hned v samých počátcích éry počítačů. Návrh definice systému, který lze považovat za inteligentní, podal již ve čtyřicátých letech anglický matematik Turing, autor prvních teoretických prací o algoritmizaci úloh, vyčísitelnosti funkcí a o abstraktních modelech výpočetních systémů, které se dnes nazývají Turingovy stroje.

Turing navrhoval, aby za inteligentní byl považován takový systém, který úspěšně projde následujícím testem (dnes se tomuto testu obvykle říká Turingův test):

Pro provedení testu musí být k dispozici dvě oddělené místnosti. V jedné místnosti je umístěn examinátor a ve druhé neživý systém nebo člověk. Obě místnosti jsou spojeny elektronickým komunikačním zařízením, které dovoluje znakový přenos řeči. Examinátor komunikuje se sousední místností, ale neví zda je v této místnosti člověk nebo pouze neživý systém a snaží se to pomocí kladených otázek zjistit. Pokud systém dovede odpovídat tak, že examinátor nemůže s jistotou říci, zda komunikuje s člověkem nebo s neživým systémem, neživý systém splnil Turingův test, tj. může být považován za inteligentní.

Postupně se tato definice inteligence začala jevit jako příliš úzká. Jistý stupeň inteligence začal být přisuzován i jednoduchým systémům, které jsou schopny v průběž-

ně se měnícím prostředí sledovat jistý cíl nebo provádět taková rozhodnutí, která umožní systému v tomto prostředí přežít.

Když porovnáme lidský mozek a počítač, zjistíme, že lidský mozek se skládá přibližně z 10^{11} neuronů, z nichž každý je spojen zhruba s 10^4 sousedních neuronů. Reakce neuronů na elektrický podnět je řádově desítky milisekund a neurony pracují při zpracování podnětu do značné míry paralelně. Na druhé straně soudobý počítač má řádově až 10^8 transistorů, které zdaleka nedosahují takové hustoty propojení jako neurony v lidském mozku, ale reagují podstatně rychleji, tj. jejich reakční doba je kolem nanosekund. Při zpracování informace pracují transistory převážně sériově.

Z tohoto hlediska lidský mozek sice zaostává za počítačem v rychlosti reakce svých základních prvků, ale stále ještě jej předčí v počtu základních prvků, a také, a to především, v jejich podstatně hustším propojení, které umožňuje lidskému mozku účinné paralelní zpracování úloh.

Některé úlohy, které mohou řešit jen systémy vykazující určitý stupeň inteligence, jsou vhodnější pro sériové zpracování, jiné pro paralelní zpracování. Typické úlohy vhodné pro sériové zpracování jsou například numerická matematika, matematické modelování, dokazování vět v axiomatických teoriích atd. Naopak pro paralelní zpracování se lépe hodí rozpoznávání dvojrozměrných a třírozměrných obrazů, porozumění běžné řeči, automatický překlad mezi přirozenými jazyky a podobně.

Při řešení úloh prvního typu proto dosahuje lepších výsledků počítač řízený vhodným programem, kdežto při řešení úloh druhého typu člověk.

Od počátku lze vysledovat ve vývoji inteligentních systémů dva směry. Jeden je inspirován vývojem samočinných počítačů, druhý novými biologickými a fyziologickými poznatky o fungování nervové soustavy živých organismů a to především lidského mozku.

První přístup k umělé inteligenci začíná zkoumáním pojmové reprezentace světa a logické dedukce. Inteligence je chápána jako schopnost reprezentace světa abstraktními symboly (pojmy) a schopnost správně s nimi manipulovat. Základním rámcem popisu světa se stala již od počátku predikátová logika a její fragment výroková logika. První program pro automatické dokazování vět v predikátovém počtu vytvořili již koncem padesátých let Davies a Putnam (1960). Podstatný pokrok v technice automatického dokazování vět byl umožněn po uveřejnění jedné ze stěžejních prací v oblasti umělé inteligence, a sice práce Robinsona (1965), ve které byl zaveden dedukční systém založený na rezolučním principu. Řada následujících prací pak stanovila efektivní rezoluční strategie (viz např. Anderson 1967; Kowalski a Hayes 1969) a umožnila tak konstrukci efektivních systémů pro dokazování vět teorií formulovaných v predikátové logice. Typickým představitelem takových systémů je interpret jazyka Prolog, který umožňuje automatickou dedukci v rámci teorií, jejichž axiomy jsou vyjádřeny ve tvaru tzv. Hornových vět.

Reprezentace světa v predikátové logice je dnes základním způsobem, jak zachytit naše znalosti o vnějším světě. Při modelování běžného usuzování ale nestačí, neboť dovoluje vytváření jen nedostatečně strukturovaných pojmů. Proto byly navrženy formální systémy dovolující vytvářet pojmy bohatěji strukturované. Jedná se především o sémantické sítě, rámce a skripty.

Při modelování běžného usuzování nejde jen o pravdivost či nepravdivost výpovědi, ale výpověď obsahuje i další aspekty, které nelze v klasické logice modelovat. Proto byly rozvíjeny a používány také neklasické logiky: – modální logika (modelování znalosti, víry v platnost něčeho, nutnosti, možnosti), – default logika (modeluje se používání předpokladu, že platí to, co není ve sporu s dosud zjištěnými fakty), – fuzzy logika (modelování nejistoty).

Druhý, biologii inspirovaný přístup k umělé inteligenci, vedl ke konstrukci a rozvoji neuronových sítí. V anglické literatuře se tento přístup označuje slovem „connectionist“, které zdůrazňuje nejdůležitější vlastnost neuronových sítí, kterou se liší od obvodů klasického počítače, a sice podstatně vyšší propojenost jejich základních prvků – neuronů. Začátkem čtyřicátých let McCulloch a Pitts (1943) navrhli zjednodušený model neuronu, který se stal základem neuronových sítí. Základní myšlenkou tohoto modelu bylo napodobení vstupních synapsí skutečného neuronu vstupními vodiči a vyjádření různé síly působení jednotlivých synapsí na neuron pomocí vah přiřazených jednotlivým vstupům. Logickým pokračováním tohoto směru výzkumu byl výzkum chování většího počtu takto formalizovaných neuronů vzájemně propojených do tzv. neuronové sítě. Především bylo analyzováno chování perceptronové sítě, zavedené a pak intenzivně studované F. Rosenblattem (1960) v padesátých a šedesátých letech. Zároveň začala doba prvních praktických aplikací neuronových sítí a to především v oblasti rozpoznávání obrazů (především písmen či číslic psaných do předem připraveného rastru) a v oblasti lékařské diagnostiky (například práce Ledley a Lusted 1959; Veselý 1971; Veselý a Vajda 1971 a mnoho dalších).

Perceptronová neuronová síť byla podrobena koncem šedesátých let zásadní kritice. Minsky a Pappert (1969) ukázali, že třída úloh, kterou je perceptronová síť schopna řešit, je příliš úzká. Tato jejich oprávněná kritika způsobila na nějaký čas útlum zájmu o neuronové sítě vůbec. Přesto se v tomto období objevilo několik prací přinášejících důležitá nová výsledky. Především to byla práce Hopfielda (1982), ve které byla zavedena obecněji propojená síť než byla síť perceptronová a kde bylo ukázáno, jak tato síť může zastávat funkci asociativní paměti. V další práci Tank a Hopfield (1986) ukázali, že tato síť může být použita také k řešení optimalizačních úloh typu obchodního cestujícího. Síť s touto architekturou se dnes nazývají podle jejich autora Hopfieldovými sítěmi. Další důležité výsledky získal v této době Kohonen (1982, 1990), především v oblasti učení bez učitele (unsupervised learning).

Oživení zájmu o problematiku neuronových sítí přišlo koncem osmdesátých let po vydání publikace skupiny autorů zabývajících se soustavným studiem neuronových sítí na MIT (Rumelhart 1988). V této práci byl pro vrstvené neuronové sítě navržen algoritmus adaptace nazývaný algoritmus zpětného šíření chyby (back propagation of error), založený na aplikaci gradientní metody na vícevrstvou síť. Do této doby byly známy algoritmy adaptace (včetně aplikace gradientní metody) pouze pro jednovrstvou síť (jednoduchý perceptron), která se pro praktické aplikace příliš nehodila (viz oprávněná kritika Minského a Papertta 1969). Výsledky praktických aplikací těchto sítí v nejrůznějších oblastech, jako například při rozpoznávání písma, řeči, v rozhodovacích modelech, při aproximaci funkcí, predikci časových řad a v expertních systémech, byly velmi povzbudivé. To způsobilo bouřlivý rozvoj celé oblasti neuronových sítí. Teoretické výsledky, které ukázaly, že je možné aproximovat libovolnou funkci sigmoidálními funkcemi realizovanými jednotlivými neurony vrstvené sítě, získané koncem osmdesátých let Cybenkem (1989) a Barronem (1991), všeobecný optimismus jen podpořily.

Oba výše zmíněné základní přístupy k modelování inteligentních systémů mají v umělé inteligenci svoji tradici a pěstují se souběžně od počátku rozvoje této disciplíny. První přístup se obvykle označuje jako symbolický nebo logický, druhý jako neuronový.

Koncem osmdesátých let vznikly první práce, ve kterých se autoři snažili oba přístupy k vytváření inteligentních systémů spojit. Důvodem těchto snah bylo více.

První důvod je zřejmý. Jestliže architektura živých inteligentních systémů je neuronová a tyto systémy jsou schopny abstrakce a dedukce, vzniká otázka, jak neuronová síť tuto jejich schopnost realizuje. Vyjasnit tuto otázku v teorii umělých neuronových sítí by prohloubilo i naše poznání principů funkce nervové soustavy živých organismů.

Dalším důvodem je využít symbolický přístup ke zlepšení chování inteligentních systémů založených na neuronovém přístupu a obráceně, případně vytvoření hybridního systému, který by spojoval výhody obou přístupů.

Výhody neuronového přístupu jsou:

1. Schopnost abstrakce.
2. Odolnost proti občasným chybám.
3. Rychlost při řešení úloh vhodných pro paralelní zpracování.

Nevýhody neuronového přístupu jsou:

1. Inteligentní systém realizovaný neuronovou sítí nedokáže jednoduše vysvětlit důvody svého chování nebo rozhodnutí v dané situaci.
2. Neuronové systémy obvykle začínají s nulovými nebo náhodnými hodnotami parametrů charakterizujících jednotlivé synapse a tyto počáteční hodnoty se postupně mění ve fázi učení. Fáze učení může trvat příliš dlouho, tj. systém začne reagovat na okolní situaci adekvátním způsobem až za příliš dlouhou dobu.

První práce spojující symbolický a neuronový přístup se objevily v průběhu osmdesátých a začátkem devadesátých let. Towell a Shavlik (1994) ukázali, jak reprezentovat vrstvenou neuronovou síť teorií formulovanou ve výrokovém fragmentu predikátového počtu, jejíž axiomy tvoří Hornovy věty. Balkenius a Gardefors (1991) navrhli jak použít Hopfieldovu síť pro realizaci nemonotónní výrokové logiky. Quah a Tan (1996) navrhli neuronovou síť modelující lidskou dedukci z nejistých předpokladů a aplikovali ji v diagnostickém rozhodování. Setiono (1996) se zabýval opačným problémem, a sice popisem chování neuronové sítě prostředky deduktivní teorie.

Výsledky, které byly v těchto pracích dosaženy, našly největší uplatnění v oblasti rozhodování.

ROZHODOVACÍ MODELY S NEURONOVOU ARCHITEKTUROU

V rozhodovacích modelech se v poslední době velmi často používají neuronové sítě. Často je na neuronových sítích založen i rozhodovací algoritmus expertních systémů. Při rozhodování se převážně používají vícevrstvé sítě, které se adaptují algoritmem zpětného šíření chyby (back propagation). Adaptace neuronové sítě v dané situaci je obvykle dlouhodobý proces, vyžadující velký počet kroků (řádově statisíce i více). Přitom počet adaptačních kroků je dosti závislý na zvolených parametrech sítě. Výsledek adaptace není vždy uspokojivý, protože adaptace může skončit v lokálním minimu chybového funkcionálu.

Problémy s adaptací sítě vedly ke snaze využít apriorních znalostí o rozhodovacím modelu k efektivnější adaptaci sítě. První práce na toto téma se objevily během devadesátých let, např. Towell, Shawlik (1994) nebo Tan, Quah, Teh (1996). Apriorní znalosti se v těchto pracích využívají jednak ke stanovení konfigurace sítě a jednak, a to především, k vhodnému nastavení počátečních vah jednotlivých neuronů sítě.

Princip využití apriorní znalosti o rozhodovacím modelu pro počáteční nastavení architektury sítě a počátečních hodnot jejich váhových vektorů, ukážeme na jednoduchém příkladu diagnostického rozhodování.

Předpokládáme, že neuronová síť bude rozhodovat v rámci rozhodovacího modelu, o kterém máme určitou apriorní znalost. Předpokládáme, že tuto apriorní znalost lze vyjádřit teorií výrokového počtu.

Například, jedná se o diagnostické rozhodování, kdy na základě symptomů $S_1, S_2, \dots, S_n$ se stanovují diagnózy $D_1, D_2, \dots, D_m$. Pokud je známo, že mezi symptomy a diagnózami musí platit následující vztahy:

$$\begin{aligned} S_1 \wedge \neg S_2 &\rightarrow D_1, \\ S_1 \wedge S_3 &\rightarrow D_1, \\ \neg S_1 \wedge S_2 \wedge S_3 &\rightarrow D_2, \end{aligned}$$

lze apriorní znalost o rozhodovacím modelu vyjádřit teorií výrokového počtu $Th(A)$ s množinou axiomů A , kde

$$A = \{ S_1 \wedge \neg S_2 \rightarrow D_1, S_1 \wedge S_3 \rightarrow D_1, \neg S_1 \wedge S_2 \wedge S_3 \rightarrow D_2 \}$$

Teorii $Th(A)$ lze modelovat sítí lineárních neuronů. Na obr. 1 je schematicky znázorněn lineární neuron, který má vstupy $x_1, x_2, \dots, x_n$, váhy $w_1, w_2, \dots, w_n$, práh $w_0 = \theta$ a výstup y . Výstup lineárního neuronu je:

$$y = 1 \text{ pokud } \sum_{i=1}^n x_i w_i \geq \theta$$

$$y = 0 \text{ pokud } \sum_{i=1}^n x_i w_i < \theta$$

Lineárním neuronem lze realizovat většinu logických funkcí včetně konjunkce a disjunkce. Nelze jím realizovat například ekvivalenci nebo nonekvivalenci, což ale není pro modelování teorie $Th(A)$ třeba. To, že neuron realizuje určitou logickou funkci, bude v následujících schématech znázorněno tak, že realizovaná logická funkce bude zapsána dovnitř schematické značky neuronu. Například neuron na obr. 2 realizuje funkci $S_1 \wedge \neg S_2$.

Towles a Shawlik navrhli způsob, jak k teorii $Th(A)$ sestrojít neuronovou síť níže uvedených vlastností. Přesný popis konstrukce zde neuvádíme a čtenáře odkazujeme na literaturu (Towles, Shavlik 1994). Pro ilustraci pouze uvádíme neuronovou síť konstruovanou k teorii uvedené výše (viz obr. 3). Jak je patrné z obr. 3, je chování všech neuronů této sítě popsáno logickými funkcemi. Tyto funkce jsou realizovatelné lineárními neurony a proto lze celou neuronovou síť z lineárních neuronů složit. Realizace sítě z obr. 3 pomocí lineárních neuronů je uvedena na obr. 4.

Pro neuronovou síť, sestavenou k teorii $Th(A)$, platí následující tvrzení. Předpokládejme, že byly stanoveny hodnoty některých symptomů $S_1, S_2, \dots, S_n$. Rozhodovací situaci lze potom charakterizovat konjunkcí S , obsahující symptomy se známou hodnotou, nebo jejich negace. Například bylo zjištěno, že je $S_1 = 1$ a $S_2 = 0$. Potom situaci, ve které budeme rozhodovat, lze charakterizovat formulí

$$S = S_1 \wedge \neg S_2$$

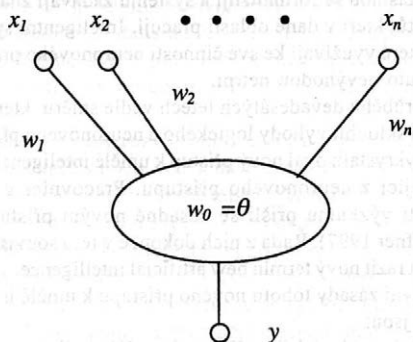
Je zřejmé, že pokud platí v dané rozhodovací situaci S a $D_i \in Th(A \cup S)$, potom pacient má diagnózu D_i . Lze ukázat, že je $D_i \in Th(A \cup S)$ právě tehdy, když neuron D_i nabývá hodnotu 1.

V rozhodovacích modelech se obvykle používá neuronová síť s dopředným šířením, která se adaptuje algoritmem back propagation na trénovacím souboru. Struktura neuronové sítě se zvolí podle zkušeností získaných z podobných rozhodovacích modelů a počáteční nastavení váhových vektorů neuronové sítě je náhodné. Výše uvedená konstrukce neuronové sítě k teorii vyjadřující apriorní znalosti o rozhodovacím modelu dovoluje především nastavit počáteční hodnoty váhových vektorů racionálnější než náhodně. Zároveň dává hrubou představu o nutné minimální velikosti sítě.

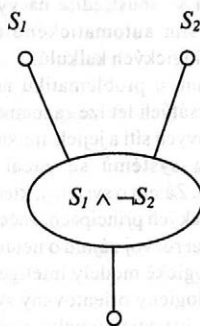
Na počátku adaptace se nastaví váhové vektory neuronové sítě tak, aby její část byla identická s neuronovou sítí, která modeluje teorii vyjadřující apriorní znalosti o rozhodovacím modelu. Ostatní váhy sítě se nastaví na nulu. Potom neuronová síť je již od počátku na rozhodovací model do jisté míry adaptována. V situaci, kdy platí $D_i \in Th(A \cup S)$, tj. v případě, že lze správně rozhodnout na základě apriorní znalosti, neuronová síť rozhodne správně. Čím více apriorních znalostí o rozhodovacím modelu tímto způsobem do struktury neuronové sítě zakódujeme, tím lépe bude již od počátku adaptace rozhodovat a tím rychlejší bude její následná adaptace algoritmem back propagation. Zmenší se také riziko, že adaptace skončí v lokálním minimu chybového funkcionálu, příliš vzdáleném od globálního minima.

NOVÉ TRENDY V UMĚLÉ INTELIGENCI

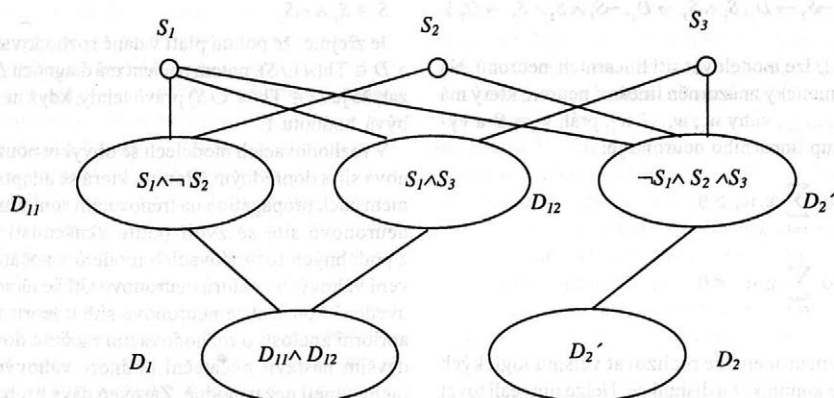
V devadesátých letech zájem o logické modely umělé inteligence do značné míry upadá. Podobná situace panovala v oblasti neuronových modelů umělé inteligence v sedmdesátých letech. Po publikaci vlivné knihy o omezených možnostech neuronových sítí typu perceptronu (Minsky a Papert 1989), opadl zájem o výzkum neuro-



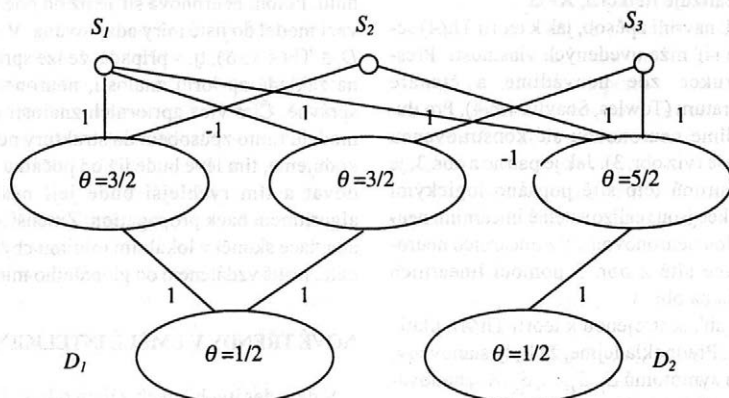
1. Lineární neuron – Linear neuron



2. Lineární model realizující funkci $S_1 \wedge \neg S_2$ – Linear neuron realization of the function $S_1 \wedge \neg S_2$



3. Neuronový model teorie $Th(A)$ – Neural model of the theory $Th(A)$



4. Síť lineárních neuronů realizujících teorii $Th(A)$ – Neural network realization of the theory $Th(A)$

vých sítí vůbec a většina prací v oblasti rozvoje inteligentních systémů se soustředila na využití logických principů, především automatického dokazování vět a nestandardních logických kalkúlů.

Po oživení zájmu o problematiku neuronových sítí v polovině osmdesátých let lze zaznamenat prudký rozvoj teorie neuronových sítí a jejich aplikací. Při konstrukci inteligentních systémů se začal více využívat neuronový přístup. Zájem o systémy, které zakládají svou inteligenci na logických principech, začal naopak upadat. Nebyl to ovšem jen rozvoj zájmu o neuronové sítě, který utlumil zájem o logické modely inteligentních systémů. Aby inteligentní logicky orientovaný systém mohl fungovat, musí mít k dispozici logický model světa, ve kterém existuje, tj. ve kterém se jako robot pohybuje, nebo ve kterém provádí určitá rozhodnutí. Konstrukce logic-

kého modelu světa pro netriviální úlohy je velmi náročná. Většinou se formalizují a systému zadávají znalosti expertů, kteří v dané oblasti pracují. Inteligentní systémy, které využívají ke své činnosti neuronového principu touto nevýhodou netrpí.

V průběhu devadesátých let vedle směru, který se snažil skloubit výhody logického a neuronového přístupu, vykristalizoval nový přístup k umělé inteligenci vycházející z neuronového přístupu. Pracovníci v této oblasti výzkumu přišli se zásadně novým přístupem (Dorffner 1997). Řada z nich dokonce v této souvislosti začala razit nový termín *new artificial intelligence*.

Hlavní zásady tohoto nového přístupu k umělé inteligenci jsou:

1. Odmítnutí logického přístupu k umělé inteligenci a příklon k neuronovému přístupu.

2. Odklon od neuronových struktur, které nemají svůj předobraz v živé přírodě. Typickým příkladem neuronové sítě, která evidentně v živé přírodě neexistuje, je vícevrstvá neuronová síť vybavená adaptačním mechanismem back propagation of error. Naopak samoorganizující se Kohonenovy sítě svůj předobraz v přírodě mají.
3. Až dosud byly studovány především strukturálně jednoduché neuronové sítě, které byly matematicky snadno zvládnutelné. Snahou dnešních autorů je dospět ke složitějším strukturám neuronové sítě. Takovéto struktury je ale obtížné navrhovat. Vzhledem k tomu, že struktura a principy činnosti vyšší nervové soustavy živých organizmů nejsou ještě dostatečně známy, není ani možné se nechat při návrhu inteligentních systémů inspirovat přírodou. V poslední době je proto intenzivně studována možnost dospět ke složitějším strukturám modelováním evoluce. To znamená vyjít z jednoduchých struktur a pomocí simulace neodarwinovské evoluce dospět ke složitějším strukturám, které jsou zároveň schopny v daném virtuálním světě inteligentního chování. K modelování evoluce se používá buď historicky starší genetický algoritmus (Holland 1975) nebo genetické programování (Koza 1992). Genetické programování bylo vyvinuto v devadesátých letech pro automatickou evoluci programů pro počítače. V posledních letech je ale úspěšně aplikováno i v oblasti neuronových sítí, vývoje hardwaru počítačů a elektronických obvodů.

ZÁVĚR

Rozvoj systémů vykazujících určitý stupeň inteligence souvisí s prudkým vývojem počítačů. Modely inteligentních systémů realizovaných na počítačích jsou obvykle výpočetně značně náročné a jejich rozšíření v praxi umožnily až moderní výpočetní systémy. Kromě tradičních technických aplikací v robotice, se s nimi často dnes setkáme také v ekonomice. Zde se používají především pro podporu rozhodování. Tyto systémy mají obvykle neuronovou architekturu a používají se jako alternativa ke klasickým matematickým statistickým rozhodovacím modelům. Praktické aplikace ukazují, že lze pomocí nich dosáhnout srovnatelných výsledků, jako pomocí tradičních statistických metod. Lze tedy pomocí nich získat nezávislé potvrzení správnosti rozhodnutí a odhadů, které byly předtím získány statistickými metodami.

Současný rychlý rozvoj informatiky a všeobecné nasazení počítačů v praxi, vedl k návrhům na použití expertních systémů rovněž v zemědělství (Vostrovský 1993). Rozhodování v těchto expertních systémech je většinou založeno na logické inferenci využívající resoluční princip. Zde by bylo možné s výhodou použít expertní systémy s neuronovou architekturou a využít logických závislostí, které používá inferenční mechanismus expertního systému, pro počáteční nastavení váhových vektorů neuronové sítě tak, jak bylo popsáno v tomto článku.

V tomto článku byla problematika neuronových sítí zasazena do širšího kontextu problematiky umělé inteligence. Bylo ukázáno, jak lze využít expertních znalostí pro vylepšení chování nepoužívanějších neuronových rozhodovacích modelů, založených na vícevrstvých neuronových sítích adaptovaných algoritmem back propagation of error. Vzhledem k tomu, že neuronový modul standardního statistického softwaru obvykle uživateli umožňuje vlastní nastavení počátečních hodnot váhových vektorů, lze tímto způsobem docílit podstatného zrychlení adaptace v aplikaci použité neuronové sítě a získání výsledku, který je blíže optimálnímu rozhodování.

Jak bylo vysvětleno výše, lze v oblasti umělé inteligence sledovat odklon od logického přístupu k budování inteligentních systémů. V poslední době se naopak velmi intenzivně rozvíjí neuronový přístup. Navíc s trochou nadsázky lze říci, že se mění i paradigma neuronového přístupu. Někteří přední badatelé v této oblasti dokonce hovoří o nové umělé inteligenci. Hlavním předmětem výzkumu je využití metod genetického programování pro neodarwinovskou evoluci neuronových sítí, vhodných pro řešení daného úkolu. Autoři se domnívají, že takto bude možné získat i složitěji strukturované neuronové sítě než jsou ty, které se používají dnes. Lze proto očekávat, že použití neuronových sítí v praxi dozná v nejbližší době dalšího podstatného rozšíření.

LITERATURA

- Balkenius Ch., Gardenfors P. (1991): Nonmonotonic inferences in neural networks. Lund University Cognitive Studies, 3.
- Barron A. R. (1991): Approximation and estimation bounds for artificial neural networks. Proceedings of the Fourth Annual Workshop on Computational Learning Theory, pp. 243–249.
- Cybenko G. (1989): Approximation by superpositions of a sigmoidal function. Mathematics of Control, Signals, and Systems, 2, pp. 303–314.
- Davis M., Putnam H. (1960): A computing procedure for quantification theory. J.ACM, 7, pp 201–215.
- Dorffner, G. (1997): Neural Networks and a New Artificial Intelligence. Thompson Computer Press.
- Quah T. S., Tan CH. L., Raman K. S., Srinivasan B. (1996): Towards integrating rule-based expert systems and neural networks. Decision Support Systems, 17, (2): 99–118, May.
- Holland, J. (1975): Adaptation in Natural and Artificial Systems. MIT Press.
- Hopfield J. J. (1982): Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities. Proceedings of the National Academy of Sciences, 79, April, pp.2 554–2 558.
- Kohonen T. (1982): Self-organized formation of topologically correct feature maps. Biological Cybernetics, 43, pp. 59–69.

- Kohonen T. (1990): The self-organizing map. Proceedings of the IEEE, 78, Nu. 9, September, pp. 1 464–1 480.
- Kowalski R., Hayes P. (1969): Semantic trees in automatic theorem proving. Machine Intelligence 4, B. Meltzer and D. Michie eds., New York, pp. 87–101.
- Koza, J. R. (1992): Genetic Programming of Computers by Natural Selection. MIT Press.
- McCulloch W. S., Pitts W. (1943): A logical calculus of the ideas immanent in neurons activity. Bulletin of Mathematical Biophysics, 5, pp. 115–133.
- Ledley R. S., Lusted L. B. (1959): Reasoning foundations of medical diagnosis. Science, 130, (9).
- Minsky M., Papert S. (1969): Perceptrons. London.
- Robinson J. A. (1965): A machine oriented logic based on the resolution principle. J.ACM, 12, pp. 23–41.
- Rosenblatt F. (1962): Principles of neurodynamics. Spartan Books, Washington.
- Rumelhart D. E. (1988): Parallel distributed processing. Vol I and II, Cambridge, MIT Press.
- Setiono R., Liu H. (1996): Symbolic representation of neural networks. IEEE Computer, March.
- Tank D. W., Hopfield J. J. (1986): Simple "neural" optimization networks: An A/D converter, signal decision circuit, and a linear programming circuit. IEEE Transaction on Circuits and Systems, 33, (5): 533–541, May.
- Tan Ch. L., Quah T. S., Teh H. H. (1996): An artificial neural network that models human decision making. IEEE Computer, March, pp. 64–70.
- Towell G., Shawlik J. W. (1994): Knowledge-based artificial neural networks. Artificial Intelligence, 70, (1–2): 119–165, October.
- Veselý A. (1971): Linear adaptive system for medical diagnosis. Kybernetika, 2.
- Veselý A., Vajda I. (1971): Linear adaptive decision functions. Springer, Udine.
- Vostrovský V. (1993): Expertní systémy v chovu včel a možnosti jejich využití, Agrární perspektivy II, Praha, pp 452–455.

Došlo 17. 5. 2000

Kontaktní adresa:

Ing. Arnošt Veselý, CSc., Katedra informačních technologií, Provozně-ekonomická fakulta, Česká zemědělská univerzita, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, e-mail: vesely@pef.czu.cz

GEOGRAFICKÉ INFORMACE PRO VŠECHNY

GEOGRAPHICAL INFORMATION FOR ALL

D. Klimešová

Dept. of Information Engineering, Faculty of Economics and Management, Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

Dept. of Image Processing, Institute of Information Theory and Automation, Czech Academy of Sciences, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: The contribution deals with geographical information systems and their tools for effective spatial data management which can provide the decision support and context modelling of phenomena and trends. GIS allows to use the data from many sources including maps, popular satellite imagery, aerial photography, database data and information layers from another related products to solve the problem.

Key words: geographical information systems, context

ABSTRAKT: Příspěvek dává do souvislosti možnosti využití geografických informačních systémů pro podporu rozhodování a modelování jevů a trendů na pozadí různých typů kontextové informace. Zasaduje tento softwarový produkt do kontextu požadavků doby a bouřlivého rozvoje informačních technologií.

Klíčová slova: geografické informační systémy, kontext, mnohazdrojová data, dálkový průzkum Země, informační vrstva.

ÚVOD

Devadesátá léta jsou provázána ohromným rozvojem informačních technologií. Počítače pronikly do všech oborů lidské činnosti včetně umění a informace se staly zbožím velmi vyhledávaným a drahým. Velké množství dostupných informací o různých objektech našeho zájmu dalo vyniknout původu pojmu kontext. Kontext obsahuje informaci nikoli o objektu samém, ale o vztahu/vztazích k jiným objektům.

Většina objektů a jevů reálného světa se vyskytuje na konkrétním místě zemského povrchu (např. dům, parcela, les, záplavy) nebo má vztah k některému místu na zemském povrchu (člověk má někde trvalé bydliště, výrobek byl vyroben v určité továrně, vlak odjíždí z určitého nádraží).

Zároveň se tyto objekty vyskytují v daném prostoru společně s mnoha dalšími objekty a navzájem se ovlivňují (např. hlukem ze silnice jsou postiženi obyvatelé v domech do určité vzdálenosti, komín zamoří zplodinami určité území, prosperita prodejny závisí mimo jiné i na její poloze a množství potenciálních zákazníků v okolí).

Účinnou pomůckou pro uložení informací o složitých prostorových vztazích vymysleli lidé už dávno, je to mapa. Na všechna tato fakta efektivně zareagovali tvůrci geografických informačních systémů (GIS). Tato infor-

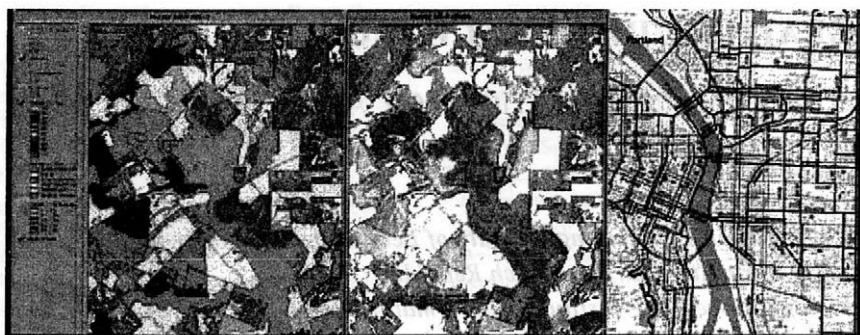
mační technologie pracuje s lokálně uspořádanými vrstvami informací – mapové, obrazové, datové, grafické, statistické, temporální, atd. a umožňuje shromažďovat, analyzovat a efektivně využívat informace z mnoha zdrojů. Samozřejmě mapové podklady, družicová data, letecké snímky, výkresy CAD, videozáznamy, klasické databáze atd.

Prakticky to znamená, že v geografické databázi máme zaznamenáno obojí současně, tj. jak vlastní údaje o objektu, tak údaje o jeho poloze. Tomuto typu dat říkáme geografická (nebo prostorová) data a počítačovému systému, který umožňuje ukládat a využívat taková data říkáme geografický informační systém.

Znalost umístění a vzájemných prostorových souvislostí mezi objekty je velmi významná a může sehrát důležitou roli v řadě oborů lidské činnosti, od návrhu umístění strategické stavby až po návrh obchodní sítě a vyhodnocování její současné či budoucí úspěšnosti.

Je zřejmé, že připravit potřebná data v digitální podobě a zajistit jejich správu a aktualizaci představuje zejména pro rozsáhlejší území složitou a poměrně náročnou práci, která vyžaduje dobře vyškolený tým odborníků.

Masivní nasazení GIS ve státní správě a ve významných řídicích institucích pro potřeby zemědělství, lesnictví, územního plánování, regionálního rozvoje, ekologie území a dalších aktivit umožňuje řídicím pracovníkům zís-



kat velmi objektivní informace a to v kontextu s nejrůznějšími faktory, které mohou informační hodnotu výsledku ovlivnit.

Poptávka po specialistech v této oblasti je velická a v příštích letech ještě poroste. Geografické informační systémy byly dříve nenahraditelné v oblasti strategického plánování, ale během posledních 6–7 let se staly nedílnou součástí už i regionální a městské administrativy a našly i zcela nové uplatnění v oblasti investic, obchodu a analýzy finančních toků.

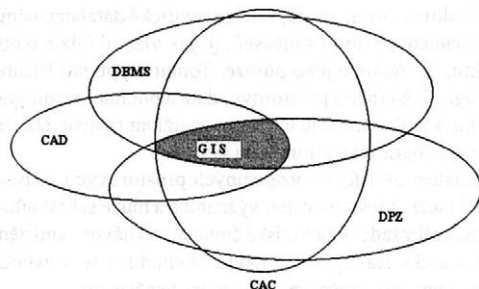
FAKTA A SOUVISLOSTI

GIS vznikl propojením možností

- počítačové kartografie
- databázových systémů
- počítačového návrhářství
- systémů dálkového průzkumu Země

a je vybaven nástroji umožňujícími souhrnně analyzovat prostorová a popisná data.

GIS umožňuje zpracování dat z různých zdrojů.



GIS je informační systém zaměřený na efektivní ukládání, správu a analýzu prostorových dat. Umožňuje modelování s využitím kontextu prostorových i popisných dat k získání kvalitativně nové informace.

GIS je systém pro podporu rozhodování.

GIS je způsob myšlení.

Kontext je mírou nebo vlastností vztahu mezi objekty.

Kontextová informace může výrazným způsobem ovlivnit výsledky klasických analýz, i když je kontext tradičními způsoby obtížně kvantifikovatelný, vyznačuje se značnou neurčitostí a vyskytuje se na mnoha různých úrovních.

Můžeme rozlišit různé typy kontextu:

prostorový (lokální) – vzdálenost, vlastnost okolí, tvar okolí, vnitřní bod objektu, hraniční bod,

atributový – vlastnosti objektů se mohou vyskytnout současně nebo naopak nemohou, konfigurace atributů, vazba na jiné zdroje informací,

časový (historický) – posloupnost objektů s různým časovým odstupem podle typu vztahu, který bereme v úvahu (minuty, hodiny, roky, desítky let),

tématický,

vlastnický, ..., atd. a jejich kombinace.

Se složitostí struktur vzrůstá důležitost a variabilita kontextu.

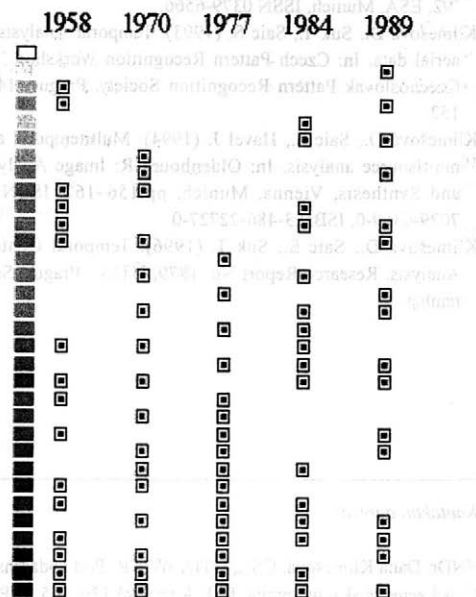
Kontext ovlivňuje naše myšlení. Nejvhodnějším příkladem je internet.

Také rozvoj systémů GPS (Global Positioning System) přidal další rozměr našim aktivitám a jejich promítnutí do informačních vrstev GIS. GPS je zařízení, které umožňuje pomocí spojení přes satelit přesně stanovit polohu v zeměpisných souřadnicích. Pripomíná mobilní telefon a lze ho využít na příklad při odběru vzorků půdy k analýze. Nejenže zaznamená místo odběru, ale pomůže nám vybrat pravidelnou síť pro odběry vzorků.

PROCES ANALÝZY A CHYBA

Každé zpracování je provázáno určitou chybou. Počítače jsou v podstatě formální systémy pracující s konečnou reprezentací čísel. V souvislosti s velkými objemy dat jsou náklady na zpracování přímo úměrné velikosti rozlišení použitého zobrazení a přesnosti, se kterou pracujeme. Nejde o to chybu zcela odstranit, ale znát její velikost, umět ji udržet v mezích, které nezneškodí informační hodnotu výsledku.

Jestliže chceme redukovat chybu výsledku zpracování určitého procesu $E(p)$, je nutné minimalizovat přinejmenším uvedené složky.



$$E(p) = e_1(m) + e_2(d) + e_3(s) \quad (1)$$

$e_1(m)$ je přirozená chyba výsledku, kterou můžeme rozdělit na chybu metody a chybu výpočtu.

$e_2(d)$ je závislá na způsobu pořízení a předzpracování dat a v tom ohledu už nemůžeme mnoho změnit.

$e_3(s)$ tato složka souvisí s poddefinováním nebo nedodefinováním datové struktury. Právě tuto složku chyby můžeme výrazně minimalizovat využitím kontextové informace.

APLIKACE GIS

Že se GIS prosadily v oborech souvisejících se správou území (životní prostředí, zemědělství, lesnictví, národní parky, územní plánování) je přirozené, protože pro tento účel byly projektovány. Ale GIS vstoupily neočekávaně do obchodu, do logistiky, do dopravy i do finančního světa. To umožnila skutečnost, že mají velmi efektivní nástroje pro modelování při současném využití prostorových a atributových dat.

Geografické informační systémy se tak dobře uplatnily na trhu, že se firmám vyplácí rozšiřovat nabídku GIS o specializované softwarové produkty pro vybrané oblasti. V poslední době je to zejména orientace na telekomunikace a na technologické sítě, na distributory plynu, elektřiny, vody i zboží vůbec. Jde o oblasti náročné na řízení i na finance, kde se dopady špatných rozhodnutí vlečou léta. Zde má kvalitní podpora rozhodování velký efekt.

GIS usnadňuje správu a údržbu sítí a tím i jejich spolehlivost a v případě havárie poskytuje dokonalou orientaci, snadnou lokalizaci závady a možnost optimalizovat nezbytnou výluku. Ovšem vybudovat geografickou databázi nelze ze dne na den a vstupní investice je velká. Nicméně zítřek bez GIS je v mnoha oborech lidské činnosti už nepředstavitelný.

S rozvojem informačních technologií nebude problémem uvažovat informační vrstvy se zabudovaným parametrem času, neboť čas hraje v mnoha rozhodnutích klíčovou roli. Příkladem zpracování časové řady snímků (v našem případě leteckých) může být obrázek, na němž různé barvy označují přítomnost určitého objektu či jevu na daném místě a v určitém čase, tedy o dynamiku objektu nebo jevu. V tomto případě šlo o dynamiku lesního porostu v časovém horizontu třiceti let.

LITERATURA

- Molenaar M. (1994): Remote Sensing and Geographical Information Processing, Concepts and Application for Land Use Monitoring and Agriculture. Wageningen.
- Klimešová D. (1991): Texture Synthesis and Identification. In: Oldenbourg R.: Digital Image Processing and Computer Graphics. Theory and Applications., Vienna, Munich, 140-145, ISBN 3-7029-0259-7, ISBN 3-486-21939-1.
- Klimešová D., Saic S., Havel J. (1992): Regional planning and control using satellite data. Proc. of Environment Ob-

- servation and Climate Modelling. International Space Year '92, ESA, Munich, ISSN 0379-6566.
- Klimešová D., Suk T., Saic S. (1993): Temporal analysis of aerial data. In: Czech Pattern Recognition Workshop '93, Czechoslovak Pattern Recognition Society, Prague, 149–152.
- Klimešová D., Saic S., Havel J. (1994): Multitemporal and multisource analysis. In: Oldenbourg R: Image Analysis and Synthesis, Vienna, Munich, pp.156–162, ISBN 3-7029-0369-0, ISBN 3-486-22727-0.
- Klimešová D., Saic S., Suk T. (1996): Temporal Context Analysis. Research Report No. 1879, ÚTIA, Prague, September.
- Klimešová D., Suk T. (1996): Image Sequence Analysis. IAPRS of XVIII World Congress on Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. XXXI, Part B5, Austria, ISSN 0256-1840.
- Klimešová D., Saic S., Suk T. (1996): Context-Analysis along Temporal Axis. In: Intelligent Technologies, Vol. 1, Slovakia, November, ISBN 80-88786-50-9.
- Klimešová D., Saic S. (1998): Context Sliding Window for Training Learning and Texture Classification. In: Artificial Intelligence in Industry, Slovakia, ISBN 80-88786-83-5.
- Klimešová D., Saic S. (1998): Feature Selection Algorithm and Correlation Cobweb, Pattern Recognition Letters 19, pp. 681-685, ISSN 0167-8655.

Došlo 17. 5. 2000

Kontaktní adresa:

RNDr. Dana Klimešová, CSc., ÚTIA AV ČR, Pod vodárenskou věží 4, 182 08 Praha 8
Česká zemědělská univerzita, PEF, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, e-mail: klimes@utia.cas.cz,
e-mail: klimesova@pef.czu.cz,
http://www.utia.cas.cz/user_data/scientific/ZOI_dept/homepage-ip.html, <http://www.pef.czu.cz/pef/kii/klimesova>

JMENNÝ REJSTŘÍK

Baumgartnerová E.: Podnikatelská úspěšnost samostatně hospodářících rolníků v roce 1998 Business success of private farmers in the year 1998	279
Belešová S.: Analýza potravinářského průmyslu Analysis of food industry	275
Bervidová L.: Efektivnost podnikání jako předpoklad konkurenceschopnosti agrárního sektoru Business efficiency as a prerequisite of competitive agrarian sector	265
Boháčková I., Svatošová L.: Některé přístupy k řešení nezaměstnanosti Some approaches to the unemployment problem solution	261
Boučková B., Kuna Z.: Agrární zahraniční obchod ČR a analýza salda Agrar foreign trade of CR and analysis of the balance	411
Božík M.: Konkurenceschopnost a důsledky vstupu do EÚ na slovenský poľnohospodársky sektor Competitiveness and the impact of the EU accession on the Slovak agrar sector	59
Božík M.: Postavenie agropotravinárskeho komplexu v národnom hospodárstve Position of the agri-food complex in the national economy	199
Buchta S.: Hungarian ethnic minority and Slovak rural areas Maďarská etnická minorita a slovenský vidiek	315
Daňo J., Huba J., Peškovičová D.: Nové přístupy k teorii jednotkových nákladů a zisku ve výrobě mléka New approaches to the theory of unit costs and profit in milk production	521
Doucha T.: Předpoklady zvyšování konkurenceschopnosti českého zemědělství Prerequisites for the improvement of the Czech agriculture competitiveness	155
Grznár M.: Strukturálne zmeny a produktivita v poľnohospodárstve Structural changes and productivity in agriculture	49
Hána L.: Cenové a tržové informace při procese rozhodování Price and market information in decision-making process	239
Hanibal J.: Problémy harmonizace Sítě testovacích podniků v zemědělství ČR se standardy EÚ Harmonisation problems of the Testing Enterprises Net of the CR agriculture with the EU standards	9
Haspra R.: Klasifikácia poľnohospodárskych podnikov v Slovenskej republike podľa metodiky FADN EÚ Agricultural enterprises classification in the Slovak Republic according to the FADN EU methodology	13
Haspra R.: Klasifikácia samostatne hospodáriacich roľníkov v SR podľa metodiky ISPÚ EÚ Individual private farmers classification in SR according to the EU FADN methodology	287
Heissenhuber A., Kantelhardt J., Osinski E.: Prospects for less-favoured areas under different conditions Využití LFA v různých podmínkách	502
Homolka J., Homolková J.: Právní úprava hospodářské soutěže v České republice a Evropské unii The law adjustment of economic competition in Czech Republic and European Union	177
Hron J., Tichá I.: Úkoly a výzvy řízení strategických aliancí Task and challenges in strategic alliances management	495
Hron J.: Zdrojový přístup k tvorbě konkurenční výhody A resource-based approach to competitive advantage building	145
Hrubý J.: Skutečný rozsah nadvýroby mléka v České republice The real extent of the milk over-production in the Czech Republic	345
Hrubý J.: Výživa obyvatelstva světa Nutrition of the world population	385

Hudečková H.:	
Studium profesních drah zemědělských aktérů: teoretický a metodologický přístup	
Agricultural actors professional careers study: theoretical and methodology approach	293
Hudečková H., Spěváčková L.:	
Jak pohlíží dnešní obyvatelé města a vesnice na soužití lidí a koní	
How do contemporary urban and rural dwellers view the cohabitation of people and horses	443
Chrastinová Z.:	
Analýza platobnej neschopnosti v poľnohospodárstve na Slovensku	
Analysis of financial insolvency in the Slovak Republic agriculture	419
Chrastinová Z.:	
Overenie metód hodnotenia ekonomickej bonity poľnohospodárskych podnikov	
Verification of the agricultural enterprises economic prosperity evaluation methods	283
Izakovičová B.:	
Vývoj cien na slovenskom agropotravinárskom trhu	
Price development on Slovak agri-food market	217
Izquierdo R. S., Navarro A. M.:	
Development of the credit sections in Spain as a financial tool for the agricultural co-ops	
Úverové sekce jako nástroj finančního rozvoje zemědělských družstev ve Španělsku	119
Ižáková V.:	
Vývoj slovenského agrárneho trhu v transformačnom procese	
Development of Slovak agricultural market and trade in the transformation period	227
Jakobe P.:	
Informační systémy pro poradenství v zemědělství	
Extension service information systems in agriculture	21
Jeníček V.:	
Teoretické základy koncepce trvale udržitelného rozvoje	
Theoretical bases of the sustainable development concept	69
Jeníček V.:	
Indikátory trvale udržitelného rozvoje	
Sustainable development indicators	103
Jeníček V.:	
Konkurenceschopnost	
Competitive ability	181
Jeníček V.:	
Sféry globalizace	
Spheres of globalisation	391
Jurášek P.:	
Vývoj zberových plôch agregovaných skupín plodín na ornej pôde za ostatných 30 rokov na svete	
Evolution of the harvested areas of aggregated groups of crops on arable land during the last 30 years over the world	425
Kadeřábková B.:	
Charakteristika vývoje některých ukazatelů makroekonomického prostředí v ČR v 90. letech	
Characteristics of development of some indicators of macroeconomic environment in Czech Republic in the 90's	404
Kadeřábková B.:	
Některé problémy vnější konkurenceschopnosti	
Some problems of external competitiveness	245
Kapusta F.:	
From F. Quesnay to J. H. Davis and R. Goldberg; from tableau économique to agribusiness	
Od F. Quesneye k J.H. Davisovi a R. Goldbergovi; od »tableau économique« k agrobiznisu	359
Kjeldsen-Kragh S.:	
Agricultural competitiveness	
Konkurenceschopnost v zemědělství	191
Klímešová D.:	
Geografické informace pro všechny	
Geographical information for all	575
Kreutzer T.:	
Úkoly českého zemědělství v předvstupním období do EU	
Tasks of Czech agriculture in the EU pre-accession period	481
Kubanková M.:	
Vývoj ekonomiky poľnohospodárskej výroby a poľnohospodárskych výrobkov	
Development of agricultural production and agricultural products economics	213
Kučerová E.:	
Kulturní nacionalismus: Romové a český venkov	
The cultural nationalism: the Romanies and Czech countryside	451
Lipták J.:	
Reformy, diverzifikácia štruktúry poľnohospodárskej výroby a rozvoj vidieckej ekonomiky v Číne	
Reforms, diversification of agricultural production structure and rural economy development in China	351

568	Logical and connectionist approach to artificial intelligence
	Logický a neuronový přístup k umělé inteligenci
	Vesely A.:
3	Issues and the procedure of completing the Economic Account for Food and Agriculture in the Slovak Republic
	Východiská a postup zostavovania Súhrnného poľnohospodárskeho účtu SR
535	Some generalisations in the measurement theory
	Některá zobecnění v teorii měření
	Vaniček J.:
303	Restituce a transformace vztahů v postsocialistické české vesnici
	Restitution and the transformation of relations in a post-socialist Czech village
	Vanderkar C. I.:
161	Categories of competitiveness and its measuring, the case of Czech Republic agrarian sector
	Kategorie konkurenceschopnosti a její měření na příkladu agrárního sektoru ČR
	Tvrdoň J.:
321	The roots of rural identity
	Koteny venkovské identity
	Totiecan S. G.:
193	Specific features of the resource-based view
	Charakteristické znaky zdrojového přístupu
	Tichá I.:
458	Opinion research on cultural proximity in neighbouring countries regions in Central Europe
	Výzkum názorů na kulturní blízkost regionů sousedních zemí střední Evropy
	Šindlářová J.:
309	Practice and perspective of endogenous rural development
	Praxe a perspektivy endogenního rurálního rozvoje
	Šindlářová J.:
207	Economic tools of agrarian policy and their impact on the development of agriculture
	Ekonomické nástroje agrární politiky a jejich vliv na vývoj poľnohospodárstva
	Ševčíková M.:
151	Competitiveness in the process of globalization
	Konkurenceschopnost v procesu globalizace
	Svaňos M.:
506	Definition of rural regions according to the methodology of OECD and Eurostat
	Vymezení venkovských regionů podle metodiky OECD a Eurostatu
	Štefáček F., Škalová J.:
485	Economic evaluation of enterprises farming in the marginal conditions
	Výhodnocení ekonomické situace podniků hospodářících v marginálních podmínkách
	Štefáček F., Kopta D., Škalová J.:
221	Subsidy support of agri-food in the years 1991-1998
	Dotčná podpora agropotravinářství v letech 1991-1998
	Šolíkova H.:
233	Development of domestic and foreign trade of SR
	Vývoj domácího a zahraničního obilninářského trhu SR
	Širotský L.:
249	Research in the labour requirements area and its implications in labour inputs optimisation
	Výzkum v oblasti pracovní náročnosti a jeho využití při optimalizaci pracovních vstupů v zemědělské provozy
	Křimovská P.:
269	Business efficiency of agrarian sector in North European countries after their EU integration
	Ekektivnost podnikání v agrárním sektoru severovýchodních zemí po zařazení do struktur EU
	Rosochačková E., Tomšík K.:
97	The relationship between the maturity and the openness of economy from the point of view of agriculture
	Souvěsílosti mezi vyspělostí a otevřeností ekonomiky z aspektu poľnohospodárstva
	Pauhořová I.:
255	advantage
	Of the business opportunities not exploited by the agribusiness entrepreneurial subjects to increase their competitive
	Některé nevyužité příležitosti pro zvýšení konkurenceschopnosti podnikatelských subjektů agribusinessu
	Palán J. F.:
315	Competitiveness of the Slovak milk industry in the EU pre-accession period
	Konkurenceschopnost slovenského mlékařského průmyslu v procese přípravy pro vstup do EU
	Nagyová L.:
545	Contributions of the object-oriented paradigm in business-process modeling and business-process reengineering
	Přínosy objektově orientovaného přístupu k modelování podnikatelského procesu a business-process reengineeringu
	Merunka V.:
433	Winners and losers in changes of agriculture (The case study of one municipality)
	Vítězové a poražení v proměnách zemědělství (případová studie jedné obce)
	Lošťák M., Šmalová B.:

91	processing for consumer tests).....
471	Stavková J., Kubíčková L., Gandelová K.: Metody zpracování výsledků spotřebitelských testů (Methods of data processing for consumer tests).....
133	Majerošová V.: X. světový kongres rurální sociologie, Rio de Janeiro, Brazílie (X. World Congress of Rural Sociology, Rio de Janeiro, Brazil).....
473	Lachina L., Štídl J.: Agenda 2000 - pokračování v reformě společné zemědělské politiky EU (Agenda 2000 - the need for further reform of the EU Common Agricultural Policy).....
480	Kučerová E.: Evropská leční škola rurální sociologie 2000 (European Summer School for Rural Sociology 2000) (The MCSSE Seminar: "Czech Agriculture in Rural Development: Adaptation to the European Model").....
41	Kučerová E., Matíková P.: Seminář MCSSE "České zemědělství v rozvoji venkova: adaptace na evropský model" (The MCSSE Seminar: "Czech Agriculture in Rural Development: Adaptation to the European Model").....
329	Knob V.: Činnost pracovní skupiny pro oblast agromonetární systém, statistika, účetnictví, informační systém accounting, information systems and prices in the Ministry of agriculture of CR).....
477	Hudečková H.: Ing. PhDr. Jaroslava Honcová, CSc. Sedmdesátiletá (Ing. PhDr. Jaroslava Honcová, CSc. - seventieth anniversary).....
35	Herová I., Slezáček V.: Mezinárodní vědecké dny 2000 - ohlednutí za V. ročníkem mezinárodní vědecké konference in Nitra).....
291	Hanibál J.: Aplikace typologie v ČR (Application of the EU farm typology in the Czech Republic).....
331	Hanibál J., Dvořáková J.: Informační aktivity Výzkumného ústavu zemědělské ekonomiky v Praze (Important periodical information activities of RIAE Prague).....
81	Dvořáková M.: Analýza způsobů obhospodávání lexika agrární ekonomické terminologie (Analysis of methods of agrarian and economic terminology vocabulary enrichment).....
45	Dvořáková M., Leštinová J., Krátná R., Rolínková L., Váňa E., Pouzarová L.: Strukturalní analýza zemědělské soustavy České republiky v období 1981-1995 (Structural analysis of agricultural system in Czech Republic in the years 1981-1995).....
129	Cvečko J.: Koncepce záležitosti informatické v odvětví podhospodářství Slovenské republiky na roky 1999-2005 (Informatic development concepts of the Slovak agriculture for the period 1999-2005).....
381	Boháčková I., Svatošová L.: Agrární souvislosti Evropské měnové unie (Agrarian connections of the European Monetary Union).....
257	Ali Eissa Said M. H.: Voda - jeden z nejdůležitějších přírodních zdrojů Egypta (Water - one of the most important natural resources of Egypt).....
533	Zuzák R.: Podnikové krize v evolučním cyklu vývoje, jejich předvídání a řešení (Firm's crisis in the evolutionary development cycle, their forecasting and solution).....
57	Vrána I.: Informatika v zemědělství (Informatics in agriculture).....
337	Vostal J., Rosoňáček E.: Možnosti tvorby báze znalostí zemědělských expertních systémů (New alternatives for the creation of knowledge bases for agricultural expert systems).....
527	Vostal J., Rosoňáček E.: Možnosti tvorby báze znalostí zemědělských expertních systémů (New alternatives for the creation of knowledge bases for agricultural expert systems).....
464	Vlášek J.: Možnosti hodnocení předpokladů úspěšnosti tímové práce (Possibilities of working team relationships evaluation).....
169	Vlášek J.: Možnosti hodnocení předpokladů úspěšnosti tímové práce (Possibilities of working team relationships evaluation).....
77	Vlášek J.: Možnosti hodnocení předpokladů úspěšnosti tímové práce (Possibilities of working team relationships evaluation).....
365	Vlášek J.: Možnosti hodnocení předpokladů úspěšnosti tímové práce (Possibilities of working team relationships evaluation).....
113	Vlášek J.: Možnosti hodnocení předpokladů úspěšnosti tímové práce (Possibilities of working team relationships evaluation).....

Střeček F., Anderle A., Mašterová J., Skálová J.: Venkovské regiony v Plánu rozvoje zemědělství a venkova ČR (Rural areas in the Programme of Agriculture and Rural Development in the Czech Republic)	373
Vaníček F.: Nezávislý tržní informační systém v České republice (Independent market information system in Czech Republic)	29
Zoborský J. I.: Ekonomika poľnohospodárstva na prahu 3. tisícročia (Economics of agriculture on the threshold of 3rd millenium)	93

DISKUSE – DISKUSION

Žufan P.: Deskriptivní nástroje používané v procesu formulace strategií (Descriptive tools used in the strategy formulation process)	139
--	-----

PŘÍLOHA – SUPPLEMENT

Dvořáková M.: Význam cizojazyčné zemědělsko-ekonomické terminologie pro absolventy ČZU Praha (The importance of economic and agricultural terminology in foreign languages for the CUA Prague graduates)	335
--	-----

RECENZE – REVIEW

Hudečková H.: Martinet T.: Mireille, provensálská paní Bovaryová? (Mireille, une Bovary Provençale?)	325
Hudečková H.: R.-M. Lagrave a kol.: Dva pohledy na rodinné hospodářství Francie – Polsko (Deux visages de l'agriculture familiale France – Pologne)	467
Vybíralová J.: Juráček P.: Světové poľnohospodárstvo I. a II. (World agriculture I. and II.)	95

VĚCNÝ REJSTŘÍK

Agenda 2000

– společná zemědělská politika EU; reformy SZP; rozšiřování EU; rozpočet EU	133
---	-----

Biografická metoda

– zemědělští aktéři; životní dráha; profesní dráha; ČR	293
--	-----

Braunvieh

– výroba mléka; nákladová funkce; zisková funkce; plocha a prostor zisku; SR	521
--	-----

Cenové nůžky

– zemědělská politika; ekonomické nástroje; ceny; transformace zemědělství; tržní systém; dopad cen; SR	207
– zemědělskopotravinářský trh; vývoj cen; zpracovatelské ceny; spotřebitelské ceny; SR	217

Ceny

– cenové a tržní informace; ŠÚ SR; VÚEPP-ATIS; živočišné komodity; rostlinné komodity; SR	239
– cenové deformace; zemědělské výrobky; zemědělská politika; vstup do EU; SR	59
– domácí a zahraniční trh s obilninami; vývoj ceny výrobků; SR	233
– zemědělská politika; ekonomické nástroje; cenové nůžky; transformace zemědělství; tržní systém; dopad cen; SR	207
– zemědělská výroba; zemědělské výrobky; ekonomika; vývoj; průměrné realizační ceny; SR	213
– zemědělské výrobky; Finsko; Švédsko; začlenění do EU	269
– zemědělskopotravinářský komplex; postavení v národním hospodářství; transformace potravinářství; cenový vývoj; přidaná hodnota; SR	199
– zemědělskopotravinářský trh; vývoj cen; cenové nůžky; SR	217

Česká republika

– hospodářská soutěž; právní úprava; kartelová dohoda; fúze podniků	177
– hrubá rostlinná výroba; úroveň hnojení; produkční schopnost půd; faktorová lineární korelační analýza; okresy	337
– informační systémy; poradenství v zemědělství; INTERNET	21

– konkurenceschopnost

– zemědělství	169
– dotace; zvyšování konkurenceschopnosti	169
– kategorie konkurenceschopnosti; konkurenční a srovnatelná výhoda; zemědělská produkce; vývojové tendence; strukturální změny	161
– zemědělské podnikání; konkurenceschopnost; efektivnost podnikání	269
– zemědělské podniky; zvyšování konkurenceschopnosti	155
– makroekonomické prostředí v 90. letech; HDP; zahraniční obchod; platební bilance; vnější dluh; hospodářský cyklus; vývoj	404
– nezávislý tržní informační systém (NTIS)	29
– rostlinná výroba; pracovní náročnost; optimalizace pracovních vstupů	249
– rozvoj zemědělství a venkova; venkovské regiony; venkovské oblasti; OECD; SAPARD	373
– síť testovacích podniků; legislativa EU; harmonizace se standardy EU	9
– sociologický výzkum	
– postsocialistická vesnice; vztahy; restituce; vlastnictví; majetkové rozdíly	303
– profesní dráhy zemědělských aktérů; biografická metoda	293
– typologie zemědělských podniků EU; aplikace v ČR	35
– venkovské regiony; vymezení; metodika OECD a EUROSTATU	506
– vnější konkurenceschopnost ekonomiky; přímé zahraniční investice; Swan-Salterův diagram	245
– výživa obyvatelstva; výživová a potravinová politika; mléko; vývoj spotřeby a výroby; nadvýroba; snížení nadvýroby	345
– zemědělská soustava; vnitřní struktura z.s.; rostlinná a živočišná výroba; strukturální analýza; období 1981–1995	81
– zemědělské podniky; marginální oblasti; ekonomická situace; hodnocení	485
– zemědělský zahraniční obchod; teritoriální struktura; komoditní skladba; analýza salda; celkový zahraniční obchod	411

- zemědělství; úkoly; předvstupní období do EU	481	- FADN; legislativa EU; typologie farem EU; harmonizace FADN v ČR se standardy EU	9
Čína		- Finsko; Švédsko; zemědělské podnikání; připojení k EU	269
- zemědělská výroba; hospodářské reformy; zemědělské reformy; reformy obilního trhu; zásoby obilí; vesnické podniky; vesnická ekonomika; vesnická urbanizace	351	- hospodářská soutěž; právní úprava; kartelová dohoda; fúze podniků	177
Daně		- předvstupní období do EU; mlékařský průmysl; konkurenceschopnost; SR	515
- daň ze mzdy; opatření ke snížení nezaměstnanosti	261	- rozšíření EU; mezinárodní konkurenceschopnost; globalizace; integrační procesy	151
- zemědělská politika; zemědělství; ekonomické nástroje; vliv na vývoj zemědělství; SR	207	- SAPARD	
Dotace		- úkoly zemědělství; ČR	481
- SHR; hospodářský výsledek; rok 1998; SR	279	- venkovské regiony; venkovské oblasti; rozvoj zemědělství a venkova; ČR	373
- zemědělská politika; ekonomické nástroje; vliv na vývoj zemědělství; SR	207	- síť testovacích podniků; klasifikace podle metody EU; ekonomická velikost podniku; evropská velikostní jednotka; SR	13
- zemědělskopotravinářský komplex; znevýhodněné oblasti; dotační podpora 1991-1998; SR	221	- typologie zemědělských podniků EU; aplikace v ČR	35
- zemědělství; konkurenceschopnost; zvyšování k.; ČR	169	- vstup do EU; konkurenceschopnost; zemědělství; SR	59
- znevýhodněné oblasti; finanční podpory; SRN	502	Extenzivní pastviny	
Dotazníkové šetření		- znevýhodněné oblasti; využití v různých podmínkách; SRN	502
- projekt EUROMOVE; regionální spolupráce; kulturní blízkosti; střední Evropa	463	Faktorová lineární korelační analýza	
Dovoz		- hrubá rostlinná výroba; úroveň hnojení; produkční potenciál půd; vztahy; okresy; ČR	337
- mléko; mléčné výrobky; období před vstupem do EU; SR	515	Finsko	
- obilniny; domácí a zahraniční trh; vývoj; SR	233	- zemědělské podnikání; výroba; příjmy; ceny; export; import; připojení k EU	269
- zemědělské komodity; Finsko; Švédsko; začlenění do EU	269	Fondová účinnost	
- zemědělský trh; transformační proces; SR	27	- zemědělské podniky; produkční oblasti; marginální oblasti; vyhodnocení	485
Egypt		Geografické informační systémy (GIS)	
- voda; Nil; přírodní zdroje; celková rozloha; obyvatelstvo; projekty zavlažování	381	- kontextové informace; mnohozdrojová data; dálkový průzkum Země; informatika	533, 575
Ekonomická bonita		Globalizace	
- zemědělské podniky; metodiky hodnocení; prosperující podniky; úpadkové podniky; SR	283	- mezinárodní konkurenceschopnost; předpoklady konkurenceschopnosti; integrační procesy; rozšíření EU	151
Ekonomika		- sféry globalizace; hospodářská, společenská, politická; přímé zahraniční investice; nadnárodní společnosti; svět	391
- ekonomika půd; ekonomické parametry; produkční potenciál půd; SR	113	Hnojení	
- chov ovcí; jatečná jehňata; ovčí hrudkový sýr; ekonomické parametry; různé zaměření výroby; SR	527	- úroveň hnojení; hrubá rostlinná výroba; faktorová lineární korelační analýza; okresy; ČR	337
- makroekonomické prostředí v 90. letech; HDP; zahraniční obchod; platební bilance; ekonomická úroveň; ČR	404	Horské oblasti	
- reformy zemědělské výroby; vesnická ekonomika; Čína	351	- venkovské regiony; vymezení; metodika OECD a Eurostat; ČR	506
- výroba mléka; slovenské strakaté plemeno; braunvieh; SR	521	Hospodářská soutěž	
- vyspělost a otevřenost e.; zemědělství; podíl na HDP; zemědělský obchod; SR	97	- právní úprava; soutěžitel; kartelová dohoda; fúze podniků; ČR; EU	177
- výživa obyvatelstva; demografický vývoj; ekonomická úroveň; výroba a spotřeba potravin; svět	385	Hospodářský cyklus	
- zemědělská výroba; zemědělské výrobky; vlastní náklady; ceny; rentabilita; vývoj ekonomiky; SR	213	- makroekonomické prostředí; vybrané ukazatele; ČR v 90. letech	404
- zemědělské podnikání; plánování; vývoj	359	Hospodářský výsledek za účetní období	
- zemědělské podniky; hospodaření v marginálních oblastech; ekonomická situace; vyhodnocení	485	- zemědělské podniky; produkční oblasti; marginální oblasti; vyhodnocení	485
- zemědělskoekonomická terminologie; slovtvorný způsob; obohacování lexika terminologie	331	Hrubý domácí produkt (HDP)	
- zemědělství; zemědělské podniky; konkurenceschopnost; ČR	155	- venkovské regiony; vymezení; metodika OECD a Eurostatu; ČR	506
Energie		- vývoj reálného HDP; podíl odvětví na tvorbě HDP; makroekonomické prostředí; ČR v 90. letech	404
- energetické parametry půd; vklady energie; produkce energie; zisk energie; SR	365	- zemědělství; podíl na HDP; SR	97
Euro		Chov dojníc	
- Evropská měnová unie; vlivy na zemědělství	129	- slovenské strakaté plemeno; braunvieh; výroba mléka; teorie jednotkových nákladů; SR	521
Evoluční cyklus		Chov ovcí	
- podniková krize; předvídání a řešení krize	257	- výrobní a ekonomické parametry; produktivita práce; jatečná jehňata; ovčí sýr; různé zaměření výroby; SR	527
Evropská měnová unie (EMU)		Implementační strategie	
- vlivy na zemědělství; euro	129	- předvstupní období do EU; úkoly zemědělství; ČR	481
Evropská unie (EU)			
- Agenda 2000; společná zemědělská politika; reformy SZP; rozšiřování EU; rozpočet EU	133		
- Evropská měnová unie; euro; zemědělské souvislosti	129		
- evropský model zemědělství; předvstupní období do EU; ČR	481		

Index bonity	
- ekonomická bonita; zemědělské podniky; metodiky hodnocení; prosperující podniky; úpadkové podniky; SR	283
Informatika	
- expertní systémy	
- možnosti využití v agrokomplexu	533
- zemědělské e.s.; tvorba znalostí systémů; řídicí a vysvětlovací mechanismus	557
- geografické informační systémy (GIS)	
- podpora rozhodování a modelování jevů a trendů; kontextové informace	575
- informační systémy	
- národní informační systémy; souhrnný zemědělský účet; postup sestavování; SR	3
- nezávislý tržní informační systém (NTIS); ČR	29
- poradenství v zemědělství; INTERNET; ČR	21
- modelování obchodně správních procesů; objektově orientovaný přístup; CASE nástroje; metody modelování systémů; metoda BORM	545
- zemědělství	
- cenové a tržní informace; zemědělské výrobky; údaje ŠÚ SR a VUEPP-ATIS; srovnání; SR	239
- informační systém; objektová analýza; reinženýring; geografický informační systém; expertní systémy; umělá inteligence; měření kvality	533
- rozvoj informatiky 1999-2005; SR	45
- teorie měření; software - měření jakosti; měření složitosti; vícekritériální hodnocení	535
Integrovaný administrativní a kontrolní systém (IACS)	
- předvstupní období do EU; úkoly zemědělství; ČR	481
Internet	
- informační systémy; poradenství v zemědělství; ČR	21
Investice	
- zemědělskopotravinářský komplex; dotační podpora; 1991-1998; SR	221
Jatečná jehňata	
- chov ovcí; výrobní a ekonomické parametry; různé zaměření výroby; SR	527
Kartelová dohoda	
- hospodářská soutěž; právní úprava; ČR; EU	177
Konkurenceschopnost	
- konkurenční strategie; zdrojový přístup; charakteristické znaky	173
- mezinárodní k.; předpoklady k.; integrační procesy; rozšíření EU; globalizace	151
- mlékárenský průmysl; mléko; mléčné výrobky; období před vstupem do EU; SR	515
- podniková strategie; rovnovážný stav; podnikové zdroje; organizační přístupy	145
- pojem; definice; členění zboží; měření - výstupy/výsledky; zdroje	181
- vnější k.; směnný kurs; přímé zahraniční investice; Swan-Salterův diagram, kapitálová mobilita	245
- zemědělství	
- dotace; zvyšování k.; ČR	169
- důsledky vstupu do EU; SR	59
- efektivita alokace; technická efektivita; strukturální efektivita; produktivita faktorů	191
- kategorie k.; konkurenční a srovnatelná výhoda; zemědělská produkce; vývojové tendence; strukturální změny; ČR	161
- zemědělská družstva; finanční rozvoj; úvěrová sekce; Španělsko	119
- zemědělské podnikání	
- efektivnost podnikání; předpoklad konkurenceschopnosti; ČR	265
- model transformační změny; podnikatelské příležitosti; konkurenční výhoda	255
Konkurenční výhoda	
- konkurenceschopnost; podnikové zdroje; kompetence; organizační přístupy	145
- mlékárenský průmysl; mléko; mléčné výrobky; konkurenceschopnost; období před vstupem do EU; SR	515
- zdrojový přístup; konkurenční strategie; kompetence	173
- zemědělské podnikání; model transformační změny; podnikatelské příležitosti; konkurenceschopnost	255
Krize	
- podniková krize; evoluční cyklus; předvídání a řešení krize	257
Kulturní nacionalismus	
- Romové; multikulturní soužití; venkov; město	451
Kůň	
- společenství lidí a koní; pohled obyvatelů a vesnice	442
Lesní plocha	
- znevýhodněné oblasti; využití v různých podmínkách; SRN	502
Lidé	
- společenství lidí a koní; pohled obyvatelů města a vesnice	442
Maďarská etnická minorita	
- strukturální charakteristika; sociální souvislosti; nezaměstnanost; vesnické regiony; SR	315
Malé obdělávané plochy	
- znevýhodněné oblasti; využití v různých podmínkách; SRN	502
Management	
- strategická aliance; manažerské úkoly; manažer aliance	495
- strategický m.; formulace strategií; deskriptivní metody	139
- týmová práce; řízení změn; analýza vztahů v týmu	464
Marginální oblasti	
- zemědělské podniky; ekonomická situace; hospodářský výsledek za účetní období; fondová účinnost; produktivita práce; intenzita zemědělské výroby	485
Marketingový výzkum	
- spotřebitelské testy; zpracování výsledků; metody	89
Město	
- obyvatelé města	
- pohled na společenství lidí a koní	442
- Romové; multikulturní soužití	451
- převážně městské regiony; vymezení; metodika OECD a Eurostat; ČR	506
Mléčné výrobky	
- trh; export; import; konkurenceschopnost; předvstupní období do EU; SR	515
Mlékárenský průmysl	
- trh; export; import; konkurenceschopnost; předvstupní období do EU; SR	515
Mléko	
- trh; export; import; konkurenceschopnost; předvstupní období do EU; SR	515
- ekonomika; slovenské strakaté plemeno; braunvieh; SR	521
- výživa obyvatelstva; výživová a potravinová politika; vývoj spotřeby a výroby; nadvýroba mléka; ČR	345
Mzdy	
- zemědělská družstva; obchodní společnosti; strukturální změny; SR	49
Nadnárodní společnosti (TNC)	
- globalizace; vliv na trhy; investice; mezipodnikové vztahy; svět	391
Neuronová síť	
- umělá inteligence; logický a neuronový přístup k umělé inteligenci	568
Nezaměstnanost	
- hrubá a čistá etnická n.; regionální typ n.; maďarská etnická minorita; vesnické regiony; SR	315
- pojištění proti n.; podpora v n.; daň ze mzdy; opatření ke snížení n.	261

- venkovské regiony; vymezení, metodika OECD a Eurostat; míra nezaměstnanosti	506
NUTS	
- základní statistická jednotka; počet obyvatel na 1 km ² ; venkovské regiony; stanovení; metodika OECD a Eurostat; ČR	506
Obchod	
- zahraniční obchod; vývoj; teritoriální struktura; makroekonomické prostředí; ČR v 90. letech	404
- zemědělský obchod	
- saldo; teritoriální struktura; komoditní skladba; ČR	411
- vývoj; míra vývozní otevřenosti; SR	97
- zahraniční obchod; vývoj; transformace zemědělství; SR	227
Obchodně správní procesy	
- modelování; objektivně orientovaný přístup (paradigma); re- inženýring; CASE nástroje; metoda BORM; informatika	545
Obchodní společnosti	
- strukturální změny; produktivita; mzdy; přidaná hodnota; zaměstnanost; SR	49
Obilniny	
- domácí a zahraniční trh; dovoz; vývoj; SR	233
- zásoby; ústřední a provinční; Čína	233
Obrátová organizace výrobků	
- předstupní období do EU; úkoly zemědělství; ČR	481
Obyvatelstvo	
- obyvatelé města a vesnice; pohled na společensví lidí a koní; sociologie venkova	442
- populační vývoj; věková struktura; venkovské regiony; stanovení; metodika OECD a Eurostat; ČR	506
- výživa obyvatelstva; demografický vývoj; počet podvyživených lidí; výroby potravin; spotřeba potravin; svět	385
Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD)	
- plán rozvoje zemědělství a venkova; venkovské regiony; venkovské oblasti; ČR	373
- venkovské regiony; městské regiony; vymezení; metodika OECD; ČR	506
Orná půda	
- agregované skupiny plodin; jednotlivé plodiny; sklizňové plochy; změny za posledních 30 let; svět	425
Ověř hrudkový sýr	
- chov ovcí; výrobní a ekonomické parametry; různé zaměření výroby; SR	527
Platební agentura	
- předstupní období do EU; úkoly zemědělství; ČR	481
Platební bilance	
- makroekonomické prostředí; vybrané ukazatele; ČR v 90. letech	404
Platební neschopnost	
- prvotní a druhotná platební neschopnost; míra zadluženosti; dlouhodobá zadluženost; zemědělství; SR	419
- zemědělská politika; ceny; dotace; úvěry; zemědělství; SR	207
Plodiny	
- agregované skupiny plodin; jednotlivé plodiny; orná půda; sklizňové plochy; změny za posledních 30 let; svět	425
Pohledávky	
- platební neschopnost; analýza; zemědělství; SR	419
Poradenství v zemědělství	
- zdroje informací; informační systémy; INTERNET; ČR	21
Potravinářství	
- transformace zemědělství 1990–1998; přidaná hodnota; zaměstnanost; vývoj; SR	199
- výrobní kapacity; produkce; aktiva; pasiva; výnosy; náklady; analýza	275
Potraviny	
- výroba potravin; spotřeba potravin; výživa obyvatelstva; svět 385	
Práce	
- rostlinná výroba; pracovní náročnost; pracovní operace; pracovní síly; ČR	249
- týmová práce; pracovní týmy; analýza vztahů v týmu	464
Pracovní týmy	
- týmová práce; řízení změn; management podniku; analýza vztahů v týmu	464
Produkční oblasti	
- zemědělské podniky; ekonomická situace; hospodářský výsledek za účetní období; fondová účinnost; produktivita práce; intenzita zemědělské výroby	485
Produkční potenciál půd	
- ekonomické parametry půd; půdní typy; svahovitost půd; skeletovitost půd; SR	113
- energetické parametry půd; vklady energie; produkce energie; zisk energie; SR	365
- hrubá rostlinná výroba; faktorová lineární korelační analýza; okresy; ČR	337
Produktivita	
- zemědělská družstva; obchodní společnosti; strukturální změny; SR	49
- zemědělství; konkurenceschopnost; úroveň produktivity; produktivita faktorů	191
Produktivita práce	
- chov ovcí; jatečná jehňata; ovčí sýr; produktivita práce v chovech; SR	527
- konkurenceschopnost; zemědělství; efektivnost podnikání	265
- zemědělské podniky; marginální oblasti; růst produktivity práce	485
Přidaná hodnota	
- zemědělskopotravinářský komplex; transformace zemědělství 1990–1998; vývoj p.h.; SR	199
- zemědělství; strukturální změny; produktivita; SR	49
Přímé zahraniční investice (FDI)	
- globalizace; mezinárodní obchod; svět	391
- makroekonomické prostředí; vývoj ukazatelů; ČR v 90. letech	404
- zahraničně obchodní vztahy; vnější konkurenceschopnost; ekonomika; ČR	245
Případová studie	
- proměny zemědělství; sociální změny; nazírání na svět; struktury aktérství; sociální status; jihomoravská vesnice	433
Půda	
- ekonomické parametry půd; půdní typy; bodová hodnota půd; svahovitost půd; skeletovitost půd; produkční potenciál; SR	113
- energetické parametry půd; vklady energie; produkce energie produkční potenciál půd; SR	365
Půda ležící ladem	
- znevýhodněné oblasti; využití v různých podmínkách; SRN	502
Regiony	
- regionální spolupráce; střední Evropa; kulturní blízkost; sociologický výzkum; dotazníkové šetření	458
- venkovské regiony; městské regiony; vymezení; metodika OECD a Eurostat; ČR	506
Reinženýring	
- informatika v zemědělství; využití	533
- obchodně-správní proces; modelování	545
Rentabilita	
- zemědělská výroba; zemědělské výrobky; vývoj ekonomiky; SR	213
Restituce	
- postsocialistická vesnice; vztahy; vlastnictví; majetkové rozdíly; ČR	303

Romové	– klasifikace ISZÚ EU; ekonomická velikost podniku	287				
– kulturní nacionalismus; soužití; venkov; město	– trh	– domácí a zahraniční trh s obilninami; produkce; bilance; vývoj	233			
Rostlinná výroba	– ekonomika; vodní eroze; vliv; SR	77	– zemědělské výrobky; důsledky vstupu do EU	59		
– hrubá r.v.; úroveň hnojení; produkční schopnost půd; faktorová lineární korelační analýza; okresy; ČR	337	– zemědělský trh; vývoj; zahraniční obchod; transformační proces	227			
– pracovní náročnost; tvorba norem; optimalizace pracovních vstupů; ČR	249	– zemědělská družstva; obchodní společnosti; strukturální změny; produktivita; mzdy; přidaná hodnota; zaměstnanost	49			
– sklizňové plochy; agregované skupiny plodin; jednotlivé plodiny; orná půda; změny za posledních 30 let; svět	425	– dotace; 1991–1998; zemědělská politika; stabilizace výroby	221			
– strukturální analýza; období 1981–1995; ČR	81	– postavení v národním hospodářství; transformace; vývoj	199			
Rumunsko	– sociologie venkova; venkovský prostor; identita; tradicionalismus; sousedství	321	– zemědělský podnik; ekonomická bonita; metody hodnocení	283		
Rurální rozvoj	– exogenní a endogenní r.r.; typologie; rurální sociologie	309	– zemědělství	– platební neschopnost; dlouhodobá zadluženost; pohledávky; závazky	419	
Saldo	– zemědělský zahraniční obchod; teritoriální struktura; komo-ditní skladba; analýza salda; celkový zahraniční obchod; ČR	411	– rozvoj informatiky 1999–2005	45		
Samostatné hospodářící rolník (SHR)	– hospodářský výsledek; zisk; dotace; zadluženost; rok 1998; SR 279	– klasifikace SHR; metodika ISZÚ EU	287	– vývoj; zemědělská politika; ekonomické nástroje	207	
Sít' testovacích podniků (FADN)	– klasifikace podle metodiky EU; ISZÚ; ekonomická velikost podniku; evropská velikostní jednotka; SR	13	Slovenské strakaté plemeno	– výroba mléka; nákladová funkce; zisková funkce; plocha a prostor zisku; SR	521	
– legislativa EU; harmonizace se standardy EU; ISZÚ; ČR	9	– předvstupní období do EU; úkoly zemědělství; ČR	481	Sociální konstruktivismus	– sociologie venkova; zemědělství aktéři; životní dráha; profesní dráha; biografická metoda	293
Slovenská republika	– ceny	– cenové a tržní informace; živočišné komodity; rostlinné komodity	239	Sociální status	– proměny zemědělství; případová studie; názírání na svět; struktury; aktéřství; jihomoravská vesnice	433
– cenové deformace; zemědělské výrobky; zemědělská politika; vstup do EU	59	– domácí a zahraniční trh s obilninami; vývoj; ceny výrobků	233	Sociální změny	– proměny zemědělství; případová studie; názírání na svět; struktury; aktéřství; jihomoravská vesnice	433
– zemědělská politika; ekonomické nástroje; cenové nůžky; transformace zemědělství; tržní systém; dopad cen	207	– zemědělská výroba; zemědělské výrobky; průměrné realizační ceny	213	Sociologie	– sociologický výzkum; dotazníkové šetření; regionální spolupráce; kulturní blízkost ve střední Evropě	458
– zemědělské výrobky; cenové nůžky	217	– zemědělskopotravinářský komplex; transformace potravinářství; cenový vývoj	199	– exogenní a endogenní rurální rozvoj; typologie; sociologický výzkum	309	
– ekonomika	– chov ovcí; jatečná jehňata; ovčí hrudkový sýr; ekonomické parametry; různé zaměření výroby	527	– energetické parametry půd; vklady energie; produkce energie; produkční potenciál půd	365		
– půdy; ekonomické parametry; produkční potenciál půd	113	– rostlinná výroba; vodní eroze; vliv eroze	77	– maďarská etnická minorita; charakteristika; nezaměstnanost; vesnické regiony	315	
– výroba mléka; slovenské strakaté plemeno; braunvieh; nákladová funkce; zisková funkce	521	– výpěstlost a otevřenost ekonomiky; zemědělství; podíl na HDP; zemědělský obchod	97	– mlékárenský průmysl; mléko; mléčné výrobky; konkurenceschopnost; předvstupní období do EU	515	
– zemědělská výroba; zemědělské výrobky; vlastní náklady; ceny; rentabilita	213	– energetické parametry půd; vklady energie; produkce energie; produkční potenciál půd	365	– národní informační systémy; souhrnný zemědělský účet; postup sestavování	3	
– energetické parametry půd; vklady energie; produkce energie; produkční potenciál půd	365	– maďarská etnická minorita; charakteristika; nezaměstnanost; vesnické regiony	315	– potravinářský průmysl; výrobní kapacity; produkce; výnosy; náklady; analýza	275	
– sít' testovacích podniků; klasifikace podle metodiky EU; ekonomická velikost podniku; evropská velikostní jednotka	13	– soukromé hospodářící rolníci	– hospodářské výsledky; zisk; dotace; zadluženost; rok 1998	279		

Statistický úřad Evropské unie (EUROSTAT)	
– plán rozvoje zemědělství a venkova; venkovské regiony; venkovské oblasti; ČR	373
– venkovské regiony; městské regiony; vymezení; metodika Eurostat; ČR	506
Státní zemědělský intervenční fond (SZIF)	
– předstupní období do EU; úkoly zemědělství; ČR	481
Strategická aliance	
– manažerské úkoly; manažer aliance	495
Strukturální analýza	
– zemědělská soustava; období 1981–1995; ČR	81
Strukturální změny	
– mlékárenský průmysl; mléko; mléčné výrobky; konkurenceschopnost; období před vstupem do EU; SR	515
– produktivita; zemědělství; zemědělská družstva; obchodní společnosti; SR	49
– vnitroodvětvové s.z.; zemědělská produkce; vývojové tendence; ČR	161
– zemědělská výroba; diverzifikace struktury výroby; reforma obilního trhu; Čína	351
Střední Evropa	
– regionální spolupráce; kulturní blízkost; sociologický výzkum; dotazníkové šetření	458
Svět	
– globalizace; sféra hospodářská, společenská, politická; FDI; TNC	391
– sklizňové plochy; agregované skupiny plodin; jednotlivé plodiny; orná půda; změny za posledních 30 let	425
– výživa obyvatelstva; demografický vývoj; ekonomická úroveň; výroba a spotřeba potravin; počet podvyživených lidí	385
Swan-Salterův diagram	
– vnější konkurenceschopnost; přímé zahraniční investice	245
Španělsko	
– zemědělská družstva; finanční rozvoj; úvěrová sekce; konkurenceschopnost	119
Švédsko	
– zemědělské podnikání; výroba; příjmy; ceny; export; import; připojení k EU	269
Teorie měření	
– software; měření jakosti; měření složitosti; vícekritériální hodnocení; homeomorfismus struktur; typ měřící stupnice; neaditivní měření; informatika	535
Transformace zemědělství	
– zemědělská politika; ekonomické nástroje; vliv na vývoj zemědělství; SR	207
– zemědělské podnikání; model transformační změny; konkurenceschopnost	255
– zemědělskopotravinářský komplex; postavení v národním hospodářství; přidaná hodnota; zaměstnanost; SR	199
– zemědělský trh; zahraniční obchod; vývoj; SR	227
Trh	
– marketingový výzkum; spotřebitelské testy	89
– nezávislý tržní informační systém (NTIS); ČR	29
– trh práce; maďarská etnická minorita; etnická nezaměstnanost; vesnické regiony; SR	315
– zemědělský trh	
– cenové a tržní informace; zemědělské výrobky	227
– mléko; mléčné výrobky; konkurenceschopnost; období před vstupem do EU; SR	515
– obilniny; domácí a zahraniční trh; vývoj; produkce; nabídka; poptávka; SR	233
– reforma obilního trhu; Čína	351
– vývoj 1991–1998; transformace zemědělství; SR	227
– zemědělské výrobky; důsledky vstupu do EU; SR	59
Trvale udržitelný rozvoj (TUR)	
– indikátory TUR; indikátory mezinárodní a národní; alternativní ekonomické indikátory; přehled indikátorů	103
– koncepce; dimenze TUR; Agenda pro 21. století	69
– trvalá udržitelnost; současná struktura zemědělství; konkurenceschopnost; ČR	155
Umělá inteligence	
– neuronová síť; algoritmus zpětného šíření chyby; nová u.i.; využití u.i. v ekonomice a v zemědělství	533, 568
Úvěrová sekce	
– zemědělská družstva; finanční rozvoj; Španělsko	119
Úvěry	
– staré bankovní úvěry; platební neschopnost; analýza; zemědělství; SR	419
– zemědělská politika; zemědělství; ekonomické nástroje; vliv na vývoj zemědělství; SR	207
– zemědělské podniky; marginální oblasti; úvěrové zatížení	485
Venkov	
– kulturní nacionalismus; Romové; český venkov a město; soužití	451
– obyvatelé venkova a města; pohled na společenství lidí a koní	442
– venkovské oblasti; plán rozvoje zemědělství a venkova; OECD; SAPARD; ČR	373
– venkovské regiony	
– plán rozvoje zemědělství a venkova; OECD; SAPARD; ČR	373
– vymezení; metodika OECD a Eurostat; převážně v.r.; významné v.r.; horské oblasti; úroveň HDP; věková struktura; populační vývoj; LFA; ČR	506
Vesnice	
– jihozápadní vesnice; případová studie; proměny zemědělství; nazírání na svět; sociální změny; sociální status; aktéři	433
– sociologický výzkum	
– postsocialistická vesnice; restituce; transformace vztahů; vlastnictví; majetkové rozdíly; ČR	303
– zemědělské aktéry; životní dráha; profesní dráha; ČR	293
– vesnické podniky; vesnická ekonomika; vesnická urbanizace; Čína	351
– vesnické regiony; maďarská etnická minorita; sociální souvislosti; nezaměstnanost; SR	315
Vlastní náklady	
– nákladová funkce; výroba mléka; teorie jednotkových nákladů; slovenské strakaté plemeno; braunvieh; SR	521
– zemědělská výroba; zemědělské výrobky; vývoj ekonomiky; SR	213
Vnější dluh	
– makroekonomické prostředí; vybrané ukazatele; ČR v 90. letech	404
Voda	
– Egypt; Nil; přírodní zdroje v Egyptě; projekty zavlažování	381
Vodní eroze	
– rostlinná výroba; ekonomika; vliv v.e.; SR	77
Vývoz	
– mléko; mléčné výrobky; období před vstupem do EU; SR	515
– obilniny; domácí a zahraniční trh; vývoj; SR	233
– zemědělské komodity; Finsko; Švédsko; začlenění do EU	269
– zemědělský trh; transformační proces; SR	27
Výživa obyvatelstva	
– demografický vývoj; ekonomická úroveň; výroba a spotřeba potravin; počet podvyživených lidí; svět	385
– výživa a potravinová politika; mléko; vývoj, spotřeba a výroba; nadvýroba mléka; ČR	345
Zadluženost	
– míra zadluženosti; dlouhodobá zadluženost; pohledávky; závazky; zemědělství; SR	419
– SHR; hospodářský výsledek; rok 1998; SR	279

Zaměstnanost

- zemědělská družstva; obchodní společnosti; strukturální změny; SR 49
- zemědělskopotravinářský komplex; transformace zemědělství; vývoj zaměstnanosti; SR 199

Závazky

- platební neschopnost; analýza; zemědělství; SR 419

Zdrojový přístup

- charakteristické znaky; konkurenceschopnost; kompetence; konkurenční výhoda 173
- konkurenceschopnost; měření na základě zdrojů 181
- podniková strategie; podnikové zdroje; organizační přístup; konkurenční výhoda 145

Zemědělská družstva

- finanční rozvoj; družstevní úvěr; úvěrová sekce; Španělsko 119
- strukturální změny; produktivita; mzdy; přidaná hodnota; zaměstnanost; SR 49

Zemědělská politika

- ekonomické nástroje; ceny; dotace; úvěry; daně; vliv na vývoj zemědělství; SR 207
- konkurenceschopnost; předpoklady zvyšování k.; ČR 155
- vstup do EU; integrace; konkurenceschopnost; SR 59
- zemědělsko-potravinářský komplex; dotační podpora; znevýhodněné oblasti; SR 221

Zemědělská soustava

- strukturální analýza; období 1981–1995; vnitřní struktura z.s.; ČR 81

Zemědělská výroba

- konkurenceschopnost; kategorie; měření konkurenceschopnosti; strukturální změny; agregovaná nabídka; ČR 161
- podniky v marginálních oblastech; ekonomická situace; vyhodnocení; intenzita výroby 485
- reformy; diverzifikace struktury z.v.; vesnická ekonomika Čína 351
- vlastní náklady; ceny; rentabilita; vývoj ekonomiky; SR 213

Zemědělské expertní systémy

- řídicí a vysvětlovací mechanismus; báze znalostí; produkční pravidlo; AND-OR graf; kořenový uzel; listový uzel; informatika 557

Zemědělské podnikání

- efektivnost podnikání
- konkurenceschopnost; intenzita výroby; produktivita práce 265
- SHR; hospodářský výsledek; rok 1998; SR 279
- výroba; příjmy; ceny; export; import; Finsko; Švédsko; připojení k EU 269
- konkurenceschopnost; agregované faktory; model transformační změny; podnikatelské příležitosti 225
- organizace; plánování; analýza; vývoj; ekonomika; subsystém 359

Zemědělské výrobky

- cenové a tržní informace; živočišné komodity; rostlinné komodity; SR 239
- cenové deformace; zemědělská politika; vstup do EU; SR 59
- ceny; cenové nůžky; zemědělskopotravinářský trh; vývoj cen; SR 217
- ceny; Finsko; Švédsko; začlenění do EU 269
- ekonomika z.v.; vlastní náklady; ceny; rentabilita; vývoj; SR 213
- obilniny; produkce; bilance; domácí a zahraniční trh; SR 233

Zemědělsko-potravinářský komplex

- dotace; 1991–1998; zemědělská politika; stabilita výroby; SR 221
- postavení v národním hospodářství; transformace; vývoj; SR 199

Zemědělský podnik

- ekonomická bonita; metody hodnocení; index bonity; prosperující podniky; úpadkové podniky; SR 283
- hospodaření v marginálních oblastech; ekonomická situace; vyhodnocení 485
- klasifikace podle metodiky EU (FADN)
- ekonomická velikost podniku; evropská velikostní jednotka; SR 13, 287
- legislativa EU; harmonizace se standardy EU; ČR 9
- typologie zemědělských podniků EU; aplikace v ČR 35
- konkurenceschopnost; předpoklady zvyšování k.; zemědělské podniky; ČR 155
- zemědělské reformy; vesnické podniky; vesnická ekonomika; Čína 351

Zemědělství

- dotace 169, 207, 221, 279, 502
- ekonomika 97, 155, 213, 351, 404, 485
- informatika 3, 21, 29, 45, 239, 533, 535, 545, 557, 568, 575
- integrace do EU 9, 13, 35, 59, 129, 133, 151, 177, 269, 373, 481, 506, 515
- konkurenceschopnost 59, 119, 155, 161, 169, 191, 255, 265, 515
- platební neschopnost 207, 419
- poradenství 21
- produktivita 49, 191
- produktivita práce 265, 485, 527
- proměny zemědělství 433
- rostlinná výroba 77, 81, 249, 337, 425
- rozvoj zemědělství 373
- strukturální změny 49, 351
- transformace zemědělství 199, 207, 227, 255
- zemědělská politika 59, 155, 207, 221
- zemědělská výroba 161, 213, 351, 485
- zemědělské podnikání 255, 265, 269, 279, 359
- zemědělské výrobky 59, 213, 217, 233, 239, 269, 345, 521, 527
- zemědělský obchod 97, 227, 404, 411
- zemědělské aktéry 293, 433
- živočišná výroba 81, 345, 521, 527

Zemědělské aktéry

- případová studie; proměny zemědělství; sociální změny; sociální status; jihomoravská vesnice 433
- reprezentace různých forem hospodaření v zemědělství; životní dráha; profesní dráha; sociální konstruktivismus; biografická metoda; ČR 293

Zisk

- SHR; hospodářský výsledek; rok 1998; SR 279
- výroba mléka; ekonomika; slovenské strakaté plemeno; braunvieh; zisková funkce; plocha a prostor zisku; SR 521

Znevýhodněné oblasti (LFA)

- venkovské oblasti; vymezení; metodika OECD a Eurostat; ČR 506
- využití v různých podmínkách; SRN 502
- zemědělskopotravinářský komplex; dotační podpora 1991–1998; SR 221

Živočišná výroba

- strukturální analýza; období 1981–1995; ČR 81

SUBJECT INDEX

Agenda 2000

- EU Common Agricultural Policy; CAP reforms; Eastern Enlargement; EU budget 133

Agricultural actors

- case study; changes of agriculture; social changes; social status; Southern Moravian village 433
- representation of various forms of farming; life cycles; professional careers; social constructivism; biographic methods; CR 293

Agricultural co-operatives

- financial tool; co-op credit; credit section; Spain 119
- structural changes; productivity; costs; value added; employment rate; SR 49

Agricultural enterprise

- agricultural reforms; rural enterprises; rural economics; China 351
- classification according to EU methodology -FADN (Farm Accountancy Data Network)
- economic size of enterprise; European Size Unit; SR 13, 287
- EU enterprises typology; application in the CR 35
- EU legislation; harmonisation problems with the EU standards; CR 9
- competitiveness; prerequisites of c.; agricultural enterprises; CR 155
- economic prosperity; evaluation methods; Bonity Index; prospering enterprises; failing enterprises; SR 283
- farming in marginal areas; economic results; evaluation 485

Agricultural policy

- agri-food complex; subsidy support; LFA; SR 221
- competitiveness; prerequisites of c.; CR 155
- economic tool; prices; subsidies; taxes; effect on the development of agriculture; SR 207
- impact of the accession; integration; competitiveness; SR 59

Agricultural production

- competitiveness; categories; measuring of competitiveness; structural changes; aggregate supply; CR 161
- enterprises in marginal areas; economic situation; evaluation; intensity of production 485
- own costs; prices; profitability; development of economics; SR 213
- reforms; diversification of agricultural production; rural economic; China 351

Agricultural products

- agricultural products economics; own costs; prices; profitability; development; SR 213
- cereals; production; balance; domestic and foreign market; SR 233
- price and market information; animal production commodities; plant production commodities; SR 239
- price deformations; agricultural policy; impact of the EU accession; SR 59
- prices; Finland; Sweden; accession to the EU 269
- prices; price scissors; agri-food market; development of prices; SR 217

Agricultural system

- structural analysis; period 1981-1995; interior structure of a. s.; CR 81

Agricultural transformation

- agricultural market; foreign trade; development; SR 227
- agricultural policy; economical tools; impact on the development of agriculture 207
- agri-food complex; position in the national economy; value added; employment rate; SR 199
- agrobusiness; transformational change model; competitiveness 255

Agriculture

- agricultural actors 293, 433

- agricultural policy 59, 155, 207, 221
- agricultural production 161, 213, 351, 485
- agricultural products 59, 213, 217, 233, 239, 269, 345, 521, 527
- agricultural trade 97, 227, 404, 411
- agricultural transformation 199, 207, 227, 255
- agriculture development 373
- agrobusiness 255, 265, 269, 279, 359
- changes of agriculture 433
- competitiveness 59, 119, 155, 161, 169, 191, 255, 265, 515
- economics 97, 155, 213, 191, 351, 404, 485
- EU accession 9, 13, 35, 59, 129, 133, 151, 177, 269, 373, 481, 506, 515
- extension service 21
- informatics 3, 21, 29, 45, 239, 533, 535, 545, 557, 568, 575
- labour productivity 265, 485, 527
- livestock production 81, 345, 521, 527
- payment disability 207, 419
- plant production 77, 81, 249, 337, 425
- productivity 49, 191
- structural changes 49, 351
- subsidies 169, 207, 221, 279, 502

Agricultures expert systems

- management and explication mechanism; knowledge base; production rule; AND-OR graph; root node; between-level node; leaf node; informatics 557

Agri-food complex

- position in the national economy; transformation; development; SR 199
- subsidies in the years 1991-1998; agricultural policy; development; SR 221

Agrobusiness

- business efficiency
- competitiveness; production intensity; labour productivity 265
- individual private farmer; economic results; in the year 1998; SR 297
- production; incomes; export; import; Finland; Sweden; accession to the EU 269
- competitiveness; aggregate factors; transformational change model; entrepreneurial opportunities 255
- organization; planning; analysis; development; economics; subsystem 359

Arable land

- aggregated groups of crops; single crops; harvested areas; changes during the last 30 years; world 425

Artificial intelligence

- neural network; algorithm of back propagation of error; new a.i.; using of a.i. in economics and agriculture 533, 568

Balance

- agrar foreign trade; territorial structure; commodity structure; balance analysis; total foreign trade; CR 411

Balance of payment

- macroeconomic environment; some indicators; CR in the 90's 404

Biographic method

- agricultural actors; life cycles; professional careers; CR 293

Bonity index

- economic prosperity; agricultural enterprises; evaluation methods; prospering enterprises; failing enterprises; SR 283

Braunvieh breed

- milk production; cost function; profit function; areas and space of profit; SR 521

Business cycle

- macroeconomic environment; some indicators; CR in the 90's 404

Business enterprises

- structural changes; productivity; costs; value added; employment rate; SR 49

Business processes	
– modeling; object-oriented paradigm (OOP); reengineering; CASE tools; BORM method; informatics	F
Cartel agreement	
– economic competition; law adjustment; CR; EU	177
Case study	
– changes of agriculture; social changes; world view; structure; action social status; Southern Moravian village	433
Central Europe	
– regional cooperation; cultural proximity; sociological research; questionnaire object	458
Cereal	
– cereal reserves; central and provincial; China	351
China	
– agricultural production; economic reforms; agricultural reforms; cereal market reform; rural enterprises; rural economics; rural urbanization	351
City	
– predominantly urban regions; definition; methodology of OECD and Eurostat; CR	506
– urban dwellers	
– Romanies; multicultural cohabitation	451
– view of the cohabitation of people and horses	442
Claims	
– payment disability; analysis; agriculture; SR	419
Cohabitation	
– people and horses; view of urban and rural dwellers	442
Common Agricultural Policy (CAP)	
– CAP reforms; Agenda 2000	133
– Finland; Sweden; agrobusiness; efficiency; accession to the EU	269
Competitive advantage	
– agribusiness; transformational change model; entrepreneurial opportunities; competitiveness	255
– competitiveness; business resources; competence; organiza- tion approach	145
– milk industry; milk; milk product; competitiveness; in the EU pre-accession period; SR	515
– resources-base view; competitive strategy; competence	173
Competitiveness	
– agriculture	
– agricultural cooperatives; financial tool; credit section; Spain 119	
– agricultural enterprises; improvement of c.; CR	155
– agrobusiness	
– business efficiency; prerequisite of competitiveness; CR	265
– transformational change model; entrepreneurial opportuni- ties; competitive advantage	255
– allocation efficiency; technical efficiency; structural efficiency; factor productivity	191
– categories of c.; competitive and comparative advantage; agricultural production; development trends; structural changes; CR	161
– impact of EU accession; SR	59
– subsidies; improvement of c.	169
– business strategy; equilibrium; business resources; organization approach	145
– competitive strategy; resources-based view; specific features	173
– concept; definition; commodity classification; output-based measuring; resources-based measuring	181
– external c.; exchange rate; direct foreign investment; Swan- Slater model; capital mobility	245
– international c.; prerequisites of c.; integration processes; EU enlargement; globalization	151
– milk industry; milk; milk product; in the EU pre-accession period; SR	515
Costs	
– agricultural co-operatives; business enterprises; structural changes; SR	49
Countryside	
– cultural nationalism; Romanies; Czech countryside and urban areas; cohabitation	451
– rural areas; Programme of Agriculture and Rural Develop- ment; OECD; SAPARD; CR	373
– rural regions	
– definition; methodology of OECD and Eurostat; predomi- nantly r.r.; significantly r.r.; mountains areas; GDP level; age structure; LFA; CR	506
– Programme of Agriculture and Rural Development; OECD; SAPARD; CR	373
– urban and rural dwellers; view the cohabitation of people and horses	442
Credits	
– agricultural enterprises; marginal areas; credit burden	485
– agricultural policy; agriculture; effect on the development of agriculture; SR	207
– old bank credits; payment disability; analysis; agriculture; SR	419
Credit section	
– agricultural co-operations; financial tool; Spain	119
Crisis	
– firm crisis; evolutionary cycle; forecasting and solution of crisis	257
Crops	
– aggregated groups of crops; single crops; arable land; harvested areas; changes during the last 30 years; world	425
Cultural nationalism	
– Romanies; multicultural cohabitation; rural areas; urban areas	451
Czech Republic (CR)	
– agrar foreign trade; territorial structure; commodity structure; balance analysis; total foreign trade	411
– agricultural enterprises; marginal areas; economic situation; evaluation	485
– agricultural system; interior structure of a.s.; plant and livestock productions; structural analysis; period 1981–1995	81
– agriculture and rural development; rural regions; rural areas; OECD; SAPARD	373
– agriculture; tasks; in the EU pre-accession period	481
– competitiveness	
– agriculture	
– agricultural enterprises; improvement of competitiveness	155
– agribusiness; competitiveness; business efficiency	265
– categories of competitiveness; competitive and compara- tive advantage; agricultural production; development trends; structural changes	161
– subsidies; improvement of competitiveness	169
– economic competition; law adjustment; cartel agreement; merger of enterprises	177
– EU enterprises typology; application in the CR	35
– external competitiveness; economics; direct foreign invest- ment; Swan-Slater model	245
– gross plant production; fertilization level; soil production potential; factor linear correlation analysis; districts of CR	337
– independent marketing information system	29
– information system; extension service in agriculture; Internet	21
– macroeconomic environment in the 90's; GDP; foreign trade; balance of payment; FDI; external debt; business cycle; development	404
– nutrition of the population; nutrition and food policy; milk; development of consumption and production; milk over- production; over-production decrease	345

European Union (EU)	133
– Agenda 2000; Common Agricultural Policy; CAP reforms; Eastern Enlargement; EU budget	133
– EU enlargement; international competitiveness; globalization; merger of enterprises	177
– European model of agriculture; in the EU pre-accession period; CR	481
– FADN; testing enterprises net; EU legislation; harmonization problems with EU standards	9
– Finland; Sweden; agricultural accessions to the EU	269
– impact of the EU accession; competitiveness; agriculture; SR	59
– SAPARD	373
– rural regions; rural areas; agriculture and rural development; CR	481
– tasks of agriculture; CR	481
– testing enterprises net; FADN EU classification; economic size of enterprises; European Size Unit; SR	13
– the EU pre-accession period; milk industry; competitiveness; SR	515
Evolutionary cycle	257
– firm crisis; forecasting and solution of crisis	257
Export	269
– EU	269
– agricultural commodities; Finland; Sweden; accession to the EU	227
– agricultural market; transformation period; SR	227
– domestic and foreign cereal trade; development; SR	233
– milk; milk production; in the EU pre-accession period; SR	515
Extension services in agriculture	21
– information sources; information systems; Internet; CR	21
Extensive grazing landscape	502
– LFA; using under different conditions; FRG	502
External debt	404
– macroeconomic environment; some indicators; CR	404
Factor linear correlation analysis	337
– gross plant production; fertilization level; soil production potential; relations; districts; CR	337
Fallow land	502
– LFA; using under different conditions; FRG	502
Federal Republic Germany (FRG)	502
– less-favoured areas; small-scaled landscape; extensive grazing landscape; fallow land; financial subsidies; using of LFA	502
Fertilization	337
– fertilization level; gross plant production; factor linear correlation analysis	337
Finland	269
– agricultural business; production; incomes; prices; export; import; accession to the EU	269
Food	385
– food production; food consumption; nutrition of population; world	385
Food industry	199
– agricultural transformation in the years 1990–1998; value added; employment; development; SR	199
– production capacities; production; assets; liabilities; analysis; SR	275
Food efficiency	485
– agricultural enterprises; production areas; marginal areas; evaluation	485
Geographical Information System (GIS)	533, 575
– context information; many sources data; long-distance investigation of the Earth; informatics	533, 575
European Monetary Union (EMU)	129
– influences on the agrarian sector; Euro	129
Energy	365
– soil energy parameters; energy inputs; energy production; energy profit; SR	365
Employment rate	381
– agricultural co-operatives; business enterprises; structural changes; SR	49
– agricultural transformation; development of CR; SR	199
– agricultural complex; agricultural transformation; development of CR; SR	199
Egypt	527
– water; the Nile; natural resources; acreage of Egypt; population; irrigation projects	381
Economics	485
– evaluation	485
– agricultural enterprises; production areas; marginal areas; economic result for accounting period	283
– enterprises; failing enterprises; SR	283
Economic prosperity	177
– agricultural enterprises; evaluation methods; prospering enterprises; failing enterprises; SR	177
Economic competition	3
– law adjustment; enterprise; cartel agreement; merger of enterprises; CR; EU	3
Economic Account for Food and Agriculture (EAFSA)	404
– procedure of compiling; national information system; SR	404
Direct Foreign Investments (FDI)	521
– of unit costs; SR	521
– Slovak Pied breed; Braunvieh breed; milk production; theory of unit costs; SR	521
Dairy cows breeding	9
– problems with EU standards	9
– testing enterprises net; EU legislation; harmonization differentials	303
– post-social village; relations; restitution; ownership; wealth methods	293
– agricultural actors professional careers; biographic methods	293
– Eurostat	506
– rural regions; definition; methodology of OECD and	249
– plant production; labour requirements; labour inputs optimization	249

Globalization

- international competitiveness; prerequisites of competitiveness; integration processes; EU enlargement 151
- spheres of globalization: economic, social, political; direct foreign investments; transnational corporations; world 391

Gross domestic product (GDP)

- agriculture; share in the GDP; SR 97
- development of the real GDP; contribution of industries to the GDP generation; macroeconomic environment; CR in the 90's 404
- rural regions; definition; methodology of OECD and Eurostat; CR 506

Horse

- cohabitation of people and horses; view of urban and rural dwellers 442

Hungarian ethnic minority

- structural characteristics; social connections; unemployment; rural regions; SR 315

IACS

- the EU pre-accession period; task of agriculture; CR 481

Implementation strategy

- in the EU pre-accession period; tasks of agriculture; CR 481

Import

- agricultural commodities; Finland; Sweden; accession to the EU 269
- agricultural market; transformation period; SR 227
- domestic and foreign cereal trade; development; SR 233
- milk; milk product; in the EU pre-accession period; SR 515

Indebtedness

- individual private farmer; economic results; in the year 1998; SR 279
- insolvency rate; long-term insolvency; claims; obligations; agriculture; SR 419

Individual private farms

- economic result; profit; subsidies; indebtedness; in the year 1998; SR 279
- individual private farmer; EU FADN classification 287

Informatics

- agriculture
 - information development concepts for the period 1999–2005; agriculture; SR 45
 - information system; object oriented analysis; reengineering; geographical information system; expert systems; artificial intelligence; quality measurement 533
 - measurement theory; software – quality measurement; complexity measurement; multicriterial evaluation 535
 - price and market information; agricultural products; the Statistical Office research data and selected research ATIS of the Research Institute of Agricultural and Food Economic; comparison; SR 239
 - business-process modeling; object-oriented paradigm; CASE tools; system modeling methods; BORM methods 545
 - expert system
 - agricultural expert systems, creation of knowledge base for systems 557
 - form of utilization in agri-complex 532
 - Geographical Information Systems (GIS)
 - decision support and modeling of phenomena and trends; context information 575
 - information systems
 - extension services in agriculture; Internet; CR 21
 - independent marketing information system; CR 29
 - national information systems; EAFA; procedure of compiling; SR 3

Internet

- information systems; extension services in agriculture; CR 21

Investments

- agri-food complex; subsidy support in the years 1991–1998; SR 221

Labour

- plant production; labour requirements; work operation; CR 249
- team work; working team; relationships within a working team; evaluation 464

Labour productivity

- agricultural enterprises; marginal areas; growth of labour productivity 485
- sheep breeding; slaughter lambs; sheep lump cheese; labour productivity in stocks 527

Less-favoured areas (LFA)

- agri-food complex; subsidy support in the years 1991–1998; SR 221
- rural areas; definition; methodology of OECD and Eurostat; CR 506
- using in different conditions; FRG 502

Livestock production

- structural analysis; period 1981–1995; CR 81

Management

- strategic alliance; management tasks; alliance manager 495
- strategy m.; strategy formulation process; descriptive tools 139
- team work; direction of changes; relationship within a working team 464

Marginal areas

- agricultural enterprises; economic situation; economic results for accounting period; fund efficiency; labour productivity; intensity of agriculture production 485

Market

- agricultural market
 - agricultural products; impact of the EU accession; SR 59
 - cereal; domestic and foreign market; development; production; supply; demand; SR 233
 - cereal market reform; China 351
 - development in the years 1991–1998; agricultural transformation; SR 227
 - milk; milk product; competitiveness; in the EU pre-accession period; SR 515
 - price and market information; agricultural products 227
 - independent marketing information system; CR 29
 - labour market; Hungarian ethnic minority; ethnic unemployment; rural regions; SR 315
 - market research; consumers tests 89

Marketing research

- consumer tests; data processing; methods 89

Measurement theory

- software; quality measurement; complexity measurement; multicriterial evaluation; structure homeomorphism; measurement scale type; non-additive measurement; informatics 535

Milk

- market; export; import; competitiveness; in the EU pre-accession period; SR 515
- milk production; economics; Slovak Pied breed; Braunvieh breed; SR 521
- nutrition of the population; nutrition and food policy; development of consumption and production; milk overproduction; CR 345

Milk industry

- market; export; import; competitiveness; in the EU pre-accession period; SR 515

Milk product

- market; export; import; competitiveness; in the EU pre-accession period; SR 515

Mountainous areas

- rural regions; definition; methodology of OECD and Eurostat; CR 506

Neural network

- artificial intelligence; logical and connectionist approach to artificial intelligence 568

Nutrition of the population

- demographic development; economical level; food production and consumption; number of undernourished people; world 385
- nutrition and food policy; milk; development of consumption and production; milk over-production; CR 345

NUTS

- basic statistical unit; number of inhabitants per 1 square kilometer; CR 506

Obligation

- payment disability; analysis; agriculture; SR 419

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)

- Programme of Agriculture and Rural Development; rural regions; rural areas; CR 373
- rural regions; urban regions; definition: methodology of OECD; CR 506

Own costs

- agricultural production; agricultural products; development of economics; SR 213
- cost function; milk production; theory of unit costs; Slovak Pied breed; Braunvieh breed; SR 521

Payment agency

- the EU pre-accession period; tasks of agriculture; CR 481

Payment disability

- agricultural policy; prices; subsidies; credits; agriculture; SR 207
- primary and secondary p.d.; insolvency rate; long-term insolvency; agriculture; SR 419

People

- cohabitation of people and horses; view of urban and rural dwellers 442

Plant production

- economics; water erosion; effect; SR 77
- gross plant production; fertilization level; soil production potential; factor linear correlation analysis; districts; CR 337
- harvested areas; aggregated groups of crops; single crops; arable land; changes during last 30 years; world 425
- labour requirements; creating of norms; labour inputs optimization; CR 249
- structural analysis; period 1981–1995; CR 81

Population

- nutrition of population; demographic development; number of undernourished people; food production; food consumption; world 385
- population dynamics; age structure; rural regions; definition; methodology of OECD and Eurostat; CR 506
- urban and rural dwellers; view the cohabitation of people and horses; rural sociology 442

Prices

- agricultural policy; economic tools; price scissors; agricultural transformation; market system; impact of prices; SR 207
- agricultural production; agricultural products; economy; development; average market prices; SR 213
- agricultural products; Finland; Sweden; accession to the EU 269
- agri-food trade; position in the national economy; food industry; transformation; development of prices; value added; SR 199
- agri-food trade; development of prices; price scissors; SR 217
- domestic and foreign cereal trade; development; producers prices; SR 233
- price and market information; Statistical Office research data; selected research ATIS of the Research Institute of Agriculture and Food Economics; animal production commodities; plant production commodities; SR 239
- price deformations; agricultural products; agricultural policy; impact of the EU accession; SR 59

Price scissors

- agricultural policy; economic tools; prices; agricultural transformation; market system; impact of prices; SR 207
- agri-food market; price development; food processors prices; consumer prices; SR 217

Producers' market organization

- the EU pre-accession period; tasks of agriculture; CR 481

Production areas

- agricultural enterprises; economic situation; economic result for accounting period; fund efficiency; labour productivity; intensity of agricultural production 485

Productivity

- agricultural co-operatives; business enterprises; structural changes; SR 49
- agriculture; competitiveness; level of productivity; factor productivity 191

Profit

- individual private farmer; economic results; in the year 1998; SR 279
- milk production; economics; Slovak Pied breed; Braunvieh breed; profit function; area and space of profit; SR 521

Profitability

- agricultural production; agricultural products; development of economics; SR 213

Questionnaire project

- EUROMOVE project; regional cooperation; cultural proximity; Central Europe 463

Reengineering

- business process; modeling 545
- informatics in agriculture; using 533

Regions

- regional cooperation; Central Europe; cultural proximity; sociological research; questionnaire project 458
- rural regions; urban regions; definition; methodology of OECD and Eurostat; CR 506

Resource-based approach

- business strategy; business resources; organization approach; competitive advantage 145
- competitiveness; resource-based measuring 181
- specific features; competitiveness; competence; competitive advantage 173

Restitution

- post-socialist village; relations; ownership; wealth differentials; CR 303

Romania

- rural sociology; rural space; identity; traditionalism; neighborhoods 321

Romanians

- cultural nationalism; cohabitation; rural areas; urban areas 451

Rural development

- exogenous and endogenous rural development; typology; rural sociology 309

Sheep breeding

- production and economic parameters; labour productivity; slaughter lambs; sheep lump cheese; different production orientation; SR 527

Sheep lump cheese

- sheep breeding; production and economic parameters; different production orientation; SR 527

Slaughter lambs

- sheep breeding; production and economic parameters; different production orientation; SR 527

Slovak Pied breed

- milk production; cost function; profit function; area and space of profit; SR 521

Slovak Republic (SR)	
- agricultural co-operatives; business enterprises; structural changes; productivity; costs; value added; employment rate	49
- agricultural enterprises; economic prosperity; evaluation methods	283
- agriculture	
- development; agricultural policy; economic tools	207
- information development concepts for the period 1999-2005	45
- payment disability; long-term insolvency; claims; obligations	419
- agri-food complex	
- position in the national economy; transformation; development	199
- subsidies in the years 1991-1998; agricultural policy; production stabilization	221
- economics	
- agricultural production; agricultural products; own costs; prices; profitability	213
- maturity and openness of economics; agriculture; share of agriculture in the GDP; agricultural trade	97
- milk production; Slovak Pied breed; Braunvieh breed; cost function; profit function	521
- plant production; water erosion; effect of erosion	77
- sheep breeding; slaughter lambs; sheep lump cheese; different production orientation	527
- soils; economic parameters; soil production potential	113
- food industry; production capacity; production; revenues; costs; analysis	275
- Hungarian ethnic minority; characteristics; unemployment; rural regions	315
- individual private farmers	
- economic results; profit; subsidies; in the year 1998	279
- FADN EU classification; economic size of enterprise	287
- market	
- agricultural development; foreign trade; transformation period	227
- agricultural products; impact of EU accession	59
- domestic and foreign cereal market; production; balance; development	233
- milk industry; milk; competitiveness; in the EU pre-accession period	515
- national information systems; EAFA; procedure of compiling	3
- price	
- agricultural policy; economic tools; price scissors; agricultural transformation; market system; impact of prices	199
- agricultural production; agricultural products; average market prices	213
- agricultural products; price scissors	217
- agri-food complex; food industry transformation; development of prices	199
- domestic and foreign cereal trade; development; producers prices	233
- price and market information; animal production commodities; plant production commodities	239
- price deformations; agricultural products; agricultural policy; impact of EU accession	59
- soil energy parameters; energy inputs; energy production; soil production potential	365
- testing enterprises net; FADN EU classification; economic size of enterprise; European Size Unit	13
Small-scaled cultural landscape	
- LFA; using under different conditions; FRG	502
Social changes	
- changes of agriculture; case study; world view; structure; action; Southern Moravian village	433
Social constructivism	
- rural sociology; agricultural actors; life cycles; professional careers; CR	293

Social status	
- changes of agriculture; case study; world view; structure; action; Southern Moravian village	433
Society	
- individual; agricultural actors; social constructivism; life cycles; professional careers; biographic method; CR	293
Sociology	
- rural sociology	
- agricultural actors; life cycles; professional careers; biographic method	293
- exogenous and endogenous rural development; typology; sociological research	309
- post-socialist village; relations; restitution; ownership; wealthy differentials; CR	303
- rural dwellers; view of the cohabitation of people and horses	442
- rural space; identity; traditionalism; neighborhoods; Romania	321
- sociological research; questionnaire project; regional cooperation; cultural proximity in Central Europe	458
Soil	
- soil economic parameters; soil types; soil point value; soil slope; soil gravel content; soil production potential; SR	113
- soil energy parameters; energy inputs; energy production; soil production potential; SR	365
Soil production potential	
- gross plant production; factor linear correlation analysis; districts; CR	337
- soil economic parameters; soil types; soil slope; soil gravel; SR	113
- soil energy parameters; energy inputs; energy production; energy profit; SR	365
Spain	
- agricultural co-operatives; financial tool; credit section; competitiveness	119
Special Action Programme for Pre-accession Aid for Agriculture and Rural Development (SAPARD)	
- Programme of Agriculture and Rural Development; rural regions; rural areas; CR	373
- tasks of agriculture; CR	481
State Agricultural Intervention Fund (SAIF)	
- the EU pre-accession period; tasks of agriculture; CR	481
Statistical Office of the European Communities (EUROSTAT)	
- programme of agriculture and rural development; rural regions; rural areas; CR	373
- rural regions; urban regions; definition; methodology of Eurostat; CR	506
Strategic alliance	
- management tasks; alliance manager	495
Structural analysis	
- agricultural system; period 1981-1995; CR	81
Structural changes	
- agricultural production; diversification of agricultural production; cereal market reform; China	351
- intra-sectoral structural changes; agricultural production; development trends; CR	161
- milk production; milk; milk product; competitiveness; in the EU pre-accession period; SR	515
- productivity; agriculture; agricultural cooperatives; business enterprises; SR	49
Subsidies	
- agricultural policy; economic tool; effect on the development of agriculture; SR	207
- agriculture; competitiveness; increasing of c; CR	169
- agri-food complex; LFA; subsidy support in the years 1991-1998; SR	221
- individual private farmers; economic result; in the year 1998; SR	279

- less-favoured areas; financial subsidies; FRG	502
Sustainable Development (SD)	
- concept; dimension of SD; Agenda 21	69
- sustainability; present structure of agriculture; competitive- ness; CR	155
- sustainable development indicators; international and national indicators; alternative economic indicators; overview of indicators	103
Swan-Slater model	
- external competitiveness; direct foreign investment	245
Sweden	
- agrobusiness; production; incomes; prices; export; import; accession to the EU	269
Taxes	
- agricultural policy; agriculture; effect on the development of agriculture; SR	207
- income tax; unemployment reduction measure	261
Testing Enterprises Net (FADN)	
- EU legislation; harmonization problems with the EU standards; CR	9
- FADN EU classification; economic size of enterprise; European Size Unit; SR	13
- in the EU pre-accession period; tasks of agriculture; CR	481
Trade	
- agricultural trade	
- balance; territorial structure; commodity structure; CR	411
- development; export-openness rate; SR	97
- foreign trade; development; agricultural transformation; SR	227
- foreign trade; development; territorial structure; macroeco- nomic environment; CR in the 90's	404
Transnational corporations (TNC)	
- globalization; effects on markets; investments, inter- enterprise relationships; world	391
Unemployment	
- gross and net ethnic unemployment; regional typology of unemployment; Hungarian ethnic minority; rural regions; SR	315
- rural regions; definition; methodology of OECD and Eurostat; unemployment rate	506
- unemployment insurance; unemployment benefit; income tax; unemployment reduction measures	261
Value added	
- agriculture; structural changes; productivity; SR	49
- agri-food complex; agricultural transformation in the years 1990-1998; development of value added	199
Village	
- rural enterprises; rural economics; rural urbanization; China	351
- rural regions; Hungarian ethnic minority; social connections; unemployment; SR	315
- sociological research	
- agricultural actors; life cycles; professional careers; CR	293
- post-socialist village; restitution; transformation of relations; wealth differentials; CR	303
- Southern Moravian village; case study; changes of agriculture; world view; social changes; social status; action	433
Water	
- Egypt; the Nile; natural resources in Egypt; irrigation projects	381
Water erosion	
- plant production; economics; effect of water erosion; SR	77
Woodland	
- LFA; using under different condition; FRG	502
Working team	
- team work; direction of changes; management; relationship within a working team; evaluation	464
World	
- globalization; economic, social, political sphere; FDI; TNC	391
- harvested areas; aggregated crops; single crops; arable land; changes during the last 30 years	425
- nutrition of population; demographic development; economic level; food production and consumption; number of under- nourished people	385

POKyny PRO AUTORY

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a výběrově i přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky v dané oblasti. Práce jsou uveřejňovány v češtině, slovenštině nebo angličtině. Rukopisy musí být doplněny krátkým a rozšířeným souhrnem (včetně klíčových slov).

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být přiloženo prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde.

O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada časopisu, a to se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému významu a přínosu a kvalitě práce.

Rozsah vědeckých prací nesmí přesáhnout 12 stran psaných na stroji včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Vlastní úprava rukopisu: formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojité mezery. K rukopisu je třeba přiložit disketu s prací pořízenou na PC a s grafickou dokumentací, nebo poslat práci e-mailem do redakce. Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlépají se. Na všech přílohy musí být odkazy v textu.

Pokud autor používá v práci zkratky jakéhokoliv druhu, je nutné, aby byly alespoň jednou vysvětleny (vypsány), aby se předešlo omylům. V názvu práce a v souhrnu je vhodné zkratky nepoužívat.

Název práce (titul) nemá přesáhnout 85 úhozů. Jsou vyloučeny podtitulky článků.

Krátký souhrn (Abstrakt) je informačním výběrem obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, a má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot. Musí obsahovat klíčová slova. Nemá překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl napsán celými větami, nikoliv heslovitě. Je uveřejňován a měl by být dodán ve stejném jazyce jako vědecká práce.

Rozšířený souhrn (Abstract) je uveřejňován v angličtině, měly by v něm být v rozsahu cca 1–2 strojopisných stran komentovány výsledky práce a uvedeny odkazy na tabulky a obrázky, popř. na nejdůležitější literární citace. Je vhodné jej (včetně názvu práce a klíčových slov) dodat v angličtině, popř. v češtině či slovenštině jako podklad pro překlad do angličtiny.

Úvod má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce realizována, a velmi stručnou formou má být popsán stav studované otázky.

Literární přehled má být krátký, je třeba uvádět pouze citace mající úzký vztah k problému.

Metoda se popisuje pouze tehdy, je-li původní, jinak postačuje citovat autora metody a uvádět jen případné odchylky. Ve stejné kapitole se popisuje také pokusný materiál.

Výsledky – při jejich popisu se k vyjádření kvantitativních hodnot dává přednost grafům před tabulkami. V tabulkách je třeba shrnout statistické hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

Diskuse obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostacích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, jejichž práce mají k publikované práci bližší vztah). Je přípustné spojení v jednu kapitolu spolu s výsledky.

Literatura by měla sestávat hlavně z lektorovaných periodik. Citace se řadí abecedně podle jména prvního autora. Odkazy na literaturu v textu uvádějí jméno autora a rok vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu. Na práce v seznamu literatury musí být odkaz v textu.

Na zvláštním listě uvádí autor plné jméno (i spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSC, číslo telefonu a faxu, popř. e-mail.

Rukopis nebude redakcí přijat k evidenci, nebude-li po formální stránce odpovídat pokynům pro autory.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Original scientific papers, short communications, and selectively reviews, that means papers based on the study of technical literature and reviewing recent knowledge in the given field, are published in this journal. Published papers are in Czech, Slovak or English. Each manuscript must contain a short and a longer summary (including key words).

The author is fully responsible for the originality of his paper, for its subject and formal correctness. The author shall make a written declaration that his paper has not been published in any other information source.

The board of editors of this journal will decide on paper publication, with respect to expert opinions, scientific importance, contribution and quality of the paper.

The paper extent shall not exceed 12 typescript pages, including tables, figures and graphs.

Manuscript layout: quarto, 30 lines per page, 60 strokes per line, double-spaced typescript. A PC diskette should be provided with the paper and graphical documentation, or the paper be sent by E-mail to editorial office. Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes.

If any abbreviation is used in the paper, it is necessary to mention its full form at least once to avoid misunderstanding. The abbreviations should not be used in the title of the paper nor in the summary.

The title of the paper shall not exceed 85 strokes. Subtitles of the papers are not allowed either.

Abstract is an information selection of the subject and conclusions of the paper, it is not a mere description of the paper. It must present all substantial information contained in the paper. It shall not exceed 170 words. It shall be written in full sentences, not in form of keynotes, and comprise basic numerical data including statistical data. It must contain key words. It should be submitted in English and if possible also in Czech or Slovak.

Introduction has to present the main reasons why the study was conducted, and the circumstances of the studied problems should be described in a very brief form.

Review of literature should be a short section, containing only literary citations with close relation to the treated problem.

Only original method shall be described, in other cases it is sufficient enough to cite the author of the used method and to mention modifications of this method. This section shall also contain a description of experimental material.

In the section **Results** figures and graphs should be used rather than tables for presentation of quantitative values. A statistical analysis of recorded values should be summarized in tables. This section should not contain either theoretical conclusions or deductions, but only factual data should be presented here.

Discussion contains an evaluation of the study, potential shortcomings are discussed, and the results of the study are confronted with previously published results (only those authors whose studies are in closer relation with the published paper should be cited). The sections Results and Discussion may be presented as one section only.

The section **References** should preferably contain reviewed periodicals. The citations are arranged alphabetically according to the surname of the first author. References in the text to these citations comprise the author's name and year of publication. Only the papers cited in the text of the study shall be included in the list of references. All citations shall be referred to in the text of the paper.

The author shall give his full name (and the names of other collaborators), academic, scientific and pedagogic titles, full address of his workplace and postal code, telephone and fax number or e-mail.

The manuscript will not be accepted to be filed by the editorial office if its formal layout does not comply with the instructions for authors.

OBSAH

Vrana I.: Informatika v zemědělství	533
Vaniček J.: Některá zobecnění v teorii měření	535
Merunka V.: Přínosy objektově orientovaného přístupu k modelování business processů a business-process reengineeringu	545
Vostrovský V.: Možnosti tvorby báze znalostí zemědělských expertních systémů	557
Veselý A.: Logický a neuronový přístup k umělé inteligenci	568
Klimešová D.: Geografické informace pro všechny	575
JMENNÝ REJSTŘÍK	I
VĚCNÝ REJSTŘÍK	V
VĚCNÝ REJSTŘÍK (angl.)	XII

CONTENTS

Vrana I.: Informatics in agriculture	535
Vaniček J.: Some generalisations in the measurement theory	535
Merunka V.: Contributions of the object-oriented paradigm in business-process modelling and business-process reengineering	545
Vostrovský V.: New alternatives for the creation of knowledge bases for agricultural expert systems	557
Veselý A.: Logical and connectionist approach to artificial intelligence	568
Klimešová D.: Geographical information for all	575
AUTHORS INDEX	I
SUBJECT INDEX (in Czech)	V
SUBJECT INDEX (in English)	XII